

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»

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора по развитию
А.С. Тайбинский
« 01 » октября 2020 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

УСТАНОВКИ ПОВЕРОЧНЫЕ УПСМ

Методика поверки
МП 1198-13-2020

Начальник отдела НИО-13

А.И. Горчев

Тел. отдела: (843)272-11-24

г. Казань
2020

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.

Интервал между поверками – 2 года.

1 Операции поверки

1.1 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	2	3	4
Подготовка к поверке	6	да	да
Внешний осмотр	7.1	да	да
Подтверждение соответствия программного обеспечения	7.2	да	да
Проверка герметичности измерительной магистрали установки	7.3	да	да
Опробование	7.4	да	да
Определение относительной погрешности воспроизведения объема и объемного расхода	7.5	да	да
Определение относительной погрешности воспроизведения объема и объемного расхода, приведенных к стандартным условиям	7.6	да	да
Оформление результатов поверки	8	да	да

2 Средства поверки

2.1 При проведении поверки применяют следующие средства поверки:

– 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 расхода газа от 0,003 до 16000 м³/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%.

– генератор сигналов специальной формы AWG-4105 (регистрационный № 53406-13), диапазон воспроизводимых частот от 10 МГц до 5 МГц, пределы основной относительной погрешности $\pm 1 \cdot 10^{-4}$;

– термометр сопротивления платиновый вибропрочный эталонный ПТСВ-5-3 (регистрационный № 49400-12), диапазон измерения от минус 50 до плюс 250 °С с абсолютной погрешностью $\pm 0,04$ °С;

- измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ8.10 (регистрационный № 19736-11), диапазон измерения от минус 200 до плюс 250 °С с абсолютной погрешностью $\pm(0,0035+10^{-5}\cdot t)$ °С;

- термостат LAUDA ECO RE 1050, диапазон воспроизведения температуры от минус 35 до плюс 80 °С, стабильность поддержания температуры 0,02 °С.

Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик, поверяемых СИ с требуемой точностью.

3 Требования к квалификации поверителей

К проведению поверки допускаются лица, имеющие соответствующую квалификацию, изучившие данную инструкцию, эксплуатационную документацию на установки, прошедшие инструктаж в установленном порядке.

4 Требования безопасности

4.1 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.

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

5 Условия поверки

5.1 В качестве поверочной среды используют воздух.

5.2 Поверку проводят при нормальных условиях измерений в соответствии с ГОСТ 8.395-80:

- температура окружающего воздуха, °С	20 ± 5
- относительная влажность окружающего воздуха, %	от 30 до 80
- атмосферное давление, кПа	от 84,0 до 106,7
- номинальное напряжение электропитания, В	400 ^{+10%} _{-15%} / 230 ^{+10%} _{-15%}
- номинальная частота питающей сети, Гц	50±1
- разность температур окружающего воздуха и поверочной среды, °С не более	0,5
- скорость изменения температуры окружающего воздуха и поверочной среды, °С/ч, не более	1

6 Подготовка к поверке

6.1 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.

6.2 При подготовке к поверке выполняют следующие работы:

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

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

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.

7.2 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.

7.3 Опробование

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 составляет не более 0,003 м³/ч, а наибольший не менее 50 м³/ч.

Подтверждение соответствия программного обеспечения (далее – ПО)

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.

7.4 Определение относительной погрешности воспроизведения объема и объемного расхода

7.4.1 Подключить генератор сигналов специальной формы AWG-4105 (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

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

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

Повторить описанную операцию не менее трех раз.

7.4.2 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:

$$\Delta T = t_n - t_э, \quad (3)$$

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

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

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 $\pm 0,1^\circ\text{C}$ ($\pm 0,1\text{ K}$).

7.4.3 Определить относительную погрешность воспроизведения объема и объемного расхода $\delta_{эу}$, %, по формуле

$$\delta_{эу} = \sqrt{\delta_{кс}^2 + 0,25\delta_T^2 + \left(\frac{\Delta P}{Pa}\right)^2 \delta_{Pa}^2 + \left(\frac{\Delta P_{общ}}{Pa}\right)^2 \delta_{\Delta P_{общ}}^2 + \left(\frac{\Delta P_i}{Pa}\right)^2 \delta_{\Delta P_i}^2 + \delta_\tau^2 + \delta_{f\varphi}^2}, \quad (4)$$

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

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

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

$\delta_{\Delta P_{общ}}$ – 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]), %;

$\Delta P_{общ}$ – перепад давления между входом в критическое сопло и атмосферным давлением (в расчетах погрешности принимается равному $0,2\text{ кПа}$ при эксплуатации установки, при котором $\Delta P_{общ}$ 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 $0,1\text{ кПа}$ 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.

7.4.3.1 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.

7.4.3.2 Относительную погрешность канала атмосферного давления δ_{Pa} , %, определяют по формуле

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

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

ДИ – диапазон измерений датчика давления, кПа.

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

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

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

ДИ – диапазон измерений датчика давления, кПа.

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

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

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

ДИ – диапазон измерений датчика давления, кПа.

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

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

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

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

$\Delta \varphi$ – 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), %.

Результаты поверки считаются положительными, если относительная погрешность воспроизведения объемного расхода и объема $\delta_{\Sigma y}$ не превышает $\pm 0,3\%$.

7.5 Определение относительной погрешности воспроизведения объема и объемного расхода, приведенных к стандартным условиям

Определить относительную погрешность воспроизведения объема и объемного расхода, приведенных к стандартным условиям $\delta_{\Sigma y}^C$, %, по формуле

$$\delta_{\Sigma y}^C = \sqrt{\delta_{\Sigma y}^2 + \delta_T^2 + \delta_{Pa}^2 + \left(\frac{\Delta P_{\text{общ}}}{Pa}\right)^2 \delta_{\Delta P_{\text{общ}}}^2 + \left(\frac{\Delta P_i}{Pa}\right)^2 \delta_{\Delta P_i}^2} \quad (11)$$

Результаты поверки считаются положительными, если относительная погрешность воспроизведения объемного расхода и объема, приведенных к стандартным условиям, $\delta_{\Sigma y}^C$ не превышает $\pm 0,3\%$.

8 Оформление результатов поверки

8.1 Результаты поверки заносят в протокол произвольной формы.

8.2 Положительные результаты поверки оформляют свидетельством в соответствии с действующей на данный момент нормативной документацией. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

8.3 При отрицательных результатах поверки установки не допускают к применению и выполняют процедуры, предусмотренные «Порядком проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке», утвержденным Приказом Минпромторга России №1815 от 02 июля 2015 года.