

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

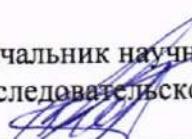
М.П.

«26» декабря 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

РАСХОДОМЕР-СЧЕТЧИК МАССОВЫЙ OPTIMASS 2400

Методика поверки
МП 1717-1-2024

Начальник научно-исследовательского отдела

P.A. Корнеев
Тел. отдела: +7(843) 272-12-02

г. Казань
2024 г.

1 Общие положения

Настоящий документ распространяется на расходомер-счетчик массовый OPTIMASS 2400 (далее – расходомер).

Прослеживаемость расходомера к Государственному первичному специальному эталону единиц массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости ГЭТ 63-2019 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 1), утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2356.

В методике поверки реализован метод передачи единиц непосредственным сличением.

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

Таблица 1 – Метрологические требования

Наименование характеристики	Значение
Диапазон массового расхода жидкости, т/ч	от 27 до 1600
Переходный расход жидкости Q_p , т/ч	320
Пределы допускаемой относительной погрешности расходомера при измерении массы жидкости в потоке и массового расхода жидкости при применении частотно-импульсного канала, %, в диапазонах: от $Q_{\text{наим}}$ до Q_p включ. св. Q_p до $Q_{\text{наиб}}$ включ.	± 1 $\pm 0,1$
$Q_{\text{наим}}$ – наименьший массовый расход жидкости, т/ч	
$Q_{\text{наиб}}$ – наибольший массовый расход жидкости, т/ч	

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 поверки	периодической поверки
Внешний осмотр средства измерений	7	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	Да	Да
Проверка программного обеспечения средства измерений	9	Да	Да
Определение метрологических характеристик средства измерений	10	Да	Да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	11	Да	Да

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки соблюдают следующие условия:

Измеряемая среда – жидкость (вода) с параметрами:

- температура, °С от +10 до +30
– давление, МПа, не более 1,6

Окружающая среда – воздух с параметрами:

- | | |
|----------------------------------------|----------------|
| – температура, °С | от +10 до +30 |
| – относительная влажность, %, не более | 80 |
| – атмосферное давление, кПа | от 84 до 106,7 |

Для средств поверки соблюдаются условия эксплуатации, указанные в эксплуатационных документах.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

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

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 разряда согласно ГПС (часть 1), утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2356, диапазон воспроизведения массы жидкости в потоке и массового расхода жидкости эталона должен соответствовать диапазону измерений, доверительные границы суммарной погрешности (пределы относительной погрешности) должны быть меньше пределов относительной погрешности средства измерений не менее чем в полтора раза.	Установки поверочные Эрмитаж, регистрационный номер 71416-18 (далее – эталон)

1 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемого расходомера с требуемой точностью, указанной в таблице;

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.

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки соблюдают следующие требования (условия):

- правил безопасности при эксплуатации средств поверки и расходомера, приведенных в их эксплуатационных документах;
- правил техники безопасности, действующих на месте проведения поверки;
- правил по охране труда, действующих на месте проведения поверки.

6.2 К средствам поверки и расходомеру обеспечивают свободный доступ.

6.3 Освещенность должна обеспечивать отчетливую видимость средств поверки и расходомера, 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 расходомера следующим требованиям:

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

Результат внешнего осмотра считают положительным, если внешний вид расходомера соответствует описанию и изображению, приведенному в описании типа, комплектность и маркировка расходомера соответствует эксплуатационным документам, на расходомере отсутствуют внешние механические повреждения и дефекты, препятствующие его применению, на расходомере присутствует возможность нанесения знака поверки в целях защиты от несанкционированного вмешательства или отрицательным, если внешний вид расходомера не соответствует описанию и изображению, приведенному в описании типа и/или комплектность и маркировка расходомера не соответствует эксплуатационным документам, на расходомере присутствуют внешние механические повреждения и/или дефекты, препятствующие его применению и/или на расходомере 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 расходомера и средств поверки согласно их эксплуатационным документам;
- проверка герметичности соединений и узлов гидравлической системы рабочим давлением. Систему считают герметичной, если при рабочем давлении в течение 5 минут не наблюдается течи и капель жидкости, а также отсутствует падение давления;
- удаление воздуха из гидравлической системы.

8.2 Опробование

При опробовании проверяют работоспособность расходомера путем увеличения или уменьшения расхода жидкости в пределах рабочего диапазона измерений.

При подаче расхода жидкости на эталоне в пределах диапазона измерений расходомер фиксируют изменения показаний расходомера.

Результат опробования считают положительным, если при увеличении или уменьшении расхода жидкости соответствующим образом изменяются показания расходомера или отрицательным, если при увеличении или уменьшении расхода жидкости соответствующим образом показания расходомера не изменяются. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций поверки прекращают.

9 Проверка программного обеспечения

При проведении поверки выполняют операцию подтверждения соответствия программного обеспечения заявленным идентификационным данным.

Для подтверждения соответствия программного обеспечения проводят проверку идентификационного наименования и номера версии (идентификационного номера) программного обеспечения. Для просмотра идентификационного наименования и номера версии (идентификационного номера) программного обеспечения необходимо включить питание расходомера и войти в меню D2.3.4 расходомера и считать номер версии.

Результат подтверждения соответствия программного обеспечения считают положительным, если наименование и номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения расходомера соответствует наименованию и номеру версии (идентификационному номеру), указанному в разделе «Программное обеспечение» описания типа на расходомер. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций по поверке прекращают.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

Определение относительной погрешности при измерении массы жидкости в потоке и массового расхода жидкости.

Выполняют подключение расходомера в гидравлический контур эталона в соответствии со схемой, указанной в руководстве по эксплуатации на расходомер.

Определение относительной погрешности расходомера при измерении массы жидкости в потоке и массового расхода жидкости проводят на трех значениях массового расхода жидкости, выбранных в соответствии с таблицей 4. При каждом значении массового расхода жидкости выполняют не менее пяти измерений. При каждом измерении обеспечивают время измерения не менее 30 секунд (количество импульсов должно быть не менее 10000).

Таблица 4 – Значения массового расхода жидкости

Номер точки	1	2	3
Значения расхода	$Q_{\text{нам}}$	$1,1 \cdot Q_{\text{n}}$	$0,4 \cdot Q_{\text{наиб}}$

$Q_{\text{нам}}$ – наименьший массовый расход жидкости, т/ч
 Q_{n} – переходный расход жидкости, т/ч
 $Q_{\text{наиб}}$ – наибольший массовый расход жидкости, т/ч
 Расход устанавливается с допуском $\pm 10\%$ в поверочных точках с номерами 1 и 2, $\pm 10\%$ в поверочной точке с номером 3.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Определение относительной погрешности при измерении массы жидкости в потоке и массового расхода жидкости

11.1.1 Определение относительной погрешности расходомера при измерении массы жидкости в потоке

Данный пункт выполняется при определении относительной погрешности расходомера при измерении массы жидкости в потоке по частотно-импульльному каналу.

Отклонение показания расходомера от показания эталона при передаче единицы массы жидкости в потоке в j -ой точке расхода при i -ом измерении $\delta(M)_{ji}$, % вычисляют по формуле

$$\delta(M)_{ji} = \left(\frac{M_{ji} - M_{\text{ЭТ}ji}}{M_{\text{ЭТ}ji}} \right) \cdot 100, \quad (1)$$

где M – масса жидкости в потоке по показаниям расходомера, кг;

$M_{\text{ЭТ}}$ – масса жидкости в потоке по показаниям эталона, кг;

i – индекс измерения;

j – индекс точки расхода.

Среднее арифметическое отклонение показаний расходомера от показаний эталона измерении единицы массы жидкости в потоке в j -ой точке расхода $\overline{\delta(M)}_j$, %, вычисляют по формуле

$$\overline{\delta(M)}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \delta(M)_{ji}, \quad (2)$$

где n – количество измерений.

Среднее квадратическое отклонение среднего арифметического (далее – СКО) расходомера при измерении единицы массы жидкости в потоке в j -ой точке расхода $S(\delta_M)_j$, %, вычисляют по формуле

$$S(\delta_M)_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\delta(M)_{ji} - \overline{\delta(M)}_j)^2}{n \cdot (n-1)}}. \quad (3)$$

СКО расходомера с учетом влияния эталона при измерении единицы массы жидкости в потоке в j -ой точке расхода $S(M)_j$, %, вычисляют по формуле

$$S(M)_j = \sqrt{S(M)_{\text{эт}}^2 + S(\delta_M)_j^2}, \quad (4)$$

где $S(M)_{\text{эт}}$ – СКО эталона при воспроизведении единицы массы жидкости в потоке, % (берут из паспорта на эталон или из свидетельства о поверке (протокола поверки)).

Примечание – если у эталона не нормировано СКО при воспроизведении единицы массы жидкости в потоке $S(M)_{\text{эт}}$, то СКО расходомера при измерении единицы массы жидкости в потоке $S(M)_j$, определяют без него.

Неисключенную систематическую погрешность (далее – НСП) расходомера при измерении единицы массы жидкости в потоке в j -ой точке расхода $\Theta(M)_j$, %, вычисляют по формуле

$$\Theta(M)_j = \pm 1,1 \sqrt{\left(\frac{\Theta(M)_{\text{эт}}}{1,1} \right)^2 + \overline{\delta(M)}_j^2}, \quad (5)$$

где $\Theta(M)_{\text{эт}}$ – НСП эталона при воспроизведении единицы массы жидкости в потоке, %, (берут из паспорта на эталон или из свидетельства о поверке (протокола поверки)).

Примечание – если у эталона не нормировано НСП эталона при воспроизведении единицы массы жидкости в потоке $\Theta(M)_{\text{эт}}$, то допускается брать вместо НСП относительную погрешность (доверительные границы суммарной погрешности) эталона при измерении массы жидкости в потоке $\delta(M)_{\text{эт}}$.

СКО НСП расходомера при измерении единицы массы жидкости в потоке в j -ой точке расхода $S_{\Theta}(M)_j$, %, вычисляют по формуле

$$S_{\Theta}(M)_j = \frac{\Theta(M)_j}{1,1\sqrt{3}}. \quad (6)$$

Суммарное СКО расходомера при измерении единицы массы жидкости в потоке в j -ой точке расхода $S_{\Sigma}(M)_j$, %, вычисляют по формуле

$$S_{\Sigma}(M)_j = \sqrt{S(M)_j^2 + S_{\Theta}(M)_j^2}. \quad (7)$$

Коэффициент, определяемый доверительной вероятностью P ($P=0,95$) и отношением случайных погрешностей и НСП в j -ой точке расхода $K_{\Sigma}(M)_j$, вычисляют по формуле

$$K_{\Sigma}(M)_j = \frac{t_{0,95} \cdot S(M)_j + \Theta(M)_j}{S(M)_j + S_{\Theta}(M)_j}, \quad (8)$$

где $t_{0,95}$ – коэффициент Стьюдента при $P=0,95$ и количестве измерений n .

Относительную погрешность расходомера при измерении массы жидкости в потоке в j -ой точке расхода $\delta_{\Sigma}(M)_j$, %, вычисляют по формуле

$$\delta_{\Sigma}(M)_j = \pm K_{\Sigma}(M)_j \cdot S_{\Sigma}(M)_j. \quad (9)$$

Результат считают положительным, если значения относительной погрешности расходомера при измерении массы жидкости в потоке не превышают значения, указанные в таблице 1 или отрицательным, если значения относительной погрешности расходомера при измерении массы жидкости в потоке превышают значения, указанные в таблице 1. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций по поверке прекращают.

11.1.2 Определение относительной погрешности расходомера при измерении массового расхода жидкости

Данный пункт выполняется при определении относительной погрешности расходомера при измерении массового расхода жидкости по частотно-импульльному каналу.

Отклонение показания расходомера от показания эталона при измерении единицы массового расхода жидкости в j -ой точке расхода, при i -ом измерении $\delta(Q_M)_{ji}$, %, вычисляют по формуле

$$\delta(Q_M)_{ji} = \left(\frac{Q_{M_{ji}} - Q_{M_{\text{эт},ji}}}{Q_{M_{\text{эт},ji}}} \right) \cdot 100, \quad (10)$$

где Q_M – массовый расход жидкости по показаниям расходомера, т/ч;

$Q_{M_{\text{эт}}}$ – массовый расход жидкости по показаниям эталона, т/ч;

i – индекс измерения;

j – индекс точки расхода.

Среднее арифметическое отклонение показаний расходомера от показаний эталона при передаче измерений массового расхода жидкости в j -ой точке расхода, %, определяют по формуле

$$\overline{\delta(Q_M)}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \delta(Q_M)_{ji}. \quad (11)$$

СКО расходомера при измерении единицы массового расхода жидкости в j -ой точке расхода $S(\delta_{Q_M})_j$, %, вычисляют по формуле

$$S(\delta_{Q_M})_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\delta(Q_M)_{ji} - \overline{\delta(Q_M)}_j)^2}{n \cdot (n-1)}}. \quad (12)$$

СКО расходомера с учетом влияния эталона при измерении единицы массового расхода жидкости в j -ой точке расхода $S(Q_M)_j$, %, вычисляют по формуле

$$S(Q_M)_j = \sqrt{S(Q_M)_{\text{эт}}^2 + S(\delta_{Q_M})_j^2}, \quad (13)$$

где $S(Q_M)_{\text{эт}}$ – СКО эталона при воспроизведении единицы массового расхода жидкости, % (берут из паспорта на эталон или из свидетельства о поверке (протокола поверки)).

Примечание – если у эталона не нормировано СКО при воспроизведении единицы массового расхода жидкости $S(Q_M)_{\text{эт}}$, то СКО расходомера при измерении единицы массового расхода жидкости $S(Q_M)_j$ определяют без него;

НСП расходомера при измерении единицы массового расхода жидкости в j -ой точке расхода $\Theta(Q_M)_j$, %, вычисляют по формуле

$$\Theta(Q_M)_j = \pm 1,1 \sqrt{\left(\frac{\Theta(Q_M)_{\text{эт}}}{1,1} \right)^2 + \delta(Q_M)^2}, \quad (14)$$

где $\Theta(Q_M)_{\text{эт}}$ – НСП эталона при воспроизведении единицы массового расхода жидкости, %, (берут из паспорта на этalon или из свидетельства о поверке (протокола поверки)).

Примечание – если у эталона не нормировано НСП эталона при воспроизведении единицы массового расхода жидкости $\Theta(Q_M)_{\text{эт}}$, то допускается брать вместо НСП относительную погрешность (доверительные границы суммарной погрешности) эталона при измерении массового расхода жидкости $\delta(Q_M)_{\text{эт}}$.

СКО НСП расходомера при измерении единицы массового расхода жидкости в j -ой точке расхода $S_\Theta(Q_M)_j$, %, вычисляют по формуле

$$S_\Theta(Q_M)_j = \frac{\Theta(Q_M)_j}{1,1\sqrt{3}}. \quad (15)$$

Суммарное СКО расходомера при измерении единицы массового расхода жидкости в j -ой точке расхода $S_\Sigma(Q_M)_j$, %, вычисляют по формуле

$$S_\Sigma(Q_M)_j = \sqrt{S(Q_M)_j^2 + S_\Theta(Q_M)_j^2}. \quad (16)$$

Коэффициент, определяемый доверительной вероятностью P ($P=0,95$) и отношением случайных погрешностей и НСП в j -ой точке расхода, $K_\Sigma(Q_M)_j$, вычисляют по формуле

$$K_\Sigma(Q_M)_j = \frac{t_{0,95} \cdot S(Q_M)_j + \Theta(Q_M)_j}{S(Q_M)_j + S_\Theta(Q_M)_j}. \quad (17)$$

Относительную погрешность расходомера при измерении массового расхода жидкости в j -ой точке расхода $\delta_\Sigma(Q_M)_j$, %, вычисляют по формуле

$$\delta_\Sigma(Q_M)_j = \pm K_\Sigma(Q_M)_j \cdot S_\Sigma(Q_M)_j. \quad (18)$$

Результат считают положительным, если значения относительной погрешности расходомера при измерении массового расхода жидкости не превышают значения, указанные в таблице 1 или отрицательным, если значения относительной погрешности расходомера при измерении массового расхода жидкости превышают значения, указанные в таблице 1. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций по поверке прекращают.

12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты измерений и вычислений вносят в протокол поверки произвольной формы.

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 расходомера обязательным требованиям к средствам измерений 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), а также на свинцовую (пластмассовую) пломбу, установленную с помощью проволоки, проведенную через специальные отверстия, расположенные на корпусе вторичного преобразователя.

12.3 При отрицательных результатах поверки расходомер 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.