

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

А. С. Тайбинский

« 13 » октября 2022 г.

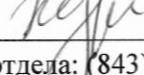


Государственная система обеспечения единства измерений

РАСХОДОМЕРЫ-СЧЕТЧИКИ ГАЗА УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ УВИР

Методика поверки
МП 1473-13-2022

И.о. начальника научно-исследовательского отдела

 А.И. Горчев
Тел. отдела: (843)272-11-24

г. Казань
2022 г.

1 Общие положения

Настоящий документ распространяется на расходомеры-счетчики газа ультразвуковые УВИР (далее – расходомеры) 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 г. № 1133 Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений объемного и массового расхода газа, подтверждающая прослеживаемость к Государственному первичному эталону единиц объемного и массового расходов газа ГЭТ 118-2017 методом непосредственного сличения и методом косвенных измерений.

В ходе реализации данной методики поверки обеспечивается передача единицы силы постоянного электрического тока в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной Приказом Росстандарта № 2091 от 01.10.2018 Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А, подтверждающая 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 постоянного и переменного тока в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной Приказом Росстандарта № 3456 от 30.12.2019 Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока, подтверждающая прослеживаемость к Государственному первичному эталону единицы электрического сопротивления постоянного и переменного тока ГЭТ 14-2014 методом непосредственного сличения.

2 Перечень операций поверки средства измерений

При проведении поверки выполняют следующие операции:

Таблица 1

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение относительной погрешности измерений объемного расхода и объема в рабочих условиях	Да	Да	10.1
Определение относительной погрешности расходомера-счетчика при преобразовании значения расхода газа в частотный сигнал и приведенной погрешности при преобразовании значения расхода газа в токовый сигнал ¹⁾	Да	Да	10.2

Определение абсолютной погрешности при преобразовании сопротивления в значение температуры по каналу измерения температуры ²⁾	Да	Да	10.3
Определение приведенной погрешности при преобразовании силы тока в значение давления по каналу измерения давления ³⁾	Да	Да	10.4
Определение относительной погрешности при вычислении объемного расхода и объема газа, приведенного к стандартным условиям, массового расхода и массы газа ⁴⁾	Да	Нет	10.5
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10.6
Оформление результатов поверки	Да	Да	11
¹⁾ при наличии частотного и/или токового выхода/ов			
²⁾ при наличии канала измерения температуры			
³⁾ при наличии канала измерения давления			
⁴⁾ при наличии функции вычисления массового расхода и массы газа, объёмного расхода и объёма газа, приведённого к стандартным условиям			

Допускается проводить поверку только отдельных измерительных каналов из состава расходомеров-счетчиков и/или для меньшего числа измеряемых величин на основании письменного заявления владельца, оформленного в произвольной форме.

При проведении поверки проливным методом, поверка может быть проведена в фактически обеспечиваемом диапазоне расходов (при этом минимальный расход при поверке должен быть не менее расхода Q_{min} , установленного эксплуатационной документацией для поверяемого экземпляра расходомера-счетчика, а максимальный расход – не более Q_{max}), с обязательной передачей сведений об объеме проведенной поверки в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений на основании письменного заявления владельца, оформленного в произвольной форме.

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха*¹⁾ от 15 °С до 25 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха до 80%;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа.

*¹⁾ Примечание:

- при поверке расходомера-счетчика имитационным методом без снятия расходомера-счетчика с измерительной линии допускается определение относительной погрешности измерения объемного расхода газа при температуре окружающей среды от минус 25 °С до плюс 55 °С;

- поверка расходомера-счетчика проливным методом на месте эксплуатации проводится при температуре соответствующей эксплуатационной температуре рабочего эталона;

- при поверке расходомера-счетчика на месте эксплуатации и отсутствии термоизоляции на трубопроводе с установленным рабочим эталоном, размещенном на

открытом воздухе, поверку проводят при температуре окружающего воздуха равной температуре измеряемой среды ± 10 °С;

- при проведении поверки на месте эксплуатации должен быть обеспечен стабильный режим транспортировки газа в трубопроводе и исключены существенные изменения компонентного состава газа.

- при проведении поверки с использованием поверочных установок (поверочная среда – воздух или природный газ) условия поверки должны соответствовать эксплуатационной документации на применяемую установку;

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 При проведении поверки применяют средства поверки, приведенные в таблице 2.
Таблица 2

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
п.10.1 Определение относительной погрешности измерений объемного расхода и объема в рабочих условиях	Рабочий эталон 1 разряда в соответствии с Приказом Росстандарта № 1133 от 11.05.2022 г. «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений объемного и массового расходов газа», поверочная среда: воздух или природный газ. Диапазон задаваемого объемного расхода должен соответствовать рабочему диапазону поверяемого средства измерений, соотношение доверительных границ относительной погрешности рабочих эталонов 1 разряда и пределов допускаемой относительной погрешности средств измерений должно быть не более 1/2,5 (при избыточном давлении не более 1/2) Средство измерений температуры, диапазон измерений температуры от минус 50 °С до плюс 199,99 °С. Пределы абсолютной погрешности измерения температуры $\pm 0,2$ °С Средство измерений влажности, температуры и атмосферного давления. Диапазон измерений относительной влажности от 0 до 90%; пределы абсолютной погрешности измерений	Рабочий эталон единицы объемного расхода газа 1 разряда, регистрационный № 3.2.ГШЯ.0007.2016, № 3.7.EEE.0001.2021, № 3.7.EEE.0008.2021, № 3.7.EEE.0009.2021, Термометр лабораторный электронный ЛТ-300-Н, регистрационный № 61806-15 Термогигрометр ИВА-6Н, регистрационный № 46434-11.

	<p>относительной влажности $\pm 2,0$ %.</p> <p>Диапазон измерений температуры от минус 20 до плюс 60 °С; Пределы абсолютной погрешности измерений температуры $\pm 0,3$ °С. Диапазон измерений атмосферного давления от 700 до 1100 гПа. Пределы абсолютной погрешности измерений атмосферного давления $\pm 2,5$ гПа.</p> <p>Средство измерений абсолютного давления, диапазон измерений абсолютного давления должен соответствовать рабочему диапазону давления поверяемого счетчика. Пределы приведенной к верхнему пределу измерений погрешности измерений абсолютного давления $\pm 0,075\%$</p>	<p>Преобразователь давления измерительный Cerabar S PMP 71, регистрационный № 41560-09</p>
<p>п.10.2</p> <p>Определение погрешности расходомера при преобразовании значения расхода газа в частотный и токовый сигнал</p>	<p>Рабочий эталон 2-го разряда в соответствии с Приказом Росстандарта № 2091 от 01.10.2018 г. Диапазон задания постоянной силы тока должен соответствовать рабочему диапазону поверяемого расходомера. Соотношение пределов допускаемых значений относительных погрешностей рабочего эталона 2-го разряда и пределов допускаемых значений относительных погрешностей расходомера должно быть не более 1/2.</p> <p>Эталон 4-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта № 3456 от 30.12.2019. Диапазон задания электрического сопротивления должен соответствовать рабочему диапазону поверяемого расходомера. Соотношение пределов допускаемых значений относительных погрешностей рабочего эталона 4-го разряда и пределов допускаемых значений относительных погрешностей расходомера должно быть не более 1/2.</p>	<p>Калибратор многофункциональный МСх- R, № в Госреестре 22237-08.</p> <p>Программное обеспечение УВИР-ПК.</p>
<p>п.10.3</p> <p>Определение абсолютной погрешности при преобразовании сопротивления в значение температуры по каналу измерения температуры</p>	<p>Эталон 4-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта № 3456 от 30.12.2019. Диапазон задания электрического сопротивления должен соответствовать рабочему диапазону поверяемого расходомера. Соотношение пределов допускаемых значений относительных погрешностей рабочего эталона 4-го разряда и пределов допускаемых значений относительных</p>	<p>Калибратор многофункциональный МСх- R, № в Госреестре 22237-08.</p>

	погрешностей расходомера должно быть не более 1/2.	
п.10.4 Определение приведенной погрешности при преобразовании силы тока в значение давления по каналу измерения давления	Рабочий эталон 2-го разряда в соответствии с Приказом Росстандарта № 2091 от 01.10.2018 г. Диапазон задания постоянной силы тока должен соответствовать рабочему диапазону поверяемого расходомера. Соотношение пределов допускаемых значений относительных погрешностей рабочего эталона 2-го разряда и пределов допускаемых значений относительных погрешностей расходомера должно быть не более 1/2.	Калибратор многофункциональный МСх- R, № в Госреестре 22237-08.
п.10.5 Определение относительной погрешности при вычислении объемного расхода и объема газа, приведенного к стандартным условиям, массового расхода и массы газа		Программное обеспечение УВИР-ПК; Программное обеспечение «Расходомер ИСО»
<i>Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице</i>		

Также при проведении поверки применяют:

5.2 Однокомпонентный неагрессивный газ с известными физическими свойствами, например, азот технический 1-го сорта 99,6 об. % по ГОСТ 9293-74 «Азот газообразный и жидкий. Общие технические условия» или газ с известным компонентным составом, определенном в аккредитованной химико-аналитической лаборатории или воздух.

5.3 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, объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям, и массового расхода газа, а также скорости звука.

6 Требования(условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

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

- ГОСТ 12.2.007.0-75, Правилах устройства электроустановок (ПУЭ);
- правилах техники безопасности, действующие в месте проведения поверки;
- эксплуатационной документации на установки;
- эксплуатационной документации на средства поверки и вспомогательное оборудование, используемые при поверке.

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

7 Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре должны быть установлены:

- соответствие комплектности расходомера-счетчика требованиям эксплуатационной документации;
- соответствие маркировки требованиям, предусмотренным эксплуатационной документацией;
- отсутствие механических повреждений, коррозии, нарушения покрытий, надписей и отсутствие других дефектов, препятствующих его функционированию в соответствии с эксплуатационной документацией.

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 средства измерений

Перед проведением поверки расходомера-счетчика выполняют следующие подготовительные работы:

8.1 Проверяют комплектность эксплуатационной документации на расходомер-счетчик.

8.2 Проверяют сведения о поверке или аттестации используемых средств поверки.

8.3 Проверяют работоспособность расходомера-счетчика и средств поверки в соответствии с руководством по эксплуатации.

8.4 Проводят монтаж средств поверки согласно структурным схемам, указанным в эксплуатационной документации.

8.5 Включают и прогревают расходомер-счетчик и средства поверки не менее 30 минут.

8.6 Остальную подготовку проводят согласно требованиям документации изготовителя расходомера-счетчика и руководствам по эксплуатации средств поверки.

8.7 При проведении поверки проливным методом на месте эксплуатации проводят комплекс мероприятий, направленных на соблюдение условий поверки.

8.7.1 Проводят проверку герметичности запорной арматуры (краны, задвижки, вентили), влияющей на результаты измерений.

8.7.2 Проверяют работоспособность ИВК из состава штатного оборудования на месте эксплуатации. Для этого считывают показания по давлению газа, температуре газа и расходу газа.

8.7.3 Выполняют процедуру синхронизации часов ИВК из состава штатного оборудования на месте эксплуатации и ИВК рабочего эталона.

8.7.4 В ИВК записывают текущий среднечасовой компонентный состав газа. Допускается введение компонентного состава газа по результатам лабораторного анализа.

8.7.5 При применении датчиков избыточного давления в ИВК записывают значение атмосферного давления.

8.8 Опробование

Опробование заключается в проверке работоспособности поверяемого расходомера-счетчика и его отдельных компонентов. Проверка может осуществляться при помощи персонального компьютера (далее – ПК) и установленного программного обеспечения (далее – ПО) – УВИР-ПК (УВИР ПК-1 для расходомеров-счетчиков с ЭБК-1, УВИР ПК-2 для расходомеров-счетчиков с ЭБК-2), либо непосредственно при помощи встроенного интерфейса показывающего устройства расходомера-счетчика.

8.8.1 При поверке расходомеров-счетчиков проливным методом или проливным методом на месте эксплуатации убеждаются в изменении показаний расходомера-счетчика при изменении расхода в измерительном трубопроводе.

8.8.2 При поверке имитационным методом на месте эксплуатации убеждаются в показаниях расходомера-счетчика по измерительным каналам расхода, давления и температуры до выполнения процедуры перекрытия расхода.

8.8.3 При поверке имитационным методом при снятии расходомера-счетчика с газопровода убеждаются в показаниях по измерительным каналам расхода, давления и температуры расходомера-счетчика любым доступным способом, задавая расход вентилятором, компрессором и т.п.

Примечание: опробование по 8.8.3 рекомендуется проводить при скорости воздушного потока не более 20 м/с.

8.8.4 Результаты опробования считают положительными, если значение скорости потока и расхода газа по показаниям расходомера-счетчика отличны от нуля, а значения параметров температуры и давления соответствуют значениям, перечисленным в п. 3.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

Для проверки соответствия ПО необходимо включить расходомер-счетчик. После подачи питания ПО расходомера-счетчика выполняет ряд само-диагностических проверок, в том числе проверку целостности конфигурационных данных. При этом на показывающем устройстве расходомера-счетчика (при наличии) и/или в окне сервисного ПО должны отражаться следующие данные:

- идентификационное наименование встроенного ПО;
- номер версии встроенного ПО;
- цифровой идентификатор встроенного ПО.

Идентификационные данные поверяемого расходомера-счетчика должны соответствовать представленным в описании типа и/или в паспорте.

При отрицательных результатах проверки программного обеспечения расходомер дальнейшей поверке не подлежит.

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

10.1 Определение относительной погрешности измерений объемного расхода и объема в рабочих условиях

При соотношении доверительных границ относительной погрешности рабочих эталонов 1 разряда и пределов допускаемой относительной погрешности расходомера не более 1/2,5 (для избыточного давления 1/2) определение погрешности производится по п. 10.1.1, иначе по п.10.1.2.

При выполнении условий соотношения доверительных границ относительной погрешности рабочих эталонов 1 разряда и пределов допускаемой относительной погрешности расходомера допускается определение погрешности по п. 10.1.2.

Поверка проливным методом (методом прямых измерений) на месте эксплуатации допускается для расходомеров-счетчиков с электронным блоком компонентов ЭБК-2 путем сличения результатов измерений расхода с результатами, полученных с помощью эталона. Для расходомеров-счетчиков DN1400 номинальный диаметр эталона должен быть не менее DN700 по п.10.1.4.

10.1.1 Определение относительной погрешности измерений объемного расхода и объема в рабочих условиях при использовании поверочной установки

Измерения проводятся при следующих значениях объемного расхода Q_j : Q_{\max} , $0,7Q_{\max}$, $0,5Q_{\max}$, $0,3Q_{\max}$, $0,1Q_{\max}$ и Q_{\min} . 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. Точность задания расхода

$\pm 0,025Q_{\max}$, в течение всего процесса измерений отклонение расхода по показаниям эталона от заданного значения расхода не должно превышать $\pm 0,01Q_{\max}$.

На каждом значении расхода проводят не менее пяти измерений. Значения объемного расхода, полученные по показаниям расходомера-счетчика Q_{icn} , приводят к условиям измерений эталонными преобразователями Q_{ic} по формуле:

$$Q_{ic} = Q_{icn} \frac{P_e T_t z_t}{P_t T_e z_e}, \quad (1)$$

где P_e – давление газа на участке эталонных преобразователей;
 P_t – давление газа на участке поверяемого расходомера-счетчика;
 T_e – термодинамическая температура газа на участке эталонных преобразователей;

T_t – термодинамическая температура газа на участке поверяемого расходомера-счетчика;

z_t – фактор сжимаемости газа, рассчитанный при температуре и давлении на участке поверяемых расходомеров-счетчиков;

z_e – фактор сжимаемости газа, рассчитанный при температуре и давлении на участке эталонных преобразователей.

Определяют относительную погрешность расходомера-счетчика, в процентах, по формуле:

$$\delta = \frac{Q_{ic} - Q_{etal}}{Q_{etal}} 100 \quad (2)$$

где Q_{etal} – расход по показаниям эталонной установки, м³/ч.

Примечания:

1. Допускается введение корректировочных коэффициентов;
2. Допускается проводить измерения и обработку результатов измерений по объему газа за фиксированный интервал времени.

Расходомер-счетчик считается прошедшим поверку, если его значения не превышают значений, указанных в таблице 3

Таблица 3

Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения объемного расхода и объема газа в рабочих условиях для модификаций УВИР 16, УВИР 12, УВИР 08, %				
Метод проведения поверки		Проливной		
		до 1,2 включительно	свыше 1,2	
Рабочее давление эксплуатации расходомера-счетчика, МПа				
Условие проведения поверки		на атмосферном давлении	на повышенном давлении	на атмосферном давлении
Диапазон измерений расхода	$Q_t \leq Q \leq Q_{\max}$	±0,5	±0,5	±0,5
	$Q_{\min} \leq Q < Q_t$	±0,5	±0,5	±0,7
	$Q_{\text{пор}} \leq Q < Q_{\min}$	±4,0	±4,0	±5,0

Продолжение таблицы 3

Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения объемного расхода и объема газа в рабочих условиях для модификаций УВИР 16, УВИР 08, %			
Метод проведения поверки		проливной на месте эксплуатации	
Рабочее давление эксплуатации расходомера-счетчика, МПа		фактическое давление эксплуатации	
Условие проведения поверки		первичная/периодическая	периодическая, при условии первичной поверки проливным методом на расходоизмерительной установке
Диапазон измерений расхода	$Q_t \leq Q \leq Q_{max}$	$\pm 1,0$	$\pm 0,5$
	$Q_{min} \leq Q < Q_t$	$\pm 1,0$	$\pm 0,7$
	$Q_{пор} \leq Q < Q_{min}$	не нормируется	не нормируется
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения объемного расхода и объема газа в рабочих условиях для модификаций УВИР 06, %			
Метод проведения поверки		проливной	
Диапазон измерений расхода	$Q_t \leq Q \leq Q_{max}$	$\pm 1,0$	
	$Q_{min} \leq Q < Q_t$	$\pm 2,0$	
	$Q_{пор} \leq Q < Q_{min}$	$\pm 4,0$	
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения объемного расхода и объема газа в рабочих условиях для модификаций УВИР 02, УВИР 04, %			
Метод проведения поверки		проливной	
Диапазон измерений расхода	$Q_t \leq Q \leq Q_{max}$	$\pm 1,5$	
	$Q_{min} \leq Q < Q_t$	$\pm 3,0$	
	$Q_{пор} \leq Q < Q_{min}$	$\pm 4,0$	

10.1.2 Определение относительной погрешности измерений объемного расхода и объема в рабочих условиях при использовании поверочной установки методом прямых многократных измерений

Измерения проводятся при следующих значениях объемного расхода $Q_j: Q_{max}, 0,7Q_{max}, 0,5Q_{max}, 0,3Q_{max}, 0,1Q_{max}$ и Q_{min} . 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. Точность задания расхода $\pm 0,025 Q_{max}$, в течение всего процесса измерений отклонение расхода по показаниям эталона от заданного значения расхода не должно превышать $\pm 0,01 Q_{max}$.

На каждом значении расхода проводят не менее пяти измерений. Значения объемного расхода, полученные по показаниям расходомера-счетчика Q_{icn} , приводят к условиям измерений эталонными преобразователями Q_{ic} по формуле (1).

Полученные значения и значения по показаниям установки фиксируют и оформляют в виде таблицы 4.

Таблица 4 – Среднеарифметическая девиация

Среднее значение расхода	Расход (эталонное значение)	Расход (показания расходомера-счетчика)	Девиация	Среднеарифметическая девиация
м ³ /ч	м ³ /ч	м ³ /ч	%	%
Q_j	Q_{1e}	Q_{1c}	fp_1	fp_{Qj}
	Q_{2e}	Q_{2c}	fp_2	
		
	Q_{ne}	Q_{nc}	fp_n	

Значения девиации fp_i рассчитывают в процентах по формуле

$$fp_i = \left(\frac{Q_{ic}}{Q_{ie}} - 1 \right) 100 \quad (3)$$

Значение среднеарифметической девиации рассчитывают по формуле

$$fp_{Qj} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n fp_i \quad (4)$$

где n – число экспериментов, проведенных в данной точке по расходу ($n \geq 5$),

Q_j – нижний индекс обозначает текущую точку по расходу, могут принимать значения Q_{max} , $0,7Q_{max}$, $0,5Q_{max}$, $0,3Q_{max}$, $0,1Q_{max}$, Q_{min} , или др..

Рассчитывают отклонение среднего результата измерений объема в процентах для всех точек по расходу по формуле

$$S_{Vj} = \frac{100}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Q_{ic}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Q_{ic} - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Q_{ic})^2}{n(n-1)}} \quad (5)$$

Рассчитывают доверительные границы ε случайной составляющей погрешности результата измерений по формуле

$$\varepsilon = t_{n,0.95} S_{Vj} \quad (6)$$

где $t_{n,0.95}$ – коэффициент Стьюдента для доверительной вероятности 95% и степенью свободы n , (определяют по приложению Д ГОСТ Р 8.736);

S_Q – максимальное среднеквадратическое отклонение среднего результата измерений ($S_Q = \max_j S_{Qj}$).

После заполнения таблицы 4 для всех точек по расходу определяют средневзвешенную девиацию WME по формуле:

$$WME = \frac{\sum_{j=1}^m k_j fp_{Qj}}{\sum_{j=1}^m k_j} \quad (7)$$

где $k_j = \begin{cases} \frac{Q_j}{Q_{max}}, \text{ при } Q_j < 0,7Q_{max} \\ 1,4 - \frac{Q_j}{Q_{max}}, \text{ при } Q_j > 0,7Q_{max} \end{cases}$

j – индекс поверочного расхода ($j = 1...m$);

m – число точек по расходу ($m = 5$).

Вычисляют корректировочный коэффициент AF^{*)} по формуле

$$AF = \frac{1}{1 + \frac{WME}{100}} \quad (8)$$

Корректируют показания расходомера-счетчика по рассчитанному корректировочному коэффициенту AF (умножением на AF), результаты оформляют в виде таблицы 5.

Примечание – *) В соответствии с документацией фирмы допускается использование корректировочных коэффициентов, определенных для каждого значения расхода.

Таблица 5 – Среднеарифметическая скорректированная девиация

Среднее значение расхода	Расход, эталонное значение	Расход, скорректированные показания расходомера-счетчика	Скорректированная девиация	Среднеарифметическая скорректированная девиация
м ³ /ч	м ³ /ч	м ³ /ч	%	%
Q_j	Q_{1e}	Q_{1k}	fpk_1	fpk_{Qj}
	Q_{2e}	Q_{2k}	fpk_2	
	
	Q_{ne}	Q_{nk}	fpk_n	

Определяют границы неисключенной систематической погрешности по формуле

$$\theta = \begin{cases} \pm(\sum_{l=1}^N |\theta_l| + |\theta_{cal}|), & \text{при } N < 3 \\ \pm 1,1\sqrt{\sum_{l=1}^N \theta_l^2 + \theta_{cal}^2}, & \text{иначе} \end{cases} \quad (9)$$

где Θ_l – граница l -й составляющей неисключенной систематической погрешности установки;

Θ_{cal} – неисключенная систематическая погрешность калибровки, определяется как максимальное абсолютное значение среднеарифметической девиации с учетом калибровки ($\theta_{cal} = \max_{Q_j} |fpk_{Qj}|$).

Определяют среднеквадратическое отклонение суммы неисключенных систематических погрешностей по формуле

$$S_\theta = \sqrt{\frac{\sum_{l=1}^N \theta_l^2 + \theta_{cal}^2}{3}} \quad (10)$$

Определяют суммарную среднеквадратическую погрешность по формуле

$$S_\Sigma = \sqrt{S_V^2 + S_\theta^2} \quad (11)$$

Определяют границу относительной погрешности результата измерений по формуле

$$\delta = S_\Sigma \frac{\theta + \varepsilon}{S_\theta + S_V} \quad (12)$$

Расходомер-счетчик считается прошедшим поверку, если его значения не превышают значений, указанных в таблице 3.

10.1.3 Определение относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа в рабочих условиях имитационным (косвенным) методом.

Первичная поверка имитационным методом (методом косвенных измерений) допускается для расходомеров-счетчиков DN200 и более.

Поверка имитационным методом может быть выполнена одним из двух способов:

- с демонтажем расходомера с трубопровода;
- без демонтажа расходомера с трубопровода, в рабочих условиях на месте эксплуатации.

Метод проведения поверки в рабочих условиях на месте эксплуатации (без демонтажа) может быть применен только в том случае, если отрезок трубопровода с вмонтированным расходомером может быть полностью перекрыт и в измерительном корпусе полностью отсутствует течение газа. Для обеспечения удобства контроля над отсутствием утечек через запорную арматуру частично стравливают газ из изолированного участка. При этом давление в изолированном участке трубопровода должно отличаться от давления в остальном трубопроводе не менее, чем на 10 % или 0,1 МПа.

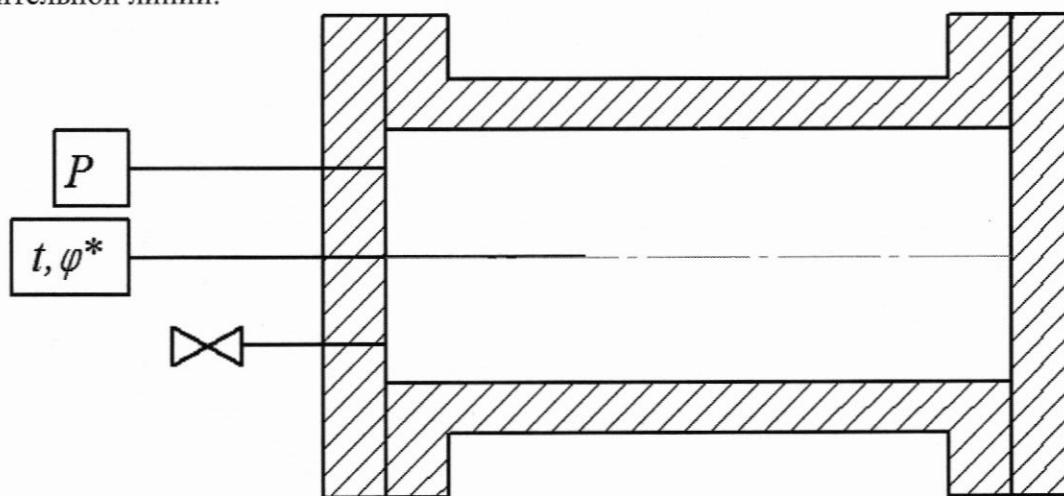
Для расходомеров-счетчиков более DN700 допускается проводить поверку при атмосферном давлении и использовать в качестве измеряемой среды воздух.

Условия выполнения измерений: допускаемые диапазоны изменения параметров измеряемой среды приведены в таблице 6:

Таблица 6

Наименование параметра	Значение
Изменение абсолютного давления измеряемой среды, %	$\pm 0,1$
Изменение температуры измеряемой среды, °C	$\pm 0,2$

10.1.3.1 Определение относительной погрешности измерений объемного расхода и объема в рабочих условиях имитационным методом после демонтажа расходомера-счетчика с измерительной линии.



P- преобразователь давления, t – термометр, φ- гигрометр
*- при необходимости

Рисунок 1. Схема подключения при определении метрологических характеристик имитационным (косвенным) методом после демонтажа с измерительной линии.

На фланцы расходомера устанавливают заглушки, оснащённые штуцерами для подачи поверочной среды в корпус расходомера, а также гильзами для монтажа датчика температуры. Подключаются датчики давления и температуры.

Предварительно продув, заполняют корпус расходомера измеряемой средой до давления $P_{абс} \approx 0,5$ МПа, и ждут стабилизации её температуры и давления. Стабильной считают температуру измеряемой среды в пределах 2°C в течение 15 минут. Проверку отклонений измеренных скоростей звука от расчетного значения по каждому акустическому каналу и отклонений значений измеренных скоростей звука по парам акустических каналов не следует начинать до тех пор, пока показания измеряемой скорости звука в газе будут превышать $0,2$ м/с в течение не менее 15 минут.

Расходомер-счетчик не должен подвергаться воздействию солнечных лучей, т.к. это может вызвать внутри него конвекционные потоки.

Рассчитывают значение скорости звука в измеряемой среде. Скорость звука в измеряемой среде определяют в соответствии с нормативными документами, устанавливающими методы расчета физических свойств. Допускается применение аттестованного программного обеспечения реализующего методы определения скорости звука.

Проводят не менее пяти измерений скорости звука и скорости потока газа. Измерения проводятся в течение 15 минут с осреднением полученных результатов.

Расходомер-счетчик считается прошедшим поверку, если

1) Измеренные значения скорости потока газа при нулевом расходе не превышают значений:

$\pm 0,006$ м/с для УВИР 08, УВИР 12 и УВИР 16;

$\pm 0,012$ м/с для УВИР 06;

$\pm 0,024$ м/с для УВИР 04 и УВИР 02.

2) отклонения расчетной скорости звука в газе от измеренных скоростей звука по каждому акустическому каналу должны находиться в пределах

$$\pm(A + U'_{co}) \quad (13)$$

где U'_{co} — относительная расширенная неопределенность определения скорости звука;

A — параметр, значение которого принимают равным:

$\pm 0,1\%$ для УВИР 08, УВИР 12 и УВИР 16;

$\pm 0,2\%$ для УВИР 06;

$\pm 0,3\%$ для УВИР 04 и УВИР 02.

Значение относительной расширенной неопределенности определения скорости звука определяют по формуле:

$$U'_{co} = 2(u'_{cf}{}^2 + 0,25u'_T{}^2)^{0,5}, \quad (14)$$

где u'_{cf} — относительная стандартная неопределенность, приписываемая функциональной зависимости, используемой для расчета скорости звука;

u'_T — относительная стандартная неопределенность измерения температуры газа.

$$u'_T = 50 \cdot \frac{\Delta t}{(t+273,15)}, \quad (15)$$

где Δt — абсолютная погрешность применяемого средства измерения температуры газа; t — измеренное значения температуры;

Примечание — Ввиду малой чувствительности скорости звука газа к изменению давления и в связи с тем, что скорость звука при допущении постоянства показателя адиабаты пропорциональна квадратному корню из термодинамической температуры, в формуле не учитывается составляющая от неопределенности измерений давления, и относительный коэффициент чувствительности скорости звука к изменению температуры принят равным 0,5. Рекомендуется для расчета скорости распространения звука в газе применять зависимости, для которых $u'_{cf} \leq 0,1\%$.

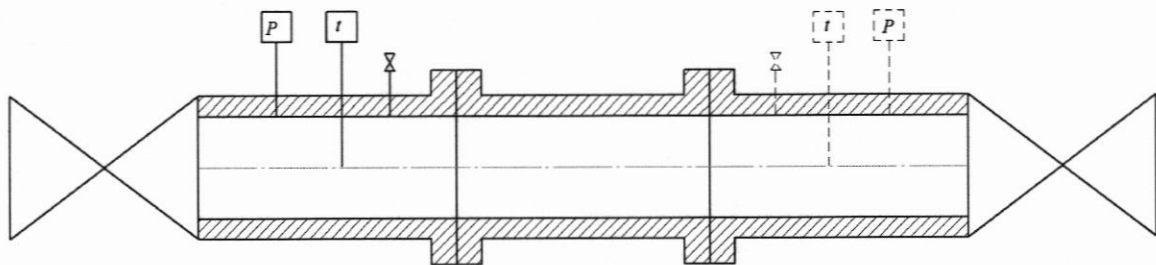
3) Наибольшее относительное отклонение значений скорости звука между лучами не должно превышать:

$\pm 0,1\%$ для УВИР 08, УВИР 12 и УВИР 16;

$\pm 0,2\%$ для УВИР 06;

$\pm 0,3\%$ для УВИР 04.

10.1.3.2 Определение относительной погрешности измерений объемного расхода и объема в рабочих условиях имитационным методом без снятия с измерительной линии.



P- преобразователь давления, t – термометр

Рисунок 2. Схема подключения при определении метрологических характеристик имитационным (косвенным) методом без демонтажа с измерительной линии.

Перед началом поверки изолируют участок трубопровода с расходомером-счетчиком. Поверка проводится при стабильной температуре окружающей среды. Расходомер-счетчик и трубная обвязка не должны подвергаться воздействию осадков, солнечных лучей и т.п., так как это может вызвать образование конвекционных потоков внутри расходомера-счетчика.

Допускается заполнение участка трубопровода с расходомером-счетчиком однокомпонентным неагрессивным газом с известными физическими свойствами до давления

$P_{абс} \approx 0,5$ МПа, например, азотом техническим 1-го сорта 99,6 об.% по ГОСТ 9293 или газом с известным компонентным составом.

Проверку отклонений измеренных скоростей звука от расчетного значения по каждому акустическому каналу и отклонений значений измеренных скоростей звука по парам акустических каналов не следует начинать до тех пор, пока показания измеряемой скорости звука в газе будут превышать 0,2 м/с в течение не менее 15 минут.

Погрешность измерения (с учетом дрейфа) давления не должна превышать $\pm 0,1$ %, температуры $\pm 0,2$ °С.

Рассчитывают значение скорости звука в измеряемой среде. Скорость звука в измеряемой среде определяют в соответствии с нормативными документами, устанавливающими методы расчета физических свойств. Допускается применение аттестованного программного обеспечения реализующего методы определения скорости звука.

Проводят не менее пяти измерений скорости звука и скорости потока газа. Измерения проводятся в течение 15 минут с осреднением полученных результатов.

Находят разность между значением скорости звука, полученным в результате измерений, и значением скорости звука, полученным расчетным методом.

Расходомер-счетчик считается прошедшим поверку, если

1) Измеренные значения скорости потока газа при нулевом расходе не превышают значений:

$\pm 0,006$ м/с для УВИР 08, УВИР 12 и УВИР 16;

$\pm 0,012$ м/с для УВИР 06;

$\pm 0,024$ м/с для УВИР 04 и УВИР 02.

2) отклонения расчетной скорости звука в газе от измеренных скоростей звука по каждому акустическому каналу должны находиться в пределах по формуле (13)

3) Наибольшее относительное отклонение значений скорости звука между лучами не должно превышать:

$\pm 0,1$ % для УВИР 08, УВИР 12 и УВИР 16;

$\pm 0,2$ % для УВИР 06;

$\pm 0,3$ % для УВИР 04.

Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения объемного расхода и объема газа в рабочих условиях расходомера-счетчика при имитационном методе поверки представлены в таблице 7

Таблица 7

Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения объемного расхода и объема газа в рабочих условиях для модификаций УВИР 16, УВИР 12, УВИР 08 при имитационном методе поверки, %			
Рабочее давление эксплуатации расходомера-счетчика, МПа		При любом давлении	
Условие проведения поверки		Первичная/Периодическая (при первичной имитационной)	Периодическая (при первичной проливной)
Диапазон измерений расхода	$Q_t \leq Q \leq Q_{max}$	$\pm 0,7$	$\pm 0,7$
	$Q_{min} \leq Q < Q_t$	$\pm 1,0$	$\pm 0,7$
	$Q_{пор} \leq Q < Q_{min}$	$\pm 5,0$	$\pm 5,0$
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения объемного расхода и объема газа в рабочих условиях для модификаций УВИР 06 при имитационном методе поверки, %			

Диапазон измерений расхода	$Q_t \leq Q \leq Q_{\max}$	$\pm 1,5$
	$Q_{\min} \leq Q < Q_t$	$\pm 2,5$
	$Q_{\text{пор}} \leq Q < Q_{\min}$	$\pm 5,0$
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения объемного расхода и объема газа в рабочих условиях для модификаций УВИР 02, УВИР 04 при имитационном методе поверки, %		
Диапазон измерений расхода	$Q_t \leq Q \leq Q_{\max}$	$\pm 2,0$
	$Q_{\min} \leq Q < Q_t$	$\pm 3,5$
	$Q_{\text{пор}} \leq Q < Q_{\min}$	$\pm 5,0$

10.1.4 Определение относительной погрешности измерений объемного расхода и объема в рабочих условиях на месте эксплуатации

10.1.4.1 Выполняют контроль каналов измерения температуры ИВК

10.1.4.1.1 Определяют относительное отклонение канала измерения температуры ИВК поверяемого расходомера-счетчика относительно канала измерения температуры ИВК рабочего эталона. Для выполнения измерений используют контрольный цифровой термометр с пределом допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 0,1$ °С в диапазоне измеряемых температур. Измерения выполняют при наличии расхода газа в измерительных трубопроводах УЗПР и эталона.

10.1.4.1.2 Зонд контрольного термометра погружают в защитную гильзу, расположенную в непосредственной близости от термометра ИВК расходомера-счетчика. После стабилизации показаний фиксируют показания контрольного термометра, t_0 , °С, и показания ИВК расходомера-счетчика, $t_{\text{УЗПР}}$, °С. Критерием стабилизации является отсутствие изменений в показаниях контрольного термометра во втором знаке после запятой в течение 60 с. В случае невыполнения указанного критерия температуры определяют, как средние значения из 7 измерений, выполненных с интервалом 10 с.

Вычисляют абсолютное отклонение канала измерения температуры ИВК расходомера-счетчика относительно контрольного термометра, $\Delta t_{\text{УЗПР}}$, °С, по формуле:

$$\Delta t_{\text{УЗПР}} = t_{\text{УЗПР}} - t_0 \quad (16)$$

10.1.4.1.3 Выполняют аналогичные измерения в месте установки термометра рабочего эталона, вычисляют абсолютное отклонение канала измерения температуры ИВК рабочего эталона относительно контрольного термометра, Δt_3 , °С, по формуле:

$$\Delta t_3 = t_3 - t_0 \quad (17)$$

10.1.4.1.4 Вычисляют относительное отклонение канала измерения температуры ИВК расходомера-счетчика относительно канала измерения температуры ИВК рабочего эталона, E_T , %, по формуле:

$$E_T = 100 \frac{\Delta t_{\text{УЗПР}} - \Delta t_3}{t_0 + 273,15} \quad (18)$$

10.1.4.1.5 Если относительное отклонение канала измерения температуры E_T превышает $\pm 0,03\%$ поверку расходомера-счетчика на месте эксплуатации не проводят.

10.1.4.1.6 Выполняют контроль каналов измерения давления.

Операции по п. 10.1.4.1.6 не выполняются, если статическое давление в рабочем эталоне определяется при помощи датчика разности давлений, установленного между поверяемым расходомером-счетчиком и рабочим эталоном, и датчиком статического давления поверяемого расходомера-счетчика.

10.1.4.1.7 Определяют относительное отклонение канала измерения давления ИВК расходомера-счетчика относительно канала измерения давления ИВК рабочего эталона. При помощи запорной арматуры собирают схему, при которой датчики давления расходомера-счетчика и рабочего эталона будут находиться под одним рабочим давлением. После

стабилизации давления фиксируют показание ИВК расходомера-счетчика, $p_{взлр}$, кПа, и показание ИВК рабочего эталона, p_s , кПа.

10.1.4.1.8 Вычисляют относительное отклонение канала измерения давления ИВК расходомера-счетчика относительно канала измерения давления ИВК рабочего эталона, E_p , %, по формуле:

$$E_p = 100 \left(\frac{p_{взлр}}{p_s} - 1 \right) \quad (19)$$

10.1.4.1.9 Если относительное отклонение канала измерения давления E_p превышает $\pm 0,04\%$ поверку расходомера-счетчика на месте эксплуатации не проводят

10.1.4.2 Для проведения поверки по 10.1.4 собирают технологическую схему с последовательным течением газа через поверяемый расходомер-счетчик и рабочий эталон.

10.1.4.3 Поверку проводят для значений объемного расхода соответствующих $Q_{э\max}$, $0,5Q_{э\max}$ и $0,2Q_{э\max}$ диапазона измерений рабочего эталона.

10.1.4.4 После стабилизации объемного расхода газа и температуры газа в измерительных линиях начинают серию измерений. Продолжительность одного измерения в серии должна быть не менее 5 минут, количество измерений в серии от 5 до 10.

В процессе измерений по показаниям ИВК контролируют параметры потока газа. Изменения параметров за 300 с не должны превышать указанные диапазоны:

- для расхода $\pm 5\%$ от номинального значения;
- для давления $\pm 0,25\%$;
- для температуры $\pm 0,25\text{ }^\circ\text{C}$.

10.1.4.5 В начале серии измерений для заданного расхода фиксируют показания ИВК поверяемого расходомера-счетчика по давлению p_n , температуре, t_n , и плотности газа при рабочих условиях, ρ_n , кг/м³.

10.1.4.6 Для каждого j -го измерения при заданном расходе фиксируют следующие показания ИВК рабочего эталона и ИВК расходомера-счетчика:

- объем газа, приведенный к стандартным условиям, $V_{cj}, V_{сэj}$, м³, соответственно;
- объем газа при рабочих условиях и/или средний объемный расход газа при рабочих условиях;
- среднее давление газа;
- среднюю температуру газа;

10.1.4.7 В конце серии измерений для заданного расхода фиксируют показания ИВК поверяемого расходомера-счетчика по давлению, p_k , температуре, t_k , и плотности газа при рабочих условия, ρ_k , кг/м³.

10.1.4.8 Для каждого j -го измерения для заданного расхода вычисляют относительную погрешность расходомера-счетчика, δ_{Qvj} , %, по формуле:

$$\delta_{Qvj} = \frac{V_{cj} - V_{сэj}}{V_{сэj}} 100 \quad (20)$$

10.1.4.9 Для заданного расхода вычисляют среднюю относительную погрешность расходомера-счетчика, δ_{Qv} , %, по формулам:

$$\overline{\delta_{Qv}} = \frac{V_c - V_{сэ}}{V_{сэ}} 100 \quad (21)$$

$$V_c = \sum_{j=1}^n V_{cj} \quad (22)$$

$$V_{сэ} = \sum_{j=1}^n V_{сэj} \quad (23)$$

где n – количество измерений в серии при заданном расходе;
 V_c – суммарный объем газа за серию измерений при заданном расходе, приведенный к стандартным условиям, измеренный ИВК расходомера-счетчика, м³;
 $V_{ср}$ – суммарный объем газа за серию измерений при заданном расходе, приведенный к стандартным условиям, измеренный ИВК рабочего эталона, м³.

10.1.4.10 В каждой точке по расходу проводят оценку влияния изменения буферного объема газа, находящегося между расходомером-счетчиком и рабочим эталоном, на результаты измерений. Для этого рассчитывают относительное изменение массы газа в буферной секции за время измерений, $E_{буф}$, %, по формуле:

$$E_{буф} = \frac{V_{буф}(\rho_k - \rho_n)}{\rho_c V_c} 100 \quad (24)$$

где $V_{буф}$ – объем буферной секции между расходомером-счетчиком и эталоном, м³;
 ρ_c – плотность газа при стандартных условиях по данным ИВК рабочего эталона, хроматографа или лаборатории, кг/м³.

Проверяют выполнение условия

$$E_{буф} \leq 0,03 \quad (25)$$

В случае невыполнения условия (25) принимают меры для стабилизации параметров потока газа (давления и температуры) и повторяют измерения.

10.1.4.11 В каждой точке по расходу рассчитывают среднее квадратическое отклонение группы из n измерений, S , %, по формуле:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (\delta_{Qvj} - \overline{\delta_{Qv}})^2}{n-1}} \quad (26)$$

Проверяют выполнение условия

$$S < 0,17 \quad (27)$$

В случае невыполнения условия (27) проводят анализ результатов измерений и принимают меры для выполнения данного условия (например, увеличивают длительность одного измерения, увеличивают количество измерений, увеличивают интервал времени между сменой режима течения и началом измерений).

10.1.4.12 Расходомер-счетчик считается прошедшим поверку, если средняя относительная погрешность во всех точках по расходу не превышает значений, указанных в таблице 8.

Т а б л и ц а 8

Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения объемного расхода и объема газа в рабочих условиях для модификаций УВИР 16, УВИР 08, %		
Метод проведения поверки	проливной на месте эксплуатации	
Рабочее давление эксплуатации расходомера-счетчика, МПа	фактическое давление эксплуатации	
Условие проведения поверки	первичная/периодическая	периодическая, при условии первичной поверки проливным методом на расходоизмерительной установке
	$Q_t \leq Q \leq Q_{max}$	$\pm 1,0$
	$Q_{min} \leq Q < Q_t$	$\pm 1,0$
		$\pm 0,5$
		$\pm 0,7$

Диапазон измерений расхода	$Q_{\text{пор}} \leq Q < Q_{\text{min}}$	не нормируется	не нормируется
----------------------------	--	----------------	----------------

10.2 Определение относительной погрешности расходомера-счетчика при преобразовании значения расхода газа в частотный сигнал и приведенной погрешности при преобразовании значения расхода газа в токовый сигнал

Операции по п.10.2 не выполняются, если определение относительной погрешности измерений объемного расхода и объема в рабочих условиях осуществляется проливным методом.

Погрешность определяют при трех значениях расхода в рабочих условиях: Q_{max} , $0,1Q_{\text{max}}$ и Q_{min} .

К частотному выходу электронного блока и токовому выходу подключить универсальный калибратор унифицированных сигналов.

С помощью УВИР-ПК войти в режим «Тест выходного сигнал F» и «Тест выходного сигнала I». В тестовом режиме эмуляции значения расхода в расходомере-счетчике, считать значения следующих параметров:

- значение расхода в рабочих условиях $Q_{\text{изм}}$ с показывающего устройства расходомера-счетчика или с дисплея компьютера, м³/ч;
- значение частоты $F_{\text{изм}}$ – с калибратора, Гц;
- значение тока $I_{\text{изм}}$ – с токовой шкалы калибратора, мА.

Определить расчетные значения частоты и тока по формулам:

$$F_{\text{расч}} = F_{\text{max}} \frac{Q_{\text{изм}}}{Q_{\text{max}}}, \quad (28)$$

$$I_{\text{расч}} = \left((I_{\text{max}} - I_0) \frac{Q_{\text{изм}}}{Q_{\text{max}}} \right) + I_0, \quad (29)$$

где F_{max} , I_{max} и Q_{max} – максимальные значения частоты (Гц), тока (мА) и расхода (м³/ч), заданные для шкалы выходного сигнала соответственно;

I_0 – значение тока, соответствующее нулевому значению расхода, мА, для шкалы выходного сигнала.

Указанные величины F_{max} , I_{max} и Q_{max} приведены в паспорте поверяемого расходомера-счетчика и должны быть внесены в настроечную базу расходомера-счетчика.

Вычислить относительную погрешность расходомера-счетчика по частотному выходу в каждой точке расхода, в процентах по формуле

$$\delta_F = \left(\frac{F_{\text{изм}} - F_{\text{расч}}}{F_{\text{расч}}} \right) 100, \quad (30)$$

где $F_{\text{изм}}$ – значение частоты, считанное с калибратора, Гц.

Расходомер-счетчик считают прошедшим поверку, если значения относительной погрешности по частотному выходу δ_F расходомера-счетчика находятся в пределах $\pm 0,02$ %.

Вычислить приведенную погрешность по токовому выходу в каждой точке расхода по формуле

$$\gamma_I = \left(\frac{I_{\text{изм}} - I_{\text{расч}}}{I_{\text{макс}} - I_0} \right) 100, \quad (31)$$

где $I_{\text{изм}}$ – значение тока с токовой шкалы калибратора, мА.

Расходомер-счетчик считают прошедшим поверку, если значения приведенной погрешности токового выхода γ_I расходомера-счетчика находятся в пределах $\pm 0,1$ %.

10.3 Определение абсолютной погрешности при преобразовании сопротивления в значение температуры по каналу измерения температуры

Для определения абсолютной погрешности при преобразовании сопротивления в значение температуры по каналу измерения температуры необходимо к резистивному входу расходомера-счетчика подключить калибратор (рисунок 3)

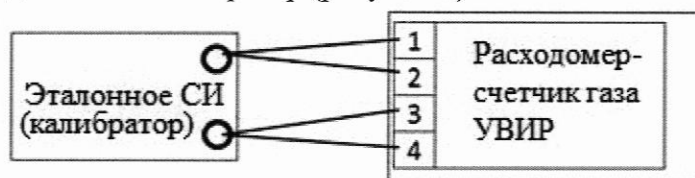


Рисунок 3 – Схема подключения к входам расходомера-счетчика по четырехпроводной схеме

Устанавливать поочередно сопротивление согласно таблице 9 составленной по ГОСТ 6651.

Таблица 9 – Номинальные статические характеристики для термопреобразователя сопротивления 100П

Сопротивление, Ом	Температура, °С
80,00	-50
84,03	-40
88,04	-30
92,04	-20
96,03	-10
100,00	0
103,96	10
107,91	20
11,85	30
115,78	40
119,70	50
123,60	60
127,50	70

10.3.3 Считать измеренные значения температуры с показывающего устройства расходомера-счетчика или с помощью УВИР-ПК.

Вычислить абсолютную погрешность при преобразовании сопротивления в значение температуры в каждой точке по формуле:

$$\Delta T_i = T_{\text{изм}} - T_{\text{табл}}, \quad (32)$$

где $T_{\text{изм}}$ – считанное значение температуры с показывающего устройства расходомера-счетчика или с помощью УВИР-ПК, °С;

$T_{\text{табл}}$ – табличное значение температуры, соответствующее заданному сопротивлению.

За абсолютную погрешность расходомера-счетчика при преобразовании сопротивления в значение температуры принимается наибольшее значение, полученное по формуле (32).

Расходомер-счетчик считают прошедшим поверку, если значения абсолютной погрешности при преобразовании сопротивления в значение температуры не превышают $\pm 0,15$ °С.

10.4 Определение приведенной погрешности при преобразовании силы тока в значение давления по каналу измерения давления

Операции по п.10.4 не выполняются, если в соответствии с паспортом и конструкцией расходомера-счетчика не предусматривается канал измерения давления.

Для определения приведенной погрешности при преобразовании силы тока в значение давления по каналу измерения давления к токовому входу расходомера-счетчика подсоединяют калибратор. Калибратором задают пять значений токового сигнала, соответствующих значениям давления равномерно распределенных по всему диапазону измерений датчика давления: $0, 1P_{\text{max}}; 0,25P_{\text{max}}; 0,5P_{\text{max}}; 0,75P_{\text{max}}; P_{\text{max}}$.

Значения токового сигнала калибратора I_p (мА) соответствующего каждой проверяемой точке давления $p_{кд}$ определяют по формуле:

$$I_p = \frac{p_{кд}}{p_{max}} (I_{max} - I_{min}) + I_{min}, \quad (33)$$

где $p_{кд}$ – заданное значение давления калибратором, МПа;
 p_{max} – верхний предел измерения канала давления расходомера-счетчика, МПа;
 I_{max} – максимальное значение входного аналогового сигнала, мА;
 I_{min} – минимальное значение входного аналогового сигнала, мА.

Для каждого заданного значения давления определяют приведенную погрешность $\gamma_{идк}$ в процентах, по формуле:

$$\gamma_{идк} = \frac{p_p - p_{кд}}{p_{max}} 100, \quad (34)$$

где p_p – измеренное значение давления, МПа.

Количество измерений на каждом значении токового сигнала должно быть не менее пяти.

Расходомер-счетчик считают прошедшим поверку, если значения приведенной погрешности при преобразовании силы тока в значение давления по каналу измерения давления расходомера-счетчика $\gamma_{идк}$ не превышают $\pm 0,1\%$.

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

При помощи ПО УВИР-ПК переводят расходомер в режим «Поверка- Тест рTZ». Выбирают алгоритм расчета плотности и коэффициента сжимаемости.

Вводят значения следующих параметров в соответствии с данными в А.1 Приложения А:

Значения параметров газовой смеси:

- молярные доли компонентов (%);
- плотность газа при стандартных условиях (кг/м^3);
- температуры ($^{\circ}\text{C}$);
- абсолютного давления (МПа);
- вводят значение расхода в рабочих условиях, ($\text{м}^3/\text{ч}$);

Вводят время измерения объема и массы. Устанавливают флаг «Проверка вычисления объема и массы» и запускают накопление нажатием кнопки Пуск.

Считывают из расходомера с помощью ПО УВИР-ПК значения объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям $Q_{си}$ ($\text{м}^3/\text{ч}$).

Вычисляют относительную погрешность при вычислении объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям, по формуле

$$\delta_{Q_c} = \frac{Q_{си} - Q_{ср}}{Q_{ср}} \cdot 100\% \quad (35)$$

$Q_{си}$ – значение объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям, вычисленное расходомером;

$Q_{ср}$ – значение объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям, теоретически расчетное по формуле 36 или вычисленное с помощью аттестованного программного обеспечения реализующего методы расчета (определения) в соответствии с нормативными документами, устанавливающими метод расчета физических свойств измеряемой среды.

$$Q_{ср} = Q_p \cdot \frac{T_c}{Z \cdot P_c} \cdot \frac{P_p}{T_p} \quad (36)$$

P_c – давление при стандартных условиях (101,325 кПа);

T_c – термодинамическая температура при стандартных условиях (293,15 К);

Q_p , T_p , P_p – объемный расход, температура и давление при рабочих условиях ($\text{м}^3/\text{ч}$, К, кПа);

Z – коэффициент сжимаемости газа, вычисляется в соответствии с нормативными документами, устанавливающими метод расчета физических свойств.

Значение Q_p , выбирается в диапазоне измерений объемного расхода газа в рабочих условиях расходомера-счетчика.

Считывают из расходомера с помощью ПО УВИР-ПК значение объема газа при стандартных условиях, вычисленное расходомером V_{cu} (м³).

Вычисляют значение объема газа при стандартных условиях V_{cp} (м³) по формуле

$$V_{cp} = Q_{cp} \cdot \frac{t}{3600}, \quad (37)$$

где t – длительность накопления данных, с

Вычисляют относительную погрешность расходомера при вычислении объема газа, приведенного к стандартным условиям, по формуле

$$\delta_{V_c} = \frac{V_{cu} - V_{cp}}{V_{cp}} \cdot 100\% \quad (38)$$

V_{cu} – значение объема газа при стандартных условиях, вычисленное расходомером;

V_{cp} – значение объема газа, теоретически рассчитанное в соответствии с установленными параметрами расчета с учетом требований нормативных документов, устанавливающих методы расчета физических свойств по формуле 37.

Считывают из расходомера с помощью ПО УВИР-ПК значение массового расхода газа, вычисленное расходомером Q_{mi} (кг/ч).

Вычисляют значение массового расхода газа Q_{mp} (кг/ч) по формуле

$$Q_{mp} = Q_p \cdot \rho, \quad (39)$$

где: ρ – плотность газа в рабочих условиях (вычисляется в соответствии с установленными параметрами расчета с учетом требований нормативных документов, устанавливающих методы расчета физических свойств, кг/м³). Допускается использование аттестованного программного обеспечения реализующего методы расчета (определения) в соответствии с нормативными документами, устанавливающими метод расчета физических свойств измеряемой среды.

Вычисляют относительную погрешность расходомера при вычислении массового расхода газа по формуле

$$\delta_{Q_m} = \frac{Q_{mi} - Q_{mp}}{Q_{mp}} \cdot 100\% \quad (40)$$

Считывают из расходомера с помощью ПО УВИР-ПК значение массы газа, вычисленное расходомером M_u (кг). Вычисляют значение массы газа M_p (кг) по формуле

$$M_p = Q_{mp} \cdot \frac{t}{3600}, \quad (41)$$

где t – длительность накопления данных, с

Вычисляют относительную погрешность расходомера при вычислении массы газа по формуле

$$\delta_M = \frac{M_u - M_p}{M_p} \cdot 100\% \quad (42)$$

Определение относительной погрешности расходомера проводится для комбинаций значений параметров, приведенных в таблице А.1 Приложения А.

Результат поверки считают положительным, если полученные погрешности находятся в пределах $\pm 0,01$ %.

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 произвольной формы.

11.2 Знак поверки ставится в свидетельство о поверке (при заявлении).

11.3 При положительных результатах поверки расходомер признают годным к применению, оформляют свидетельство о поверке (при заявлении) 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» и передают сведения в информационный фонд. Также указывается в каком поддиапазоне поверен расходомер.

11.4 Если расходомер по результатам поверки признан непригодным к применению выписывают извещение о непригодности к применению (при заявлении) 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» и передают сведения в информационный фонд.

**Тестовая комбинация параметров для определения относительной погрешности
при вычислении объемного расхода и объема газа, приведенного к стандартным
условиям, массового расхода и массы газа**

Комбинация А.1 По ГОСТ 30319.2-2015, смесь №2.

Вводимые значения		z по ГОСТ	ρ , кг/м ³	Время измерения, с, не менее
t, °C	P _{абс} , (МПа)			
-23,15	0,1	0,9964	0,9576	300
76,85	7,5	0,9284	55,056	300

Состав газа:

азот

5,7 мол. %

диоксида углерода

7,6 мол. %

Плотность при 0,101325 МПа и 293,15 К:

0,8263 кг/м³