

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

М.п.

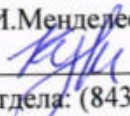
« 14 » января 2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

РАСХОДОМЕРЫ-СЧЕТЧИКИ ГАЗА УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ UGS

Методика поверки
МП 1737-13-2025

Зам. начальника
научно-исследовательского отдела
ВНИИР – филиала ФГУП «ВНИИМ
им.Д.И.Менделеева»

 И.Н. Куликов
Тел. отдела: (843)272-11-24

г. Казань
2025 г.

1 Общие положения

Настоящий документ распространяется на расходомеры-счетчики газа ультразвуковые UGS и устанавливает последовательность и методику их первичных и периодических поверок.

Расходомеры-счетчики газа ультразвуковые UGS (далее расходомеры-счетчики), модели UGS 200, UGS 300, UGS 400, UGS 500, UGS 800 предназначены для измерения объемного расхода и объема газа в рабочих условиях и вычислений объемного расхода и объема газа, приведенного к стандартным условиям, а также для вычислений массового расхода и массы газов, в том числе природного, попутного и свободного нефтяного, факельного и различных газов известного состава.

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

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Пределы допускаемой относительной погрешности измерения объемного расхода и объема газа в рабочих условиях для модели UGS 200, %					
Метод проведения поверки		Проливной/Имитационный (первичная или периодическая)			
Диапазон измерений расхода	$Q_t \leq Q \leq Q_{\max}$	$\pm 1,0$			
	$Q_{\min} \leq Q < Q_t$	$\pm 1,5(2,0^*)$			
* – для модификации UGS 200 с расположением двух акустических каналов по схеме 1X1					
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения объемного расхода и объема газа в рабочих условиях для модели UGS 300, %					
Метод проведения поверки		Проливной		Имитационный	
Условие проведения поверки		на поверочной установке		первичная/периодическая	
Исполнение		1-лучевое	2-лучевое	1-лучевое	2-лучевое
Диапазон измерений расхода	$Q_t \leq Q \leq Q_{\max}$	$\pm 2,0$ $(\pm 1,5)^*$	$\pm 1,5$ $(\pm 1,0)^*$	$\pm 2,0$ $(\pm 1,5)^*$	$\pm 1,5$ $(\pm 1,0)^*$
	$Q_{\min} \leq Q < Q_t$	$\pm 4,0$ $(\pm 3,0)^*$	$\pm 3,0$ $(\pm 2,0)^*$	$\pm 4,0$ $(\pm 3,0)^*$	$\pm 3,0$ $(\pm 2,0)^*$
* – при монтаже на фланцевой/безфланцевой катушке с предустановленными приёмопередающими блоками					
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения объемного расхода и объема газа в рабочих условиях для моделей UGS 400 и UGS 800, %					
Метод проведения поверки		Проливной	Имитационный		
Условие проведения поверки		на поверочной установке	периодическая (при первичной проливной)	первичная/периодическая (при первичной имитационной)	
Диапазон измерений расхода	$Q_t \leq Q \leq Q_{\max}$	$\pm 0,5$	$\pm 0,7$	$\pm 0,7$	
	$Q_{\min} \leq Q < Q_t$	$\pm 0,7$	$\pm 0,7$	$\pm 1,0$	
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения объемного расхода и объема газа в рабочих условиях для модели UGS 500 %					
Метод проведения поверки		Проливной		Имитационный	
Условие проведения поверки		на поверочной установке		периодическая (при первичной проливной)	
Диапазон измерений расхода	$Q_t \leq Q \leq Q_{\max}$	$\pm 1,0$		$\pm 1,2$	
	$Q_{\min} \leq Q < Q_t$	$\pm 2,0$		$\pm 2,2$	
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения объемного расхода и объема газа в стандартных условиях для модели UGS 500, %					

Метод проведения поверки		Проливной		Имитационный	
Условие проведения поверки		на поверочной установке		периодическая (при первичной проливной)	
Диапазон измерений расхода	$Q_t \leq Q \leq Q_{\max}$	$\pm 1,1$		$\pm 1,3$	
	$Q_{\min} \leq Q < Q_t$	$\pm 2,1$		$\pm 2,3$	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении температуры газа UGS 500, °C				$\pm 0,3$	
Диапазон измерений температуры измеряемой среды UGS 500, °C				от -30 до +80	
Пределы допускаемой относительной погрешности при измерении абсолютного давления газа UGS 500, %				$\pm 0,25$	
Рабочий диапазон измерений абсолютного давления измеряемой среды UGS 500, % ВПИ				от 25 до 100	
Для всех моделей кроме UGS 500					
Пределы допускаемой относительной погрешности счетчика при вычислении массового расхода, массы, объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям ¹⁾ , %				$\pm 0,01$	
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения времени, %				$\pm 0,01$	
Пределы допускаемой приведенной к диапазону измерений погрешности при преобразовании силы тока в значение давления/температуры ²⁾ , %				$\pm 0,075$	
Модель расходомера-счетчика	Номинальный диаметр	Расход газа в рабочих условиях ³⁾ , м ³ /ч			
		$Q_{\min}$	Q_t	$Q_{\max}$	
UGS 200	DN50	2	10	290	
	DN80	5	30	750	
	DN100	8	50	1150	
	DN150	35	100	2500	
	DN200	45	170	4300	
	DN250	60	270	6700	
	DN300	95	380	8000	
	DN350	110	460	9400	
	DN400	150	600	14000	
	DN500	350	1400	22300	
	DN600	700	2000	27400	
	DN700	950	2800	37400	
	DN750	1100	3200	43000	
	DN800	1250	3600	47500	
	DN900	1600	4600	57000	
	DN1000	2800	5600	70500	
	DN1050	3100	6200	77500	
	DN1100	3400	6800	85000	
	DN1200	4000	8100	101700	
UGS 400 UGS 800 ⁶⁾	DN50	6	10	250	
	DN80	8	30	600	
	DN100	13	50	950	
	DN150	25	80	2100	
	DN200	35	130	3600	
	DN250	50	200	5600	

	DN300	70	300	8000
	DN350	75	350	9400
	DN400	90	450	14000
	DN500	250	1000	19000
	DN600	500	1500	25400
	DN700	700	2000	34600
	DN800	1200	2700	36200
	DN900	1600	3400	45800
	DN1000	2000	4200	56500
UGS 500	DN25	0,3	2	48
	DN32	0,4	3	65
	DN40	0,6	5	100
	DN50	1	8	160
	DN80	3	20	400
	DN100	4	33	650
	DN150	8	80	1600
	DN200	12	128	2560
	DN250	26	260	5200
	DN300	36	360	7200
	DN400	55	550	11000
UGS 300	DN50... DN5000	0,3...2200 ⁴⁾	3...22000 ⁴⁾	1000... 13600 ⁴⁾⁵⁾

¹⁾ Для счетчиков с вычислителем. Указанная погрешность вычислений не содержит погрешности определения температуры, давления и цифро-аналоговых преобразований. Относительная погрешность при измерении массового расхода, массы, объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, определяются в соответствии с действующими нормативными документами на системы измерений на базе ультразвуковых преобразователей расхода.

²⁾ Для расходомеров-счетчиков с токовыми первичными преобразователями от 4 до 20 мА без использования HART.

³⁾ Указанные расходы газа приведены для внутренних диаметров, равных номинальным. Фактические диапазоны расходов вычисляются исходя из фактических геометрических размеров расходомеров-счетчиков. Значения указаны в паспорте на расходомер-счетчик.

⁴⁾ Значение объемного расхода газа соответствует скоростям потока газа $Q_{\min} = 0,03$ м/с, $Q_t = 0,3$ м/с и $Q_{\max} = 120$ м/с и зависит от внутреннего диаметра измерительного трубопровода, условий процесса и состава измеряемой среды. (см. паспорт).

⁵⁾ Указано максимальное допустимое значение для DN200, может отличаться в зависимости от конфигурации расходомера-счетчика, диаметра трубопровода, условий процесса и от состава измеряемой среды. (см. паспорт).

⁶⁾ Модификация UGS 400X2 для модели UGS 400 и модели UGS 800 изготавливаются от типоразмера DN100.

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 приказом Росстандарта от 19 ноября 2024 г. № 2712 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры», подтверждающая прослеживаемость к Государственным первичным эталонам единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С – ГЭТ 34-2020) и от 0,3 до 273,16 К (от минус 272,85 до 0,01 °С) – ГЭТ 35-2021, методом непосредственного сличения.

В ходе реализации данной методики поверки обеспечивается передача единицы абсолютного давления в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной Приказом Росстандарта от 06 декабря 2019 № 2900 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств для средств измерений абсолютного давления в диапазоне от $1 \cdot 10^{-1}$ до $1 \cdot 10^7$ Па», подтверждающая прослеживаемость к Государственному первичному эталону единиц давления для области абсолютного давления в диапазоне $1 \cdot 10^{-1}$ – $7 \cdot 10^5$ Па (ГЭТ 101-2011) методом непосредственного 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 2 – Операции поверки

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-счетчика 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 использовании канала измерения температуры с аналоговым сигналом			
²⁾ при использовании канала измерения давления с аналоговым сигналом			
³⁾ при наличии функции вычисления массового расхода и массы газа, объемного расхода и объема газа, приведённого к стандартным условиям			

На основании письменного заявления владельца, оформленного в произвольной форме, допускается возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов из состава расходомеров-счетчиков и/или меньшего числа измеряемых величин: давления, температуры, времени.

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

3.

Таблица 3

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 $1/2,5$ без избыточного давления и не более $1/2$ при избыточном давлении. 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-счетчика. Соотношение пределов допускаемых значений относительных погрешностей рабочего эталона 2-го разряда и пределов допускаемых значений относительных погрешностей расходомера-счетчика должно быть не более 1/2.	Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R), регистрационный № 52489-13
п.10.3 Определение погрешности расходомера-счетчика 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 приказом Росстандарта № 2712 от 19 ноября 2024г «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-счетчика должно быть не более 1/3. Задатчик давления – помпа пневматическая диапазон задания рабочего давления должен соответствовать диапазону измерений поверяемого средства измерений	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 Помпа пневматическая, модель MC-209

п.10.4 Определение относительной погрешности при измерении времени	Рабочий эталон единиц времени и частоты 5-го разряда в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений времени и частоты, утвержденной Приказом Росстандарта от 26.09.2022 №2360. Диапазон измерений интервалов времени от 0,0001 до 99,9999 при цене деления 0,0001 с; 0,01 до 9999,99 при цене деления 0,01 с; от 1 до 86399 при цене деления 1 с, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения и воспроизведения интервалов времени $\pm (15 \cdot 10^{-6} \cdot T + 0,0002)$ при цене деления 0,0001 с; $\pm (15 \cdot 10^{-6} \cdot T + 0,01)$ при цене деления 0,01 с; $\pm (15 \cdot 10^{-6} \cdot T + 1)$ при цене деления 1 с, где T – измеренное значение интервала времени	Секундомер электронный с таймерным выходом СТЦ-2М, регистрационный № 65349-16
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»
Примечание: 1 Эталоны и средства измерений, используемые в качестве средств поверки, должны быть аттестованы или иметь действующие положительные сведения о поверке, включенные в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений, испытательное оборудование должно быть аттестовано; 2 Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений, испытательное и вспомогательное оборудование, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

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 расходомеры-счетчики;
- 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 соответствие внешнего вида расходомера-счетчика описанию типа и изображению, приведенному в описании типа.

8.2 Проверяют комплектность эксплуатационной документации на расходомер-счетчик.

8.3 Проверяют сведения о поверке или аттестации используемых средств поверки.

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

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

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

8.7 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)

8.8 Опробование

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

8.8.1 При поверке расходомеров-счетчиков проливным методом 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 (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.

8.8.4 Результаты опробования считают положительными, если значение скорости потока и расхода газа по показаниям расходомера-счетчика отличны от нуля, а значения параметров температуры и давления (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-счетчик 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.

При проведении поверки на поверочной установке измерения проводятся при следующих значениях объемного расхода Q : Q_{max} , $0,7Q_{max}$, $0,5Q_{max}$, $0,3Q_{max}$, 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. При этом допускается проводить поверку в одном из поддиапазонов, приведенных в Таблице 4. Характеристики, приведенные в Таблице 1 при этом, не изменяются.

Таблица 4 – 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 $0,5Q_{max}$

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 трех 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.
3. Для снятия показаний может использоваться любой из доступных интерфейсов передачи измеренных значений в зависимости от модели расходомера-счетчика. Погрешность преобразования значения измеренной величины в выходной сигнал учтена в относительной погрешности измерения объемного расхода и объема газа поверяемого расходомера-счетчика газа UGS.

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

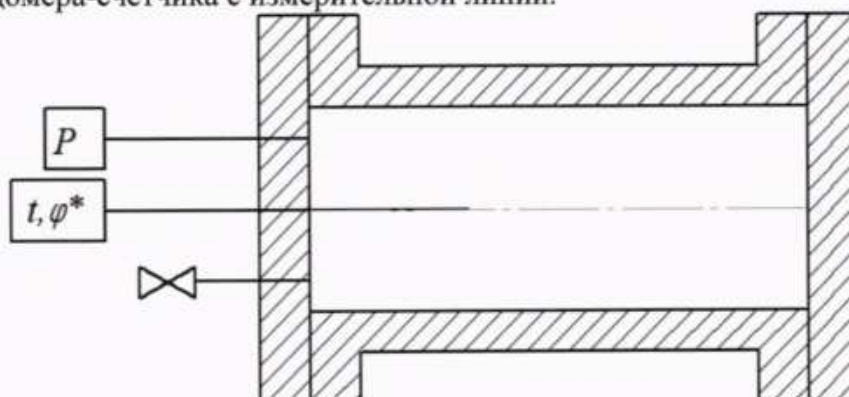
Допускается проводить имитационную поверку окружающим воздухом при атмосферном давлении в корпусе расходомера-счетчика. При этом необходимо дополнительно измерять влажность окружающего воздуха для расчета скорости звука.

Условия выполнения измерений: допускаемые диапазоны изменения параметров измеряемой среды приведены в таблице 5:

Таблица 5

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 (калибратор), 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-счетчика устанавливают заглушки, оснащённые штуцерами для подачи поверочной среды в корпус расходомера-счетчика, а также гильзами для монтажа датчика температуры. Подключаются датчики давления и температуры.

Предварительно продув, заполняют корпус расходомера-счетчика 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-счетчика. 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.

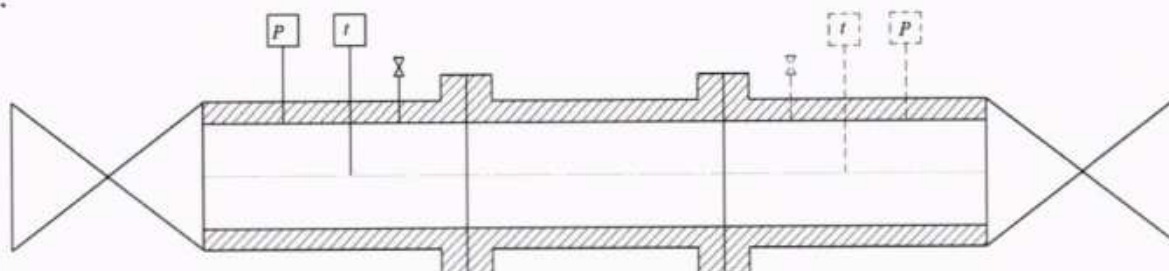
3) Наибольшее относительное отклонение значений скорости звука между лучами не должно превышать:

$\pm 0,2 \%$ 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 или с избыточным давлением в корпусе расходомера-счетчика. 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 5.

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

При наличии рабочего потока через расходомер-счетчик 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 с использованием аналогового сигнала. Операции п.10.2.1 не выполняются для резервных каналов, если они не используются.

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, 8, 12, 16, 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, °С.

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 с использованием аналогового сигнала. Операции п.10.2.2 не выполняются для резервных каналов, если они не используются (по заявлению владельца расходомера-счетчика).

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_{kd} определяют по формуле

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

где p_{kd} – 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

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

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 превышает $\pm 0,075\%$.

10.3 Определение погрешности расходомера-счетчика при измерении температуры и давления

Операции п.10.3 (с п.10.3.1 по п. 10.3.2.5) выполняются для модели UGS 500 при наличии каналов измерения температуры и давления газа.

10.3.1 Определение абсолютной погрешности при измерении температуры газа

10.3.1.1 Для моделей со съемным комплектным 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-счетчика, температуру.

10.3.1.2 Для моделей с несъемным комплектным преобразователем температуры расходомер-счетчик, совместно с эталонным преобразователем температуры помещают в камеру тепла и холода и задают не менее пяти точек, равномерно распределенных по диапазону измеряемой температуры расходомера-счетчика, 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-счетчика (или монитора ПК) и эталонного преобразователя температуры на каждой точке.

10.3.1.4 Определить среднее значение температуры за время измерения с эталонного преобразователя температуры t_3 , а также среднее значение показаний температуры с поверяемого расходомера-счетчика $t_{изм}$ для каждой точки.

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

$$\Delta t = t_{изм} - t_3, \quad (7)$$

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 съемным комплектным преобразователем давления. В соответствии с эксплуатационной документацией, первичный преобразователь давления подключают к калибратору давления. При помощи калибратора задают не менее пяти точек, равномерно распределенных по диапазону измеряемого давления расходомера-счетчика, давления.

10.3.2.2 Для моделей с несъемным комплектным преобразователем давления на фланцы расходомера-счетчика устанавливают заглушки, оснащенные штуцерами для подачи давления в корпус расходомера-счетчика. К штуцеру подключают калибратор и задают не менее пяти точек по давлению, равномерно распределенных по диапазону измеряемого давления расходомера-счетчика.

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

10.3.2.4 Определить среднее значение давления за время измерения с калибратора P_3 , а также среднее значение показаний давления с поверяемого расходомера-счетчика $P_{изм}$ для каждой точки.

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

$$\gamma_P = \frac{P_{изм} - P_3}{P_3} \cdot 100\%, \quad (8)$$

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

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

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/м^3);
- температуры ($^{\circ}\text{C}$);
- абсолютного давления (МПа);

Считывают из расходомера-счетчика с помощью сервисного программного обеспечения с экрана ПК или непосредственно с расходомера-счетчика 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-счетчика 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

Производится проверка соответствия метрологических характеристик, определенных в разделе 10, с метрологическими характеристикам, приведенными в описании типа. При положительных результатах поверки по п. п. 10.1 – 10.5 расходомеры-счетчики считаются соответствующими, установленным метрологическим требованиям.

В случае положительного результата поверки, расходомер-счетчик соответствует требованиям, предъявляемым к рабочим средствам измерений в соответствии с приказом Росстандарта от 11 мая 2022 №1133 и требованиям, предъявляемым к средствам измерений в соответствии с приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 г. № 2360, средствам измерений температуры в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений температуры, утвержденной приказом Росстандарта от 19 ноября 2024 г. № 2712; средствам измерений абсолютного давления в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений абсолютного давления в диапазоне $1 \cdot 10^{-1} \cdot 10^7$ Па, утвержденной приказом Росстандарта от 06 декабря 2019 № 2900.

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-счетчик 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 объеме и поддиапазоне поверен расходомер-счетчик.

11.4 Если расходомер-счетчик 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	$P_{абс}$, (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