

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ РАСХОДОМЕТРИИ –
ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИТАРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ
им. Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА»
ВНИИР – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

СОГЛАСОВАНО

И.о. директора филиала

А. С. Тайбинский



августа 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

УСТАНОВКИ ПОВЕРОЧНЫЕ СПУ-5

Методика поверки
МП 1352-13-2021

Начальник отдела ЦИО-13

А.И. Горчев
Тел. отдела: (843)272-11-24

г. Казань
2021 г.

РАЗРАБОТАНА ВНИИР – филиалом ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»
ООО НПО «Турбулентность - ДОН»

УТВЕРЖДЕНА ВНИИР – филиалом ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

1 Общие положения

Настоящая методика распространяется на установки поверочные СПУ-5 (далее установки) и устанавливает последовательность и методику их первичной и периодической поверок.

Установки предназначены для воспроизведения единицы объемного расхода и объема газа при поверке счетчиков газа и ротаметров.

Интервал между поверками – 2 года.

В ходе реализации данной методики поверки должна быть обеспечена прослеживаемость к Государственному первичному эталону единиц объемного и массового расходов газа ГЭТ 118-2017 в соответствии с Приказом Росстандарта от 29.12.2018 г. № 2825 Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений объемного и массового расхода газа методом непосредственного сличения.

Проведение поверки для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений не предусматривается

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Подготовка к поверке	7	да	да
Внешний осмотр	8.1	да	да
Проверка герметичности	8.2	да	да
Опробование	8.3	да	да
Определение метрологических характеристик установки	8.4	да	да
Оформление результатов поверки	9	да	да

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от плюс 10 °С до плюс 30 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха от 30 до 80%;
- атмосферное давление от 84 до 106,4 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

5.1 При поверке установки должны быть применены средства поверки, приведенные в таблице 2.

Таблица 2. Средства поверки

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%.
Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7, (регистрационный номер 71394-18);	Диапазон измерений относительной влажности от 0 % до 99 %, диапазон измерений температуры от минус 20 °С до 60 °С, диапазон измерений давления от 630 мм.рт.ст. до 790 мм.рт.ст
Рабочий эталон температуры 3-го разряда в соответствии с поверочной схемой ГОСТ 8.558-2009	В диапазоне температур от минус 50 до плюс 500 °С
Рабочий эталон давления 3-го разряда в соответствии с ГОСТ Р 8.840-2013	в диапазоне измерения давления до 1 МПа
Секундомер электронный с таймерным выходом СТЦ-2М, (регистрационный номер 65349-16)	Диапазон измерений времени от 0,0001 до 86399с, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 15 \cdot 10^{-6}$ с

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

- 1) наличие записи в едином информационном фонде о поверке установки и свидетельство о поверке (при периодической поверке при наличии);
- 2) наличие записи в едином информационном фонде о поверке всех средств измерений, входящих в состав установки и свидетельства о поверке (при наличии);
- 3) сертификат калибровки на критические сопла (далее – КС); 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;
- 4) паспорт;
- 5) руководство по эксплуатации.

7.2 При внешнем осмотре устанавливают соответствие установки следующим требованиям:

- Комплектность установки должна соответствовать комплектности, указанной в эксплуатационной документации на установку.
- Видимые повреждения и механические дефекты элементов конструкции установки, ржавчины на элементах конструкции, должны отсутствовать.
- Видимые разрушения и сколы на лакокрасочных и гальванических покрытиях деталей и агрегатов установки должны отсутствовать.
- Механические повреждения кабелей и соединительных трубопроводов должны отсутствовать.
- Маркировочные данные установки должны быть четкими и соответствовать требованиям эксплуатационной документации.

По результатам внешнего осмотра делают отметку в протоколе поверки произвольной формы.

Установка, не удовлетворяющая перечисленным требованиям, дальнейшей поверке не подлежит.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Перед проведением поверки установки проверяется наличие записей в информационном фонде о поверке средств измерений входящих в состав установки.

8.2 При подготовке к поверке выполняют следующие работы:

- проверку выполнения условий п.5 и п.6 настоящей методики;
- подготовку установки к работе согласно эксплуатационной документации.

8.3 Опробование

Проверка выполнения функциональных возможностей установки и диапазона воспроизведения объемного расхода

Запускают установку в режиме воспроизведения объемного расхода воздуха в диапазоне от минимального до максимального значений расходов установки в соответствии с руководством по эксплуатации установки. Проверяют значения разрежения за критическими соплами. Проверяют наличие показаний на дисплее автоматизированного рабочего места оператора по каналам измерения давления, перепада давления, температуры, влажности.

Для проверки выполнения критического режима измерений необходимо выполнить следующие операции:

- а) с помощью ПО включить сопло, соответствующее максимальному воспроизводимому расходу установки;
- б) снять заглушку на входе в установку;
- в) включить вакуумный насос;
- г) после установления стационарного режима зарегистрировать показания датчиков давления, установленных до и после эталонного сопла;
- д) рассчитать отношение

$$E = \frac{P_{вх}}{P_{вых}}, \quad (1)$$

- где $P_{вх}$ – показания абсолютного давления, на участке до эталонного сопла, кПа;
 $P_{вых}$ – показания абсолютного давления, на участке после эталонного сопла, кПа.
Повторить процедуру для наименьшего расхода;
Результаты считаются положительными, если
- выполняется условие $E \geq 1,25$.

- наименьший и наибольший объемный расход соответствует значениям, указанным в эксплуатационной документации (паспорт).

Результаты проверки выполнения функциональных возможностей установки и диапазона воспроизведения объемного расхода считают положительными, если:

- на дисплее автоматизированного рабочего места оператора отсутствует индикация ошибок;

- показания значений давления, перепада давления, температуры установки изменяются и находятся внутри диапазонов измерений;

- установка обеспечивает воспроизведение объемного расхода воздуха в диапазоне от минимального до максимального значений, указанных в паспорте;

По результатам опробования делают отметку в протоколе поверки.

Установка, не выдержавшая проверку, дальнейшей поверке не подлежит.

8.4 Проверка соответствия программного обеспечения:

В соответствии с эксплуатационной документацией на установку проверить данные (вкладка «Справка - о программе»):

- идентификационное наименование ПО;

- номер версии (идентификационный номер) ПО;

- цифровой идентификатор (контрольная сумма) ПО.

Результат подтверждения соответствия ПО считается положительным, если полученные идентификационные данные ПО расходомера соответствуют указанным в описании типа.

9. Определение метрологических характеристик средства измерений

9.1 Проверка герметичности

Проверку герметичности установки производят в соответствии с эксплуатационной документацией (раздел «Проверка герметичности») в автоматическом режиме с помощью встроенной утилиты «проверка герметичности».

Перед началом проверки герметичности заглушают проверяемый входной участок установки (к которому подключаются проверяемые средства измерений).

При этом выбирается входная линия, участвующая в проверке герметичности, включается вакуумный насос и при достижении заданного в программном обеспечении перепада давления, закрывается запорная арматура используемых линий и затем отключается насос. По истечении введенного значения времени стабилизации (по умолчанию 5 минут) в автоматическом режиме фиксируется начальное значение перепада давления по показаниям канала перепада давления, которое должно составлять от 3 до 5 кПа. По истечении настроенного значения времени измерения (по умолчанию 3 минуты) фиксируется конечное значение перепада давления по показаниям канала перепада давления.

Установка считается герметичной, если выполняется условие:

$$|dP_n - dP_k| \leq dP_n \cdot t \cdot \frac{Q_{min}}{V_{уч} \cdot 60} \cdot \frac{1}{8} \cdot \frac{\delta_{уст}}{100\%} \quad (2)$$

где dP_n – начальное значение перепада давления, Па

dP_k – конечное значение перепада давления, Па

t – время измерений, мин;

Q_{min} – наименьший объемный расход, воспроизводимый установкой, указанный в паспорте, м³/ч;

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

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

По результатам проверки герметичности делают отметку в протоколе поверки.

Установка, не выдержавшая проверку, дальнейшей поверке не подлежит.

9.2 Определение метрологических характеристик установки

9.2.1 Определение доверительных границ относительной погрешности при измерении объема (объемного расхода) воздуха относительной погрешности установки при воспроизведении объемного расхода и объема газа:

$$\begin{aligned} \delta_{QC} &= \sqrt{Up(Q_{V20,60})^2 + 0,25 \cdot \left(\frac{\Delta_T}{273,15 + T_{мин}} \cdot 100\% \right)^2 + \left(\frac{\Delta_{P_{абс}}}{P_{атм}} \cdot 100\% \right)^2 \cdot \left(\frac{\Delta P_{сч}}{P_{атм}} \right)^2 +} \\ &= \sqrt{\left(\frac{\Delta_{\Delta P_{con}}}{\Delta P_{con}} \cdot 100\% \right)^2 \cdot \left(\frac{\Delta P_{con}}{P_{атм}^2} \right)^2 + \left(\frac{\Delta_{\Delta P_{сч}}}{\Delta P_{сч}} \cdot 100\% \right)^2 \cdot \left(\frac{\Delta P_{сч}}{P_{атм}} \right)^2 + \delta_{K\phi}^2 + \delta_{\tau_0}^2} \\ &= \sqrt{Up(Q_{V20,60})^2 + 0,25 \cdot \left(\frac{\Delta_T}{273,15 + T_{мин}} \cdot 100\% \right)^2 + \left(\frac{\Delta P_{сч} \cdot \Delta_{P_{абс}}}{P_{атм}^2} \cdot 100\% \right)^2 +} \\ &= \sqrt{\left(\frac{\Delta_{\Delta P_{con}}}{P_{атм}^2} \cdot 100\% \right)^2 + \left(\frac{\Delta_{\Delta P_{сч}}}{P_{атм}} \cdot 100\% \right)^2 + \delta_{K\phi}^2 + \delta_{\tau_0}^2} \end{aligned} \quad (3)$$

- где $Up(Q_{V20,60})$ – расширенная неопределенность калибровки критических сопел в соответствии с сертификатом калибровки, %;
- Δ_T – абсолютная погрешность канала измерения температуры, °C;
- $T_{мин}$ – минимальная измеряемая температура воздуха при эксплуатации, °C;
- $\Delta_{P_{абс}}$ – абсолютная погрешность канала абсолютного давления, кПа;
- $P_{атм}$ – минимальное значение атмосферного давления при эксплуатации, кПа;
- $\Delta P_{сч}$ – перепада давления перед поверяемым средством измерений, кПа;
- ΔP_{con} – перепада давления перед соплами, кПа;
- $\Delta_{\Delta P_{con}}$ – абсолютная погрешность канала перепада давления перед соплами, кПа;
- $\Delta_{\Delta P_{сч}}$ – абсолютная погрешность канала перепада давления на поверяемом средстве измерений, кПа;
- $\delta_{K\phi}$ – относительная погрешность коэффициента, учитывающего влажность воздуха, %;
- δ_{τ_0} – относительная погрешность интегрирования объемного расхода (объема) по времени, %.

9.2.2 Определение абсолютной погрешности каналов абсолютного давления, перепада давления, вакуумметрического давления

Подключают измерительные преобразователи каналов абсолютного давления, вакуумметрического давления или перепада давления к эталону давления. Погрешность при измерении давления определяют не менее чем при пяти значениях измеряемого давления, соответствующих 0 %, 25 %, 50 %, 75 %, 100 % диапазона измерений канала с допуском отклонением не более 5 %. При каждом экспериментальном определении значений погрешности в каждой из поверяемых точек при изменениях входной измеряемой величины от меньших значений к большим (прямой ход) и от больших значений к меньшим (обратный ход) проводят не менее одного измерения.

Перед определением абсолютной погрешности каналов абсолютного давления, вакуумметрического давления, перепада давления при обратном ходе измерительный преобразователь выдерживают в течение 1 минуты при верхнем пределе диапазона

измерений.

Погрешность определяют при значении измеряемой величины, полученном при приближении к нему как со стороны меньших значений (при прямом ходе), так и со стороны больших значений (при обратном ходе).

Рассчитывают абсолютную погрешность каналов абсолютного давления $\Delta_{P_{абс}}$ и перепада давления перед соплами установки $\Delta_{P_{con}}$, а также каналов вакуумметрического давления, кПа, при каждом измерении по формуле 4:

$$\Delta_p = P_{изм} - P_{эт}, \quad (4)$$

где $P_{изм}$ – значение давления, измеренное каналом абсолютного давления, вакуумметрического давления или перепада давления, кПа;
 $P_{эт}$ – значение давления, измеренное эталоном, кПа.

Результаты определения абсолютной погрешности каналов абсолютного давления, перепада давления, вакуумметрического давления считают положительными, если значение абсолютной погрешности при каждом измерении не превысило: $\pm 0,240$ кПа для каналов абсолютного давления, $\pm 0,025$ кПа для каналов перепада давления, $\pm 0,5$ кПа для каналов вакуумметрического давления.

9.2.3 Определение абсолютной погрешности каналов температуры

Проводят демонтаж первичных преобразователей температуры установки и погружают их в термостат. Температуру задают с помощью термостата. Перед каждым измерением выдерживают время, обеспечивающее стабилизацию показаний эталона температуры и установки.

Абсолютную погрешность канала температуры определяют при следующих значениях температуры: $(10+1)$ °С, (20 ± 1) °С, $(30-1)$ °С.

Рассчитывают абсолютную погрешность при измерении температуры Δ_T , °С, при каждом измерении по формуле 5:

$$\Delta_T = T_{изм} - T_{эт}, \quad (5)$$

где $T_{изм}$ – значение температуры, измеренное каналом температуры, °С;
 $T_{эт}$ – значение температуры, измеренное эталоном температуры, °С.

Результаты определения абсолютной погрешности каналов температуры считают положительными, если значение абсолютной погрешности при каждом измерении не превышает $\pm 0,3$ °С

9.2.4 Относительную погрешность определения поправочного коэффициента на влажность воздуха $\delta_{K\varphi}$, %, определяют по формуле 6:

$$\delta_{K\varphi} = \sqrt{(0,002)^2 \cdot \left(\frac{\Delta_T}{273,15 + T_{мин}} \cdot 100\% \right)^2 + (0,004)^2 \cdot \left(\frac{\Delta_{P_{абс}}}{P_{атм}} \cdot 100\% \right)^2 + (0,002)^2 \cdot \left(\frac{\Delta\varphi}{\varphi_{мин}} \cdot 100\% \right)^2}, \quad (6)$$

где

$\Delta\varphi$ – абсолютная погрешность средства измерений относительной влажности, %;
 $\varphi_{мин}$ – минимальное значение относительной влажности воздуха, %.

9.2.5 Определение погрешности интегрирования объёмного расхода (объема) по времени

Определяют погрешность интегрирования объёмного 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 7:

$$\delta_\tau = \frac{\tau_{ij} - \tau_{0ij}}{\tau_{0ij}} \cdot 100 \%, \quad (7)$$

где 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 $\pm 0,05$ %;

9.2.6 Установку считают пригодной к эксплуатации, если относительная погрешность установки не превышает:

- $\pm 0,3$ % для Модификации 1 - при использовании микросопел с расширенной неопределенностью калибровки 0,25 %

- $\pm 0,35$ % для Модификации 2 - при использовании микросопел с расширенной неопределенностью калибровки 0,3 %

10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

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.

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 установки при воспроизведении объемного расхода и объема не превышает $\pm 0,3$ %.

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 29.12.2018 г. № 2825.

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.