

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

«28» ноября

2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

УСТАНОВКИ ПОВЕРОЧНЫЕ УПСМ

Методика поверки
МП 1404-13-2022
с изменением № 1

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

Настоящая методика поверки распространяется на установки поверочные УПСМ (далее - установка) и устанавливает методику, объём и последовательность первичной поверки при выпуске из производства и после ремонта и периодической поверки в условиях эксплуатации.

Установки предназначены для воспроизведения заданного объемного расхода и объема газа, используются в качестве рабочего эталона 1-го разряда в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений объемного и массового расхода газа.

Установки применяются для поверки и калибровки счетчиков газа, преобразователей расхода газа, датчиков газа, а также расходомеров в диапазоне измерений установки.

В результате поверки при применении в качестве рабочего эталона 1-го разряда должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики установок

Наименование характеристики	Значение
Максимальное значение воспроизводимого объемного расхода воздуха в зависимости от варианта исполнения, м ³ /ч	20; 30; 50; 80; 200
Минимальное значение воспроизводимого объемного расхода воздуха в зависимости от варианта исполнения, м ³ /ч	0,003; 0,005; 0,01; 0,016; 0,02
Доверительные границы относительной погрешности воспроизведения объема и объемного расхода при доверительной вероятности 0,95, %	±0,3
Диапазон измерений каналов температуры, °C	от +10 до +30
Предел допускаемой абсолютной погрешности канала температуры, °C	±0,1

Таблица 1 (Измененная редакция, Изм. № 1)

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 № 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.

В ходе реализации данной методики поверки обеспечивается передача единицы температуры в соответствии с приказом Росстандарта от 23.12.2022 №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.

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции согласно таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

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

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от плюс 10 до плюс 30 °C;
- относительная влажность окружающего воздуха от 30 до 80%;
- абсолютное давление от 84 до 106,7 кПа.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

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

Работы по проведению поверки установки допускается проводить одному специалисту.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

Таблица 3 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Диапазон воспроизведения единиц объемного расхода газа от 0,003 до 16000 м ³ /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 в соответствии с Приказом Росстандарта от 11.05.2022 №1133,
10 Определение метрологических характеристик средства измерений	Диапазон воспроизводимых частот от 10 мГц до 5 МГц, пределы основной относительной погрешности $\pm 1 \cdot 10^{-4}$	Генератор сигналов специальной формы AWG-4105 (регистрационный № 53406-13)
	Диапазон измерения от минус 50 до плюс 250 °C с абсолютной погрешностью $\pm 0,04$ °C;	Термометр сопротивления платиновый вибропрочный эталонный ПТСВ-5-3 (регистрационный № 49400-12),
	Диапазон измерения от минус 200 до плюс 250 °C с абсолютной погрешностью $\pm (0,0035 + 10^{-5} \cdot t)$ °C;	Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ8.10 (регистрационный № 19736-11)
	Диапазон воспроизведения С температуры от минус 40 до плюс 100 °C, стабильность поддержания температуры $\pm 0,01$ °C	Термостат переливной прецизионный ТПП-1 (регистрационный № 33744-07)
	Диапазон измерения температуры от минус 40 до 155 °C. Пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,04$ °C, пределы допускаемой дополнительной погрешности от изменения температуры окружающей среды в диапазоне от 0 до 40 °C на 1 °C $\pm 0,0005$ %	Калибратор температуры серии ATC-R модели ATC156 исполнения В с внешним платиновым термометром сопротивления STS-100 А-901
<i>Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице</i>		

6 Требования(условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

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

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

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

7 Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре должно быть установлено:

- перечень применяемых в составе установки средств измерений должен соответствовать описанию типа установки;
- комплектность установки;
- отсутствие механических повреждений элементов конструкции установки, отсутствие ржавчины на элементах конструкции;
- отсутствие видимых разрушений и сколов на лакокрасочных и гальванических покрытиях деталей и агрегатов установки;
- отсутствие механических повреждений кабелей и соединительных трубопроводов.

При невыполнении одного из вышеуказанных условий, результаты поверки считаются отрицательными, дальнейшая поверка не проводится.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Установку представляют на поверку со следующими документами:

- свидетельство о последней поверке установки (при периодической поверке);
- сертификат калибровки на критические сопла (далее – КС), входящих в состав установки; калибровка КС должна быть выполнена с применением государственного первичного эталона единиц объемного и массового расходов газа ГЭТ 118-2017 в соответствии с утвержденной методикой калибровки;
- свидетельства о поверке средств измерений, входящих в состав установки;
- руководство по эксплуатации.

8.2 При подготовке к поверке выполняют следующие работы:

- проверку наличия действующих записей о поверке в ФИФОЕИ средств измерений, входящих в состав установки;
- проверку выполнения условий п.4 и п.5 настоящей методики;
- подготовку установки к работе согласно эксплуатационной документации.

8.3 Проверка герметичности измерительной магистрали установки

Запустить процедуру проверки герметичности из состава программного обеспечения установки и провести измерения в автоматическом режиме, при этом алгоритм проверки должен выполняться в следующей последовательности:

1) Закрываются клапаны на входе в верхний коллектор установки и на всех критических соплах кроме сопла с наименьшим расходом.

2) Включается вакуумный насос и при достижении перепада давления 5 кПа по показаниям датчика перепада давления, установленного в верхнем коллекторе установки, закрывается клапан сопла с наименьшим расходом и затем отключается вакуумный насос.

3) По истечении не менее 5 (пяти) минут фиксируется начальное значение перепада давления по показаниям датчика перепада давления, установленного в верхнем коллекторе установки. Начальное значение перепада давления должно быть не менее 4,5 кПа.

4) По истечении следующих 20 (двадцати) минут фиксируется конечное значение перепада давления по показаниям датчика перепада давления, установленного в верхнем коллекторе установки.

Установка считается герметичной, если алгоритм проверки герметичности выполняется в соответствии с вышеуказанной последовательностью, а изменение перепада давления за 20 минут не превышает 7 Па.

При опробовании проверяют выполнение критического режима истечения потока воздуха на КС и диапазон воспроизводимых установкой расходов.

Проверку выполняют на минимальном и максимальном воспроизводимых установкой расходах без установки поверяемого средства.

Запускают установку в режиме воспроизведения минимального объемного расхода путем открытия КС с наименьшим расходом и фиксируют величину разрежения по показаниям вакуумметра из состава установки.

Запускают установку в режиме воспроизведения максимального объемного расхода путем открытия набора КС, обеспечивающего наибольший расход и фиксируют величину разрежения по показаниям вакуумметра из состава установки.

Установка считается выдержавшей испытание, если:

- величина разрежения на минимальном и максимальном расходах составляет не менее 0,55 кгс/см²;

- наименьший объемный расход соответствует наименьшему расходу приведенному в паспорте на установку с допускаемым отклонением по сравнению с указанным в сертификате калибровки на критические сопла ± 5%;

- наибольший объемный расход соответствует наибольшему расходу приведенному в паспорте на установку с допускаемым отклонением по сравнению с указанным в сертификате калибровки на критические сопла ± 5%.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Для проверки идентификационных данных проверяются:

- контрольная сумма (Помощь/О программе); контрольные суммы можно дополнительно вычислить сторонним ПО по алгоритму MD5.

- идентификационное наименование ПО;
- номер версии (идентификационный номер) ПО;

Результаты поверки по данной операции считаются положительными, если полученные идентификационные данные ПО соответствуют идентификационным данным, указанным в описании типа.

10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение доверительных границ относительной погрешности воспроизведения объема и объемного расхода при доверительной вероятности 0,95

Проведение поверки отдельных измерительных каналов – возможно. Допускается проведение поверки каналов измерения температуры. Проведение поверки отдельных измерительных каналов осуществляется на основании письменного заявления владельца установки.

10.1.1 Определение относительной погрешности измерения времени

Подключить генератор сигналов специальной формы (далее – генератор) к импульсному входу установки для счетчиков. Установить на генераторе частоту следования импульсов 100 Гц, синусоидальной формы с амплитудой 8В.

В ПО установки задать режим поверки счётчика. Указать число ожидаемых импульсов с поверяемого счётчика не менее 10000 импульсов. Запустить поверку.

По окончании отсчёта заданного числа импульсов и получения значения отсчитанного числа импульсов и измеренного времени определить время прохождения импульсов с генератора $\tau_{\text{ген}}$, с, по формуле

$$\tau_{\text{ген}} = \frac{N}{f}, \quad (1)$$

где N – количество импульсов, заданное генератором;

f – частота следования импульсов, заданная генератором, Гц.

Вычислить относительную погрешность по каналу времени δ_τ , %, по формуле

$$\delta_\tau = \frac{(\tau_{\text{уст}} - \tau_{\text{ген}})}{\tau_{\text{ген}}} \cdot 100 \%, \quad (2)$$

где $t_{\text{уст}}$ – время по показаниям установки, с.

Повторить описанную операцию не менее трех раз.



Рисунок 1. Схема подключения при поверке канала измерения времени

10.1.2 Определение относительной погрешности по каналу измерения температуры

Установить в термостат термометр сопротивления установки и эталонный термометр. Задать последовательно значения температур $(15 \pm 1)^\circ\text{C}$; $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$; $(25 \pm 1)^\circ\text{C}$. Провести измерение температуры эталонным термометром и каналом температуры измеряемой среды.

Сравнить показания канала температуры измеряемой среды и показания эталонного термометра. Показания канала температуры измеряемой среды смотреть по показаниям на мониторе ПК.

Вычислить абсолютную погрешность канала температуры измеряемой среды ΔT , $^\circ\text{C}$, по формуле:

$$\Delta T = t_i - t_e, \quad (3)$$

где t_e – значение температуры, измеренное эталонным средством, $^\circ\text{C}$;

t_i – результат измерения температуры, отображенный на мониторе ПК, $^\circ\text{C}$.

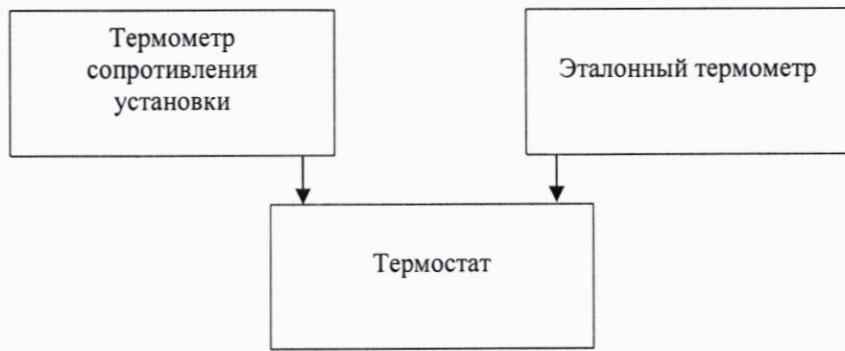


Рисунок 2. Схема подключения при поверке канала измерения температуры

Программное обеспечение установки имеет встроенную процедуру определения погрешности канала температуры измеряемой среды, с помощью которой автоматически вычисляется погрешность в заданной точке измерения и формируются протокол проведения поверки.

Абсолютная погрешность канала температуры измеряемой среды ΔT не должна превышать $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ ($\pm 0,1 \text{ K}$).

10.1.3 Доверительные границы относительной погрешности воспроизведения объема и объемного расхода при доверительной вероятности 0,95 $\delta_{\text{ЭУ}}$, %, определяют по формуле

$$\delta_{\text{ЭУ}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{\delta_{\text{КС}}^2}{4} + \frac{0,25\delta_T^2}{3} + \left(\frac{\Delta P}{P_a}\right)^2 \frac{\delta_{P_a}^2}{3} + \left(\frac{\Delta P_{\text{общ}}}{P_a}\right)^2 \frac{\delta_{\Delta P_{\text{общ}}}^2}{3} + \left(\frac{\Delta P_i}{P_a}\right)^2 \frac{\delta_{\Delta P_i}^2}{3} + \frac{\delta_{\tau}^2}{3} + \frac{\delta_{f\varphi}^2}{3}}, \quad (4)$$

где $\delta_{\text{КС}}$ – относительная расширенная неопределенность калибровки КС (определяют по сертификату о калибровке КС), %;

δ_T – относительная погрешность канала температуры измеряемой среды (определяют по формуле [5]), %;

δ_{P_a} – относительная погрешность канала атмосферного давления (определяют по формуле [6]), %;

$\delta_{\Delta P_{\text{общ}}}$ – относительная погрешность канала перепада давления между входом в критическое сопло и атмосферным давлением (определяют по формуле [7]), %;

$\delta_{\Delta P_i}$ – относительная погрешность канала перепада давления между атмосферным давлением и точкой отбора давления на i -м поверяемом счетчике (определяют по формуле [8]), %;

δ_{τ} – относительная погрешность канала времени (определяют по формуле [2]), %;

$\delta_{f\varphi}$ – относительная погрешность определения поправочного коэффициента на влажность воздуха (определяют по формуле [9]), %;

$\Delta P_{\text{общ}}$ – перепад давления между входом в критическое сопло и атмосферным давлением (в расчетах погрешности принимается равному 0,2 кПа при эксплуатации установки, при котором $\Delta P_{\text{общ}}$ вносит наибольший вклад), кПа;

ΔP_i – перепад давления между атмосферным давлением и точкой отбора давления на i -м поверяемом счетчике (в расчетах погрешности принимается равному 0,1 кПа при эксплуатации установки, при котором ΔP_i вносит наибольший вклад), кПа;

P_a – атмосферное давление воздуха (в расчетах погрешности принимается равному минимальному атмосферному давлению воздуха 84 кПа при эксплуатации установки, при котором P_a вносит наибольший вклад), кПа.

10.1.4 Относительную погрешность канала температуры измеряемой среды δ_T , %, определяют по формуле

$$\delta_T = \frac{\Delta T}{T} 100\%, \quad (5)$$

где ΔT – абсолютная погрешность канала температуры измеряемой среды (определяют по формуле [3]), К;

T – термодинамическая температура воздуха (в расчетах погрешности принимается равной минимальной температуре 288,15 К при эксплуатации установки, при которой T вносит наибольший вклад), К.

10.1.5 Относительную погрешность канала атмосферного давления δ_{P_a} , %, определяют по формуле

$$\delta_{P_a} = \frac{\gamma_{P_a} \cdot \text{ДИ}}{P_a}, \quad (6)$$

где γ_{P_a} – приведенная погрешность датчика давления, %;

ДИ – диапазон измерений датчика давления, кПа.

10.1.6 Относительную погрешность канала перепада давления между входом в критическое сопло и атмосферным давлением $\delta_{\Delta P_{общ}}$, %, определяют по формуле

$$\delta_{\Delta P_{общ}} = \frac{\gamma_{\Delta P_{общ}} \cdot \text{ДИ}}{\Delta P_{общ}}, \quad (7)$$

где $\gamma_{\Delta P_{общ}}$ – приведенная погрешность датчика давления, %;

ДИ – диапазон измерений датчика давления, кПа.

10.1.7 Относительную погрешность канала перепада давления между атмосферным давлением и точкой отбора давления на i -м поверяемом счетчике $\delta_{\Delta P_i}$, %, определяют по формуле

$$\delta_{\Delta P_i} = \frac{\gamma_{\Delta P_i} \cdot \text{ДИ}}{\Delta P_i}, \quad (8)$$

где $\gamma_{\Delta P_i}$ – приведенная погрешность датчика давления, %;

ДИ – диапазон измерений датчика давления, кПа.

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

$$\delta_{f\varphi} = \sqrt{(0,002)^2 \delta_T^2 + (0,004)^2 \delta_{P_a}^2 + (0,002)^2 \delta_\varphi^2}, \quad (9)$$

$$\delta_\varphi = \frac{\Delta_\varphi}{\varphi} 100\%, \quad (10)$$

где δ_φ – относительная погрешность канала относительной влажности измеряемой среды, %;

Δ_φ – абсолютная погрешность преобразователя относительной влажности измеряемой среды (для измерителя влажности и температуры ИВТМ-7 с преобразователем ИПВТ-03 $\Delta_\varphi = \pm 2\%$), %;

φ – относительная влажность измеряемой среды (принимается равной минимальной относительной влажности воздуха 30 % при эксплуатации установки, при которой φ вносит наибольший вклад), %.

10.1.9 Результаты поверки считаются положительными, если доверительные границы относительной погрешности воспроизведения объема и объемного расхода при доверительной вероятности 0,95 не превышает $\pm 0,3\%$.

10.2 Производится проверка соответствия метрологических характеристик, определенных в разделе 10 с метрологическими характеристиками, приведенными в таблице 1.

Результаты поверки считаются положительными если метрологические характеристики, полученные в разделе 10 соответствуют приведенным в таблице 1.

При проведении поверки в полном объеме производится проверка соответствия установки требованиям, предъявляемым к эталонам 1-го разряда в соответствии с Приказом Росстандарта от 11.05.2022 №1133 Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений объемного и массового расхода газа.

В случае положительного результата поверки, установка признается соответствующей рабочему эталону 1-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта №1133.

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 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-го разряда в соответствии с Приказом Росстандарта от 11.05.2022 №1133. При проведении поверки отдельных измерительных каналов, в свидетельстве указывается, что установка поверена в части определенных каналов.

11.4 Если установка по результатам поверки признана непригодной 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 по обеспечению единства измерений.