

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

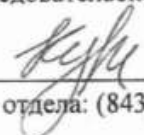
А. С. Тайбинский
« 12 » января 2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

РАСХОДОМЕРЫ-СЧЕТЧИКИ ГАЗА УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ UGS

Методика поверки
МП 1487-13-2023

И.о. начальника научно-
исследовательского отдела


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

г. Казань
2023 г.

1 Общие положения

Настоящий документ распространяется на расходомеры-счетчики газа ультразвуковые UGS (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 температуры в соответствии с ГОСТ 8.558-2009 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений температуры, подтверждающая прослеживаемость к Государственному первичному эталону единицы температуры в диапазоне от 0,3 до 273,16 К ГЭТ 35-2021, методом сличения.

В ходе реализации данной методики поверки обеспечивается передача единицы температуры в соответствии с ГОСТ 8.558-2009 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений температуры, подтверждающая прослеживаемость к Государственному первичному эталону единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200°C ГЭТ 34-2020 методом сличения.

В ходе реализации данной методики поверки обеспечивается передача единицы времени в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной Приказом Росстандарта от 26.09.2022 №2360 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты», подтверждающая прослеживаемость к Государственному первичному эталону единиц времени, частоты и национальной шкалы времени методом прямых измерений интервалов времени.

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 газа в рабочих условиях	Да	Да	10.1

Определение приведенной к диапазону измерений погрешности при преобразовании силы тока в значение температуры ¹⁾ и давления ²⁾	Да	Да	10.2
Определение погрешности расходомера при измерении температуры и давления	Да	Да	10.3
Определение относительной погрешности при измерении времени	Да	Да	10.4
Определение относительной погрешности при вычислении объемного расхода и объема газа, приведенного к стандартным условиям, массового расхода и массы газа ³⁾	Да	Нет	10.5
Подтверждение соответствия метрологическим требованиям	Да	Да	10.6
Оформление результатов поверки	Да	Да	11
¹⁾ при наличии канала измерения температуры			
²⁾ при наличии канала измерения давления			
³⁾ при наличии функции вычисления массового расхода и массы газа, объемного расхода и объема газа, приведенного к стандартным условиям			

Допускается проводить поверку на меньшем числе измеряемых величин (расход/температура/давление) 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;

- 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, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
п.10.1 Определение относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа 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 относительной влажности $\pm 2,0$ %. 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. Средство измерений абсолютного давления, диапазон измерений абсолютного давления должен соответствовать рабочему диапазону давления поверяемого счетчика. Пределы приведенной к верхнему пределу измерений погрешности	Рабочий эталон единицы объемного расхода газа 1 разряда, регистрационный № 3.1.ZZ3.0031.2015, № 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. Преобразователь давления эталонный ПДЭ-020, регистрационный № 58668-14

	измерений абсолютного давления $\pm 0,075\%$	
п.10.2 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности при преобразовании силы тока в значение температуры и давления	Рабочий эталон 2-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 01.10.2018 г. № 2091. 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 и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R), регистрационный № 52489-13
п.10.3 Определение погрешности расходомера при измерении температуры и давления	Рабочий эталон 2-го разряда в диапазоне температур от 0,3 К до 273,16 К и рабочий эталон 3-го разряда в диапазоне температур от 0 °С до 3200 °С в соответствии с ГОСТ 8.558-2009 «Государственная поверочная схема для средств измерений температуры». Предел допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 0,1$. Средство измерений (испытательное оборудование), диапазон воспроизведения температуры должен соответствовать диапазону измерений поверяемого средства измерений, нестабильность поддержания температуры $\pm 0,02$ °С Диапазон воспроизведения температуры должен соответствовать диапазону измерений поверяемого средства измерений, нестабильность поддержания температуры $\pm 0,5$ °С Средство измерений давления, диапазон измерений должен соответствовать диапазону измерений поверяемого средства измерений. Соотношение пределов допускаемых значений относительных погрешностей средства измерений давления и пределов допускаемых значений относительных погрешностей расходомера должно быть не более 1/3.	Калибратор температуры серии АТС-R, регистрационный № 20262-02 Термостат жидкостный ТЕРМОТЕСТ-100, регистрационный № 39300-08 Климатическая камера ПРО- 70/150-4000 КТХВ Преобразователь давления эталонный ПДЭ-020, регистрационный № 58668-14
п.10.4 Определение относительной погрешности при измерении времени	Средство измерений времени, в соответствии с приказом Росстандарта от 26.09.2022 г. № 2360 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты». Допускаемая абсолютная погрешность	Секундомер электронный «Интеграл С-01», регистрационный № 44154-16

	измерения интервалов времени Δt находится в пределах от $\pm 0,5$ нс до $\pm 0,5$ с	
п.10.5 Определение относительной погрешности при вычислении объемного расхода и объема газа, приведенного к стандартным условиям, массового расхода и массы газа		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 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.

5.3 Сервисное программное обеспечение для конфигурирования, настройки и обмена данными с расходомером-счетчиком «UGS-Расход»;

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.

Примечание – При выполнении операции поверки согласно п.10.1, для получения данных по объемному расходу газа, расходомер-счетчик подключается к поверочной установке посредством импульсного выхода или цифровых каналов связи (в случае доступности такого способа подключения на поверочной установке)

8.7 Опробование

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

8.7.1 При поверке расходомеров-счетчиков проливным методом убеждаются в изменении показаний расходомера-счетчика при изменении расхода в измерительном трубопроводе.

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

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

Примечание: опробование по 8.7.3 рекомендуется проводить при скорости воздушного потока не более 20 м/с.

8.7.4 Результаты опробования считают положительными, если значение скорости потока и расхода газа по показаниям расходомера-счетчика отличны от нуля, а значения параметров температуры и давления (при наличии этих каналов) 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

Определение относительной погрешности измерений объемного расхода и объема в рабочих условиях производится на поверочной установке или имитационным методом.

Допускается проводить поверку в одном из поддиапазонов. Точностные характеристики при этом не изменяются.

Таблица 3 - Настраиваемые поддиапазоны

Поддиапазон	Диапазон объемного расхода
Поддиапазон № 1	от $Q_{\min}$ до $Q_{\max}$
Поддиапазон № 2	от $Q_{\min}$ до $0,9Q_{\max}$
Поддиапазон № 3	от $Q_{\min}$ до $0,65Q_{\max}$
Поддиапазон № 4	от $Q_{\min}$ до $0,5Q_{\max}$
Поддиапазон № 5	от Q_t до $0,9Q_{\max}$
Поддиапазон № 6	от Q_t до $0,65Q_{\max}$
Поддиапазон № 7	от Q_t до $0,5Q_{\max}$

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 $\pm 0,01Q_{\max}$.

Допускается ограничивать верхнюю границу диапазона измерений объемного расхода газа $0,7Q_{\max}$, при проливном методе поверки расходомеров-счетчиков с условными диаметрами DN400 и более.

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 полученные значения относительной погрешности измерений объемного расхода и объема в рабочих условиях не превышает значений, указанных в описании типа.

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

Определение относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа в рабочих условиях имитационным (косвенным) методом может быть выполнена одним из двух способов:

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

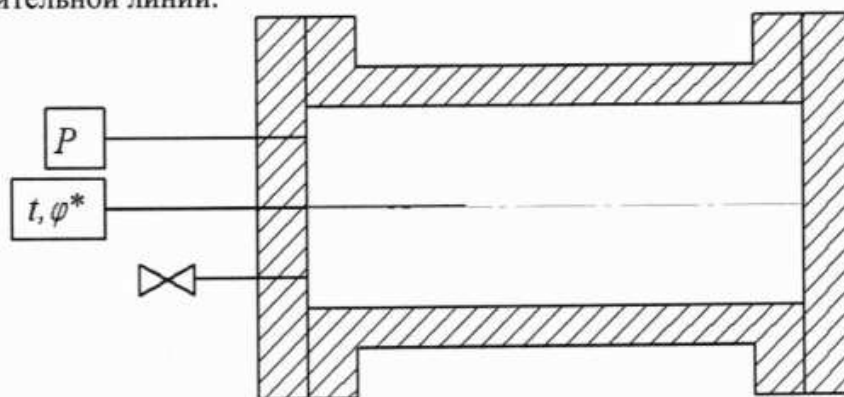
Допускается проводить имитационную поверку окружающим воздухом при атмосферном давлении в корпусе расходомера. При этом необходимо дополнительно измерять влажность окружающего воздуха для расчета скорости звука.

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	$\pm 0,2$

10.1.1.1 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 и ожидают 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 потока газа не будут превышать 0,2 м/с в течение не менее 15 минут.

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

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

Рассчитывают скорость звука в газе с помощью аттестованного программного обеспечения используя значения температуры, абсолютного давления и компонентного состава тестового газа. Для воздуха при атмосферном давлении также используют измеренное значение относительной влажности.

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

Результаты поверки считаются положительными, если выполняются следующие условия:

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

$\pm 0,012$ м/с для UGS 200, UGS 400, UGS 500 и UGS 800;

$\pm 0,024$ м/с для UGS 300.

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

$\pm 0,2$ % для UGS 200, UGS 400, UGS 500 и UGS 800;

$\pm 0,3$ % для UGS 300.

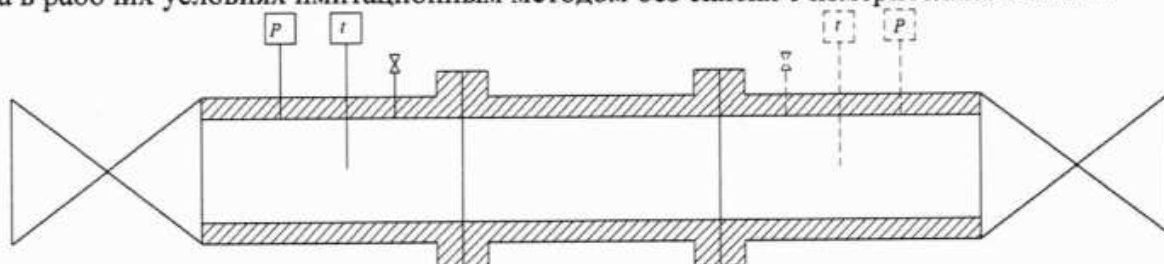
3) Наибольшее относительное отклонение значений скорости звука между лучами не должно превышать:

$\pm 0,2$ % для UGS 200, UGS 400, UGS 500 и UGS 800;

$\pm 0,3$ % для UGS 300.

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

10.1.1.2 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 при необходимости 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 проводить имитационную 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-счетчиком однокомпонентным неагрессивным 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 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 потока газа не будут превышать 0,2 м/с в течение не менее 15 минут.

Погрешность измерения (с учетом дрейфа) давления не должна превышать значений, указанных в таблице 6.

Для исключения градиента температуры газа в измерительном участке допускается проводить измерения скорости звука в газе при наличии рабочего потока через расходомер. В этом случае на расходомере проводят только измерения средней скорости звука в газе.

При наличии рабочего потока через расходомер и невозможности установления нулевого расхода для модели UGS 300 допускается осуществлять поверку без измерения значения скорости потока газа при нулевом расходе.

Рассчитывают скорость звука в газе с помощью аттестованного программного обеспечения используя значения температуры, абсолютного давления и компонентного состава тестового газа. Для воздуха при атмосферном давлении также используют измеренное значение относительной влажности.

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 $\pm 0,03$ м/с для всех моделей UGS.

2) отклонения расчетной скорости звука в газе от измеренных скоростей звука по каждому акустическому каналу должны находиться в пределах $\pm 0,3$ % для всех моделей UGS.

3) Наибольшее относительное отклонение значений скорости звука между лучами не должно превышать $\pm 0,3$ % для всех моделей UGS.

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

10.2 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности при преобразовании силы тока в значение температуры и давления

10.2.1 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности при преобразовании силы тока в значение температуры

Операции п.10.2.1 выполняются для моделей UGS 200, UGS300, UGS400, UGS800, если в соответствии с паспортом и конструкцией расходомера-счетчика предусматривается канал измерения температуры.

Для определения приведенной к диапазону измерений погрешности при преобразовании силы тока в значение температуры необходимо к токовому входу расходомера-счетчика подключить калибратор тока. Устанавливать 5 значений постоянного тока I_d , мА, равные 4 мА, 8 мА, 12 мА, 16 мА, 20 мА.

Рассчитать значение t_p , соответствующее величине задаваемого калибратором токового сигнала I_d по формуле

$$t_p = t_{min} + \left(\frac{t_{max} - t_{min}}{I_{max} - I_{min}} \right) \cdot (I_d - I_{min}), \quad (3)$$

где I_d – заданное калибратором значение постоянного тока, мА;
 t_{max} – максимальная температура шкалы термопреобразователя, °С;
 t_{min} – минимальная температура шкалы термопреобразователя, °С;
 I_{max} – максимальное значение входного аналогового сигнала, мА;
 I_{min} – минимальное значение входного аналогового сигнала, мА.

Считать измеренные значения температуры $t_{изм}$ с показывающего устройства расходомера-счетчика или с помощью сервисного программного обеспечения.

Для каждого заданного значения постоянного тока определить приведенную погрешность γ_t в процентах, по формуле

$$\gamma_t = \frac{t_{изм} - t_p}{t_{max} - t_{min}} \cdot 100\%, \quad (4)$$

где $t_{изм}$ – измеренное значение температуры, °C.

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

Расходомер-счетчик считают прошедшим поверку, если значения приведенной к диапазону измерений погрешности при преобразовании силы тока в значение температуры γ_t не превышают $\pm 0,075\%$.

10.2.2 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности при преобразовании силы тока в значение давления

Операции п.10.2.2 выполняются для моделей UGS 200, UGS300, UGS400, UGS800, если в соответствии с паспортом и конструкцией расходомера-счетчика предусматривается канал измерения давления.

Для определения приведенной к диапазону измерений погрешности при преобразовании силы тока в значение 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: $0, 1P_{max}; 0,25P_{max}; 0,5P_{max}; 0,75P_{max}; P_{max}$.

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

$$I_p = \frac{p_{кд}}{p_{max}} (I_{max} - I_{min}) + I_{min}, \quad (5)$$

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

$$\gamma_{идк} = \frac{p_p - p_{кд}}{p_{max}} \cdot 100\%, \quad (6)$$

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 значение приведенной к диапазону измерений погрешности при преобразовании силы тока в значение давления $\gamma_{идк}$ не превышают $\pm 0,075\%$.

10.3 Определение погрешности расходомера при измерении температуры и давления
Операции п.10.3 выполняются для модели UGS 500.

10.3.1 Определение абсолютной погрешности при измерении температуры газа

10.3.1.1 Для моделей со съемным преобразователем температуры. В соответствии с эксплуатационной документацией, первичный преобразователь температуры и эталонный преобразователь температуры устанавливают в термостат (калибратор). При помощи термостата (калибратора) задают не менее пяти точек, равномерно распределенных по диапазону измеряемой температуры расходомера, температуру.

10.3.1.2 Для моделей с несъемным преобразователем температуры расходомер, совместно с эталонным преобразователем температуры помещают в камеру тепла и холода и задают не менее пяти точек, равномерно распределенных по диапазону измеряемой температуры расходомера, температуру.

После установления температуры в камере выжидают не менее 30 минут для устранения эффектов дрейфа температуры.

10.3.1.3 Зафиксировать не менее 10 значений температуры с цифрового табло расходомера (или монитора ПК) и эталонного преобразователя температуры (калибратора) на каждой точке.

10.3.1.4 Определить среднее значение температуры за время измерения с эталонного преобразователя температуры (калибратора) $t_э$, а также среднее значение показаний температуры с поверяемого расходомера $t_{изм}$ для каждой точки.

10.3.1.5 Абсолютную погрешность при измерении температуры газа в каждой точке определить по формуле

$$\Delta t = t_{изм} - t_э, \quad (7)$$

Результат считается положительным, если абсолютная погрешность при измерении температуры газа в рабочем диапазоне температур не превышает $\pm 0,3$ °С.

10.3.2 Определение относительной погрешности при измерении абсолютного давления газа

10.3.2.1 Для моделей со съёмным преобразователем давления. В соответствии с эксплуатационной документацией, первичный преобразователь давления подключают к калибратору давления. При помощи калибратора задают не менее пяти точек, равномерно распределённых по диапазону измеряемого давления расходомера, давления.

10.3.2.2 Для моделей с несъёмным преобразователем давления на фланцы расходомера устанавливают заглушки, оснащённые штуцерами для подачи давления в корпус расходомера. К штуцеру подключают калибратор и задают не менее пяти точек по давлению, равномерно распределённых по диапазону измеряемого давления расходомера.

10.3.2.3 Зафиксировать не менее 5 значений давления с цифрового табло расходомера (или монитора ПК) и калибратора на каждой точке.

10.3.2.4 Определить среднее значение давления за время измерения с калибратора $P_э$, а также среднее значение показаний давления с поверяемого расходомера $P_{изм}$ для каждой точки.

10.3.2.5 Относительную погрешность при измерении абсолютного давления газа в каждой точке определить по формуле

$$\gamma_P = \frac{P_{изм} - P_э}{P_э} \cdot 100\%, \quad (8)$$

Результат считается положительным, если относительная погрешность при измерении абсолютного давления газа не превышает $\pm 0,25$ %.

10.4 Определение относительной погрешности при измерении времени

Операции п.10.4 не выполняются для модели UGS 500.

Определение относительной погрешности при измерении времени проводят при помощи секундомера. Продолжительность поверки 3 часа. При запуске секундомера снимают показания времени счетчика $\tau_{нач}$. Через 3 часа по показаниям секундомера снимают показания времени $\tau_{кон}$.

Определяют относительную погрешность измерения времени, в процентах, по формуле

$$\delta_\tau = \frac{\tau_{кон} - \tau_{нач} - 10800}{10800} \cdot 100 \quad (9)$$

Примечание: вычисления по формуле (9) проводить в секундах

Результаты поверки считают положительными, если относительная погрешность при измерении времени не превышает $\pm 0,01$ %.

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

Операции по п.10.5 не выполняются, если в соответствии с паспортом и конструкцией расходомера-счетчика не предусматривается вычислитель.

Относительную погрешность вычисления массового расхода, массы, объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, определяют, как относительную погрешность вычисления коэффициента сжимаемости газа и/или плотности.

При помощи сервисного программного обеспечения 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/м³);
- температуры (°C);
- абсолютного давления (МПа);

Считывают из расходомера с помощью сервисного программного обеспечения с экрана ПК или непосредственно с расходомера значения коэффициента сжимаемости и/или плотности.

Рассчитывают относительную погрешность вычисления коэффициента сжимаемости газа в процентах по формуле

$$\delta_z = \frac{Z_{\text{выч}} - Z_{\text{расч}}}{Z_{\text{расч}}} \cdot 100\%, \quad (10)$$

или вычисления плотности в процентах по формуле

$$\delta_\rho = \frac{\rho_{\text{выч}} - \rho_{\text{расч}}}{\rho_{\text{расч}}} \cdot 100\%, \quad (11)$$

где $Z_{\text{выч}}$ и $\rho_{\text{выч}}$ – отображенное на индикаторе или мониторе ПК значение коэффициента сжимаемости и плотности газа;

$Z_{\text{расч}}$ и $\rho_{\text{расч}}$ – расчетное значение коэффициента сжимаемости и плотности газа, рассчитанное по соответствующим нормативным документам (контрольные значения для ГОСТ 30319.2-2015 «Газ природный. Методы расчета физических свойств. Вычисление физических свойств на основе данных о плотности при стандартных условиях и содержании азота и диоксида углерода» приведены в ГОСТ 30319.2-2015).

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

Результат 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 объемного расхода газа 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
t, °C	$P_{\text{абс}}$, (МПа)		
-23,15	0,1	0,9964	0,9576
76,85	7,5	0,9284	55,056

Состав газа:

азот

5,7 мол. %

диоксида углерода

7,6 мол. %

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

0,8263 кг/м³