

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 » н.и.м. сентября 2023 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

УСТАНОВКИ ПОВЕРОЧНЫЕ УП-16

Методика поверки
МП 1548-13-2023

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 установок поверочных УП-16 (далее – установки), используемых в качестве рабочего эталона 1 разряда в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений объемного и массового расходов газа, утвержденной приказом Росстандарта от 11.05.2022 г. № 1133 и устанавливает последовательность и методику их первичных и периодических поверок.

В ходе реализации данной методики поверки обеспечивается передача единиц объемного и массового расходов газа в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 11.05.2022 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 26.09.2022 № 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 ГЭТ 1-2022 методом прямых измерений интервалов времени.

2 Перечень операций поверки средства измерений

Для поверки установок должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной 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 СИ 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, °С 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 2.

Таблица 2

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 °С; Пределы абсолютной погрешности измерений температуры $\pm 0,3$ °С. Диапазон измерений атмосферного давления от 700 до 1100 гПа. Пределы абсолютной погрешности измерений атмосферного давления $\pm 2,5$ гПа.	Термогигрометр ИВА-6Н, регистрационный № 46434-11
	Рабочий эталон единиц времени и частоты 5-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта № 2360 от 26 сентября 2022 года «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты.» 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	Секундомер электронный с таймерным выходом СТЦ-2М, регистрационный № 65349-16

	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 Т – измеренное значение интервала времени	
Примечания: 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; 2 Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

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 действующих свидетельств о поверке средств измерений давления и температуры, 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) На входной фланец установки устанавливают заглушку;
- 2) Выходной фланец установки подключают к ГЭТ 118-2017 с помощью гибкого шланга;
- 3) Открывают на ГЭТ 118-2017 сопло с наименьшим расходом;
- 4) При достижении разности давлений 2,5 кПа по показаниям ГЭТ 118-2017 сопло закрывают;
- 5) По истечении не менее 3 мин фиксируется начальное значение абсолютного давления P_H , кПа;
- 6) По истечении следующих 10 мин фиксируется конечное значение абсолютного давления P_K , кПа.

Результаты проверки герметичности установки считают положительными, если выполняется условие

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

где t – время измерений, мин;

Q_{min} – наименьший объемный расход, воспроизводимый установкой (0,016 м³/ч), м³/ч;

$V_{уч}$ – внутренний объем измерительной магистрали, подвергаемой проверке на герметичность (0,0005 м³), м³;

$\delta_{уст}$ – Доверительные границы относительной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерения (воспроизведения) объемного расхода и объема газа, приведенных к рабочим условиям, %.

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

8.3 Опробование

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

- индикацию показаний объемного расхода, абсолютного давления и температуры измеряемой среды;
- работоспособность установки путем увеличения или уменьшения объемного расхода воздуха в пределах рабочего диапазона измерений посредством входящего в состав вакуумного насоса.

Результаты опробования считают положительными, если:

- установка обеспечивает индикацию показаний объемного расхода, абсолютного давления и температуры измеряемой среды.
- установка обеспечивает воспроизведение объемного расхода воздуха в пределах рабочего диапазона измерений.

При отрицательном результате выполнение дальнейших операций поверки прекращают.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

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

Процедура подтверждения соответствия ПО установки следующая: Включить установку путем нажатия кнопки питания. На главном меню для проверки программного обеспечения необходимо перейти в раздел «Сведения».

Результат подтверждения соответствия ПО установки считается положительным, если полученные идентификационные данные (идентификационное наименование, номер версии и цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма)) ПО установки соответствуют значениям, приведенным в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	UP16
Номер версии (идентификационный номер) ПО	V1.01
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма)	4949e2a9
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	CRC-32

10. Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия СИ метрологическим требованиям

10.1.1 Определение диапазона воспроизведения объемного расхода газа

Определение диапазона воспроизведения объемного расхода газа производят с помощью ГЭТ, для этого выполняют подключение установки к входному измерительному тракту ГЭТ.

Диапазон объемного расхода газа, воспроизводимый установкой, определяется нижним и верхним значениями расхода на измерительной линии:

– верхний предел определяется наибольшим значением расхода, зафиксированным установкой;

– нижний предел определяется наименьшим значением расхода, зафиксированным установкой.

С помощью ГЭТ устанавливают поочередно наименьшее ($0,016^{+5\%} \text{ м}^3/\text{ч}$) и наибольшее ($16^{-5\%} \text{ м}^3/\text{ч}$) значения объемного расхода воздуха в измерительной линии установки, и не менее 100 с наблюдают за показаниями установки.

Результаты считаются положительными, если:

– наименьшее значение объемного расхода составляет не менее наименьшего объемного расхода, указанного в паспорте (не менее $0,016^{+5\%} \text{ м}^3/\text{ч}$);

– наибольшее значение объемного расхода составляет не менее наибольшего объемного расхода, указанного в паспорте (не менее $16^{-5\%} \text{ м}^3/\text{ч}$).

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

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

объема газа производят путем непосредственного сличения с ГЭТ, для этого выполняют подключение установки к входному измерительному тракту ГЭТ.

10.1.2.2 Измерения объемного расхода проводят в 7 точках диапазона измерений объемного расхода воздуха согласно таблицам 4 и 5. В каждой точке объемного расхода установку выдерживают в установленном режиме не менее 100 с перед проведением серии измерений. В каждой точке объемного расхода проводят не менее 11 измерений.

Таблица 4 – Значения объемного расхода

Номер точки	Номинальное значение объемного расхода, м³/ч	Допускаемое отклонение от номинального значения объемного расхода, %	Время измерения* (по показаниям ГЭТ), с
1	16	-5	100
2	12	±5	
3	6	±5	
4	3	±5	
5	0,13	±5	
6	0,06	±7	
7	0,016	+10	
* Минимальное время одного измерения, в течении которого определяют одно текущее значение объемного расхода			

Вычисляют относительную погрешность установки при измерении (воспроизведении) объемного расхода и объема газа, δ_{Q_v} , %, в каждой точке объемного расхода по формуле

$$\delta_{Q_{vj}} = \frac{Q_{vyji} - Q_{vэji}}{Q_{vэji}} \cdot 100 \%, \quad (2)$$

где Q_{vy} – объемный расход, измеренный установкой, м³/ч;

$Q_{vэ}$ – объемный расход, измеренный ГЭТ, м³/ч;

j – индекс точки расхода;

i – индекс измерения.

10.1.2.3 После проведения измерений на ГЭТ установку отсоединяют и проводят измерения путем задания объемного расхода посредством встроенного вакуумного насоса для оценивания случайной составляющей погрешности измерений объемного расхода и объема газа. Измерения объемного расхода проводят в 7 точках диапазона измерений объемного расхода воздуха согласно таблицам 4 и 5. В каждой точке объемного расхода установку выдерживают в установленном режиме не менее 100 с перед проведением серии измерений. В каждой точке объемного расхода проводят не менее 11 измерений.

Вычисляют среднее квадратическое отклонение (далее – СКО) установки при измерении (воспроизведении) объемного расхода и объема газа S_{Q_v} , %, по формуле

$$S_{Q_{vj}} = \frac{1}{\bar{Q}_{vj}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Q_{vjli} - \bar{Q}_{vj})^2}{n \cdot (n-1)}} \cdot 100 \%, \quad (3)$$

$$\bar{Q}_{vj} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Q_{vjli}, \quad (4)$$

где $\bar{Q}_{Vj}$ – среднее арифметическое значение объемного расхода, измеренного установкой, м³/ч;

Q_V – объемный расход, измеренный установкой, м³/ч;

j – индекс точки расхода;

i – индекс измерения.

10.1.2.4 Доверительные границы относительной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерения (воспроизведения) объемного расхода и объема газа $\delta_\Sigma(Q_V)$, %, вычисляют по формуле

$$\delta_\Sigma(Q_V)_j = \pm K_{\Sigma j} \cdot S_{Q_V, \Sigma j}, \quad (5)$$

где K_Σ – коэффициент, определяемый доверительной вероятностью ($P=0,95$) и отношением случайных погрешностей и неисключенных систематических погрешностей (далее – НСП);

$S_{Q_V, \Sigma}$ – суммарное СКО установки при измерении (воспроизведении) объемного расхода и объема газа, обусловленное воздействием случайных погрешностей и НСП;

j – индекс точки расхода.

Коэффициент K_Σ вычисляют по формуле

$$K_{\Sigma j} = \frac{t_{0,95} \cdot S_{Q_V j} + \Theta_{Q_V j}(0,95)}{S_{Q_V j} + S_{\Theta Q_V j}}, \quad (6)$$

где $t_{0,95}$ – коэффициент Стьюдента при $P=0,95$ (при 11 измерениях $t_{0,95} = 2,2$).

$\Theta_{Q_V j}(0,95)$ – доверительные границы НСП установки (при $P=0,95$) при измерении (воспроизведении) объемного расхода и объема газа, %;

$S_{\Theta Q_V}$ – СКО НСП установки при измерении (воспроизведении) объемного расхода и объема газа, %;

j – индекс точки расхода.

Доверительные границы НСП установки $\Theta_{Q_V j}(0,95)$, %, вычисляют по формуле

$$\Theta_{Q_V j}(0,95) = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\left(\frac{\Theta_{Q_V j}(0,99)}{\sqrt{2}}\right)^2 + \delta_{Q_V j \max}^2}, \quad (7)$$

где $\Theta_{Q_V j}(0,99)$ – НСП ГЭТ при $P=0,99$;

$\delta_{Q_V j \max}$ – наибольшее по модулю значение относительной погрешности по формуле

(2) в j точке объемного расхода, %;

j – индекс точки расхода.

СКО НСП установки $S_{\Theta Q_V}$, %, вычисляют по формуле

$$S_{\Theta Q_V} = \sqrt{\frac{(\Theta_{Q_V j}(0,95))^2}{3}} \quad (8)$$

Суммарное СКО установки $S_{Q_V, \Sigma}$, %, вычисляют по формуле

$$S_{Q_V, \Sigma j} = \sqrt{S_{Q_V j}^2 + S_{\Theta Q_V j}^2}. \quad (9)$$

Результат поверки считают положительным, если доверительные границы относительной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерения (воспроизведения) объемного расхода и объема газа, не превышают $\pm 0,5$ %.

При отрицательном результате выполнение дальнейших операций поверки прекращают.

10.1.3 Определение диапазона измерений интервалов времени и пределов допускаемой относительной погрешности измерения интервалов времени

Определение диапазона измерений интервалов времени и пределов допускаемой относительной погрешности измерения интервалов времени производят путем непосредственного сличения с секундомером в режиме измерений объемного расхода установки.

Измерение интервала времени проводят при значении 6200 с.

Для этого установку настроить в режим визуальной поверки, дождаться ответа установки о возможности начала измерений, после чего одновременно запустить установку в режим измерений расхода с помощью комплектного пульта и секундомер в режим счета времени. По достижении необходимого интервала времени по показаниям секундомера, одновременно остановить измерения с помощью комплектного пульта установки и на секундомере.

Относительную погрешность измерения интервалов времени $\delta\tau_j$, %, в каждой точке интервала времени вычисляют по формуле

$$\delta\tau_j = \frac{(\tau_{yj} - \tau_{эj})}{\tau_{эj}} \cdot 100 \%, \quad (10)$$

где τ_y – интервал времени, измеренный установкой, с;

$\tau_э$ – интервал времени, измеренный секундомером, с;

j – индекс точки интервала времени.

Результат испытаний считают положительным, если относительная погрешность измерения интервалов времени не превышает $\pm 0,05$ %

При отрицательном результате выполнение дальнейших операций поверки прекращают.

Производится проверка соответствия метрологических характеристик, определенных в разделе 10, с метрологическими характеристикам, приведенными в описании типа. Результаты поверки считаются положительными если метрологические характеристики, полученные в разделе 10 соответствуют приведенным в описании типа.

При проведении поверки производится проверка соответствия установки требованиям, предъявляемым к эталонам 1 разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 11 мая 2022 №1133 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений объемного и массового расходов газа», предъявляемым к средствам измерений в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений времени и частоты, утвержденной приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 г. № 2360.

Результат считают положительным, если установка соответствует требованиям, предъявляемым к эталонам 1 разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 11 мая 2022 №1133, предъявляемым к средствам измерений в соответствии с приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 г. № 2360

11 Оформление результатов поверки средства измерений

11.1. Результаты поверки оформляют протоколом произвольной формы.

11.2 Знак поверки наносится на свидетельство о поверке (при его наличии), а также давлением на мастику, расположенную в чашке пломбировочной на крепёжном винте лицевой панели.

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.

12.4 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.