

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»

М.П.

А.С. Тайбинский



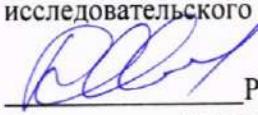
Государственная система обеспечения единства измерений

МЕРНИК МЕТАЛЛИЧЕСКИЙ ЭТАЛОННЫЙ М 1Р-50-0,02-9-11

Методика поверки

МП 1748-1-2025

Заместитель начальника научно-исследовательского отдела

 Р.Р. Миннурлин
Тел. отдела: +7(843) 272-12-02

г. Казань
2025 г.

1 Общие положения

Настоящий документ распространяется на мерник металлический эталонный М 1р-50-0,02-9-11 (далее – мерник).

Прослеживаемость мерника к Государственному первичному эталону единиц объема жидкости в диапазоне от $1,0 \cdot 10^{-9} \text{ м}^3$ до $1,0 \text{ м}^3$ ГЭТ 216-2018 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 3), утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 сентября 2022 № 2356.

В методике поверки реализован косвенный метод передачи единицы объема (гравиметрический метод).

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

Таблица 1 – Метрологические требования

Наименование характеристики	Значение характеристики
Объем жидкости на номинальной отметке вместимости шкалы горловины при температуре $+20^\circ\text{C}$, dm^3	50
Объем жидкости на верхней (конечной) отметке вместимости шкалы горловины при температуре $+20^\circ\text{C}$, dm^3	50,5
Объем жидкости на нижней (начальной) отметке вместимости шкалы горловины при температуре $+20^\circ\text{C}$, dm^3	49,5
Пределы допускаемой относительной погрешности (доверительные границы суммарной погрешности) при измерении (воспроизведении единицы) объема жидкости при температуре $+20^\circ\text{C}$, %, не более	$\pm 0,02$
Цена деления шкалы горловины при температуре $+20^\circ\text{C}$, dm^3	0,01

2 Перечень операций поверки

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

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции	Номер раздела	Проведение операции при:	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	7	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	Да	Да
Определение метрологических характеристик средства измерений – определение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) мерника при измерении (воспроизведении единицы) объема жидкости – определение вместимости горловины и номинала цены деления шкалы мерника	9.1	Да	Да
	9.2	Да	Нет
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10	Да	Да

2.2 В случае получения отрицательного результата при выполнении любой из операций поверки, поверка прекращается.

2.3 Допускается проведение работ по выявлению и устранению причин, повлекших отрицательный результат, с последующим возобновлением поверки. При повторном получении отрицательного результата поверку прекращают в соответствии с пунктом 2.2.

3 Требования к условиям проведения поверки

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

Измеряемая среда – дистиллированная вода по ГОСТ Р 58144-2018 с параметрами:

от +15 до +25

Окружающая среда – воздух с параметрами:

Скруженая среда – температура ${}^{\circ}\text{C}$ воздуха с парометрами от +15 до +25

– температура, °С
– относительная влажность, %

– относительная влажность, % от 25 до 55
 – атмосферное давление, кПа от 84 до 106

3.4 Вблизи мерника, вспомогательной емкости или резервуара запрещается размещать нагревательные приборы или отопительные системы, способствующие одностороннему нагреву. Расстояние от таких приборов или систем до указанных объектов должно быть не менее 1,5 м.

3.5 Перед проведением измерений необходимо убедиться в стабильности показаний массы весов в течение не менее 60 с.

3.6 Перед проведением поверки необходимо выдержать мерник, средства поверки и резервуар с измеряемой средой в помещении, предназначенном для поверки, до достижения ими одинаковой температуры, соответствующей установленным условиям проведения поверки, не менее 24 часов.

3.7 При проведении поверки должны соблюдаться требования безопасности согласно эксплуатационным документам на мерник, а также соблюдаться требования безопасности при использовании эталонов и средств измерений согласно их эксплуатационным документам.

3.8 При подготовке мерника к поверке должны выполняться в полном объеме операции, приведенные в эксплуатационных документах.

3.9 Контроль влияющих факторов осуществляется путем измерений параметров, указанных в разделе 3.1 настоящей методики поверки, с применением средств измерений условий окружающей среды.

3.10 Средства измерений, используемые для контроля условий окружающей среды, на момент проведения поверки мерника должны иметь действующие сведения о положительных результатах поверки, включенные в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

3.11 Измерения влияющих факторов рекомендуется проводить непосредственно в месте расположения средств поверки. Если это невозможно из-за условий, например, нахождения оборудования во взрывоопасной зоне, допускается проведение измерений в ближайшем безопасном месте. При этом должно быть подтверждено, что параметры окружающей среды в этом месте близки к параметрам в зоне поверки и не имеют существенных различий.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

При проведении поверки специалисты должны соответствовать следующим требованиям:

- обладать навыками работы с применяемыми средствами измерений;
 - знать требования данного документа;
 - уметь применять требования настоящего документа на практике.

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	<p>1) Рабочий эталон 3 разряда в соответствии с [1]. В составе: гири в необходимом количестве и соответствующей массой (номинальные значения гирь от 1 кг до 100 кг); компаратором массы (максимальная нагрузка от 1 кг до 100 кг); или</p> <p>Рабочий эталон 5 разряда в соответствии с [1], весы неавтоматического действия с диапазонами измерений с наибольшим пределом взвешивания от 5 кг до 100 кг и пределами допускаемой относительной погрешности 0,005 % (далее – эталон массы);</p> <p>2) Термометр с диапазоном измерений от 10 °C до 30 °C и пределами допускаемой абсолютной погрешности ±0,1 °C;</p>	Весы неавтоматического действия, регистрационный номер 66816-17; Термометр электронный ExT-01, регистрационный номер 44307-10.
Дополнительное вспомогательное оборудование:		
– вспомогательная емкость (емкость, предназначенная для взвешивания сливаемых доз измеряемой среды из поверяемого мерника)		
<p>Примечания:</p> <p>1 Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 4 июля 2022 г. № 1622 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений массы»;</p> <p>2 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;</p> <p>3 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью.</p>		

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать следующие требования (условия):

- правила техники безопасности, установленные на месте проведения поверки;

- правила безопасной эксплуатации средств поверки и поверяемого мерника, указанные в их эксплуатационной документации;

- правила охраны труда, действующие на месте проведения поверки.

6.2 Для обеспечения безопасного проведения поверки должен быть обеспечен свободный доступ к средствам поверки и мернику. При необходимости следует предусмотреть использование лестниц и площадок, соответствующих установленным требованиям безопасности.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При проведении внешнего осмотра устанавливают соответствие мерника следующим требованиям:

– внешний вид мерника должен соответствовать описанию и изображению, приведенному в описании типа;

– комплектность и маркировка мерника должны соответствовать эксплуатационным документам;

– на поверхности мерника не допускаются механические повреждения, дефекты или следы коррозии, препятствующие его применению;

– конструкция мерника должна предусматривать элементы, обеспечивающие возможность нанесения знака поверки и установки пломбы в целях защиты от несанкционированного вмешательства: сливной кран оснащен технологическим отверстием для пропуска пломбировочной проволоки; пластинчатая шкала имеет крепежный винт с шайбой чашеобразной формы (чашечка-углубление), предназначенный для заполнения пломбировочным пластилином (мастикой).

7.2 Результат внешнего осмотра считают положительным, если мерник полностью соответствует требованиям, указанным в пункте 7.1. Если выявлены несоответствия требованиям пункта 7.1, результат осмотра считается отрицательным, и дальнейшие операции по поверке 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 мерника и средств поверки согласно их эксплуатационным документам.

8.2 Проверка герметичности, опробование

8.2.1 Мерник заполняют измеряемой средой до отметки верхнего (конечного) значения вместимости, указанной на шкале горловины, и выдерживают в течение 20 минут. По истечении времени проверяют отсутствие изменения уровня жидкости и появление капель на наружной поверхности мерника. Затем среду сливают сплошной струей. После окончания основного слива выдерживают в течение 60 секунд на слив капель, после чего сливной кран закрывают.

8.2.2 При опробовании проверяют:

– отсутствие протечек в запорной арматуре, соединениях и кранах при заполнении мерника измеряемой средой;

– исправность работы запорной арматуры;

– герметичность соединений.

8.2.3 Результат опробования считается положительным, если мерник полностью соответствует требованиям, указанным в пункте 8.2.2. Если выявлены несоответствия требованиям 8.2.2, результат опробования считается отрицательным, и дальнейшие операции по поверке прекращают.

9 Определение метрологических характеристик средства измерений

9.1 Определение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) мерника при измерении (воспроизведении единицы) объема жидкости

Поверку проводят с целью определения фактической вместимости мерника на отметке номинальной вместимости шкалы горловины, а также для выполнения требований пункта 9.2 при первичной поверке – на нижней (начальной) и на верхней (конечной) отметках вместимости шкалы горловины. Для этого проводят взвешивание доз измеряемой среды, слитой из мерника.

Проверку выполняются следующим образом: мерник заполняют измеряемой средой до установленной отметки вместимости с последующим сливом содержимого в несколько доз во вспомогательную емкость, установленную на весах.

Примечание – Общее количество доз не должно превышать 20.

9.1.1 Устанавливают и выравнивают поверяемый мерник на устойчивой приподнятой платформе (например, металлической площадке) с использованием ампулы уровня. Горловина мерника должна быть вертикальна. Расстояние от нижней образующей сливного патрубка до верхней кромки вспомогательной емкости должно быть не менее 250 мм.

9.1.2 Мерник заполняют измеряемой средой через горловину до соответствующей отметки вместимости, нанесенной на шкале.

Примечание – При измерении температуры жидкости через горловину допускается неполное заполнение до уровня на несколько миллиметров ниже отметки вместимости. После измерения температуры по пункту 9.1.3, проводят долив измеряемой среды до необходимой отметки вместимости.

9.1.3 Измеряют температуру измеряемой среды в мернике (или во вспомогательной емкости после выполнения операции 9.1.9). Для этого термометр погружают в жидкость и выдерживают не менее 30 с. до стабилизации показаний, после чего фиксируют результат измерения. Допускается использование термокармана мерника для выполнения измерений температуры измеряемой среды.

9.1.4 Выдерживают мерник в заполненном состоянии в течение 3 мин.

9.1.5 Измеряют и фиксируют параметры окружающей среды: температуру, атмосферное давление и относительную влажность.

9.1.6 На платформу весов устанавливают смоченную вспомогательную емкость. Весы устанавливают ниже рабочей зоны.

9.1.7 Выполняют тарирование весов (обнуление, сброса веса тары), либо фиксируют массу пустой тары при отсутствии функции тарирования.

9.1.8 Проводят слив дозы измеряемой среды из мерника тонкой струей во вспомогательную емкость, не превышая наибольший предел взвешивания весов. После завершения слива выдерживают время слива капель в течение 60 с при полном открытии запорного устройства (сливного крана).

9.1.9 Взвешивают наполненную вспомогательную емкость и регистрируют массу слитой дозы.

9.1.10 Сливают содержимое вспомогательной емкости, выдерживают 60 секунд на слив капель, после чего возвращают емкость на весы.

9.1.11 Повторяют операции, указанные в пунктах с 9.1.7 по 9.1.10, до полного опорожнения мерника.

9.1.12 По завершении слива измеряемой среды закрывают сливной кран.

9.1.13 Рассчитывают массу измеряемой среды по формуле

$$M = \sum_{i=1}^m M_i, \quad (1)$$

где M – суммарная масса измеряемой среды, кг;

M_i – масса i -й дозы, кг;

i – номер измерения;

m – количество взвешиваемых доз.

9.1.14 Повторяют операции, указанные в пунктах с 9.1.2 по 9.1.13, не менее пяти раз. Полученные результаты используют для расчета относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) мерника при измерении объема жидкости в соответствии с пунктом 10.1.

9.2 Определение вместимости горловины и номинала цены деления шкалы мерника

9.2.1 Измерения выполняют в два этапа:

– определяется объем измеряемой среды в мернике, заключенный между нижней (начальной) отметкой шкалы вместимости горловины $V_{t_n[\text{ниж}]} \text{, дм}^3$ и номинальной отметкой вместимости шкалы мерника $V_{t_n[\text{ном}]} \text{, дм}^3$ при температуре измеряемой среды в мернике t_n в соответствии с действиями, приведенными в пункте 9.1.

– определяется объем измеряемой среды в мернике, заключенный между номинальной отметкой вместимости шкалы горловины $V_{t_n[\text{ном}]} \text{, дм}^3$ и верхней (конечной) отметкой шкалы вместимости горловины $V_{t_n[\text{верх}]} \text{, дм}^3$ при температуре измеряемой среды в мернике t_n в соответствии с действиями, приведенными в пункте 9.1.

9.2.2 Повторяют операции, указанные в пунктах с 9.1.2 по 9.1.13, не менее пяти раз.

9.2.3 Определяют $\overline{V}_{t_n[\text{ниж}]} \text{, } \overline{V}_{t_n[\text{ном}]} \text{, } \overline{V}_{t_n[\text{верх}]} \text{, дм}^3$, по формуле

$$\overline{V}_{t_n[\text{ниж}]} \text{, } \overline{V}_{t_n[\text{ном}]} \text{, } \overline{V}_{t_n[\text{верх}]} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\overline{V}_{t_n})_{ji}, \quad (2)$$

где j – индекс измерительной отметки шкалы (нижняя, номинальная, верхняя).

t_n – температура приведения, $^{\circ}\text{C}$;

V_{t_n} – объем измеряемой среды мерника V_{t_n} рассчитанной на нижней отметке шкалы горловины $V_{t_n[\text{ниж}]} \text{, на номинальной отметке вместимости шкалы горловины } V_{t_n[\text{ном}]} \text{ и на верхней отметке вместимости шкалы горловины } V_{t_n[\text{верх}]} \text{ при температуре } t_n \text{, дм}^3$ по формуле 8.

9.2.4 Обрабатывают результаты измерений в соответствии с пунктом 10.1.

9.2.5 Номинальное значение цены деления шкалы горловины мерника C , дм^3 при температуре t_n , вычисляют по формуле

$$C_{t_n} = \frac{(\overline{V}_{t_n[\text{ном}]} - \overline{V}_{t_n[\text{ниж}]}) + (\overline{V}_{t_n[\text{верх}]} - \overline{V}_{t_n[\text{ном}]})}{k}, \quad (3)$$

где k – количество делений шкалы горловины мерника.

9.2.6 Полученный результат определения цены деления шкалы горловины мерника по формуле (3) сравнивают с номинальным значением цены деления шкалы горловины при температуре t_n в соответствии с эксплуатационной документацией и/или информацией на табличке шкалы мерника.

$$C \approx C_{t_n} \quad (4)$$

9.2.7 Результат считается положительным, если полученные показания номинала цены деления шкалы горловины мерника не превышают значения, установленные в эксплуатационной документации или на табличке шкале мерника. При отрицательном результате дальнейшие операции по поверке прекращают.

10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) мерника при измерении (воспроизведении единицы) объема жидкости.

10.1.1 Объем измеряемой среды в мернике $V_{t_{\text{ж}}ji}$ на нижней отметке шкалы вместимости горловины $V_{t_{\text{ж}}[\text{ниж}]}^{ji}$, на номинальной отметке вместимости шкалы горловины $V_{t_{\text{ж}}[\text{ном}]}^{ji}$, на верхней отметке вместимости шкалы горловины $V_{t_{\text{ж}}[\text{верх}]}^{ji}$ при температуре измеряемой среды в мернике $t_{\text{ж}}ji$, дм^3 , определяют по формуле

$$V_{t_{\text{ж}}ji} = 10^3 \cdot M_{ji} \cdot \frac{\rho_r - \rho_{vji}}{\rho_r \cdot (\rho_{\text{ж}}ji - \rho_{vji})}, \quad (5)$$

где M_{ji} – масса жидкости в мернике по показаниям эталона массы, кг (измерения по дозам, необходимо считать, как сумму массы и рассчитывают по формуле 1);

ρ_r – плотность гирь, $\text{кг}/\text{м}^3$, которые применялись при передаче единицы эталону (значение берут из документации на гири, при отсутствии информации принимают равной $8000 \text{ кг}/\text{м}^3$);

$\rho_{\text{ж}}ji$ – плотность измеряемой среды, $\text{кг}/\text{м}^3$ (рассчитывают по формуле 6);

ρ_{vji} – плотность окружающей среды, $\text{кг}/\text{м}^3$ (функция от температуры окружающей среды, относительной влажности окружающей среды и атмосферного давления окружающей среды, вычисляют по формуле 7);

$t_{\text{ж}}ji$ – температура измеряемой среды, $^\circ\text{C}$.

10.1.2 Плотности измеряемой среды $\rho_{\text{ж}}ji$ при температуре $t_{\text{ж}}$, $\text{кг}/\text{м}^3$, определяют по формуле

$$\rho_{\text{ж}}ji = \left\{ \rho_0 \cdot \left[1 - \frac{(t_{\text{ж}}ji + a_1)^2 \cdot (t_{\text{ж}}ji + a_2)}{a_3 \cdot (t_{\text{ж}}ji + a_4)} \right] + (s_0 + s_1 \cdot t_{\text{ж}}ji) \right\}, \quad (6)$$

где $a_1 = -3,983035 \text{ } ^\circ\text{C}$;

$a_2 = 301,797 \text{ } ^\circ\text{C}$;

$a_3 = 522528,9 \text{ } ^\circ\text{C}^2$;

$a_4 = 69,34881 \text{ } ^\circ\text{C}$;

$\rho_0 = 999,9744 \text{ кг}/\text{м}^3$;

$s_0 = -0,004612 \text{ кг}/\text{м}^3$;

$s_1 = 0,000106 \text{ кг}/(\text{м}^3 \text{ } ^\circ\text{C})$.

10.1.3 Плотность окружающей среды ρ_{vji} , $\text{кг}/\text{м}^3$, вычисляют по формуле

$$\rho_{vji} = \frac{0,34848 \cdot P_{\text{a}ji} - 0,009024 \cdot h_{\text{a}ji} \cdot e^{0,0612 \cdot T_{\text{a}ji}}}{273,15 + T_{\text{a}ji}} \quad (7)$$

где $P_{\text{a}ji}$ – атмосферное давление окружающей среды, гПа ;

$h_{\text{a}ji}$ – относительная влажность окружающей среды, %;

$T_{\text{a}ji}$ – температура окружающей среды, $^\circ\text{C}$.

10.1.4 Объем измеряемой среды в мернике $V_{t_n,ji}$ рассчитанной на нижней отметке вместимости шкалы горловины $V_{t_n[\text{ниж}]}^{}$, на номинальной отметке вместимости шкалы горловины $V_{t_n[\text{ном}]}^{}$, на верхней отметке вместимости шкалы горловины $V_{t_n[\text{верх}]}^{}$ при температуре t_n , дм^3 , определяют по формуле

$$V_{t_n,ji} = V_{t_n,ji} \cdot \frac{1}{\left(1 + \beta \cdot (t_{n,ji} - t_n)\right)}, \quad (8)$$

где β – коэффициент объемного расширения материала стенок мерника (значение которого берут из таблички, либо эксплуатационных документах на мерник), $1/\text{°C}$.

10.1.5 Отклонение показаний объема жидкости в мернике при температуре t_n от объема измеряемой среды при температуре t_n рассчитанного по показаниям эталона массы, %, вычисляют по формуле

$$\delta(V)_{ji} = \left(\frac{V_j - V_{t_n,ji}}{V_{t_n,ji}} \right) \cdot 100, \quad (9)$$

где V_j – объем жидкости в мернике (на отметках нижней вместимости шкалы горловины, на отметках номинальной вместимости шкалы горловины, на отметках верхней вместимости шкалы горловины) при температуре t_n , дм^3 , в соответствии с эксплуатационной документацией.

10.1.6 Среднее арифметическое значение отклонений показаний объема жидкости мерника от объема измеряемой среды, рассчитанного по показаниям эталона массы в j точке $\overline{\delta(V)}_j$, %, вычисляют по формуле

$$\overline{\delta(V)}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \delta(V)_{ji}. \quad (10)$$

10.1.7 Среднее квадратическое отклонение (далее – СКО) среднего арифметического относительных отклонений показаний мерника при передаче единицы объема жидкости в j точке $S(V)_j$, %, вычисляют по формуле

$$S(V)_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\delta(V)_{ji} - \overline{\delta(V)}_j)^2}{n \cdot (n-1)}}. \quad (11)$$

10.1.8 Неисключенную систематическую погрешность (далее – НСП) измерений плотности окружающей среды $\Theta(\rho_a)$, $\text{кг}/\text{м}^3$, вычисляют по формуле

$$\Theta(\rho_a) = (|\varphi(T_a) \cdot \Delta(T_a)| + |\varphi(P_a) \cdot \Delta(P_a)| + |\varphi(h_a) \cdot \Delta(h_a)|), \quad (12)$$

где $\Delta(T_a)$ – абсолютная погрешность средства измерений температуры окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$;

$\Delta(P_a)$ – абсолютная погрешность средства измерений атмосферного давления окружающей среды, гПа;

$\Delta(h_a)$ – абсолютная погрешность средства измерений относительной влажности окружающей среды, %.

$\varphi(T_a), \varphi(P_a), \varphi(h_a)$ – коэффициенты влияния, значения которых составляют: $\varphi(T_a) = 0,0048 \text{ (кг/м}^3\text{)/}^\circ\text{C}$, $\varphi(P_a) = 0,0012 \text{ (кг/м}^3\text{)/ гПа}$, $\varphi(h_a) = 0,00014 \text{ (кг/м}^3\text{)/ \%}$.

10.1.9 НСП измерений плотности измеряемой среды $\Theta(\rho_{\text{жв}})$, кг/м³, вычисляют по формуле

$$\Theta(\rho_{\text{жв}}) = (\varphi(t_{\text{ж}}) \cdot \Delta(t_{\text{ж}})) + \Delta(\rho_{\text{ж}}), \quad (13)$$

где $\Delta(t_{\text{ж}})$ – абсолютная погрешность средства измерений температуры измеряемой среды, °С;

$\varphi(t_{\text{ж}})$ – коэффициент влияния температуры на плотность, равный 0,15 (кг/м³)/°С;

$\Delta(\rho_{\text{ж}})$ – абсолютная погрешность плотности дистиллированной воды по ГОСТ Р 58144-2018, составляет 0,12 кг/м³.

10.1.10 НСП при передаче единицы объема жидкости, $\Theta(V_{t_{\text{ж}}})_j$, %, вычисляют по формуле

$$\Theta(V_{t_{\text{ж}}})_j = \frac{1,1 \cdot 100}{V_{t_{\text{ж}}j}} \sqrt{\left(\frac{\partial V_{t_{\text{ж}}}}{\partial M} \right)_j^2 \cdot \left(\frac{\Delta(M)}{1,1} \right)^2 + \left(\frac{\partial V_{t_{\text{ж}}}}{\partial \rho_b} \right)_j^2 \cdot \Theta(\rho_b)^2 + \left(\frac{\partial V_{t_{\text{ж}}}}{\partial \rho_{\text{ж}}} \right)_j^2 \cdot \Theta(\rho_{\text{жв}})^2}, \quad (14)$$

где $\Delta(M)$ – доверительные границы абсолютной погрешности эталона массы (пределами допускаемой относительной погрешности), кг;

$$\left(\frac{\partial V_{t_{\text{ж}}}}{\partial M} \right)_j = 10^3 \cdot \frac{\rho_r - \overline{\rho}_{bj}}{\rho_r \cdot (\overline{\rho}_{\text{ж}j} - \overline{\rho}_{bj})}. \quad (15)$$

$$\left(\frac{\partial V_{t_{\text{ж}}}}{\partial \rho_b} \right)_j = 10^3 \cdot \overline{M}_j \cdot \frac{\rho_r - \overline{\rho}_{bj}}{\rho_r \cdot (\overline{\rho}_{\text{ж}j} - \overline{\rho}_{bj})^2}. \quad (16)$$

$$\left(\frac{\partial V_{t_{\text{ж}}}}{\partial \rho_{\text{ж}}} \right)_j = 10^3 \cdot \overline{M}_j \cdot \frac{\rho_r - \overline{\rho}_{bj}}{\rho_r \cdot (\overline{\rho}_{\text{ж}j} - \overline{\rho}_{bj})^2}. \quad (17)$$

Примечания

1 Для вычисления коэффициентов влияния (частных производных) необходимо применять средние значения входящих в них величин.

2 Значение $V_{t_{\text{ж}}}$ берется как среднее значение из i -х измерений в j -м уровне шкалы налива мерника.

10.1.11 НСП мерника при воспроизведении единицы объема жидкости $\Theta(V)$, %, вычисляют по формуле

$$\Theta(V) = \pm 1,1 \sqrt{\left(\frac{\Theta(Vt_{\max})}{1,1} \right)^2 + \delta(V)^2}, \quad (18)$$

где \max – индекс наибольшего из значений.

10.1.12 СКО НСП мерника при воспроизведении единицы объема жидкости $S_{\Theta}(V)$, %, вычисляют по формуле

$$S_{\Theta}(V) = \frac{\Theta(V)}{1,1\sqrt{3}}. \quad (19)$$

10.1.13 Суммарное СКО полученных результатов при воспроизведении единицы объема жидкости $S_{\Sigma}(V)$, %, вычисляют по формуле

$$S_{\Sigma}(V) = \sqrt{S(V)^2_{\max} + S_{\Theta}(V)^2}. \quad (20)$$

10.1.14 Коэффициент, определяемый доверительной вероятностью P ($P=0,95$) и отношением случайных погрешностей и НСП $K_{\Sigma}(V)$, вычисляют по формуле

$$K_{\Sigma}(V) = \frac{t_{0,95} \cdot S(V)_{\max} + \Theta(V)}{S(V)_{\max} + S_{\Theta}(V)}. \quad (21)$$

Примечание – Значение $t_{0,95}$ (коэффициент Стьюдента при $P=0,95$) в зависимости от количества измерений n выбирается из таблицы 4.

Таблица 4 – Значение $t_{0,95}$ в зависимости от количества измерений n

n	5	6	7	8	9	10	11
$t_{0,95}$	2,776	2,571	2,447	2,365	2,306	2,262	2,228

10.1.15 Доверительные границы суммарной погрешности (пределы допускаемой относительной погрешности) мерника при измерении (воспроизведении единицы) объема жидкости при температуре плюс 20 °C $\delta_{\Sigma}(V)$, %, вычисляют по формуле

$$\delta_{\Sigma}(V) = \pm K_{\Sigma}(V) \cdot S_{\Sigma}(V). \quad (22)$$

Результат считают положительным, если значения относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) мерника при измерении (воспроизведении единицы) объема жидкости при температуре плюс 20 °C не превышают значений, указанных в таблице 1. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций по поверке прекращают.

10.2 Проверка соответствия средства измерений обязательным требованиям к эталону

При получении положительных результатов поверки мерник признается соответствующим требованиям, предъявляемым к рабочим эталонам единицы объема жидкости 1-го разряда, в соответствии с частью 3 Государственной поверочной схемы для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 сентября 2022 № 2356.

11 Оформление результатов поверки

11.1 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.

11.2 При положительных результатах поверки, по заявлению заказчика, оформляется свидетельство о поверке, подтверждающее соответствие мерника обязательным требованиям к эталонам в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений. К свидетельству прилагается протокол поверки. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке (при его наличии), на пломбу, установленную на сливной кран, а также на пломбировочный пластилин (мастику), заполняющий углубление крепежного винта с шайбой чашеобразной формы на пластинчатой шкале.

11.3 При отрицательных результатах поверки мерника 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

Наименование операций	Раздел документа по поверке	Отметка о соответствии
1. Внешний осмотр средства измерений	7	положительный/отрицательный
2. Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	положительный/отрицательный
3. Определение метрологических характеристик средства измерений	9.1 (9.2)	положительный/отрицательный
4. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10	положительный/отрицательный

Определение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) мерника при измерении (воспроизведении единицы) объема жидкости (п. 9.1 и 9.2 МП 1748-1-2025)

Таблица А.1 – Результаты измерений

№ изм.	$V_{\text{нож. ном, верх.}}$	P_a , гПа	T_a , °C	h_a , %	$t_{\text{ж}}$, °C	t_n , °C	ρ_n , кг/м³	$\rho_{\text{ж}}$, кг/м³	M , кг	$V_{t_{\text{ж}}}$, дм³	$\overline{V}_{t_{\text{ж}}}$, дм³	V_{t_n} , дм³	\overline{V}_{t_n} , дм³	$\delta(V)$, %	$\overline{\delta(V)}$, %	$\Theta(V)$, %	$S(V)$, %
1																	
...																	
i																	
1																	
...																	
i																	
1																	
...																	
i																	

Продолжение таблицы А.1

k	C_{t_n} , дм³	C , дм³
100		0,01

Таблица А.2 – Обработка полученных данных

$\Theta(\rho_n)$, кг/м³	$\Theta(\rho_{\text{ж}})$, кг/м³	$\Theta(V)$, %	$S_\Theta(V)$, %	$S_\Sigma(V)$, %	$K_\Sigma(V)$, %	$\delta_\Sigma(V)$, %

Результат: (положительный/отрицательный) _____

Заключение по результатам поверки (годен / негоден): _____

Подпись поверителя _____ /
подпись _____
И. О. Фамилия

Дата «____» 20 ____ г.