

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

И.о. директора филиала

_____ А.С. Тайбинский

_____ 2021 г.



Государственная система обеспечения единства измерений
УСТАНОВКИ ПОВЕРОЧНЫЕ ГАЗОВЫЕ «АВРОРА»
Методика поверки

МП 1277-13-2021

Начальник отдела НИО-13

_____ А.И. Горчев

Тел. отдела: (843)272-11-24

Казань

2021 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика распространяется на установки поверочные газовые «Аврора» (далее – установки), предназначенные для измерений, хранения, воспроизведения и передачи единиц объемного расхода и объема, массового расхода и массы газа.

1.2 Настоящая методика устанавливает методику первичной и периодической поверок.

1.3 В ходе реализации данной методики поверки обеспечивается передача единицы объемного и массового расхода газа соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной Приказом Росстандарта от 29.12.2018 г. № 2825 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.

1.4 Средства измерений (первичные преобразователи) влажности, давления и температуры, входящие в состав установок, поверяют с интервалом между поверками, установленным при утверждении их типа. Если очередной срок поверки средства измерений (первичного преобразователя) наступает до очередного срока поверки установки, поверяют только это средство измерений и поверку установки не проводят.

1.5 Критические сопла (далее – КС) и счетчики газа (при наличии в составе установки) должны быть откалиброваны. Периодичность калибровки не более 24 месяцев.

1.6 Первичную поверку установок проводят до ввода в эксплуатацию, а также после ремонта или замены измерительных элементов. При замене средств измерений (первичных преобразователей) влажности, давления и температуры на идентичные (тот же тип, модификация, диапазон измерений и погрешность) поверку установки проводить не требуется.

1.7 Интервал между поверками – 2 года.

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции согласно таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр средства измерений	7	Да	Да
2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	Да	Да
3 Проверка программного обеспечения средства измерений	9	Да	Да
4 Определение метрологических характеристик средства измерений	10	Да	Да
5 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	11	Да	Да
6 Оформление результатов поверки	12	Да	Да

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1. При опробовании и определении метрологических характеристик соблюдают следующие условия:

- температура окружающего воздуха от +15 до +27 °С;
- относительная влажность воздуха от 20 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа.

3.2. Измеряемая среда – воздух.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие данную методику, эксплуатационную документацию на установки, и прошедшие инструктаж в установленном порядке.

4.2 Работы по проведению поверки установки допускается проводить одному специалисту.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки использовать средства поверки, представленное в таблице 2.

Таблица 2

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки: обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки	Пример возможного средства поверки с указанием наименования, заводского обозначения, а при наличии - обозначения типа, модификации
10	Государственный первичный эталон единиц объемного и массового расходов газа ГЭТ 118-2017 в соответствии с Приказом Росстандарта №2825 от 29.12.2018. Диапазон воспроизведения единиц объемного (массового) расхода газа от 0,0003 до 16000 м ³ /ч (от 0,00036 до 19200 кг/ч), СКО от 0,01 до 0,03 %, НСП от 0,05 до 0,12 %, расширенная неопределенность при коэффициенте охвата k=2 от 0,06 до 0,11%.	Государственный первичный эталон единиц объемного и массового расходов газа ГЭТ 118-2017
	Эталон единицы силы постоянного электрического тока 2 разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 01.10.2018 №2091. Диапазон воспроизведения силы постоянного электрического тока от 4 до 20 мА, предел допускаемой основной погрешности ± (0,02 % показ. + 1 мкА)	Калибратор многофункциональный МС5-R (№ в Госреестре 22237-08) (далее – калибратор)
	Эталон единицы постоянного электрического напряжения 3 разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 30.12.2019 №3457. Диапазон воспроизведения постоянного электрического напряжения 10 В, предел допускаемой основной погрешности ± (0,02 % показ. + 1 мВ)	
	Средство измерений частоты в соответствии с приказом Росстандарта от 31.07.2018 №1621. Диапазон воспроизведения сигналов синусоидальной и прямоугольной формы от 0,1 до 10000 Гц, пределы допускаемой основной погрешности ± 0,01 % показания; Диапазон воспроизведения последовательности импульсов от 0 до 999999 имп.	
	Средство измерений температуры в соответствии с ГОСТ 8.558-2009. Диапазон измерений температуры от плюс 10 до плюс 30 °С. Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности ±0,05°С	
		Термометр лабораторный электронный ЛТ-300 (№ в Госреестре 61805-15) (далее – термометр)

5.2 Допускается применение аналогичных средств поверки (или разрядом выше по поверочной схеме), обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью.

5.3 При проведении поверки средств измерений, входящих в состав установки, применяют средства поверки в соответствии с установленными для данных типов средств измерений методиками поверки.

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

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, установленные ГОСТ 12.2.007.0–75 «Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности», «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок», инструкций по охране труда, действующих на объекте, а также требования по безопасности на средства поверки и поверяемые установки, изложенные в их эксплуатационных документах.

6.2 К средствам поверки и используемому при поверке оборудованию обеспечивают свободный доступ.

6.3 Освещенность должна обеспечивать отчетливую видимость применяемых средств поверки, снятие показаний с приборов.

6.4 Подключение средств поверки к установке и её составным частям проводится в соответствии с эксплуатационными документами средств поверки и установки.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 Проверяют наличие действующих сертификатов калибровки критических сопел из состава установки с относительной расширенной неопределенностью не более 0,25 % для установок модификации N и VN, кроме установок повышенной точности (калибровка проводится на государственном первичном эталоне единиц объёмного и массового расходов газа ГЭТ 118–2017 в соответствии с утверждённой методикой калибровки);

7.2 Проверяют наличие действующих сертификатов калибровки критических сопел из состава установок модификации N и VN повышенной точности с относительной расширенной неопределенностью не более:

- 0,25 % для критических сопел с номиналами до 1 м³/ч;

- 0,17 % для критических сопел с номиналами более 1 м³/ч;

(калибровка проводится на государственном первичном эталоне единиц объёмного и массового расходов газа ГЭТ 118–2017 в соответствии с утверждённой методикой калибровки).

7.3 Проверяют наличие действующих сертификатов калибровки счетчиков газа из состава установки с относительной расширенной неопределенностью не более 0,25 % для установок модификации V и VN (калибровка проводится на государственном первичном эталоне единиц объёмного и массового расходов газа ГЭТ 118–2017 в соответствии с утверждённой методикой калибровки);

7.4 Проверяют наличие действующих свидетельств о поверке (при наличии) и запись в информационном фонде преобразователей влажности, давления и температуры, входящих в состав установки.

Проводят проверку соответствия внешнего вида, комплектности и маркировки установки требованиям эксплуатационных документов путем внешнего осмотра.

Результат проверки считают положительным, если:

– комплектность установки соответствует требованиям эксплуатационных документов на установку;

- надписи и обозначения на установке и маркировочной табличке четкие и соответствуют требованиям технического описания;
- на установке отсутствуют механические повреждения, препятствующие ее применению;
- номер установки, маркировка и основные характеристики, указанные на маркировочной табличке, соответствуют данным, приведенным в паспорте;
- имеются действующие свидетельства о поверке (при наличии) и запись в информационном фонде средств измерений влажности, давления и температуры;
- передаточные коэффициенты счетчиков газа и значения объемных расходов критических сопел из состава установки, приведенные во вкладках «Эталонные счетчики газа» и «Критические сопла», соответствуют указанным в сертификатах калибровки.

7.5 При отрицательных результатах внешнего осмотра установка дальнейшей поверке не подлежит.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 При подготовке к поверке выполняют следующие работы:

- проверку выполнения условий пунктов 3 и 6 настоящей методики поверки;
- подготовку установки и средств поверки к работе согласно эксплуатационной документации.

8.2 Опробование

Запускают установку в режиме воспроизведения расхода воздуха в диапазоне от минимального до максимального значений в соответствии с руководством по эксплуатации установки. Проверяют наличие и значение разряжения за критическими соплами для установок модификаций N и VN. Проверяют наличие показаний на дисплее автоматизированного рабочего места оператора по каналам измерения давления, температуры, влажности.

Результаты опробования считают положительными, если:

- на дисплее автоматизированного рабочего места оператора отсутствует индикация ошибок;
- показания установки (давление, температура и влажность) изменяются и находятся внутри диапазонов измерений;
- установка обеспечивает воспроизведение расхода воздуха в диапазоне от минимального до максимального значений, указанных в паспорте;
- диапазон воспроизведения расхода не превышает максимально заявленный в описании типа установок;
- при наименьшем расходе значения разряжения на выходе КС $R_{\text{вых}} \geq 65$ кПа для установок с минимальным воспроизводимым расходом до $1 \text{ м}^3/\text{ч}$ включительно;
- при наименьшем расходе значения разряжения на выходе КС $R_{\text{вых}} \geq 35$ кПа для установок с минимальным воспроизводимым расходом более $1 \text{ м}^3/\text{ч}$;
- при наибольшем расходе значения разряжения на выходе КС $R_{\text{вых}} \geq 20$ кПа.

8.3 При отрицательных результатах опробования установка дальнейшей поверке не подлежит.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Проводят проверку идентификационных данных программного обеспечения путем сравнения их с данными, указанными в описании типа. Для индикации идентификационных данных в основном окне программы выбирают вкладку «О программе». После чего на экране появится информация о наименовании, номере версии и контрольной сумме программного обеспечения.

9.2 Результат проверки программного обеспечения считают положительным, если идентификационные данные соответствуют данным, указанным в описании типа.

9.3 При отрицательных результатах проверки программного обеспечения установка дальнейшей поверке не подлежит.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

При периодической поверке допускается:

- проведение поверки отдельных измерительных каналов из состава установки (каналы силы постоянного электрического тока, постоянного электрического напряжения, частоты) на основании письменного заявления владельца установки или лица, представившего установку на поверку;
- проведение поверки в меньших диапазонах воспроизведения объемного и массового расходов газа, чем указано в паспорте установки, на основании письменного заявления владельца установки или лица, представившего установку на поверку.

10.1 Проверка герметичности измерительной магистрали установки

Перед началом проверки герметичности заглушают входной участок установки, к которому подключаются поверяемые средства измерений.

Проводят проверку герметичности отдельно для каждой измерительной линии установки в автоматическом режиме. При этом выбирается измерительная линия, участвующая в проверке герметичности, включается воздуходушка и при достижении перепада давления 5000 Па по показаниям датчика, закрываются выходные клапаны используемых линий и затем отключается воздуходушка.

По истечении 3 минут фиксируется начальное значение перепада давления dP_H , Па, которое должно составлять от 3000 до 5000 Па для установки на базе счетчиков газа, и не менее 4500 Па для установки на базе критических сопел. По истечении не менее 3 минут измеряют конечное значение перепада давления dP_K , Па.

Проводят однократное измерение атмосферного давления P_a , Па.

Установка считается герметичной, если выполняется условие

$$|dP_H - dP_K| \leq P_a \cdot t \cdot \frac{Q_{min}}{V_{уч} \cdot 60} \cdot \frac{1}{8} \cdot \frac{\delta_{уст}}{100\%},$$

где t – время измерений, мин;

Q_{min} – наименьший объемный расход, воспроизводимый установкой на проверяемой измерительной линии, м³/ч;

$V_{уч}$ – внутренний объем измерительной линии, подвергаемой проверке на герметичность, указанной в паспорте установки, м³;

$\delta_{уст}$ – доверительные границы относительной погрешности установки при воспроизведении объемного расхода и объема газа, %.

При отрицательных результатах проверки герметичности установка дальнейшей поверке не подлежит.

10.2 Определение приведенной погрешности канала(-ов) измерения силы постоянного электрического тока

Поверке подлежат все каналы измерения силы постоянного электрического тока, в том числе каналы от первичных преобразователей температуры, давления и перепада давления. Перед проверкой первичные преобразователи отсоединяют от канала.

К соответствующему входу в соответствии с инструкцией по эксплуатации подключают калибратор, установленный в режим генерирования сигналов силы постоянного электрического тока. В качестве задаваемых значений принимают точки (4,0±0,1) мА, (8,0±0,1) мА, (12,0±0,1) мА, (16,0±0,1) мА, (20,0±0,1) мА.

Считывают значение с дисплея автоматизированного рабочего места оператора. Для каждого измеренного значения, рассчитывают приведенную погрешность γ_I , %, по формуле

$$\gamma_I = \frac{I_{изм} - I_{эт}}{16} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где $I_{изм}$ – значение силы постоянного электрического тока, измеренное установкой, мА;

$I_{эт}$ – значение силы постоянного электрического тока, заданное калибратором, мА.

Результаты определения приведенной погрешности канала силы постоянного электрического тока считают положительными, если приведенная погрешность при каждом измерении не превышает $\pm 0,1 \%$.

При отрицательных результатах определения приведенной погрешности канала силы постоянного электрического тока установка дальнейшей поверке не подлежит.

10.3 Определение приведенной погрешности канала(-ов) измерения постоянного электрического напряжения

К соответствующему входу в соответствии с инструкцией по эксплуатации подключают калибратор, установленный в режим генерирования сигналов постоянного электрического напряжения. В качестве задаваемых значений принимают точки $(0,5 \pm 0,1) \text{ В}$; $(2,5 \pm 0,1) \text{ В}$; $(5,0 \pm 0,1) \text{ В}$; $(7,5 \pm 0,1) \text{ В}$; $(10,0 - 0,1) \text{ В}$.

Считывают значение постоянного электрического напряжения с дисплея автоматизированного рабочего места оператора. Для каждого измеренного значения, рассчитывают приведенную погрешность $\gamma_U, \%$, по формуле

$$\gamma_U = \frac{U_{\text{изм}} - U_{\text{эт}}}{10} \cdot 100 \%, \quad (2)$$

где $U_{\text{изм}}$ – значение постоянного электрического напряжения, измеренное установкой, В;
 $U_{\text{эт}}$ – значение постоянного электрического напряжения, заданное калибратором, В.

Результаты определения приведенной погрешности канала постоянного электрического напряжения считают положительными, если приведенная погрешность при каждом измерении не превышает $\pm 0,1 \%$.

При отрицательных результатах определения приведенной погрешности канала постоянного электрического напряжения установка дальнейшей поверке не подлежит.

10.4 Определение относительной погрешности канала измерения частоты

Проводят проверку счета импульсов канала частоты, при этом подключают калибратор в режиме генерирования импульсов к каналу частоты установки. Запускают стандартную процедуру поверки счётчиков газа. Указывают число ожидаемых импульсов с поверяемого счётчика на 1000 импульсов больше числа ожидаемых импульсов с калибратора многофункционального, для обеспечения невозможности прерывания процедуры проверки ранее окончания формирования пачки импульсов.

Задают последовательность из 500000 импульсов частотой 10000 Гц.

Задают последовательность из 1000 импульсов частотой 5 Гц.

Контроль количества импульсов, посчитанных каналами счёта импульсов установки, производят по показаниям на дисплее автоматизированного рабочего места оператора.

Результаты проверки счета импульсов канала частоты считают положительным, если потеря импульсов составляет не более ± 1 имп.

Проводят определение относительной погрешности канала частоты путем задания калибратором электрического частотного сигнала с амплитудой напряжения 5 В. В качестве задаваемых значений частоты принимают точки $(0,10 \pm 0,05) \text{ Гц}$; $(10 \pm 1) \text{ Гц}$; $(100 \pm 1) \text{ Гц}$; $(1000 \pm 1) \text{ Гц}$; $(5000 \pm 1) \text{ Гц}$; $(10000 \pm 1) \text{ Гц}$.

Считывают значение входного частотного сигнала с дисплея автоматизированного рабочего места оператора. Для каждого измеренного значения, рассчитывают относительную погрешность $\delta_f, \%$, по формуле

$$\delta_f = \frac{f_{\text{изм}} - f_{\text{эт}}}{f_{\text{эт}}} \cdot 100 \%, \quad (3)$$

где $f_{\text{изм}}$ – значение частоты, измеренное установкой, Гц;
 $f_{\text{эт}}$ – значение частоты, заданное калибратором, Гц.

Результаты определения относительной погрешности канала измерения частоты считают положительными, если относительная погрешность при каждом измерении не превышает $\pm 0,1 \%$.

При отрицательных результатах определения относительной погрешности канала измерения частоты установка дальнейшей поверке не подлежит.

10.5 Определение доверительных границ относительной погрешности при воспроизведении объемного (массового) расхода и объема (массы) газа

10.5.1 Определяют относительную погрешность интегрирования объемного (массового) расхода по времени в следующей последовательности:

- к импульсному входу установки подключают калибратор;
- калибратором задают выходной сигнал частотой 100 Гц и амплитудой напряжения 5 В;
- определяют время прохождения 30 000 импульсов установкой, $\tau_{изм}$, с.
- считывают с дисплея компьютера автоматизированного рабочего места время прохождения импульсов, измеренное установкой.

Относительную погрешность интегрирования объемного (массового) расхода по времени δ_τ , %, вычисляют по формуле

$$\delta_\tau = \frac{\tau_{изм} - \tau_{эт}}{\tau_{эт}} \cdot 100 \%, \quad (4)$$

где $\tau_{изм}$ – время измерения заданного количества импульсов, с;
 $\tau_{эт}$ – время прохождения импульсов с калибратора, с.

Время прохождения импульсов с калибратора $\tau_{эт}$, с, определяют по формуле

$$\tau_{эт} = \frac{N}{f}, \quad (5)$$

где N – количество импульсов, заданное калибратором;
 f – частота следования импульсов, Гц.

Полученное по формуле (4) значение относительной погрешности интегрирования объемного (массового) расхода по времени используют для определения доверительных границ относительной погрешности установки при воспроизведении объемного (массового) расхода и объема (массы) газа.

10.5.2 Определяют относительную погрешность вычисления плотности воздуха для следующих комбинаций исходных данных:

Исходные данные: P_i – атмосферное давление; t_i – температура воздуха; φ_i – относительная влажность воздуха.	Опорное значение плотности воздуха, $\rho_{расч}$
$P_1=84$ кПа, $t_1=+15$ °С, $\varphi_1=20$ %	1,01435 кг/м ³
$P_2=96$ кПа, $t_2=+20$ °С, $\varphi_2=40$ %	1,13704 кг/м ³
$P_3=106,7$ кПа, $t_3=+27$ °С, $\varphi_3=80$ %	1,22633 кг/м ³

Ввести в программное обеспечение установки контрольные комбинации атмосферного давления, температуры и относительной влажности воздуха.

Получить результаты вычислений плотности воздуха установкой $\rho_{выч}$, кг/м³, для заданных контрольных комбинаций.

Относительную погрешность вычисления плотности воздуха δ_ρ , %, определяют по формуле

$$\delta_\rho = \frac{\rho_{выч} - \rho_{расч}}{\rho_{расч}} \cdot 100 \%, \quad (6)$$

Наибольшее значение относительной погрешности вычисления плотности воздуха, полученное по формуле (6), используют для определения доверительных границ относительной погрешности установки при воспроизведении массового расхода и массы газа.

10.5.3 Для установок, в которых изготовителем не предусмотрен канал измерения температуры измеряемой среды в поверяемом средстве измерений, определяют абсолютную погрешность от нестабильности температуры измеряемой среды в измерительном тракте установки.

Установить и надежно закрепить термометр на испытательном участке на входе в измерительный трубопровод установки. Запустить установку в режиме воспроизведения минимального расхода воздуха в соответствии с руководством по эксплуатации установки. По истечении не менее 5 минут после запуска установки сравнить показания термометра $t_{окр}$, °С, и установки по каналу измерения температуры в эталонном преобразователе расхода $t_{зпр}$, °С (КС или счетчик).

Определить абсолютную погрешность от нестабильности температуры измеряемой среды в измерительном тракте установки $\Delta_{Тит}$, °С, по формуле

$$\Delta_{Тит} = t_{эпр} - t_{окр}, \quad (7)$$

Результаты определения абсолютной погрешности используют при определении доверительных границ относительной погрешности установки при воспроизведении объемного (массового) расхода и объема (массы) газа.

10.5.4 Доверительные границы относительной погрешности при воспроизведении объемного расхода и объема газа с помощью критических сопел δQ_c^V , %, определяют для установок модификаций N и VN по формуле

$$\delta Q_c^V = \sqrt{U_P(Q_{соп})^2 + 0,25 \cdot \left(\frac{\Delta_{Тсоп}}{273,15+t} \cdot 100\%\right)^2 + \left(\frac{\Delta_{Тсч}}{273,15+t} \cdot 100\%\right)^2 + \left(\frac{\Delta_{Тит}}{273,15+T_{мин}} \cdot 100\%\right)^2 + \left(\frac{\Delta_{Pa}}{P_a} \cdot 100\%\right)^2 \cdot \left(\frac{P_{сч}-P_{соп}}{P_a}\right)^2 + \left(\frac{\Delta_{Pсоп}}{P_{соп}} \cdot 100\%\right)^2 \cdot \left(\frac{P_{соп}}{P_a}\right)^2 + \left(\frac{\Delta_{Pсч}}{P_{сч}} \cdot 100\%\right)^2 \cdot \left(\frac{P_{сч}}{P_a}\right)^2 + \delta_{K\phi}^2 + \delta_{\tau}^2}, \quad (8)$$

где $U_P(Q_{соп})$ – расширенная неопределенность калибровки КС из состава установки в соответствии с сертификатом калибровки, %;

$\Delta_{Тсоп}$ – абсолютная погрешность канала измерения температуры на входе КС, °С;

$\Delta_{Тсч}$ – абсолютная погрешность канала измерения температуры в поверяемом средстве измерений, °С;

$\Delta_{Тит}$ – абсолютная погрешность канала измерения температуры от нестабильности температуры измеряемой среды в измерительном тракте установки (определяют по формуле (7)), °С;

t – минимальная измеряемая температура воздуха при эксплуатации ($t = \text{плюс } 15 \text{ } ^\circ\text{C}$), °С;

Δ_{Pa} – абсолютная погрешность канала измерения атмосферного давления, кПа;

P_a – минимальное значение атмосферного давления при эксплуатации ($P_a = 84 \text{ кПа}$), кПа;

$P_{сч}$ – избыточное давление в поверяемом средстве измерений, кПа;

$P_{соп}$ – избыточное давление на входе КС, кПа;

$\Delta_{Pсоп}$ – абсолютная погрешность канала измерения избыточного давления на входе КС, кПа;

$\Delta_{Pсч}$ – абсолютная погрешность канала избыточного давления в поверяемом средстве измерений, кПа;

$\delta_{K\phi}$ – относительная погрешность коэффициента, учитывающего влажность воздуха, %;

δ_{τ} – относительная погрешность интегрирования объемного (массового) расхода по времени, %.

Примечания

1 Для установок, в которых изготовителем предусмотрен канал измерения температуры измеряемой среды в поверяемом средстве измерений, $\Delta_{Тит}$ в формуле (8) принимают равной 0.

2 Для установок, в которых изготовителем не предусмотрен канал измерения температуры измеряемой среды в поверяемом средстве измерений, $\Delta_{Тсч}$ в формуле (8) принимают равной 0.

10.5.4.1 Абсолютную погрешность каналов измерения температуры $\Delta_{Тсоп}$ и $\Delta_{Тсч}$, °С, (далее – $\Delta_{Тx}$) определяют по формуле

$$\Delta_{Тx} = \sqrt{\Delta_t^2 + \left(\gamma_i \cdot \frac{D_t}{100\%}\right)^2}, \quad (9)$$

где Δ_t – абсолютная погрешность соответствующего первичного преобразователя температуры, %;

γ_i – приведённая погрешность соответствующего канала измерения силы постоянного электрического тока, %;

D_t – диапазон измерений соответствующего первичного преобразователя температуры, К.

10.5.4.2 Абсолютную погрешность канала измерения атмосферного давления Δ_{Pa} , кПа, определяют по формуле

$$\Delta_{Pa} = \sqrt{\gamma_{Pa}^2 + \gamma_i^2 \cdot \frac{D_{Pa}}{100\%}}, \quad (10)$$

где γ_{Pa} – приведённая погрешность первичного преобразователя атмосферного давления, %;
 γ_i – приведённая погрешность канала измерения силы постоянного электрического тока, %;
 D_{Pa} – диапазон измерений первичного преобразователя атмосферного давления, кПа.
 10.5.4.3 Абсолютную погрешность каналов измерения избыточного давления $\Delta_{P_{сop}}$ и $\Delta_{P_{сч}}$, кПа, (далее - Δ_{P_x}) определяют по формуле

$$\Delta_{P_x} = \sqrt{\gamma_{P_x}^2 + \gamma_i^2 \cdot \frac{D_{P_x}}{100\%}}, \quad (11)$$

где γ_{P_x} – приведённая погрешность соответствующего первичного преобразователя избыточного давления, %;

γ_i – приведённая погрешность соответствующего канала измерения силы постоянного электрического тока, %;

D_{P_x} – диапазон измерений соответствующего первичного преобразователя избыточного давления, кПа.

10.5.4.4 Относительную погрешность коэффициента, учитывающего влажность воздуха, δ_{K_φ} , %, определяют по формуле

$$\delta_{K_\varphi} = \sqrt{(0,002)^2 \cdot \left(\frac{\Delta_T}{273,15+t} \cdot 100\%\right)^2 + (0,004)^2 \cdot \left(\frac{\Delta_{Pa}}{P_a} \cdot 100\%\right)^2 + (0,002)^2 \cdot \left(\frac{\Delta_\varphi}{\varphi} \cdot 100\%\right)^2}, \quad (12)$$

где Δ_φ – абсолютная погрешность канала измерения относительной влажности, %;

φ – минимальное значение относительной влажности воздуха при эксплуатации ($\varphi = 20\%$), %.

Абсолютную погрешность канала измерения относительной влажности Δ_φ , %, определяют по формуле

$$\Delta_\varphi = \sqrt{\Delta_\varphi^2 + \left(\gamma_i \cdot \frac{D_\varphi}{100\%}\right)^2}, \quad (13)$$

где γ_φ – абсолютная погрешность первичного преобразователя относительной влажности, %;

γ_i – приведённая погрешность канала измерения силы постоянного электрического тока, %;

D_{PaTM} – диапазон измерений первичного преобразователя относительной влажности, %.

Результаты определения доверительных границ относительной погрешности при воспроизведении объемного расхода и объема газа с помощью КС считают положительными, если доверительные границы не превышают $\pm 0,3\%$ ($\pm 0,2\%$ для установок повышенной точности в диапазоне объемного расхода газа более $1 \text{ м}^3/\text{ч}$).

10.5.5 Доверительные границы относительной погрешности при воспроизведении объемного расхода и объема газа с помощью счетчиков газа δQ_m^V , %, определяют для установок модификаций V и VN по формуле

$$\delta Q_m^V = \sqrt{U_P(Q_m)^2 + \left(\frac{\Delta_{T_m}}{273,15+t} \cdot 100\%\right)^2 + \left(\frac{\Delta_{T_{сч}}}{273,15+t} \cdot 100\%\right)^2 + \left(\frac{\Delta_{T_{ит}}}{273,15+t} \cdot 100\%\right)^2 + \left(\frac{\Delta_{Pa}}{P_a} \cdot 100\%\right)^2 \cdot \left(\frac{P_{сч}-P_m}{P_a}\right)^2 + \left(\frac{\Delta_{P_m}}{P_m} \cdot 100\%\right)^2 \cdot \left(\frac{P_m}{P_a}\right)^2 + \left(\frac{\Delta_{P_{сч}}}{P_{сч}} \cdot 100\%\right)^2 \cdot \left(\frac{P_{сч}}{P_a}\right)^2 + \delta_\tau^2}, \quad (14)$$

где $U_P(Q_m)$ – расширенная неопределенность калибровки счетчиков газа из состава установки в соответствии с сертификатом калибровки, %;

Δ_{T_m} – абсолютная погрешность канала измерения температуры в счетчике газа из состава установки (определяют по формуле (9)), °C;

t – минимальная измеряемая температура воздуха при эксплуатации ($t = \text{плюс } 15 \text{ °C}$), °C;

$\Delta_{T_{сч}}$ – абсолютная погрешность канала измерения температуры в поверяемом средстве измерений (определяют по формуле (9)), °C;

$\Delta_{T_{ит}}$ – абсолютная погрешность канала измерения температуры от нестабильности температуры измеряемой среды в измерительном тракте установки (определяют по формуле (7)), °C;

ΔP_a – абсолютная погрешность канала измерения атмосферного давления (определяют по формуле (10)), кПа;

P_a – минимальное значение атмосферного давления при эксплуатации ($P_a = 84$ кПа), кПа;

$P_{сч}$ – избыточное давление в поверяемом средстве измерений, кПа;

P_m – избыточное давление в счетчике газа из состава установки, кПа;

ΔP_m – абсолютная погрешность канала измерения избыточного давления в счетчике газа из состава установки (определяют по формуле (11)), кПа;

$\Delta P_{сч}$ – абсолютная погрешность канала избыточного давления в поверяемом средстве измерений (определяют по формуле (11)), кПа;

δ_t – относительная погрешность интегрирования объемного (массового) расхода по времени, %.

Примечания

1 Для установок, в которых изготовителем предусмотрен канал измерения температуры измеряемой среды в поверяемом средстве измерений, $\Delta T_{ит}$ в формуле (14) принимают равной 0.

2 Для установок, в которых изготовителем не предусмотрен канал измерения температуры измеряемой среды в поверяемом средстве измерений, $\Delta T_{сч}$ в формуле (14) принимают равными 0.

Результаты определения доверительных границ относительной погрешности при воспроизведении объемного расхода и объема газа с помощью счетчиков газа из состава установки считают положительными, если доверительные границы не превышают $\pm 0,3$ %.

10.5.6 Доверительные границы относительной погрешности при воспроизведении массового расхода и массы газа с помощью критических сопел δQ_c^M , %, определяют для установок модификаций N и VN по формуле

$$\delta Q_c^V = \sqrt{U_P(Q_{соп})^2 + 0,25 \cdot \left(\frac{\Delta T_{соп}}{273,15+t} \cdot 100\%\right)^2 + \left(\frac{\Delta T_{сч}}{273,15+t} \cdot 100\%\right)^2 + \left(\frac{\Delta T_{ит}}{273,15+t} \cdot 100\%\right)^2 + \left(\frac{\Delta P_a}{P_a} \cdot 100\%\right)^2 \cdot \left(\frac{P_{сч}-P_{соп}}{P_a}\right)^2 + \left(\frac{\Delta P_{соп}}{P_{соп}} \cdot 100\%\right)^2 \cdot \left(\frac{P_{соп}}{P_a}\right)^2 + \left(\frac{\Delta P_{сч}}{P_{сч}} \cdot 100\%\right)^2 \cdot \left(\frac{P_{сч}}{P_a}\right)^2 + \delta_{K\phi}^2 + \delta_t^2 + \delta_\rho^2}, \quad (15)$$

где δ_ρ – относительная погрешность вычисления плотности воздуха (определяют по формуле (6)), %.

Примечания

1 Для установок, в которых изготовителем предусмотрен канал измерения температуры измеряемой среды в поверяемом средстве измерений, $\Delta T_{ит}$ в формуле (15) принимают равной 0.

2 Для установок, в которых изготовителем не предусмотрен канал измерения температуры измеряемой среды в поверяемом средстве измерений, $\Delta T_{сч}$ в формуле (15) принимают равной 0.

Результаты определения доверительных границ относительной погрешности при воспроизведении массового расхода и массы газа с помощью КС считают положительными, если доверительные границы не превышают $\pm 0,3$ % ($\pm 0,2$ % для установок повышенной точности в диапазоне объемного расхода газа более $1 \text{ м}^3/\text{ч}$).

10.5.7 Доверительные границы относительной погрешности при воспроизведении массового расхода и массы газа с помощью счетчиков газа δQ_m^M , %, определяют для установок модификаций V и VN по формуле

$$\delta Q_m^M = \sqrt{U_P(Q_m)^2 + \left(\frac{\Delta T_m}{273,15+t} \cdot 100\%\right)^2 + \left(\frac{\Delta T_{сч}}{273,15+t} \cdot 100\%\right)^2 + \left(\frac{\Delta T_{ит}}{273,15+t} \cdot 100\%\right)^2 + \left(\frac{\Delta P_a}{P_a} \cdot 100\%\right)^2 \cdot \left(\frac{P_{сч}-P_m}{P_a}\right)^2 + \left(\frac{\Delta P_m}{P_m} \cdot 100\%\right)^2 \cdot \left(\frac{P_m}{P_a}\right)^2 + \left(\frac{\Delta P_{сч}}{P_{сч}} \cdot 100\%\right)^2 \cdot \left(\frac{P_{сч}}{P_a}\right)^2 + \delta_t^2 + \delta_\rho^2}, \quad (16)$$

где δ_ρ – относительная погрешность вычисления плотности воздуха (определяют по формуле (6)), %.

Примечания

1 Для установок, в которых изготовителем предусмотрен канал измерения температуры измеряемой среды в поверяемом средстве измерений, $\Delta T_{ит}$ в формуле (16) принимают равной 0.

2 Для установок, в которых изготовителем не предусмотрен канал измерения температуры измеряемой среды в поверяемом средстве измерений, $\Delta T_{сч}$ в формуле (16) принимают равной 0.

Результаты определения доверительных границ относительной погрешности при воспроизведении массового расхода и массы газа с помощью счетчиков газа из состава установки считают положительными, если доверительные границы не превышают $\pm 0,3$ %.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

Производится проверка соответствия установки следующим требованиям, предъявляемым к эталонам 1 разряда в соответствии с Приказом Росстандарта от 29.12.2018 г. № 2825 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений объемного и массового расходов газа»:

- диапазон воспроизведения объемного (массового) расхода газа с помощью критических сопел находится в пределах от $3 \cdot 10^{-3}$ до $1,6 \cdot 10^4$ м³/ч (от $3,6 \cdot 10^{-3}$ до $1,9 \cdot 10^4$ кг/ч);
- диапазон воспроизведения объемного (массового) расхода газа с помощью счетчиков газа находится в пределах от $1 \cdot 10^{-3}$ до $1 \cdot 10^5$ м³/ч (от $1,2 \cdot 10^{-3}$ до $1,2 \cdot 10^5$ кг/ч);
- доверительные границы относительной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) воспроизведения объемного (массового) расхода и объема (массы) газа находятся в пределах от $\pm 0,2$ до $\pm 0,5$ %.

Результаты проверки считают положительными, если установка соответствует вышеуказанным требованиям.

При положительных результатах проверки установка соответствует рабочему эталону 1 разряда Государственной поверочной схемы для средств измерений объемного и массового расходов газа.

12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты поверки оформляются протоколами произвольной формы.

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

12.3 При положительных результатах поверки установку признают пригодной к применению и оформляют результаты поверки 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». При передаче сведений о результатах поверки в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений указывают, что установка соответствует эталону 1-го разряда в соответствии с Приказом Росстандарта от 29.12.2018 г. № 2825. При проведении поверки в сокращенном объеме информация об объеме проведенной поверки передается в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

12.4 При отрицательных результатах поверки установка признается непригодной к применению и оформляют результаты поверки 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.