

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
ВНИИР – филиала ФГУП
«ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»

А.С. Тайбинский



2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений
УСТАНОВКА ТРУБОПОРШНЕВАЯ ПОВЕРОЧНАЯ ДВУНАПРАВЛЕННАЯ

SMITH METER 1190

Методика поверки

МП 1700-1-2024

Начальник научно-
исследовательского отдела
Р.А. Корнеев
Тел. отдела: +7(843) 272-12-02

г. Казань

2024 г.

1 Общие положения

Настоящий документ распространяется на установку трубопоршневую поверочную двунаправленную (далее – установка).

Прослеживаемость установки к Государственному первичному специальному эталону единиц массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости ГЭТ 63-2019, к Государственному первичному эталону единицы объема жидкости в диапазоне от $1,0 \cdot 10^{-9} \text{ м}^3$ до $1,0 \text{ м}^3$ ГЭТ 216-2018 и к Государственному первичному эталону единицы массы-килограмма ГЭТ 3-2020 обеспечивается в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости (часть 2), утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2356.

В методике поверки реализованы методы передачи единиц величин методом косвенных измерений.

В результате поверки установки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой относительной погрешности (доверительные границы суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единицы) объема жидкости (вместимости) в потоке при температуре 20 °C и давлении 0 МПа, %	±0,1

2 Перечень операций поверки

При проведении поверки выполняют следующие операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции	Номер раздела	Проведение операции при:	
		первой проверке	периодической проверке
Внешний осмотр средства измерений	7	Да	Да
Подготовка к проверке и опробование средства измерений	8	Да	Да
Определение метрологических характеристик средства измерений	9	Да	Да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10	Да	Да

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки соблюдаются следующие условия, если не оговорено особо:

Измеряемая среда – жидкость (вода питьевая) с параметрами:

- температура, °C от +10 до +30
 – давление, МПа от 0,1 до 1,0

Окружающая среда – воздух с параметрами:

- температура, °C от +10 до +30
 - относительная влажность, % от 30 до 80
 - атмосферное давление, кПа от 84 до 107

Попадание воздуха в измерительный участок установок не допускается.

3.2 Средства измерений, предназначенные для измерений условий окружающей среды и измеряемой среды, на момент поверки установки должны иметь действующие сведения о положительных результатах поверки средств измерений, включенные в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

При проведении поверки специалисты должны соответствовать следующим требованиям:

- знать требования руководства по эксплуатации на установку и на применяемые средства поверки;
- знать требования данного документа.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

Метрологические и технические требования к средствам поверки приведены в таблице 3

Таблица 3 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений	Рабочий эталон 1-го разряда единицы объема жидкости в потоке на базе весового устройства согласно ГПС (часть 1), утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2356 с необходимым диапазоном расходов	Установка поверочная стационарная УПТПУ, регистрационный номер 90996-24 (далее – эталон)
Примечание – допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью		

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки соблюдают следующие требования (условия):

- правил техники безопасности, действующих на месте проведения поверки;
 - правил безопасности при эксплуатации средств поверки и установки, приведенных в их эксплуатационных документах;
 - правил по охране труда, действующих на месте проведения поверки.
- 6.2 К средствам поверки и установке обеспечивают свободный доступ.

6.3 Освещенность должна обеспечивать отчетливую видимость средств поверки и установки, а также снятие показаний с них.

6.4 При появлении течи жидкости и других ситуаций, нарушающих процесс проведения поверки, поверка должна быть прекращена или приостановлена до устранения неисправностей.

7 Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре устанавливают соответствие установки следующим требованиям:

- внешний вид установки должен соответствовать описанию и изображению, приведенному в описании типа;
- комплектность и маркировка установки должны соответствовать эксплуатационным документам;
- на установке не должно быть внешних механических повреждений и дефектов, препятствующих ее применению;
- на установке должна быть возможность нанесения знака поверки в целях защиты от несанкционированного вмешательства.

Результат внешнего осмотра считают положительным, если внешний вид установки соответствует описанию и изображению, приведенному в описании типа, комплектность и маркировка установки соответствует эксплуатационным документам, на установке отсутствуют внешние механические повреждения и дефекты, препятствующие ее применению, на установке присутствует возможность нанесения знака поверки в целях защиты от несанкционированного вмешательства или отрицательным, если внешний вид установки не соответствует описанию и изображению, приведенному в описании типа и/или комплектность и маркировка установки не соответствуют эксплуатационным документам, на установке присутствуют внешние механические повреждения, и/или дефекты, препятствующие ее применению, и/или на установке отсутствует возможность нанесения знака поверки в целях защиты от несанкционированного вмешательства. 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:

- проверка выполнения условий разделов 3, 4, 5 и 6 настоящего документа;
- подготовка к работе установки и средств поверки согласно их эксплуатационным документам;
- проверка герметичности соединений и узлов гидравлической системы рабочим давлением.
- удаление воздуха из трубопроводов установки после заполнения жидкостью согласно руководству по эксплуатации установки.

8.2 Опробование

Производят пуск поршня установки. При прохождении поршнем первого по ходу детектора должно сработать перекидное устройство эталона для налива жидкости на весовое устройство эталона и начаться отсчет времени движения поршня, при прохождении поршнем второго детектора должно сработать перекидное устройство эталона для прекращения налива жидкости на весовое устройство эталона, отсчет времени движения поршня должен остановиться.

Результат опробования установки считают положительным, если при прохождении поршнем первого детектора срабатывает перекидное устройство эталона и начинается отсчет времени, при прохождении поршнем второго детектора срабатывает перекидное устройство эталона и останавливается отсчет времени или отрицательным, если при прохождении поршнем первого детектора не срабатывает перекидное устройство эталона и/или начинается отсчет времени и/или при прохождении поршнем второго детектора не срабатывает перекидное устройство эталона и/или не останавливается отсчет времени. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций поверки прекращают.

9 Определение метрологических характеристик средства измерений

9.1 Определение вместимости калиброванных участков установки и пределов допускаемой относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единицы) объема жидкости (вместимости) в потоке при температуре 20 °С и давлении 0 МПа

Вместимость калиброванного участка установки определяют в следующей последовательности.

При помощи регулятора устанавливают значение расхода поверочной жидкости равное 100 м³/ч. При этом переключатель потока должен быть переведен в положение «пролет».

Устанавливают нулевое показание весового устройства эталона (далее – ВУ).

В соответствии с эксплуатационным документом производят пуск поршня установки. При прохождении поршня через первый детектор поверочная жидкость посредством переключателя потока направляется в бак ВУ. При прохождении поршня через второй детектор поток поверочной жидкости посредством переключателя потока направляется в емкость-хранилище.

Примечание - Если измерения производят после длительного перерыва (не менее 1 ч), то перед взвешиванием и пуском поршня установки бак ВУ предварительно смачивают. Для этого наливают в бак ВУ поверочную жидкость в количестве, не превышающем предел взвешивания ВУ, но превышающем вместимость калиброванного участка ТПУ. После чего сливают поверочную жидкость и выдерживают сливной кран бака ВУ открытым в течение 2 мин.

Фиксируют значения температуры поверочной жидкости и давления на входе и выходе установки (в начале и конце движения поршня по калиброванному участку), время прохождения поршня между детекторами (1-3-1, 2-4-2) и интервал времени между импульсами выходного сигнала датчика положения переключателя потока при переключении его в положения «измерение» и «пролет».

Заполняют бак ВУ поверочной жидкостью. В бак ВУ наливают поверочную жидкость массой, не превышающей наибольший предел взвешивания ВУ.

После полного слива поверочной жидкости из переключателя потока проверяют герметичность сливного крана бака ВУ и взвешивают бак ВУ с поверочной жидкостью.

Открыв сливной кран, сливают поверочную жидкость из ВУ. После полного прекращения истечения поверочной жидкости из бака ВУ через сливной патрубок закрывают сливной кран.

Измерения выполняют не менее семи раз ($n = 7$).

9.2 Проверка отсутствия протечек

Выполняют три измерения по 9.1, установив регулятором расхода значение расхода равное 50 м³/ч. Определяют среднее значение вместимости калиброванного участка установки при стандартных условиях (температура 20 °С, избыточное давление 0 МПа) и находят относительное отклонение вместимости калиброванного участка установки от значения, полученного при определении метрологических характеристик установки.

10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение вместимости калиброванного участка установки и пределов допускаемой относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единицы) объема жидкости (вместимости) в потоке при температуре 20 °С и давлении 0 МПа

10.1.1 Определение вместимости калиброванного участка установки

Определяют значение коэффициента, учитывающего влияние температуры стенок установки на вместимость калиброванного участка установки при i -м измерении поверочной жидкости C_{tsp_i} по формуле

$$C_{tsp_i} = 1 + 3 \cdot \alpha_{\text{л}} \cdot (\bar{t}_{y_i} - 20), \quad (1)$$

где $\alpha_{\text{л}}$ – коэффициент линейного расширения материала стенок установки, равный 0,0000112 1/°C;

\bar{t}_{y_i} – среднее значение температуры поверочной жидкости в установке за i -е измерение, °C, определяемое по формуле

$$\bar{t}_{y_i} = \frac{(t_{y_i \text{ вх}} + t_{y_i \text{ вых}})_{\text{начало}} + (t_{y_i \text{ вх}} + t_{y_i \text{ вых}})_{\text{конец}}}{4}, \quad (2)$$

где $t_{y_i \text{ вх}}$, – температура на входе и выходе ТПУ в начале и конце i -го измерения, °C.

$t_{y_i \text{ вых}}$

Определяют значение коэффициента, учитывающего влияние давления поверочной жидкости на вместимость калиброванного участка установки при i -м измерении C_{psp_i} по формуле

$$C_{psp_i} = 1 + \frac{0,95 \cdot D \cdot \bar{P}_{yi}}{E \cdot s}, \quad (3)$$

где D – внутренний диаметр калиброванного участка поверяемой установки, равный 584,2 мм;

E – модуль упругости материала стенок поверяемой установки, равный 206842,72 МПа;

s – толщина стенок поверяемой установки, равная 12,7 мм;

\bar{P}_{yi} – среднее значение давления в ТПУ за i -е измерение, МПа, определяемое по формуле

$$\bar{P}_{yi} = \frac{(P_{yi\text{ вх}} + P_{yi\text{ вых}})_{\text{начало}} + (P_{yi\text{ вх}} + P_{yi\text{ вых}})_{\text{конец}}}{4}, \quad (4)$$

где $P_{yi\text{ вх}}$, – давление на входе и выходе установки в начале и конце i -го измерения, МПа.

Определяют объем поверочной жидкости в баке ВУ при стандартных условиях (температура 20 °С, избыточное давление 0 МПа) при i -м измерении, V_{0i} , м³, по формуле

$$V_{0i} = \frac{V_i}{C_{psp_i} \cdot C_{tsp_i}}, \quad (5)$$

где V_i – вместимость калиброванного участка установки по показаниям эталона при i -м измерении в условиях поверки V_i , м³

Определяют среднее значение вместимости калиброванного участка установки при стандартных условиях (температура 20 °С, избыточное давление 0 МПа), \bar{V}_0 , м³, по формуле

$$\bar{V}_0 = \frac{\sum_{i=1}^n V_{0i}}{n}. \quad (6)$$

10.1.2 Определение среднего квадратического отклонения (далее – СКО) случайной составляющей погрешности установки

Определяют СКО случайной составляющей погрешности установки S_{0y} , %, по формуле

$$S_0 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (V_{0i} - \bar{V}_0)^2}{n-1}} \cdot \frac{100}{\bar{V}_0}. \quad (7)$$

10.1.3 Определение доверительных границ неисключенной систематической погрешности

Определяют неисключенную систематическую погрешность установки $\theta_{\Sigma 0}$, %, по формуле

$$\theta_{\Sigma 0} = \delta_{\Sigma} \quad (8)$$

где δ_{Σ} – пределы допускаемой относительной погрешности (доверительные границы суммарной погрешности) эталона при измерении (воспроизведении) объема жидкости в потоке

10.1.4 Определение случайной составляющей погрешности определения среднего значения вместимости установки

Определяют границы случайной составляющей погрешности определения среднего значения вместимости установки θ_{V0} , %, по формуле

$$\theta_{V0} = t_{0,95} \cdot S_x, \quad (9)$$

где $t_{0,95}$

– коэффициент Стьюдента при $P=0,95$ и количестве измерений n

где S_x

– СКО среднего арифметического среднего значения вместимости установки, %, определяемое по формуле

$$S_x = \frac{S_0}{\sqrt{n}}. \quad (10)$$

10.1.5 Определение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единицы) объема жидкости (вместимости) в потоке при температуре 20 °C и давлении 0 МПа

Определяют относительную погрешность (доверительные границы суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единицы) объема жидкости (вместимости) в потоке при температуре 20 °C и давлении 0 МПа δ_0 , %, по формуле

$$\delta_0 = K \cdot S_\Sigma, \quad (11)$$

где S_Σ

– СКО суммы неисключенных систематических и случайных погрешностей, %, определяют по формуле

$$S_\Sigma = \sqrt{S_\theta^2 + S_x^2}, \quad (12)$$

S_θ

– СКО суммы составляющих неисключенной систематической погрешности, %, определяют по формуле

$$S_\theta = \frac{\theta_{\Sigma 0}}{\sqrt{3}}, \quad (13)$$

K

– коэффициент для нахождения доверительных границ суммы случайных и неисключенных систематических погрешностей, определяют по формуле

$$K = \frac{\theta_{V0} + \theta_{\Sigma 0}}{S_\theta + S_x}. \quad (14)$$

Проверяют выполнение условия

$$\delta_0 \leq \delta. \quad (15)$$

где δ

– пределы допускаемой относительной погрешности (доверительные границы суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единицы) объема жидкости (вместимости) в потоке при температуре 20 °C и давлении 0 МПа согласно описанию типа, %.

Результат считают положительным, если выполняется условие (15) или отрицательным, если не выполняется условие (15). При отрицательном результате выполнение дальнейших операций по поверке прекращают.

10.2 Проверка отсутствия протечек

Регулятором расхода устанавливают значение расхода равное $50 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Выполняют три измерения по 10.1.1 и определяют вместимость калиброванного участка установки при стандартных условиях (температура 20°C , избыточное давление 0 МПа), $V_0^{\text{прот}}$, м^3 по формуле (5).

Определяют по формуле (6) среднее значение вместимости калиброванного участка установки при стандартных условиях (температура 20°C , избыточное давление 0 МПа), $\overline{V_0^{\text{прот}}}$, м^3 .

Определяют относительное отклонение вместимости калиброванного участка установки $V_0^{\text{прот}}$ от значения, полученного при определении метрологических характеристик установки, δ_V , %, по формуле

$$\delta_V = \frac{\overline{V_0^{\text{прот}}} - V_0}{V_0} \cdot 100. \quad (16)$$

Проверяют выполнение условия

$$|\delta_V| \leq 0,35 \cdot \delta \%. \quad (17)$$

При выполнении условия (17) результат считают положительным.

При невыполнении условия (17) проводят анализ результатов измерений.

Если $\delta_V > 0$ и $|\delta_V| > 0,35 \cdot \delta \%$, то это свидетельствует о наличии протечек поверочной жидкости в ТПУ и необходимости их устранения, результат считают отрицательным.

Если $\delta_V < 0$ и $|\delta_V| > 0,35 \cdot \delta \%$, то это свидетельствует о допущенных ошибках при выполнении измерений и необходимости повторения измерений после устранения причин, вызвавших ошибки. При повторной ошибке результат считают отрицательным.

При отрицательном результате выполнение дальнейших операций по поверке прекращают.

10.3 Определение относительного отклонения вместимости калиброванного участка установки от значения, полученного при предыдущей поверке

Данный пункт выполняют для каждого калибровочного участка (вместимости).

Относительное отклонение вместимости калиброванного участка установки от значения вместимости, полученного при предыдущей поверке, $\delta_{1-3-1(2-4-2)}$, %, определяют по формуле

$$\delta_{1-3-1(2-4-2)} = \frac{\overline{V_0} - \overline{V_0^{\text{п.п.}}}}{\overline{V_0^{\text{п.п.}}}} \cdot 100. \quad (18)$$

где $\overline{V_0^{\text{п.п.}}}$ – значение вместимости калиброванного участка установки, определенное по результатам предыдущей поверки установки, м^3 .

Примечание – При первичной поверке или после ремонта установки $\delta_{1-3-1(2-4-2)}$ не определяют.

Проверяют выполнение условия

$$|\delta_{1-3-1(2-4-2)}| \leq \delta %. \quad (19)$$

При невыполнении условия (19) анализируют полученные результаты, устраниют причины их возникновения и проводят повторную поверку установки. При повторном невыполнении условия (19) поверку прекращают.

10.4 Проверка соответствия средства измерений обязательным требованиям к эталону

При положительных результатах поверки установка соответствует рабочему эталону 2 разряда единицы объема жидкости в потоке в соответствии с ГПС (часть 2), утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2356.

12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты измерений и вычислений вносят в протокол поверки (рекомендуемая форма указана в Приложении А).

Сведения о результатах поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком проведения поверки средств измерений, предусмотренным действующим законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений.

12.2 При положительных результатах поверки по заявлению заказчика оформляют свидетельство о поверке, подтверждающее соответствие установки обязательным требованиям к эталонам в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений, к которому прилагают протокол поверки. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке (при его наличии), на пломбы, установленные на фланцах калиброванного участка и на детекторах.

12.3 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 в области обеспечения единства измерений.

Приложение А

Форма протокола поверки средства измерений (Рекомендуемая)

ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ № ____

Стр. ____ из ____

Наименование средства измерений: _____

Тип, модель, изготовитель: _____

Заводской номер: _____

Наименование и адрес заказчика: _____

Методика поверки: _____

Место проведения поверки: _____

Поверка выполнена с применением: _____

Условия проведения поверки: _____

Температура окружающей среды _____

Атмосферное давление _____

Относительная влажность _____

Результаты поверки:

1 Внешний осмотр средства измерений: (положительный/отрицательный, пункт 7) _____

2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений: (положительный/отрицательный, пункт 8) _____

3 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям:

Определение вместимости калиброванного участка установки и пределов допускаемой относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единицы) объема жидкости (вместимости) в потоке при температуре 20 °C и давлении 0 МПа

Детектора _____

Таблица А.1

Продолжение таблицы А.1

Проверка отсутствия протечек

Детектора _____

Таблица А.2

№	t_y вх, °C	t_y вых, °C	t_y вх, °C	t_y вых, °C	\bar{t}_y , °C	$\alpha_{\text{д}}$, 1/°C	C_{isp}	P_y вх, МПа	P_y вых, МПа	P_y вх, МПа	P_y вых, МПа	\bar{P}_y , МПа	E, МПа	D, мм	S, мм	C_{psp}
	начало	конец	начало	конец				начало	конец	начало	конец					
1																
<i>i</i>																

Продолжение таблицы А.2

$V^{\text{прот}}$, м ³	$V_0^{\text{прот}}$, м ³	\bar{V}_0 , м ³	$\bar{V}_0^{\text{прот}}$, м ³	δ_V , %

Определение относительного отклонения вместимости калиброванного участка установки от значения, полученного при предыдущей поверке

Детектора _____

Таблица А.3

\bar{V}_0 , м ³	$\bar{V}_0^{\text{п.п.}}$, м ³	$\delta_{1-3-1(2-4-2)}$, %

Результат: (положительный/отрицательный) _____

Заключение по результатам поверки (годен / негоден): _____

Подпись поверителя _____ /
подпись _____ И. О. Фамилия

Дата «____» 20____ г.