

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»



Государственная система обеспечения единства измерений

УСТАНОВКА ПОВЕРОЧНАЯ СЧЕТЧИКОВ ГАЗА GNP-12

Методика поверки
МП 1591-13-2023

Зам. начальника
научно-исследовательского отдела
ВНИИР – филиала ФГУП «ВНИИМ
им.Д.И.Менделеева»
И.Н. Куликов
Тел. отдела: (843)272-11-24

г. Казань
2023 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика применяется для поверки установки поверочной счетчиков газа GNP-12 (далее – установка), используемой в качестве рабочего эталона 1 разряда в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений объемного и массового расходов газа, утвержденной приказом Росстандарта от 11 мая 2022 г. № 1133 и устанавливает последовательность и методику ее первичных и периодических поверок.

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

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений (воспроизведения) объемного расхода газа, м ³ /ч	от 0,016 до 10
Верхний предел измерений каналов перепада давления, кПа	1
Диапазон измерений каналов температуры, °С	от 0 до 50
Диапазон измерений каналов абсолютного давления, кПа	от 80 до 120
Верхний предел измерений каналов вакуумметрического/избыточного давления, кПа	10
Диапазон измерений времени, с	от 1 до 28800
Доверительные границы относительной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерения (воспроизведения) объемного расхода и объема газа, %	±0,3
Пределы допускаемой приведенной (к верхнему пределу измерений) погрешности измерения перепада давления, %	±2,0
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения температуры, °С	±0,2
Пределы допускаемой приведенной (к верхнему пределу измерений) погрешности измерения абсолютного давления, %	±0,25
Пределы допускаемой приведенной (к верхнему пределу измерений) погрешности измерения вакуумметрического/избыточного давления, %	±0,4
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений времени, %	±0,05

Установка поверочная счетчиков газа GNP-12, предназначена для измерений, воспроизведения, хранения и передачи единиц объема и объемного расхода газа.

В ходе реализации данной методики поверки обеспечивается передача единиц объемного и массового расходов газа в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной Приказом Росстандарта от 11 мая 2022 г. № 1133 Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений объемного и массового расходов 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 времени в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной Приказом Росстандарта от 26 сентября №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.

В ходе реализации данной методики поверки обеспечивается передача единицы температуры в соответствии с Приказом Росстандарта от 23 декабря 2022 г. № 3253 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры», подтверждающая прослеживаемость к Государственному первичному эталону единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °C (ГЭТ 34-2020) 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 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 избыточного давления в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной Приказом Росстандарта от 20 октября 2022 г. № 2653 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа», подтверждающая прослеживаемость к Государственному первичному эталону единицы избыточного давления в диапазоне статического давления от 10 до 1600 МПа и в диапазоне импульсного давления от 1 до 1200 МПа и эффективной площади поршневых пар грузопоршневых манометров в диапазоне от 0,05 до 1 см² (ГЭТ 43-2022) и Государственному первичному эталону единиц давления - паскаля (ГЭТ 23-2010) методом непосредственного сличения.

Настоящая методика устанавливает методику первичной и периодической поверок.

2 Перечень операций поверки средства измерений

Для поверки установки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первой поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средств измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10

Оформление результатов поверки средства измерений	Да	Да	11
Примечания:			
1 При получении отрицательных результатов поверки по какому-либо пункту методики поверки поверку установки прекращают.			

3 Требования к условиям проведения поверки средства измерений

3.1 При опробовании и определении метрологических характеристик должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °C от плюс 15 до плюс 25
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106,7

3.2 Измеряемая среда – воздух.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 При проведении поверки специалисты должны соответствовать следующим требованиям:

- обладать навыками работы на применяемых средствах поверки;
- знать требования данного документа;
- обладать навыками работы по данному документу.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

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

Таблица 3 - Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки		
		1	2	3
п. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений	Государственный первичный эталон единиц объемного и массового расходов газа ГЭТ 118-2017. 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 (далее – ГЭТ)		
	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 °C; Пределы абсолютной погрешности измерений температуры $\pm 0,3$ °C. Диапазон измерений атмосферного давления от 700 до 1100 гПа.		Термогигрометр ИВА-6Н, регистрационный № 46434-11	

	Пределы абсолютной погрешности измерений атмосферного давления $\pm 2,5$ гПа.	
	Рабочий эталон единиц времени и частоты 5-го разряда в соответствии с Приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 года №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
	Рабочий эталон 2-го разряда в соответствии с Приказом Росстандарта от 06 декабря 2019 № 2900. Предел измерения абсолютного давления в соответствии с диапазоном поверяемого канала.	Преобразователь давления эталонный ПДЭ-040И, регистрационный № 86335-22.
	Рабочий эталон 3-го разряда в соответствии с Приказом Росстандарта от 20 октября 2022 № 2653. Предел измерения избыточного давления в соответствии с диапазоном поверяемого канала.	Модуль давления эталонный Метран-518, регистрационный № 39152-12.
	Рабочий эталон 3-го разряда в соответствии с Приказом Росстандарта № 3253 от 23 декабря 2022г. Диапазон измерения температуры от 0 до плюс 50 °C.	Термометр сопротивления платиновый вибропрочный эталонный ПТСВ-5-3, регистрационный № 49400-12.
	Термостат. Диапазон воспроизведения температуры от 0 до плюс 50 °C	Термостат LAUDA ECO SILVER RE 1050
	Пресс пневматический. Диапазон создания давления от -0,095 до 0,6 МПа.	Пресс пневматический ручной «Элемер-PRV-6»
<p>Примечания:</p> <p>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;</p> <p>2 Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений, испытательное и вспомогательное оборудование, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.</p>		

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 поверяемую установку, 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 проводится в соответствии с эксплуатационными документами средств поверки и установки.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При проведении внешнего осмотра установить соответствие установки следующим требованиям:

- комплектность установки должна соответствовать описанию типа средства измерений;
- надписи и обозначения на установке и маркировочной табличке должны быть четкими и соответствовать требованиям технической документации изготовителя;
- на установке должны отсутствовать механические повреждения, препятствующие ее применению;
- сведения, указанные на маркировочной табличке, должны соответствовать паспорту на установку.

7.2 Проверить наличие сведений о поверке средства измерений влажности, входящих в состав установки, знак поверки в паспорте и/или запись в информационном фонде по обеспечению единства измерений.

7.3 Результаты внешнего осмотра считают положительными, если выполняются требования, приведенные в п. 7.1 – п. 7.2 или отрицательным, если указанные требования не выполняются. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций поверки прекращают.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Подготовка к поверке

При подготовке к поверке выполняют следующие работы:

- проверить выполнение условий по п. 3 и п. 6 настоящей методики поверки;
- подготовить установку и средства поверки к работе согласно эксплуатационной документации;
- включить и прогреть установку не менее 40 мин;
- проверить работоспособность установки в соответствии с руководством по эксплуатации;
- проверить герметичность измерительной магистрали установки в соответствии с п. 8.2.

8.2 Проверка герметичности установки

При проверке герметичности производят следующие операции:

- 1) Запускают процедуру проверки герметичности эталонного блока из состава ПО установки;
- 2) ПО установки в автоматическом режиме задаёт необходимое разрежение: не менее 4 кПа;

- 3) ПО установки закрывает выходной клапан и начинает измерение давления и времени;
- 4) По истечении времени стабилизации не менее 300 с фиксируется начальное значение абсолютного давления P_H , кПа;
- 5) По истечении следующих не менее 300 с фиксируется конечное значение абсолютного давления P_K , кПа.

Результаты проверки герметичности установки считают положительными, если выполняется условие

$$|P_H - P_K| \leq P_H \cdot t \cdot \frac{Q_{min}}{V_{yч} \cdot 60} \cdot \frac{1}{8} \cdot \frac{\delta_{уст}}{100\%}, \quad (1)$$

где t – время измерений, мин;

Q_{min} – наименьший объемный расход, воспроизводимый установкой ($0,016 \text{ м}^3/\text{ч}$), $\text{м}^3/\text{ч}$;

$V_{yч}$ – внутренний объем измерительной части эталонной линии, подвергаемой проверке на герметичность (указан в паспорте установки), м^3 ;

$\delta_{уст}$ – доверительные границы относительной погрешности установки (при доверительной вероятности 0,95) измерения (воспроизведения) объемного расхода и объема газа, %.

Результаты проверки герметичности установки считают отрицательными, если условие герметичности (1) не выполняется. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций поверки прекращают.

8.3 Опробование

В соответствии с руководством по эксплуатации включают установку в режиме воспроизведения объемного расхода воздуха и проверяют:

- работоспособность установки путем увеличения или уменьшения объемного расхода воздуха посредством открытия соответствующих клапанов сопел критических (далее СК) в пределах рабочего диапазона измерений;
- индикацию показаний объемного расхода, абсолютного давления, температуры, относительной влажности измеряемой среды, перепада давления на поверяемых счетчиках;
- измерение установкой контрольного объема воздуха и его индикация на персональном компьютере (далее – ПК) установки.

Результаты проверки считают положительными, если:

- установка обеспечивает воспроизведение объемного расхода воздуха в диапазоне от наименьшего до наибольшего значений расхода;
- установка обеспечивает индикацию показаний объемного расхода, абсолютного давления, температуры, относительной влажности измеряемой среды, перепада давления на поверяемых счетчиках;
- измеренный установкой контрольный объем воздуха индицируется на ПК установки.

При отрицательном результате выполнение дальнейших операций поверки прекращают.

8.4 Проверка выполнения критического режима истечения потока воздуха на СК и диапазона воспроизводимых расходов

Проверку выполнения критического режима истечения потока воздуха на СК и диапазона воспроизводимых расходов выполняют на минимальном и максимальном воспроизводимых установкой расходах без установки поверяемого средства измерений.

Согласно руководству по эксплуатации на установке устанавливают поочередно минимальный и максимальный расход с последующей регистрацией значений расхода, отображаемых на ПК установки.

В соответствии с руководством по эксплуатации включают установку в режиме воспроизведения объемного расхода воздуха и проверяют воспроизведение наименьшего и наибольшего расходов, а также создание необходимого критического режима истечения потока воздуха через СК с номинальными расходами $1 \text{ м}^3/\text{ч}$ и $2 \text{ м}^3/\text{ч}$ путем измерения

давления (разрежения) в коллекторе на входе СК $P_{вх}$ и в коллекторе на выходе СК $P_{вых}$ средствами измерений, входящих в состав установки.

Результаты считают положительными, если:

- наименьший и наибольший объемный расход составляют не менее наименьшего и наибольшего объемных расходов указанных в паспорте;
- при номинальных расходах до $1 \text{ м}^3/\text{ч}$ включительно выполняется условие: $|P_{вых}-P_{вх}| \geq 65 \text{ кПа}$;
- при номинальных расходах более $1 \text{ м}^3/\text{ч}$ выполняется условие: $|P_{вых}-P_{вх}| \geq 35 \text{ кПа}$.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

При проведении поверки выполняют операцию подтверждения соответствия ПО установки заявлением идентификационным данным.

Процедура подтверждения соответствия ПО установки следующая:

- включить установку путем нажатия кнопки питания;
- на компьютере запустить программу проверки счетчиков.

Наименование программного обеспечения отображается в главном меню и в левом верхнем углу при работе программы, и состоит из наименования и номера версии программного обеспечения.

Для проверки контрольной суммы метрологически значимой части ПО установки в командной строке компьютера набрать:

`certutil -hashfile "D:\SONICNOZZLE\GNP-12.exe" MD5`

Результат подтверждения соответствия ПО установки считается положительным, если полученные идентификационные данные (идентификационное наименование, номер версии и цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма)) ПО установки соответствуют идентификационным данным, указанным в разделе «Программное обеспечение» описания типа на установку. Результат подтверждения соответствия ПО считают отрицательным, если идентификационные данные (идентификационное наименование и (или) номер версии) ПО установки не соответствует данным указанным в разделе «Программное обеспечение» описания типа.

10. Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия СИ метрологическим требованиям

Проведение поверки отдельных измерительных каналов возможно: канала измерения перепада давления, абсолютного давления, вакуумметрического/ избыточного давления, температуры, времени.

10.1 Определение диапазона воспроизведения объемного расхода газа

10.1.1 Определение расходной характеристики СК

Процедура заключается в определении действительной расходной характеристики СК.

При выполнении должны контролироваться условия окружающей среды (температура газа t , влажность газа φ и атмосферное давление $P_{атм}$).

Изменение температуры измеряемой среды в процессе проверки СК не более $0,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

В зависимости от расходной характеристики (объемных расходов) СК определение расходной характеристики осуществляется на эталонных установках (далее ЭУ) из состава ГЭТ 118-2017, в соответствии с таблицей 4.

Таблица 4 Эталонные установки

Расходная характеристика СК, м ³ /ч (кг/ч)	Тип ЭУ
от 1 до 20 (от 1,2 до 24)	ЭУ-3
от 3·10 ⁻⁴ до 1 (от 3,6·10 ⁻⁴ до 1,2)	ЭУ-5

10.1.1.1 Проведение определения расходной характеристики СК на эталонной установке ЭУ-3 осуществляется методом сличения с эталонным СК с использованием компараторов расхода газа. Для этого выбирают компаратор для проведения процедуры в соответствии с таблицей 5.

Таблица 5 - Компараторы

Расходная характеристика СК, м ³ /ч (кг/ч)	№ компаратора/ов
ЭУ-3	
от 0,4 до 6 (от 0,5 до 7)	№1
от 6 до 20 (от 7 до 24)	№2

Выбирают два эталонных СК или два комплекта эталонных СК из состава установки с действительными значениями расхода ниже и выше номинала расхода проверяемого СК, т.е. $Q_{\text{эт1}} < Q_k < Q_{\text{эт2}}$. Отклонение номиналов расхода эталонных СК от номинала расхода проверяемого СК не должно превышать 10%.

Открывают клапан компаратора. Открывают поочередно клапаны эталонных и проверяемого СК в течении 5 минут для выравнивания и стабилизации температуры в измерительном тракте установки.

Этап 1: закрывают клапана эталонных СК, оставляя открытыми клапана компаратора и проверяемого СК. Ожидают не менее 1 минуты для стабилизации показаний компаратора, фиксируют значение температуры измеряемой среды и запускают установку в режим измерения. Проводят не менее 11 измерений перепада давлений на компараторе в течении 100 секунд с последующим усреднением полученных результатов.

Этап 2: закрывают клапан проверяемого СК и открывают клапан (клапаны) эталонного/ых СК $Q_{\text{эт1}}$. Ожидают не менее 1 минуты для стабилизации показаний компаратора и запускают установку в режим измерения. Проводят не менее 11 измерений перепада давлений на компараторе в течении 100 секунд с последующим усреднением полученных результатов.

Этап 3: закрывают клапан (клапаны) эталонного/ых СК $Q_{\text{эт1}}$ и открывают клапан (клапаны) эталонного/ых СК $Q_{\text{эт2}}$. Ожидают не менее 1 минуты для стабилизации показаний компаратора и запускают установку в режим измерения. Проводят не менее 11 измерений перепада давлений на компараторе в течении 100 секунд с последующим усреднением полученных результатов. Повторно фиксируют значение температуры измеряемой среды.

Температура измеряемой среды в процессе выполнения измерений не должна изменяться более чем на 0,1 °C. В противном случае результаты измерения аннулируют и измерения повторяют.

Определяют значение расхода проверяемого СК, приведенного к стандартным условиям по формуле

$$Q_k = \Delta P \left[\frac{Q_{\text{эт1}}}{\Delta P_1} + \frac{\Delta P - \Delta P_1}{\Delta P_2 - \Delta P_1} \left(\frac{Q_{\text{эт2}}}{\Delta P_2} - \frac{Q_{\text{эт1}}}{\Delta P_1} \right) \right], \quad (2)$$

где Q_k – расходная характеристика проверяемого СК, м³/ч (кг/ч);

$Q_{\text{эт1}}$ – значение расхода эталонного СК с расходом ниже, чем у проверяемого СК, м³/ч (кг/ч);

$Q_{\text{эт2}}$ – значение расхода эталонного СК с расходом выше, чем у проверяемого СК,

$\text{м}^3/\text{ч}$ (кг/ч);

ΔP – перепад давления на компараторе на этапе 1, Па;

ΔP_1 – перепад давления на компараторе на этапе 2, Па;

ΔP_2 – перепад давления на компараторе на этапе 3, Па;

Определяют значение коэффициента C_d проверяемого СК по формуле

$$C_d = \frac{Q_k \cdot 1000}{A_{nt} \cdot \sqrt{R \cdot T_c \cdot c_* \cdot 3,6}}, \quad (3)$$

$$A_{nt} = \frac{\pi \cdot d^2}{4}, \quad (4)$$

$$c_* = \sqrt{k} \cdot \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k+1}{2 \cdot (k-1)}}, \quad (5)$$

где A_{nt} – площадь поперечного сечения горловины проверяемого СК, мм^2 ;

R – удельная газовая постоянная воздуха, Дж/кг·К (для воздуха при температуре 20 °C, абсолютном давлении 101,325 кПа и относительной влажности 60 % R принимается равной 288,5 Дж/кг·К);

T_c – термодинамическая температура при стандартных условиях, К;

c_* – функция критического расхода газа;

d – диаметр горловины проверяемого СК при температуре 20 °C (указан на СК или в паспорте на СК), мм;

k – показатель адиабаты (в соответствии с ГСССД МР 220 – 2014 для воздуха при температуре 20 °C, абсолютном давлении 101,325 кПа и относительной влажности 60 % k принимается равным 1,4);

10.1.2 Проведение определения расходной характеристики СК на эталонной установке ЭУ-5.

Проверка СК на ЭУ-5 осуществляется методом непосредственного сличения.

Собирают схему подключений, указанную на рисунке 1.



Рисунок 1. Схема подключений СК к ЭУ-5

Выбирают измерительную ячейку для проведения проверки в соответствии с таблицей 6.

Таблица 6 – Измерительные ячейки

Расходная характеристика СК, $\text{м}^3/\text{ч}$ (кг/ч)	Измерительная ячейка ЭУ-5
от $3 \cdot 10^{-4}$ до $3 \cdot 10^{-2}$ (от $3,6 \cdot 10^{-4}$ до $3,6 \cdot 10^{-2}$)	SL-800-10
от $3 \cdot 10^{-2}$ до 1 (от $3,6 \cdot 10^{-2}$ до 1,2)	SL-800-44

Кран после СК устанавливают в положение «Закрыто», включают вакуумный насос и создают в системе вакуумметрическое давление (разрежение) не менее 50 кПа, которое контролируют по показаниям манометра.

Калибратор SL-800 настраивают в непрерывный режим измерений. Кран после СК устанавливают в положение «Открыто» и производят включение установки в режим измерения. Производят непрерывные измерения до момента стабилизации показаний калибратора SL-800 по расходу, температуре и давлению, при этом результаты измерений в протокол не заносят.

Калибратор SL-800 настраивают в режим многократных измерений (не менее 11 измерений) и определяют значение расхода СК, приведенного к стандартным условиям, по формулам:

$$Q_{v20,60} = Q_v \cdot \sqrt{\frac{293,15}{273,15+t_B} \cdot \frac{P_1}{P_{\Delta P}}} \cdot K_{t,\phi}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (6)$$

где $Q_{v20,60}$ – значение объёмного расхода СК, приведенного к температуре 20 °С и относительной влажности 60 %, м³/ч;

Q_v – значение объёмного расхода в рабочих условиях по показаниям калибратора SL-800, м³/ч;

t_B – температура воздуха по показаниям калибратора SL-800, °С;

P_1 – абсолютное давление по показаниям калибратора SL-800, кПа;

$P_{\Delta P}$ – абсолютное давление по показаниям калибратора SL-800 с учетом перепада давлений между калибратором и СК, кПа;

$K_{t,\phi}$ – коэффициент, учитывающий влажность воздуха;

ρ_B – плотность воздуха, кг/м³.

Определение плотности воздуха ρ_B осуществляется автоматически программным комплексом эталона в соответствии с ГСССД МР 220 – 2014.

Определяют значение коэффициента C_d проверяемого СК по формулам (3)–(5).

10.1.3 Обработка результатов измерения и вычисление расширенной неопределенности измерений определения расходной характеристики СК.

Расчет неопределенности измерений при определении расходной характеристики СК на эталонных установках ЭУ-2 и ЭУ-3.

Стандартную неопределенность по типу А, обусловленную источниками неопределенности, имеющими случайный характер при измерении перепада давления на компараторе, определяют по формулам:

$$u_A(\Delta P) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta P_i - \bar{\Delta P})^2}{n(n-1)}}, \text{ Па} \quad (7)$$

$$u_A(\Delta P_1) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta P_{1i} - \bar{\Delta P}_1)^2}{n(n-1)}}, \text{ Па} \quad (8)$$

$$u_A(\Delta P_2) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta P_{2i} - \bar{\Delta P}_2)^2}{n(n-1)}}, \text{ Па} \quad (9)$$

где:

$$\bar{\Delta P} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \Delta P_i, \text{ Па} \quad (10)$$

$$\bar{\Delta P}_1 = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \Delta P_{1i}, \text{ Па} \quad (11)$$

$$\bar{\Delta P}_2 = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \Delta P_{2i}, \text{ Па} \quad (12)$$

где ΔP_i – i-ый результат измерений перепада давления на компараторе на этапе 1, Па;

ΔP_{1i} – i-ый результат измерений перепада давления на компараторе на этапе 2, Па;

ΔP_{2i} – i-ый результат измерений перепада давления на компараторе на этапе 3, Па;
 n – число измерений.

Стандартные неопределенности, выраженные в %, вычисляют по формулам:

$$\tilde{u}_A(\Delta P) = \frac{u_A(\Delta P)}{\Delta P} 100, \% \quad (13)$$

$$\tilde{u}_A(\Delta P_1) = \frac{u_A(\Delta P_1)}{\Delta P_1} 100, \% \quad (14)$$

$$\tilde{u}_A(\Delta P_2) = \frac{u_A(\Delta P_2)}{\Delta P_2} 100, \% \quad (15)$$

Стандартную неопределенность по типу А расходной характеристики СК определяют по формуле

$$\tilde{u}_A(Q_K) = (\partial Q_{\text{эт1}}) \cdot \tilde{u}_A(Q_{\text{эт1}}) + (\partial Q_{\text{эт2}}) \cdot \tilde{u}_A(Q_{\text{эт2}}) + \sqrt{(\partial \Delta P)^2 \cdot \tilde{u}_A(\Delta P)^2 + (\partial \Delta P_1)^2 \cdot \tilde{u}_A(\Delta P_1)^2 + (\partial \Delta P_2)^2 \cdot \tilde{u}_A(\Delta P_2)^2}, \quad (16)$$

где $\tilde{u}_A(Q_{\text{эт1}})$ и $\tilde{u}_A(Q_{\text{эт2}})$ – стандартные неопределенности по типу А воспроизведения расхода ЭУ-2 и ЭУ-3, %;

$\partial Q_{\text{эт1}}, \partial Q_{\text{эт2}}, \partial \Delta P, \partial \Delta P_1, \partial \Delta P_2$ – коэффициенты влияния, значения которых составляют: $\partial Q_{\text{эт1}} = \partial Q_{\text{эт2}} = \partial \Delta P = \partial \Delta P_1 = \partial \Delta P_2 = 0,5$.

Стандартную неопределенность по типу В определения расходной характеристики СК, обусловленную источниками неопределенности имеющими систематический характер, определяют по формуле

$$\tilde{u}_B(Q_K) = (\partial Q_{\text{эт1}}) \cdot \tilde{u}_B(Q_{\text{эт1}}) + (\partial Q_{\text{эт2}}) \cdot \tilde{u}_B(Q_{\text{эт2}}) \quad (17)$$

где $\tilde{u}_B(Q_{\text{эт1}})$ и $\tilde{u}_B(Q_{\text{эт2}})$ – стандартные неопределенности по типу В воспроизведения расхода ЭУ-2 и ЭУ-3, %;

$\partial Q_{\text{эт1}}, \partial Q_{\text{эт2}}$ – коэффициенты влияния, значения которых составляют:

$$\partial Q_{\text{эт1}} = \partial Q_{\text{эт2}} = 0,5$$

Суммарную стандартную неопределенность проверки СК определяют по формуле

$$\tilde{u}_c = \sqrt{\tilde{u}_A(Q_K)^2 + \tilde{u}_B(Q_K)^2} \quad (18)$$

Расширенную неопределенность определения расходной характеристики СК определяют по формуле

$$U_p = k \cdot \tilde{u}_c \quad (19)$$

где k – коэффициент охвата, принимают значение $k = 2$ для доверительной вероятности $P=0,95$.

Расчет неопределенности измерений определения расходной характеристики СК на эталонной установке ЭУ-5.

Стандартную неопределенность по типу А, обусловленную источниками неопределенности, имеющими случайный характер при измерении температуры измеряемой среды t_B , абсолютного давления P_1 и P_2 , относительной влажности воздуха φ определяют по формулам:

$$u_A(t_B) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (t_{Bi} - \bar{t}_B)^2}{n(n-1)}}, ^\circ\text{C} \quad (20)$$

$$u_A(P_1) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P_{1i} - \bar{P}_1)^2}{n(n-1)}}, \text{ кПа} \quad (21)$$

$$u_A(P_{\Delta P}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P_{\Delta P_i} - \bar{P}_{\Delta P})^2}{n(n-1)}}, \text{ кПа} \quad (22)$$

$$u_A(\varphi_B) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\varphi_{Bi} - \bar{\varphi}_B)^2}{n(n-1)}}, \% \quad (23)$$

где:

$$\overline{t_B} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n t_{Bi}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (24)$$

$$\overline{P_1} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n P_{1i}, \text{ кПа} \quad (25)$$

$$\overline{P_{\Delta P}} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n P_{\Delta Pi}, \text{ кПа} \quad (26)$$

$$\overline{\varphi_B} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \varphi_{Bi}, \% \quad (27)$$

где t_{Bi} - i -ый результат измерений температуры, $^\circ\text{C}$;

P_{1i} и $P_{\Delta Pi}$ - i -ый результат измерений давления, кПа;

φ_{Bi} - i -ый результат измерений относительной влажности воздуха, %;

n - число измерений.

Стандартные неопределенности, выраженные в %, вычисляют по формулам:

$$\tilde{u}_A(t_B) = \frac{u_A(t_B)}{t_B} 100, \% \quad (28)$$

$$\tilde{u}_A(P_1) = \frac{u_A(P_1)}{P_1} 100, \% \quad (29)$$

$$\tilde{u}_A(P_{\Delta P}) = \frac{u_A(P_{\Delta P})}{P_{\Delta P}} 100, \% \quad (30)$$

$$\tilde{u}_A(\varphi_B) = \frac{u_A(\varphi_B)}{\varphi_B} 100, \% \quad (31)$$

Стандартную неопределенность по типу А определения коэффициента, учитывающего влажность воздуха $K_{t,\phi}$, вычисляют по формуле

$$\tilde{u}_A(K_{t,\phi}) = \sqrt{(\psi\varphi_B)^2 \cdot \tilde{u}_A(\varphi_B)^2 + (\psi t_B)^2 \cdot \tilde{u}_A(t_B)^2 + (\psi P_1)^2 \cdot \tilde{u}_A(P_1)^2}, \% \quad (32)$$

где $\psi\varphi_B$, ψt_B , ψP_1 – коэффициенты влияния, значения которых составляют: $\psi\varphi_B = 0,002$; $\psi t_B = 0,002$; $\psi P_1 = 0,004$.

Стандартную неопределенность по типу А определения плотности воздуха ρ_B вычисляют по формуле

Стандартную неопределенность по типу А определения расходной характеристики СК по объемному расходу газа определяют по формуле

$$\tilde{u}_A(Q_K) = \sqrt{\tilde{u}_A(Q_v)^2 + (\partial t_B)^2 \cdot \tilde{u}_A(t_B)^2 + \left(\frac{P_1}{P_{\Delta P}}\right)^2 \cdot \tilde{u}_A(P_1)^2 + \left(\frac{P_1}{P_{\Delta P}}\right)^2 \cdot \tilde{u}_A(P_{\Delta P})^2 + \tilde{u}_A(K_{t,\phi})^2} \quad (33)$$

где $\tilde{u}_A(Q_v)$ – стандартная неопределенность по типу А воспроизведения расхода ЭУ-5, %;

∂t_B – коэффициент влияния температуры ($\partial t_B = 0,5$).

Стандартную неопределенность по типу В, обусловленную источниками неопределенности, имеющими систематический характер (закон распределения величин внутри границ считают равномерным) при измерении температуры измеряемой среды t_B , абсолютного давления P_1 и P_2 , относительной влажности воздуха φ_B , коэффициента, учитывающего влажность воздуха $K_{t,\phi}$ определяют по формулам:

$$\tilde{u}_B(t_B) = \frac{\theta_{t_B}}{2}, \quad (34)$$

$$\tilde{u}_B(P_1) = \frac{\theta_{P_1}}{2}, \quad (35)$$

$$\tilde{u}_B(P_{\Delta P}) = \frac{\theta_{P_{\Delta P}}}{2}, \quad (36)$$

$$\tilde{u}_B(\varphi_B) = \frac{\theta_{\varphi_B}}{2}, \quad (37)$$

$$\tilde{u}_B(K_{t,\phi}) = \frac{\theta_{K_{t,\phi}}}{\sqrt{3}}, \quad (38)$$

где θ_y – границы систематического смещения при измерении соответствующего параметра, %.

Стандартную неопределенность по типу В определения расходной характеристики СК по объемному расходу газа определяют по формуле

$$\tilde{u}_B(Q_K) = \sqrt{\tilde{u}_B(Q_v)^2 + (\partial t_B)^2 \cdot \tilde{u}_B(t_B)^2 + \left(\frac{P_1}{P_{\Delta P}}\right)^2 \cdot \tilde{u}_B(P_1)^2 + \left(\frac{P_1}{P_{\Delta P}}\right)^2 \cdot \tilde{u}_B(P_{\Delta P})^2 + \tilde{u}_B(K_{t,\phi})^2}, \quad (39)$$

где $\tilde{u}_B(Q_v)$ – стандартная неопределенность по типу В воспроизведения расхода ЭУ-5, %.

Суммарную стандартную неопределенность определения расходной характеристики

СК определяют по формуле

$$\tilde{u}_c = \sqrt{\tilde{u}_A(Q_K)^2 + \tilde{u}_B(Q_K)^2} \quad (40)$$

Расширенную неопределенность определения расходной характеристики СК определяют по формуле

$$U_p = k \cdot \tilde{u}_c \quad (41)$$

где k – коэффициент охвата, принимают значение $k = 2$ для доверительной вероятности $P=0,95$.

10.2 Определение приведенной (к верхнему пределу измерений) погрешности измерения перепада давления

К первичному преобразователю перепада давления установки подключают эталон вакуумметрического/избыточного давления. По эталону на входе первичного преобразователя устанавливают номинальное значение давления, а измеренное установкой давление определяют на экране ПК установки.

Приведенную к верхнему пределу измерений погрешность определяют при пяти значениях измеряемой величины (включая минимальный и максимальный предел диапазона измерений), равномерно распределенных в пределах диапазона измерений установки.

Приведенную к верхнему пределу измерений погрешность определяют при значениях измеряемой величины, полученной при приближении к нему как от меньших значений к большим, так и от больших к меньшим (при прямом и обратном ходе). Перед определением погрешности при обратном ходе первичный преобразователь выдерживают в течение 1 мин под воздействием верхнего предельного значения давления диапазона измерений.

Считывают значение перепада давления, измеренное соответствующим каналом установки $\Delta P_{изм}$, кПа, и эталоном давления $P_{эт}$, кПа. Для каждого измерения вычисляют приведенную (к верхнему пределу измерений) погрешность установки при измерении перепада давления, $\gamma_{\Delta P}$, %, по формуле

$$\gamma_{\Delta P} = \frac{\Delta P_{изм} - P_{эт}}{\Delta P_{в}} \cdot 100\%, \quad (42)$$

где $\Delta P_{в}$ – верхний предел диапазона измерений канала перепада давления установки, кПа;

Повторяют процедуру определения приведенной к верхнему пределу измерений погрешности измерения перепада давления для остальных каналов установки.

Результаты поверки считают положительными, если приведенная к верхнему пределу измерений погрешность установки при каждом измерении перепада давления не превышает $\pm 2,0\%$.

При отрицательном результате выполнение дальнейших операций поверки прекращают.

10.3 Определение приведенной (к верхнему пределу измерений) погрешности измерения абсолютного давления

К первичному преобразователю абсолютного давления установки подключают эталон абсолютного давления. По эталону на входе первичного преобразователя устанавливают номинальное значение давления, а измеренное установкой давление определяют на экране ПК установки.

Приведенную (к верхнему пределу измерений) погрешность определяют при пяти значениях измеряемой величины (включая минимальный и максимальный предел диапазона измерений), равномерно распределенных в пределах диапазона измерений установки.

Приведенную (к верхнему пределу измерений) погрешность определяют при значениях измеряемой величины, полученной при приближении к нему как от меньших значений к большим, так и от больших к меньшим (при прямом и обратном ходе). Перед

определенением погрешности при обратном ходе первичный преобразователь выдерживают в течение 1 мин под воздействием верхнего предельного значения давления диапазона измерений.

Считывают значение давления, измеренное соответствующим каналом установки $P_{изм}$, кПа, и эталоном давления $P_{эт}$, кПа. Для каждого измерения вычисляют приведенную (к верхнему пределу измерений) погрешность установки при измерении абсолютного давления, γ_{Pa} , %, по формуле

$$\gamma_{Pa} = \frac{P_{изм} - P_{эт}}{P_{в}} \cdot 100\%, \quad (43)$$

где $P_{в}$ – верхний предел диапазона измерений канала абсолютного давления установки, кПа.

Повторяют процедуру определения приведенной (к верхнему пределу измерений) погрешности измерения абсолютного давления для остальных каналов установки.

Результаты поверки считают положительными, если приведенная (к верхнему пределу измерений) погрешность установки при каждом измерении абсолютного давления не превышает $\pm 0,25\%$.

При отрицательном результате выполнение дальнейших операций поверки прекращают.

10.4 Определение приведенной к верхнему пределу измерений погрешности измерения вакуумметрического/избыточного давления

К первичному преобразователю вакуумметрического/избыточного давления установки подключают этalon вакуумметрического/избыточного давления. По эталону на входе первичного преобразователя устанавливают номинальное значение давления, а измеренное установкой давление определяют на экране ПК установки.

Приведенную к верхнему пределу измерений погрешность определяют при пяти значениях измеряемой величины (включая минимальный и максимальный предел диапазона измерений), равномерно распределенных в пределах диапазона измерений установки.

Приведенную к верхнему пределу измерений погрешность определяют при значениях измеряемой величины, полученной при приближении к нему как от меньших значений к большим, так и от больших к меньшим (при прямом и обратном ходе). Перед определением погрешности при обратном ходе первичный преобразователь выдерживают в течение 1 мин под воздействием верхнего предельного значения давления диапазона измерений.

Считывают значение давления, измеренное соответствующим каналом установки $P_{изм}$, кПа, и эталоном давления $P_{эт}$, кПа. Для каждого измерения вычисляют приведенную (к верхнему пределу измерений) погрешность установки при измерении вакуумметрического/избыточного давления, γ_P , %, по формуле

$$\gamma_P = \frac{P_{изм} - P_{эт}}{P_{в}} \cdot 100\%, \quad (44)$$

где $P_{в}$ – верхний предел диапазона измерений канала вакуумметрического/избыточного давления установки, кПа;

Повторяют процедуру определения приведенной к верхнему пределу измерений погрешности измерения вакуумметрического/избыточного давления для остальных каналов установки.

Результаты поверки считают положительными, если приведенная к верхнему пределу измерений погрешность установки при каждом измерении вакуумметрического/избыточного давления не превышает $\pm 0,4\%$.

При отрицательном результате выполнение дальнейших операций поверки прекращают.

10.5 Определение абсолютной погрешности измерения температуры

Установить в термостат первичный преобразователь температуры установки и этalon температуры. С помощью термостата устанавливают номинальное значение температуры, а измеренную установкой температуру определяют на экране ПК установки.

Абсолютную погрешность измерения температуры определяют при следующих значениях температуры: $(0+1)^\circ\text{C}$, $(25\pm1)^\circ\text{C}$, $(50-1)^\circ\text{C}$.

Считывают значения температуры, измеренное соответствующим каналом установки $T_{\text{изм}}$, $^\circ\text{C}$, и эталоном температуры $T_{\text{эт}}$, $^\circ\text{C}$. Для каждого измерения вычисляют абсолютную погрешность установки при измерении температуры, Δ_T , $^\circ\text{C}$, по формуле

$$\Delta_T = T_{\text{изм}} - T_{\text{эт}}, \quad (45)$$

Повторяют процедуру определения абсолютной погрешности измерения температуры для остальных каналов установки.

Результаты поверки считают положительными, если абсолютная погрешность установки при каждом измерении температуры не превышает $\pm 0,2^\circ\text{C}$.

При отрицательном результате выполнение дальнейших операций поверки прекращают.

10.6 Определение относительной погрешности измерений времени

Определение относительной погрешности измерений времени производят путем сравнения показаний установки с эталоном времени. Продолжительность интервала времени измерения составляет не менее 3600 с.

На ПК установки открыть экран измерения времени. Одновременно запустить установку и эталон времени в режим счета времени. По достижении необходимого интервала времени по показаниям эталона времени, одновременно остановить измерения. Относительную погрешность измерений времени δ_T , %, вычисляют по формуле

$$\delta_T = \frac{\tau_{\text{изм}} - \tau_{\text{эт}}}{\tau_{\text{эт}}} \cdot 100\%, \quad (46)$$

где $\tau_{\text{изм}}$ – интервал времени, измеренный установкой, с;

$\tau_{\text{эт}}$ – интервал времени, измеренный эталоном времени, с;

Результаты поверки считают положительным, если относительная погрешность измерений времени не превышает $\pm 0,05\%$.

При отрицательном результате выполнение дальнейших операций поверки прекращают.

10.7 Определение доверительных границ относительной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерения (воспроизведения) объемного расхода и объема газа

Доверительные границы относительной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерения (воспроизведения) объемного расхода и объема газа δ_{3y} , %, определяют по формуле

$$\delta_{GNP-12} = \pm 2 \sqrt{\frac{\delta_{\text{СК}}^2}{4} + \frac{0,25 \cdot \left(\frac{\Delta T_{\text{СК}}}{273,15+t} \cdot 100\% \right)^2 + \left(\frac{\Delta T_{\text{СЧ}}}{273,15+t} \cdot 100\% \right)^2}{3} + \frac{\left(\frac{P_{\text{СЧ}} - P_{\text{СК}}}{P_a} \right)^2 \cdot \left(\frac{\gamma P_a \cdot P_{\text{Ва}}}{P_a} \cdot 100\% \right)^2 + \left(\frac{P_{\text{СК}}}{P_a} \right)^2 \cdot \left(\frac{\gamma P_{\text{СК}} \cdot (P_{\text{В}} - P_{\text{Н}})}{P_{\text{СК}}} \cdot 100\% \right)^2}{3} + \frac{\left(\frac{P_{\text{СЧ}}}{P_a} \right)^2 \cdot \left(\frac{\gamma P_{\text{СЧ}} \cdot (P_{\text{В}} - P_{\text{Н}})}{P_{\text{СЧ}}} \cdot 100\% \right)^2 + \delta_{f\varphi}^2 + \delta_T^2}{3}}, \quad (47)$$

где $\delta_{\text{СК}}$ – относительная погрешность (при доверительной вероятности 0,95) воспроизведения объемного расхода СК, % (в соответствии с п. 6.1.3 Рекомендации COOMET R/GM/32:2017 принимают равной расширенной неопределенности U_p (по формулам (19) и (41)) с коэффициентом охвата $k=2$);

$\Delta T_{\text{СК}}$ – абсолютная погрешность канала измерения температуры на входе СК, $^\circ\text{C}$;

t – минимальная измеряемая температура воздуха при эксплуатации ($t = +10^{\circ}\text{C}$), $^{\circ}\text{C}$;

$\Delta_{T_{\text{СЧ}}}$ – абсолютная погрешность канала измерения температуры в поверяемом средстве измерений, $^{\circ}\text{C}$;

$P_{\text{СЧ}}$ – избыточное давление в поверяемом средстве измерений, кПа;

$P_{\text{СК}}$ – избыточное давление на входе СК, кПа;

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

γ_{P_a} – приведенная (к верхнему пределу измерений) погрешность канала измерения абсолютного (атмосферного) давления, %;

$P_{\text{ва}}$ – верхний предел диапазона измерений канала абсолютного давления установки, кПа;

$\gamma_{P_{\text{СК}}}$ – приведенная (к верхнему пределу измерений) погрешность канала измерения избыточного давления на входе СК, %;

P_b – верхний предел диапазона измерений канала вакуумметрического/избыточного давления установки, кПа;

P_n – нижний предел диапазона измерений канала вакуумметрического/избыточного давления установки, кПа.

$\gamma_{P_{\text{СЧ}}}$ – приведенная (к верхнему пределу измерений) погрешность канала измерения избыточного давления в поверяемом средстве измерений, %;

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

$\delta_{f\varphi}$ – относительная погрешность определения поправочного коэффициента на влажность воздуха, %;

δ_t – относительная погрешность измерения времени, %.

Относительную погрешность определения поправочного коэффициента на влажность воздуха $\delta_{f\varphi}$, %, определяют по формуле

$$\delta_{f\varphi} = \sqrt{(0,002)^2 \cdot \left(\frac{\Delta_{T_{\text{СК}}}}{273,15+t} \cdot 100\%\right)^2 + (0,004)^2 \cdot \left(\frac{\gamma_{P_a} \cdot P_{\text{ва}}}{P_a} \cdot 100\%\right)^2 + (0,002)^2 \cdot \left(\frac{\Delta_{\varphi}}{\varphi} \cdot 100\%\right)^2}, \quad (48)$$

где Δ_{φ} – абсолютная погрешность СИ относительной влажности из состава установки, %;

φ – относительная влажность воздуха, % (принимается равной минимальной относительной влажности воздуха при эксплуатации установок и составляет 30 %).

Результат поверки считают положительным, если Доверительные границы относительной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерения (воспроизведения) объемного расхода и объема газа не превышают $\pm 0,3\%$.

10.8 Производится проверка соответствия метрологических характеристик, определенных в разделе 10, с метрологическими характеристиками, приведенными в описании типа. При положительных результатах поверки по п. п. 10.1 – 10.7 установки считаются соответствующими, установленным метрологическим требованиям

В случае положительного результата поверки, установка соответствует требованиям, предъявляемым к эталонам 1 разряда 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 23 декабря 2022 г №3253; средствам измерений абсолютного давления в соответствии с государственной

проверочной схемой для средств измерений абсолютного давления в диапазоне 1·10·1·107 Па, утвержденной Приказом Росстандарта от 06 декабря 2019 № 2900; средствам измерений избыточного давления в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа, утвержденной Приказом Росстандарта от 20 октября 2022 г. №2653.

Результат считают положительным, если установка соответствует вышеуказанным требованиям.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

11.1. Результаты поверки оформляют протоколом произвольной формы.

11.2 Знак поверки наносится в паспорте и/или на свидетельство о поверке (при его наличии).

11.3 При положительных результатах поверки установку признают годной 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 по обеспечению единства измерений. При оформлении свидетельства о поверке и передаче сведений в информационный фонд по обеспечению единства измерений указывают, что установка соответствует эталону 1 разряда в соответствии с Приказом Росстандарта от 11 мая 2022 №1133.

11.4 При отрицательных результатах поверки установку к применению не допускают, по заявлению заказчика выдают извещение о непригодности с указанием причин в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации.