

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 по
развитию

А. С. Тайбинский

2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

УСТАНОВКИ ПОВЕРОЧНЫЕ СПУ-7

Методика поверки
МП 1359-13-2021

Начальник отдела ИИО-13

А.И. Горчев

Тел. отдела: (843)272-11-24

Казань
2021

1 Общие положения

Настоящий документ распространяется на установки поверочные СПУ-7 (далее - установки) и устанавливает последовательность и методику их первичных и периодических проверок.

Установки предназначены для воспроизведения и измерения объемного расхода и объема газа.

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.

В ходе реализации данной методики поверки обеспечивается передача единицы времени в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной Приказом Росстандарта от 31.07.2018 №1621 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты», подтверждающая прослеживаемость к Государственному первичному эталону единиц времени, частоты и национальной шкалы времени ГЭТ 1-2018 методом непосредственного сличения.

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	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 средства измерений	10	Да	Да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	11	Да	Да
Оформление результатов поверки	12	Да	Да

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от плюс 10 до плюс 30 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха до 80%;
- атмосферное давление от 740 до 760 мм рт.ст.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускаются лица, изучившие данную методику, эксплуатационную документацию на установки.

Работы по проведению поверки установки допускается проводить одному специалисту.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки применяют средства поверки, приведенные в таблице 2.
Таблица 2

Наименование средства поверки	Метрологические требования
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 0,0003 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%.
Термогигрометр Ива-6Н-Д, регистрационный № 46434-11.	Диапазон измерения относительной влажности от 0 до 98 %, абсолютная погрешность в диапазоне от 0 до 90 % ±2,0 %, диапазон измерения температуры от минус 20 до плюс 60 °С, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения температуры ±0,3 °С, пределы допускаемой дополнительной погрешности измерения температуры не более ±0,1% на 1 °С.
Секундомер электронный с таймерным выходом СТЦ-2М, регистрационный номер 39151-08.	Диапазон измерений 0,0001- 9999,99 с. Предел допускаемой абсолютной погрешности измерения ±(15*10 ⁻⁶ *Т) с.
Калибратор многофункциональный МСх-Р модификации МС5-Р, регистрационный № 22237-08	Диапазон воспроизведения импульсов от 0 до 9999999 имп., без потери импульсов, кроме импульсов «старт-стоп», диапазон воспроизведений сигналов синусоидальной и прямоугольной формы от 0,0028 Гц до 50 кГц, пределы допускаемой относительной погрешности ±0,01%.

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

6 Требования(условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

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

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

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

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1.1 Перед проведением внешнего осмотра установки должно быть установлено наличие следующей документации:

- 1) свидетельство о поверке установки (при наличии), запись о проведенной поверке в информационном фонде по обеспечению единства измерений при периодической поверке;
- 2) свидетельства о поверке на измеритель влажности и температуры (при наличии), запись о проведенной поверке в информационном фонде по обеспечению единства измерений;
- 3) сертификат калибровки на расходомеры газа; калибровка расходомеров газа должна быть выполнена с применением государственного первичного эталона единиц объемного и массового расходов газа ГЭТ 118-2017 в соответствии с утвержденной методикой калибровки;
- 4) паспорт;
- 5) руководство по эксплуатации.

7.1.2 При внешнем осмотре должно быть установлено:

- соответствие комплектности установки;
- отсутствие механических повреждений элементов конструкции установки, отсутствию 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;
- отсутствие визуально обнаруживаемых дефектов (в виде забоин, раковин, уступов) и загрязнений.

При несоответствии установки указанным требованиям дальнейшая поверка не проводится, результат считается отрицательным.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 При подготовке к поверке выполняют следующие работы:

- проверку выполнения условий п.3 и п.4 настоящей методики;
- подготовку установки к работе согласно эксплуатационной документации.

8.2 Опробование

При опробовании установку проверяют вместе с установленным на ней расходомерами газа.

Включают установку и руководствуясь эксплуатационной документацией проверяют:

- возможность регулировки объемного расхода;
- наличие показаний СИ температуры, влажности и давления на линиях эталонных расходомеров и поверяемого счетчика,
- индикацию отсчета времени поверки и наличия импульсов от эталонного расходомера;
- наличие возможности задания цены импульса (полином) поверяемого СИ и количества импульсов для выполнения операции поверки;
- измерение установкой контрольного объема воздуха эталонным расходомером и его индикация на мониторе ПЭВМ.

Согласно руководству по эксплуатации на установку устанавливают поочередно минимальный и максимальный расход с последующей регистрацией значений расхода, отображаемых на мониторе ПЭВМ.

Установка считается выдержавшей испытание, если:

- нижний предел воспроизведения объемного расхода составляет не более $0,04 \text{ м}^3/\text{ч}$;
- верхний предел воспроизведения объемного расхода составляет не менее $5000 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Установка считается выдержавшей испытание, если выполняются вышеперечисленные функции.

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 программного обеспечения в основном меню программы нужно выбрать вкладку «помощь», затем пункт «о программе».

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

10.1 Проверка герметичности измерительной магистрали установки

Проверке герметичности подвергается участок от входа в измерительную магистраль до запорных кранов, установленных в линиях после эталонных преобразователей.

Проверка проводится для линий малых расходов и линий высоких расходов.

При проверке герметичности установки используют показания преобразователя давления, предназначенного для измерения перепада давления на эталонном расходомере наибольшего диаметра на линии высоких расходов и перепада давления на эталонном расходомере наименьшего диаметра на линии высоких расходов.

На входе в измерительную магистраль устанавливается заглушка. Включают воздушную подушку и при достижении перепада давления 2500 Па по показаниям преобразователя давления закрывают кран после эталонного расходомера.

Выдерживают 10 минут для термостабилизации.

По истечении не менее 10 минут фиксируются начальные значения давления P_n , Па. Начальное значение давления должно быть не более 2500 Па для линии малых расходов, не менее 2500 Па для линии высоких расходов. По истечении следующих 10 минут фиксируется конечное значение давления P_k , Па. Установка считается герметичной, если выполняется условие

$$P_k - P_n = P_{атм} \cdot \tau \cdot \frac{Q_{\min} \cdot \delta_{уст}}{V_{уч} \cdot 60 \cdot 800}, \quad (1)$$

где τ – время измерений, мин;

Q_{\min} – наименьший объемный расход, воспроизводимый установкой, м³/ч;

$V_{уч}$ – внутренний объем участка, подвергаемого проверки на герметичность;

$P_{атм}$ – атмосферное давление в начале проверки, Па;

$\delta_{уст}$ – относительная погрешность установки, %.

10.2 Определение метрологических характеристик установки

Проведение поверки отдельных измерительных каналов – возможно. Допускается проведение поверки каналов измерения количества импульсов и времени. Проведение поверки отдельных измерительных каналов осуществляется на основании письменного заявления владельца установки.

10.2.1 Перед проведением поверки по данному пункту проверяется наличие сертификатов калибровки на эталонные расходомеры. Калибровка должна быть выполнена на Государственном первичном эталоне единиц объемного и массового расходов газа ГЭТ 118-2017 в соответствии с утвержденной методикой калибровки.

Результаты поверки считаются положительными если значения поправочных коэффициентов в программном обеспечении установки и указанные в сертификатах калибровки эталонных счетчиков – совпадают. Относительная расширенная неопределенность результатов калибровки не превышает 0,3%.

Доверительные границы относительной погрешности воспроизведения объемного расхода газа определяется по формуле

$$\Delta_{\Sigma, \bar{Q}} = \pm K_{\Sigma} S_{\bar{Q}, \Sigma}, \quad (2)$$

где K_{Σ} – коэффициент, определяемый доверительной вероятностью P и отношением случайной погрешностей и НСП;

$S_{\bar{Q}, \Sigma}$ – суммарное СКО воспроизведения объемного расхода.

Значение K_{Σ} определяется по формуле

$$K_{\Sigma} = \frac{(t \cdot S_{\bar{Q}} + \theta_{\bar{Q}})}{(S_{\bar{Q}} + S_{\theta_{\bar{Q}}})}, \quad (3)$$

где t – коэффициент Стьюдента, равный 2,2 при $P=0,95\%$;

$\theta_{\bar{Q}}$ – неисключенная систематическая погрешность.

10.2.2 Определение среднеквадратического отклонения (далее – СКО) воспроизведения расхода для значений расхода 0,04; 1; 10; 100; 1000; 3000; 5000 м³/ч.

Определение СКО производится через интегрированную в программное обеспечение СПУ-7 форму проверки “Проверка СКО эталонов”. После задания соответствующего расхода производят выдержку не менее 1 минуты и с помощью ПО автоматически регистрируются 11 значений расхода, в течении 100 секунд через равные промежутки времени.

Среднеквадратическое отклонение воспроизведения расхода определяют по формуле

$$S_{\bar{Q}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Q_{ij} - \bar{Q}_{cpj})^2}{10}} \cdot 100\%; \quad (4)$$

$$\bar{Q}_{cpj} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_{ij}}{11}, \quad (5)$$

где Q_{ij} – считанные значения объемного расхода с ПО при j -ом заданном расходе, м³/ч.

$$S_{\theta_{\bar{Q}}} = \sqrt{\frac{\theta_{\bar{Q}}^2}{3}}; \quad (6)$$

Значение $S_{\bar{Q}, \Sigma}$ определяется по формуле

$$S_{\bar{Q}, \Sigma} = \sqrt{S_{\bar{Q}}^2 + S_{\theta_{\bar{Q}}}^2}; \quad (7)$$

10.2.3 Определение относительной погрешности измерения количества импульсов

Определение метрологических характеристик каналов измерений количества импульсов проводят методом сравнения результата вычисления объема воздуха, выполненного блоком обработки информации эталона, при подаче на его вход при помощи калибратора заданного количества импульсов.

Для этого в блок обработки информации вносят значение коэффициента преобразования счетчика K , равное 1 имп/м³. С помощью генератора импульсов задают на вход счетного модуля эталона не менее 5000 импульсов с частотой следования импульсов 100 Гц и считывают вычисленное значение объема V_j блоком обработки информации эталона. Операцию проводят не менее 7 раз.

Значение заданного объема V_α определяют по формуле

$$V_\alpha = \frac{N_\alpha}{K}, \text{ м}^3 \quad (8)$$

где N_α – заданное количество импульсов;

По полученным значениям объема вычисляют среднее арифметическое значение объема \bar{V}_j по формуле

$$\bar{V}_j = \frac{\sum_{i=1}^n V_i}{n}, \text{ м}^3 \quad (9)$$

где V_i – значение объема, вычисленное блоком обработки информации эталона при i -м измерении, м^3 ;

n – количество измерений.

Определяют относительную погрешность вычисленного значения объема δ_{V_j} по формуле

$$\delta_{V_j} = \frac{(\bar{V}_j - V_\alpha)}{V_\alpha} \cdot 100\%, \% \quad (10)$$

Результат поверки считается положительным, если значение относительной погрешности измерения количества импульсов не превышает $\pm 0,02\%$

10.2.4 Определение погрешности измерений времени

Определяют погрешность интегрирования объемного расхода (объема) по времени в следующей последовательности:

– к импульсному входу установки, в соответствии с руководством по эксплуатации подключают блок синхронизации;

– к блоку синхронизации подключается СТЦ-2М;

– в программное обеспечение управления блоком синхронизации вводят настройки длительности временных интервалов в секундах;

– с помощью СТЦ-2М определяют время прохождения заданных блоком синхронизации импульсов, τ_{0ij} , с.

– считывают с дисплея компьютера автоматизированного рабочего места время прохождения импульсов, измеренное установкой, τ_{ij} , с.

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

$$\delta_\tau = \frac{\tau_{ij} - \tau_{0ij}}{\tau_{0ij}} \cdot 100\%, \quad (11)$$

τ_{ij} - время прохождения импульсов, измеренное установкой, с;

τ_{0ij} - время прохождения импульсов, измеренное СТЦ-2М, с.

Результаты определения относительной погрешности интегрирования объемного расхода (объема) по времени считают положительными, если относительная погрешность не превышает $\pm 0,05\%$;

10.2.5 Определение метрологических характеристик каналов измерения температуры рабочей среды.

Определение метрологических характеристик каналов измерения температуры рабочей среды проводят путем проверки наличия свидетельств о поверке (при наличии) и сведений о

поверке в информационном фонде на средства измерений температуры входящие в состав установки.

10.2.6 Определение метрологических характеристик каналов измерения давления рабочей среды.

Определение метрологических характеристик каналов измерения давления рабочей среды проводят путем проверки наличия свидетельств о поверке (при наличии) и сведений о поверке в информационном фонде на средства измерений давления входящие в состав установки.

10.2.7 НСП установки определяют по формуле

$$\theta_{\bar{Q}} = \sqrt{\left(U_Q \right)^2 + \left(\frac{P_{atm} - \Delta P_r}{P_{atm}} \right)^2 * \left(\left(\frac{\gamma \Delta P_r * P_{max}}{\Delta P_r} \right)^2 + \left(\frac{\Delta P_{r \text{ абс}}}{P_{atm}} * 100\% \right)^2 \right)^2 + \left(\frac{P_{atm} - \Delta P_m}{P_{atm}} \right)^2 + \left(\left(\frac{\gamma \Delta P_m * P_{max}}{\Delta P_m} \right)^2 + \left(\frac{\Delta P_{m \text{ абс}}}{P_{atm}} * 100\% \right)^2 \right)^2 + \left(\frac{\Delta T_r}{273,15 + T_{\text{мин}}} * 100\% \right)^2 + \left(\frac{\Delta T_m}{273,15 + T_{\text{мин}}} * 100\% \right)^2 + \delta f^2 + \delta \tau^2} \quad (12)$$

где U_Q – расширенная неопределенность измерения объема и объемного расхода эталонными расходомерами из состава установки, по сертификату калибровки счетчиков на ГЭТ 118-2017, %;

P_{atm} – минимальное значение атмосферного давления при эксплуатации, кПа;

P_{max} – максимальный измеряемый перепад давления при эксплуатации, кПа;

$T_{\text{мин}}$ – минимальная измеряемая температура при эксплуатации, °С;

ΔP_r – значение перепада давления на эталонном расходомере, кПа;

ΔP_m – значение перепада давления на поверяемом счетчике, кПа;

$\gamma \Delta P_r$ – приведенная погрешность измерений перепада давления на эталонном расходомере, %;

$\gamma \Delta P_m$ – приведенная погрешность измерений перепада давления на поверяемом счетчике, %;

$\Delta P_{r \text{ абс}}$ – абсолютная погрешность измерений абсолютного давления на эталонном расходомере, кПа;

$\Delta P_{m \text{ абс}}$ – абсолютная погрешность измерений абсолютного давления на поверяемом счетчике, кПа;

ΔT_m – абсолютная погрешность измерений температуры на эталонном расходомере, °С;

ΔT_r – абсолютная погрешность измерений температуры на поверяемом счетчике, °С;

δf – относительная погрешность измерений количества импульсов, %;

$\delta \tau$ – относительная погрешность измерений времени, %;

10.2.8 Установка считается выдержавшей испытание, если значение доверительных границ относительной погрешности воспроизведения объемного расхода газа $\Delta_{\Sigma, \bar{Q}}$ не превышает $\pm 0,33\%$.

Результаты поверки считаются положительными, если значение относительной погрешности при воспроизведения объемного расхода и объема не превышает $\pm 0,33\%$.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

Производится проверка соответствия метрологических характеристик, определенных в разделе «Определение метрологических характеристик» с метрологическими характеристикам, приведенными в описании типа.

Результаты поверки считаются положительными если метрологические характеристики полученные в п.10 соответствуют приведенным в описании типа.

Производится проверка соответствия установки требованиям, предъявляемым к эталонам 1-го разряда в соответствии с Приказом Росстандарта от 29.12.2018 г. № 2825 Об

утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений объемного и массового расхода газа и требованиям, предъявляемым к средствам измерений в соответствии с Приказом Росстандарта от 31.07.2018 № 1621 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты».

Результаты поверки считаются положительными если установка соответствует требованиям, предъявляемым к эталону 1-го разряда в соответствии с Приказом Росстандарта от 29.12.2018 г. № 2825 и относительная погрешность воспроизведения объема и объемного расхода при доверительной вероятности 0,95 не превышает $\pm 0,33 \%$ и соответствует требованиям, предъявляемым к средствам измерений в соответствии с Приказом Росстандарта от 31.07.2018 № 1621 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты» и пределы допускаемой относительной погрешности измерения времени не превышают $\pm 0,05\%$.

В случае проведения поверки отдельных измерительных каналов измерения времени и количества импульсов проводится проверка на соответствии только Приказа Росстандарта от 31.07.2018 № 1621.

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 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. При оформлении свидетельства о поверке и передаче сведений в информационный фонд указывают, что установка соответствует эталону 1-го разряда в соответствии с Приказом Росстандарта от 29.12.2018 г. № 2825. При проведении поверки отдельных измерительных каналов, в свидетельстве указывается, что установка поверена в части определенных каналов.

12.4 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.