

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧЕРЕЖДЕНИЕ  
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ»  
(ФГБУ «ВНИИМС»)**



**СОГЛАСОВАНО**

Заместитель директора по  
производственной метрологии  
ФГБУ «ВНИИМС»

А.Е. Коломин

« 07 » « 04 » 2022 г.

**Государственная система обеспечения единства измерений**

**Расходомеры-счетчики массовые  
OPTIMASS 1400, OPTIMASS 2400, OPTIMASS 6400**

**Методика поверки  
МП 208-019-2022**

г. Москва  
2022 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

1 Общие положения.....	3
2 Перечень операций поверки средства измерений.....	3
3 Требования к условиям проведения поверки.....	4
4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку.....	4
5 Метрологические и технические требования к средствам поверки.....	4
6 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки.....	5
7 Внешний осмотр средства измерений.....	5
8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений.....	6
9 Проверка программного обеспечения средства измерений.....	6
10 Определение метрологических характеристик средства измерений.....	6
11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям.....	13
12 Оформление результатов поверки.....	14
ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	15
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	17
ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	19
ПРИЛОЖЕНИЕ Г.....	20

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на расходомеры-счетчики массовые OPTIMASS 1400, OPTIMASS 2400, OPTIMASS 6400 (далее - расходомеры) и устанавливает методику их первичной и периодических поверок.

1.2 Реализация данной методики обеспечивает метрологическую прослеживаемость расходомеров к:

- Государственному первичному специальному эталону единиц массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости ГЭТ 63-2019, в соответствии с ГПС для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости, согласно Приказу Росстандарта от 07.02.2018 № 256, для средств измерений, поверка которых осуществляется на воде;

- Государственному первичному эталону единицы плотности ГЭТ18-2014;

- Государственному первичному эталону единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С ГЭТ34-2020.

1.3 Передача расходомерам единиц массы и объёма жидкости в потоке, массового и объёмного расходов жидкости, температуры, плотности осуществляется методом непосредственных сличений с поверочными установками, эталонным термометром, плотномером (ареометром) соответственно.

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта/раздела методики поверки	Проведение операции при	
		Первичной поверке	Периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	Раздел 7	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Раздел 8.1	Да	Да
	Раздел 8.2	Нет	Да
Проверка программного обеспечения средства измерений	Раздел 9	Да	Да
Определение метрологических характеристик средства измерений	Раздел 10.1	Да	Да
	Раздел 10.2	Нет	Да
	Раздел 10.3	Да	Да
	Раздел 10.4	Да	Да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Раздел 11	Да	Да

2.2 При проведении периодической поверки допускается возможность поверки расходомеров на меньшем числе измеряемых величин.

2.3 В случае отрицательных результатов поверки допускается провести настройку нулевой точки расходомера, а при необходимости настройку поверяемого канала. Настройку поверяемого канала расходомера проводить в соответствии с эксплуатационной документацией

на поверяемый расходомер или Приложением Г. Если и после этого результаты поверки будут отрицательными, то поверку прекращают, а расходомер бракуют.

### 3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки соблюдают следующие условия:

- температура окружающего воздуха:  $+(20 \pm 10) \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- температура поверочной среды:  $+(20 \pm 10) \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- дрейф температуры поверочной среды, не более:  $2 \text{ }^\circ\text{C/ч}$ ;
- относительная влажность окружающего воздуха: от 30 до 80 %;
- атмосферное давление: от 84 до 106 кПа;
- поверочная среда: водопроводная вода по СанПиН 2.1.4.1074-2001.

### 4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

Проведение поверки должен выполнять персонал, отвечающий требованиям, предъявляемым к поверителям средств измерений (СИ), знающий принцип действия используемых при проведении поверки эталонов и СИ, изучивший настоящую методику поверки, руководство по эксплуатации и прошедший инструктаж по технике безопасности. Допускается проводить поверку с привлечением обученного персонала, под непосредственным руководством поверителя.

### 5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

При проведении поверки расходомеров применяют средства измерений и эталоны, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки	Пример возможного средства поверки с указанием наименования, заводского обозначения, а при наличии – обозначения типа, модификации
п.8.1; п.10.1	Вторичный эталон, рабочий эталон 1-го или 2-го разряда согласно части 1 приказа Росстандарта от 07.02.2018 № 256. С диапазоном воспроизведения массового расхода соответствующим диапазону измерений поверяемого расходомера.	Установка поверочная Эрмитаж рег. № 71416-18
п.8.1; п.10.1	Установка поверочная 1 разряда, с диапазоном воспроизведения объемного расхода соответствующим диапазону измерений поверяемого расходомера, пределы допускаемой относительной погрешности измерений объема $\pm 0,025 \%$ ;	Установка объемно-динамическая REFERENCE TOWER PSTR 04 (рег.№ 3.2.ВТП.0002.2015)
п.8.1; п.10.1	Установки поверочные, с диапазоном воспроизведения объемного расхода соответствующим диапазону измерений поверяемого расходомера, пределы допускаемой относительной погрешности измерений объема $\pm 0,015 \%$ ;	Установка поверочная расходомерная Flow Master рег. № 40125-08
п.8.1; п.10.1	Установки поверочные, с диапазоном воспроизведения объемного расхода соответствующим диапазону измерений поверяемого расходомера, пределы допускаемой относительной погрешности измерений объема $\pm 0,02 \%$ ;	Установка поверочная расходомерная Flow Master mini рег. № 56353-14

п.10.1 п. 10.4	Средство измерений плотности в диапазоне от 0,65 до 1,4 г/см <sup>3</sup> , пределы допускаемой абсолютной погрешности ±0,0001 г/см <sup>3</sup>	Рефрактометр-плотномер модели DM40 рег. № 44178-10
п.10.1 п. 10.4	Средство измерений плотности жидкостный, диапазон измерения: от 600 до 2000 кг/м <sup>3</sup> , пределы допускаемой абсолютной погрешности: ± 0,1 кг/м <sup>3</sup>	Измерители плотности жидкостей вибрационные ВИП-2МР рег. № 27163-09
п. 10.1 п. 10.4	Ареометры общего назначения, диапазон измерения: 930-1000 кг/м <sup>3</sup> , 1000-1070 кг/м <sup>3</sup> , пределы допускаемой абсолютной погрешности: ± 0,5 кг/м <sup>3</sup>	Ареометры стеклянные АОН-5 рег. № 69567-17
п.10.1 п.10.3	Средство измерений температуры. Диапазон измерений от -50 °С до +200 °С, ПГ = ±0,1 °С	Термометр лабораторный электронный ЛТ-300 рег. № 61806-15
п.10.1 п.10.2	Средство измерений частоты. Диапазон измерения частоты от 0,01 Гц до 1,00 МГц, $\delta f = \pm \delta o  + 1/fx \cdot tсч$	Частотомер электронно-счетный ЧЗ-88. рег. № 41190-09
п.10.1 п.10.2	Средство измерений силы тока. Диапазон измерений от 0 до 24 мА, Допускаемая абсолютная погрешность ±(0,0002 · I + 2 е.м.р.)	Калибратор токовой петли FLUKE 705 (рег.№ 29194-05)

#### Примечания:

1. Допускается применение других аналогичных средств измерений, не приведенных в разделе 5, но обеспечивающих определение метрологических характеристик расходомеров с требуемой точностью;
2. Все средства измерений должны быть поверены, эталоны аттестованы.

## 6 ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки соблюдают требования безопасности, определяемые:

- правилами безопасности труда, действующими в поверочной лаборатории;
- правилами безопасности, действующими на предприятии;
- правилами безопасности при эксплуатации используемых средств поверки, приведенными в их эксплуатационной документации.

6.2 При подключении расходомера к испытательному оборудованию необходимо соблюдать общие требования безопасности, установленные в документах ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 12.3.019-80, «Правила эксплуатации электроустановок потребителей», «Правила охраны труда при эксплуатации электроустановок потребителей».

6.3 Монтаж и демонтаж электрических цепей расходомера и средств поверки должно проводиться только при отключенном питании всех устройств.

6.4 Монтаж и демонтаж расходомера на установке поверочной должен производиться в соответствии с требованиями безопасности, указанными в эксплуатационной документации на расходомер.

## 7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При внешнем осмотре расходомера проверяют:

- комплектность должна соответствовать данным, указанным в эксплуатационной документации на расходомер;
- маркировка расходомера должна соответствовать данным, указанным в эксплуатационной документации. Целостность маркировочных табличек на расходомере не должна быть

- нарушена. Таблички должны быть читаемы;
- заводской номер должен соответствовать записи в эксплуатационной документации;
  - контакты разъемов должны быть чистые и не иметь следов коррозии;
  - корпуса первичного преобразователя и преобразователя расхода не должны иметь механических повреждений, влияющих на работоспособность;
  - окно для считывания показаний жидкокристаллического индикатора (если он есть) должно быть чистое и не иметь дефектов, препятствующих правильному считыванию;
  - при проверке в лабораторных условиях, проточная часть расходомера не должна иметь на внутренней поверхности грязи и отложений.

## **8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

8.1 При проверке проливным методом.

8.1.1 Перед проведением поверки поверяемый расходомер подготавливают к работе согласно руководству по эксплуатации (далее – РЭ) и выдерживают в условиях поверки не менее 2 часов.

8.1.2 Опробование расходомера в лабораторных условиях проводят путем увеличения/уменьшения расхода жидкости в пределах рабочего диапазона измерений. В рабочем режиме расходомера регистрирует измеряемый расход (объем или массу);

8.1.3 Расходомер должен генерировать выходной сигнал, пропорциональный текущему расходу;

8.1.4 При неизменной скорости потока индицируемое значение текущего расхода должно быть неизменно, а индицируемое значение суммарной массы (или объема) должно увеличиваться с течением времени.

8.2 При проверке имитационным методом.

8.2.1 Имитационная поверка проводится с демонтажем массового расходомера с технологического трубопровода. При этом необходимо соблюсти следующие условия:

- внутренняя поверхность измерительной трубы должна быть очищенной от остатков измеряемой среды, не иметь отложений, высушена или продута сжатым воздухом;

- перед началом проведения процедуры имитационной поверки необходимо выдержать расходомер в условиях поверки для стабилизации температуры не менее 6 часов в выключенном состоянии, а затем не менее 30 минут во включенном состоянии;

- изменения температуры в ходе всей процедуры поверки допускаются не выше  $\pm 5$  °С.

Опробование проводят путем подключения питания к расходомеру, руководствуясь РЭ. После подключения питания расходомер должен выйти в режим измерения. При этом измеренные значения (массовый расход, плотность, температура) должны соответствовать текущему состоянию прибора, а на страничке статуса не должно присутствовать фатальных сообщений (статус F), свидетельствующих о неисправности расходомера.

Примечание:

Детальное пояснение сообщений о статусе расходомера представлено в соответствующем разделе РЭ.

## **9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

Проверяют соответствие идентификационных данных программного обеспечения (ПО). Для этого, согласно эксплуатационной документации, необходимо войти в меню «Версия электроники» (номер меню В3.6 или В5.5 в зависимости от исполнения расходомера) и считать номер версии.

Необходимо переписать идентификационные данные ПО в протокол поверки.

## 10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Поверка расходомеров на поверочной установке (проливной метод).

10.1.1 Перед выполнением поверки определяют пределы допускаемой погрешности метода измерений эталонного расхода (массы)  $\delta_{\Sigma}$  по одной из следующих формул:

1) при поверке на поверочной установке методом сличения с эталонным массовым расходомером или объёмным расходомером и поточным плотномером или при поверке на поверочной весовой установке или при поверке весовым методом:

$$\delta_{\Sigma} = \delta_{\text{Массы}}, \quad (1)$$

где  $\delta_{\text{Массы}}$  – пределы допускаемой относительной погрешности определения массы поверочной жидкости, прошедшей через поверяемый расходомер по показаниям поверочной установки или весового устройства;

2) при поверке на поверочной установке методом сличения с эталонным объёмным расходомером и эталонным плотномером (или ареометром), для которого берётся проба жидкости или при поверке на поверочной установке с комплектом мерных емкостей и эталонным плотномером или другим СИ плотности:

$$\delta_{\Sigma} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{\text{Об}}^2 + \delta_{\text{Пл}}^2 + \theta_t^2}, \quad (2)$$

где  $\delta_{\text{Об}}$  – пределы допускаемой относительной погрешности измерений объёма с применением мерных ёмкостей или по показаниям поверочной установки;

$\delta_{\text{Пл}}$  – пределы допускаемой относительной погрешности измерений плотности среды плотномером или ареометром;

$\theta_t$  – дополнительная составляющая систематической погрешности, обусловленная погрешностью измерений температуры рабочей жидкости в поверочной установке;

$$\theta_t = \beta_{\text{ж}} \times \Delta t_{\text{ППУ}}, \quad (3)$$

где  $\beta_{\text{ж}}$  – коэффициент теплового расширения поверочной жидкости в поверочной установке.

Для воды при условиях поверки значение  $\beta$  принимают равным  $2,6 \times 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ;

$\Delta t_{\text{ППУ}}$  – пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры рабочей жидкости в поверочной установке;

10.1.2 Определить метрологический запас, обеспечиваемый эталонным средством измерений  $\alpha_p$  по формуле:

$$\alpha_p = \frac{\delta_{\Sigma}}{\delta_{\text{ф}}}, \quad (4)$$

где  $\delta_{\text{ф}}$  – пределы допускаемой относительной погрешности поверяемого расходомера, согласно паспорту.

10.1.3 Перед началом измерений массового расхода провести настройку «нуля» расходомера в соответствии с РЭ.

10.1.4 Время проведения каждого измерения должно быть не менее 30 секунд или не менее 10000 импульсов.

10.1.5 Определить значение относительной погрешности измерений массового расхода (массы)  $\delta_M$  одним из способов, указанных в п. 10.1.1 при значениях массового расхода, выбранных из рабочего диапазона расходомера в трех точках (для обозначения точки расхода применяется индекс  $j$ ): 5-10 %, 20-25 %, 40-100 % от  $Q_{Mnom}$ .

$Q_{Mnom}$  – равен максимальному расходу в настройках расходомера.

Примечание – если максимальный расход поверочной установки меньше максимального расхода в настройках расходомера расхода (но не менее 40 %), допускается в качестве наибольшего расхода установить максимальный расход установки.

Количество измерений при каждом значении массового расхода (для обозначения отдельного измерения в точке расхода применяется индекс  $i$ ) зависит от  $\alpha_p$ :

3 – если  $\alpha_p \leq 1/3$ ;

не менее 5 – если  $1/3 < \alpha_p \leq 1/2$ .

Если  $\alpha_p > 1/2$ , то поверку прекращают.

Значение  $\delta_M$  вычисляют по формуле (10), (11), – в зависимости от выбранного метода измерений.

10.1.6 Если  $1/3 < \alpha_p \leq 1/2$ , то для каждой  $j$ -й точки расхода определить СКО ( $S_j$ ) относительной погрешности, полученной при отдельных  $i$ -х измерениях:

$$S_j = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\delta_{Mij} - \delta_{Mj})^2}, \quad (5)$$

где  $\delta_{Mj}$  – среднее значение полученной относительной погрешности при измерении в  $j$ -й точке расхода:

$$\delta_{Mj} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \delta_{Mij}. \quad (6)$$

Если полученное значение  $S_j > 0,03\%$ , то поверку приостанавливают, устраняют причину повышенного СКО<sup>1</sup> и повторяют измерения для  $j$ -й точки расхода. Если повторно полученное значение  $S_j \leq 0,03\%$ , то поверку продолжают, иначе поверку прекращают.

10.1.7 Определить систематическую составляющую погрешности расходомера  $\theta_\Sigma$  по формуле:

$$\theta_\Sigma = 1,1 \cdot \sqrt{\left(\frac{\delta_\Sigma}{1,1}\right)^2 + \delta_M^2 + \left(\frac{Z}{Q_{Mnom}} \cdot 100\%\right)^2}, \quad (7)$$

где  $\delta_M$  – наибольшее из абсолютных значений  $\delta_{Mj}$ ,

$Z$  – стабильность нуля в соответствии с паспортом.

10.1.8 Определить случайную составляющую погрешности расходомера  $\varepsilon$  по формуле:

$$\varepsilon = 2,203 \cdot S_{\max}, \quad (8)$$

где  $S_{\max}$  – наибольшее из значений  $S_j$ .

---

<sup>1</sup> Типичные причины повышения СКО: наличие воздуха в системе, повышенная вибрация подводящих трубопроводов, недостаточно жёсткое закрепление расходомера, и, как следствие, уход нуля расхода, сбой в работе перекидного устройства поверочной установки и т.д.

10.1.9 Определить относительную погрешность расходомера при измерении расхода  $\delta$  по формуле:

$$\delta = Z_{0,95} \cdot (\theta_{\Sigma} + \varepsilon), \quad (9)$$

где  $Z_{0,95}$  – коэффициент, значение которого выбирается из таблицы 3 в зависимости от отношения  $\theta_{\Sigma} / S_{\max}$ .

Значение  $\delta$  округляют до двух знаков после запятой.

Таблица 3 – Значения коэффициента  $Z_{0,95}$  (МИ 2083)

$\theta_{\Sigma} / S_{\max}$	0,5	0,75	1	2	3	4	5	6	7	8	> 8
$Z_{0,95}$	0,81	0,77	0,74	0,71	0,73	0,76	0,78	0,79	0,80	0,81	1,00

10.1.10 Относительную погрешность измерений массового расхода или массы  $\delta_{Mi}$ , %, при  $i$ -ом измерении определить по формулам:

$$\delta_{Mi} = \frac{G_i - G_{эм}}{G_{эм}} \cdot 100\%, \quad (10)$$

$$\delta_{Mi} = \frac{M_i - M_{эм}}{M_{эм}} \cdot 100\%, \quad (11)$$

где  $G_i$  – массовый расход по расходомеру, кг/ч;  
 $G_{эм}$  – массовый расход по поверочной установке, кг/ч;  
 $M_i$  – масса по расходомеру, кг;  
 $M_{эм}$  – масса по поверочной установке, кг.

В случае, если поверочная установка оснащена мерами вместимости, то определение относительной погрешности расходомеров при измерении массы осуществляется сравнением значений массы, измеренной расходомером, и массы, пересчитанной исходя из измеренных значений объема и плотности на поверочной установке. Массу  $M$ , кг, по поверочной установке вычисляют по формуле:

$$M = V \cdot \rho, \quad (12)$$

где  $V$  – объем жидкости, измеренный установкой, м<sup>3</sup>;  
 $\rho$  – плотность жидкости, измеренная плотномером или ареометром, кг/м<sup>3</sup>.

При измерении плотности жидкости ареометром.

В отобранную в цилиндр жидкость погружается ареометр.

Для выравнивания температуры ареометр выдерживается в жидкости 2-3 мин, после этого при полностью спокойной жидкости снимаются показания по шкале. Показания ареометра отсчитываются по нижнему краю мениска.

При выполнении измерений одновременно с измерением плотности измеряется температура жидкости в цилиндре термометром с ценой деления не более 0,1 °С. Разность между температурой жидкости в цилиндре и температурой жидкости в поверочной установке во время измерения плотности не должна превышать 0,5 °С.

10.1.11 В случае, если при поверке используется аналоговый выход расходомера, то измеренный расход  $G_i$ , кг/ч, вычисляется по формуле

$$G_i = \left[ \left( \frac{I_i - I_{\min}}{I_{\max} - I_{\min}} \right) \cdot (G_{\max} - G_{\min}) \right] + G_{\min}, \quad (13)$$

где  $I_i$  – ток, измеренный контроллером поверочной установки за время проведения  $i$ -го измерения, мА;  
 $I_{\min}$  – минимальное значение установленного диапазона токового выхода, мА;  
 $I_{\max}$  – максимальное значение установленного диапазона токового выхода, мА;  
 $G_{\max}$  – значение расхода установленное для максимального значения токового выхода кг/ч;  
 $G_{\min}$  – значение расхода установленное для минимального значения токового выхода кг/ч.

10.1.12 В случае, если при поверке используется частотный выход расходомера, то измеренный расход  $G_i$ , кг/ч, или масса  $M_i$ , кг, вычисляются по формуле (14) или по формуле (15) соответственно:

$$G_i = \frac{F_i}{K} \cdot 3600, \quad (14)$$

$$M_i = \frac{N_i}{K}, \quad (15)$$

где  $F_i$  – частота на выходе расходомера за время проведения  $i$ -го измерения, Гц;  
 $K$  – весовой коэффициент, установленный в расходомере, имп/кг;  
 $N_i$  – количество импульсов, накопленное поверочной установкой или частотомером за время проведения  $i$ -го измерения, имп.

Минимальное число импульсов, накопленных за время проведения одного измерения, должно быть не менее 10000.

10.1.13 В случае если расходомер не имеет частотных и аналоговых выходов, прибор может быть подключен к поверочной установке при помощи конвертеров Profibus DP/PA, Foundation Fieldbus, Profinet или Modbus.

## 10.2 Имитационный метод

10.2.1 Имитационная поверка предназначена для модификаций OPTIMASS 2400 и OPTIMASS 6400.

10.2.2 Проверить калибровочные параметры расходомера на соответствие заводским значениям.

Примечание:

1. Детальные пояснения по параметрам калибровки см. Приложение (А)
2. Копия Сертификата калибровки имеется в свободном доступе на домашней странице KROHNE по адресу: <https://pick.krohne.com/>. При отсутствии Сертификата калибровки следует обратиться в представительство ООО «КРОНЕ-Автоматика».

### 10.2.3 Контроль метрологических характеристик

10.2.3.1 При помощи подменю В2 «Тест» расходомера производится контроль ключевых параметров диагностики (см. Таблицу 4)

Таблица 4

Подменю	Наименование	Описание параметра
В2.7	Температура	Актуальное значение температуры среды
В2.10	Частота трубы	Актуальная частота колебаний измерительной трубы

B2.11	Энергия драйвера	Актуальный уровень энергии драйвера измерительной трубы
B2.12	Уровень сенсора А	Актуальный уровень сигнала сенсора А
B2.13	Уровень сенсора В	Актуальный уровень сигнала сенсора В

Примечание:

Контроль параметров выполняется в течение времени не менее 5 минут с записью не менее 10 значений, на основании которых вычисляется средние значения, заносимые в протокол (Приложение В).

10.2.3.2 Полученные значения следует проанализировать с учетом следующих критериев, представленных в Таблицах Б.1, Б.2, Б3, Б4. Приложения Б.

10.2.3.3 Контроль температуры измерительной трубы при помощи образцового термометра выполняется непосредственно на внутренней поверхности измерительной трубы и сравнивается со значением, отображаемым расходомером. При выполнении операции, после установки чувствительного элемента образцового термометра рекомендуется герметизировать измерительную трубу первичного преобразователя с обеих сторон при помощи пластиковых заглушек с целью исключения перемещения воздуха внутри измерительной трубы

10.2.3.4 Значение частоты трубы F на воздухе при температуре 20 °С рассчитывается при помощи ниже приведенной формулы:

$$F = 1/((DCF8 * 10^{-7})^{1/2}), \quad (16)$$

где

DCF8 – параметр калибровки плотности согласно заводскому сертификату калибровки.

Допустимое отклонение частоты колебаний измерительной трубы F на воздухе от расчетного значения, полученного при помощи вышеприведенной формулы, не должно превышать значения  $\pm 5$  Гц

Стабильность частоты измерительной трубы F должна быть не хуже  $\pm 0,2$  Гц

10.2.3.5 При помощи подменю С.1.1.1 «Zero calibration» (Калибровка нуля) производится контроль нулевой точки по двум критериям «Значение нулевой точки» и «Стабильность нулевой точки», принимаются « $\pm 0,5\%$ » и «не более  $\pm 0,005\%$ », соответственно.

10.2.3.6 Параметр «Стабильность нулевой точки» проверяется путем последовательного повтора операции автоматической калибровки нулевой точки от 3 до 5 раз. Значения нулевой точки в полученной последовательности не должны отличаться друг от друга более, чем на 0,005%.

10.2.3.7 Контроль погрешности аналоговых выходов (токового и частного выходных сигналов).

10.2.3.7.1 Контроль проводится всех токовых и частотных выходов, которыми оснащен расходомер.

В случае, если расходомер не оснащен токовыми и / или частотными выходами допускается не выполнять эту операцию.

10.2.3.7.2 При выполнении контроля токового выхода 4...20 мА к соответствующим выходным клеммам преобразователя сигналов подключить миллиамперметр и провести измерение тока. При помощи подменю В2 Test (Тест) следует задать последовательно контрольные значения выходного тока (4; 12; 20 мА) и зарегистрировать показания миллиамперметра.

Приведенная погрешность токового сигнала  $\delta_{\text{прив. I}}$  рассчитывается по формуле:

$$\delta_{I_{out}} = 100 \cdot (I_{BП} - I_{изм}) / I_{BП}, \quad (17)$$

$I_{BП}$  – заданное значение тока, мА;

$I_{изм}$  – измеренное значение тока, мА;

Результат поверки заносится в протокол (Приложение В).

10.2.3.7.3 При выполнении контроля частотного выхода к соответствующим выходным клеммам преобразователя сигналов подключить частотомер и провести измерение частоты. При помощи подменю В2 Test (Тест) следует задать последовательно контрольные значения частоты (100; 1000; 3000 и 10000 Гц) и регистрировать показания частотомера.

Относительная погрешность частотного сигнала  $\delta_f$  рассчитывается по формуле:

$$\delta f = \left( \frac{F_i - F_0}{F_0} \right) \cdot 100\% \quad (18)$$

где

$F_0$  – заданное значение частоты, Гц;

$F_i$  – измеренное значение частоты, Гц;

Результат проверки заносится в протокол (Приложение В).

### 10.3 Определение абсолютной погрешности измерений температуры

10.3.1 Определение абсолютной погрешности измерений температуры допускается проводить одним из следующих способов:

1) сравниваются показания температуры, измеренной расходомером, установленным в измерительном канале поверочной установки с показаниями поверочной установки или эталонного термометра. Проводят не менее трёх измерений.

2) измерительный канал расходомера закрывают с одной стороны заглушкой и поворачивают так, чтобы измерительный канал находился в вертикальном положении. Затем заполняют измерительный канал жидкостью и погружают в неё термометр. Проводят не менее трёх измерений.

10.3.2 Абсолютную погрешность измерений температуры  $\Delta t$ , °С, рассчитывают по формуле:

$$\Delta t = t_i - t_{эм}, \quad (19)$$

где  $t_i$  – температура, измеренная расходомером, °С;

$t_{эм}$  – температура, измеренная термометром, °С.

### 10.4 Определение абсолютной погрешности измерений плотности

10.4.1 Определение абсолютной погрешности измерений плотности для расходомеров допускается проводить одним из следующих способов:

1) сравнивают показания плотности, измеренной расходомером, установленным в измерительном канале установки поверочной с табличными значениями плотности для воды в соответствии с ГСССД 2-77 «Таблицы стандартных справочных данных. Вода. Плотность при атмосферном давлении и температурах от 0 до 100 градусов Цельсия», либо с показаниями портативного плотномера, измерительный датчик которого помещён в бак установки поверочной (в максимальной близости от сливной трубы).

2) сравнивают значения плотности жидкости измеренной расходомером со значением

плотности этой жидкости измеренной эталонным плотномером или преобразователем плотности и расхода. Проводят не менее трёх измерений.

3) сравнивают значения плотности жидкости измеренной расходомером со значением плотности этой жидкости измеренной ареометром. Измерительный канал расходомера закрывают с одной стороны заглушкой и поворачивают так, чтобы измерительный канал находился в вертикальном положении. Затем заполняют измерительный канал расходомера жидкостью (водой или продуктом). Фиксируют значения температуры и плотности по индикатору расходомера. После этого жидкость выливают во вспомогательную ёмкость и погружают в неё датчик портативного плотномера или ареометр. Фиксируют показания. Затем пересчитывают измеренную ареометром плотность с поправкой на температуру. Для показаний плотномера пересчёт не требуется. Проводят не менее трёх измерений.

10.4.2 Абсолютную погрешность измерений плотности  $\Delta\rho$ , кг/м<sup>3</sup>, рассчитывают по формуле:

$$\Delta\rho = \rho_{изм} - \rho_{эт} , \quad (20)$$

где  $\rho_{эт}$  – плотность, измеренная плотномером (ареометром), табличное значение плотности, кг/м<sup>3</sup>;

$\rho_{изм}$  – плотность, измеренная расходомером, кг/м<sup>3</sup>.

## 11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

Расходомер соответствует предъявляемым к нему метрологическим требованиям при выполнении следующих условий:

- Внешний вид и маркировка соответствуют описанию типа и эксплуатационной документации на расходомер (п. 7);
- На расходомере не обнаружено внешних механических повреждений и дефектов, препятствующих проведению поверки (п. 7);
- Версия программного обеспечения соответствует данным, указанным в описании типа (п. 9);
- (п.10.1)

Если  $\alpha_p \leq 1/3$ , то проверяют выполнение условия:

$$\delta_{Mij} \leq \delta_\phi . \quad (21)$$

где  $\delta_{Mij}$  - значение  $\delta_M$  или  $\delta_G$  определённое при  $i$ -м измерении в  $j$ -й точке расхода.

Если условие выполняется, то расходомер признается годным для измерений массового (объёмного) расхода и массы (объёма);

Если  $1/3 < \alpha_p \leq 1/2$  проверяют выполнение условия:

$$\delta \leq \delta_\phi \quad (22)$$

Если условие выполняется, то расходомер признается годным для измерения массового (объёмного) расхода и массы (объёма) жидкости и газа.

- (п.10.2.2) Результаты проверки считаются положительными при отсутствии замечаний по итогам проведения опробования;

- (п.10.2.3.7.2) Результат проверки считается положительным, если приведенная погрешность формирования токового выходного сигнала не превышает  $\pm 0,03$  %.

- (п.10.2.3.7.3) Результат проверки считается положительным, если относительная погрешность формирования частотного выходного сигнала не превышает  $\pm 0,03$  %.

- (п.10.2.3) Результаты контроля метрологических характеристик считать положительными, если все контролируемые параметры находятся в допускаемых пределах.

- (п.10.2) При положительном результате имитационной поверки расходомеры признаются годными к измерениям массового расхода и массы жидкости и газа, объемного расхода и объема жидкости и газа, плотности и температуры. При этом к погрешности измерений расходомеров по массовому и объемному расходу (массе и объёму), указанной в паспорте прибавляется погрешность  $\pm 0,1$  %.

- (п.10.3) Результаты поверки считают положительными, если значение абсолютной погрешности измерений температуры соответствует требованиям, указанным в описании типа средства измерений.

- (п.10.4) Результат поверки считается положительным, если значения допускаемой абсолютной погрешности измерений плотности  $\Delta\rho$ , кг/м<sup>3</sup>, не превышает значений, указанных в описании типа средства измерений.

## 12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 Результаты имитационной поверки по п.10.2 оформляют по форме приложения В. Результаты поверки по остальным пунктам оформляют протоколом в произвольной форме.

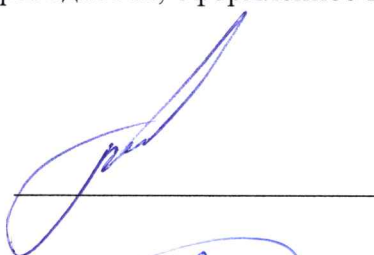
12.2 Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

12.3 По заявлению владельца средств измерений или лица, представившего их на поверку положительные результаты поверки, оформляют записью в Паспорте, удостоверенной подписью поверителя и нанесением знака поверки или выдают свидетельство о поверке по установленной форме в соответствии с приказом Минпромторга России от 31 июля 2020 г. № 2510 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

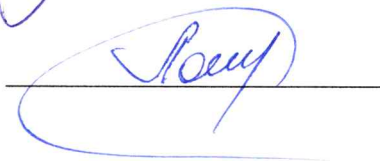
12.4 При отрицательных результатах поверки, расходомер к эксплуатации не допускается. По заявлению владельца средства измерений или лица, предоставившего средство измерений на поверку, выдается извещение о непригодности, оформленное в соответствии с действующими нормативными документами.

Начальник отдела 208  
ФГБУ «ВНИИМС»

Ведущий инженер отдела 208  
ФГБУ «ВНИИМС»



Б.А. Иполитов



Д.П. Ломакин

Описание параметров калибровки, контролируемых в ходе имитационной поверки  
расходомеров OPTIMASS 2400 / 6400

Таблица А.1

Подменю	Наименование	Описание параметра калибровки	Примечание
C1.7	-	Группа параметров калибровки расхода	
C1.7.1	CF1	Температура при заводской калибровке.	Являются уникальными для каждого прибора, и не доступны для изменения пользователем.  Производится в рамках данной методики поверки на соответствие Сертификату калибровки
C1.7.2	CF2	Датчик напряженности 1 при заводской калибровке	
C1.7.3	CF3	Датчик напряженности 1 при заводской калибровке	
C1.7.4	CF4	Влияние датчика напряженности 1 на масс. расход.	
C1.7.5	CF5	Фактор калибровки массового расхода	
C1.7.6	CF6	Влияние температуры на массовый расход	
C1.7.7	CF7	Влияние темп. и датчика напряженности 1 на масс. расход	
C1.7.8	CF8	Влияние датчика напряженности 2 на массовый расход	
C1.7.9	CF9	Смещение хар-ки плотности – на основе коэфф. DCF	
C1.7.10	CF10	Наклон хар-ки плотности – на основе коэфф. DCF	
C1.7.11	CF11	Влияние напряженности 1 на плотность	
C1.7.12	CF12	Влияние температуры на плотность	
C1.7.13	CF13	Влияние температуры и напряженности 1 на плотность	
C1.7.14	CF14	Влияние температуры и напряженности 2 на плотность	
C1.7.15	CF15	Коэффициент ( $\chi t^2$ ) влияния темпер. на плотность	
C1.7.16	CF16	Коэффициент ( $\chi t^2$ ) влияния темпер. на масс. расход	
C1.7.17	CF17	Влияние плотности на массовый расход	
C1.7.18	CF18	Коэффициент ( $\chi p^2$ ) влияния плотн. на массовый расход	
C1.7.19	CF19	Влияние массового расхода на плотность	
C1.7.20	CF20	Коэфф. ( $\chi m^2$ ) влияния массового расход на плотность	
C1.7.21	CF21	Не используется	
C1.7.22	CF22	Не используются	
C1.7.23	CF23	Коэффициент компенсации нуля по температуре	
C1.7.24	CF24	Не используется	
C1.7.25	CF25	Не используется	
C1.7.26	CF26	Не используется	
C1.7.27	CF27	Не используется	
C1.8	-	Группа параметров калибровки плотности	
C1.8.1	DCF1	Тип продукта	Являются уникальными для каждого прибора и могут изменяться системой после калибровки плот-
C1.8.2	DCF2	Калибровочная точка – плотность	
C1.8.3	DCF3	Коэффициент компенсации плотности по температуре	
C1.8.4	DCF4	Калибровочная точка – частота	
C1.8.5	DCF5	Тип продукт	
C1.8.6	DCF6	Калибровочная точка - плотность	
C1.8.7	DCF7	Коэффициент компенсации плотности по температуре	

			ности по месту эксплуатации.
C1.8.8	DCF8	Калибровочная точка – частота	

Примечания:

1. Коэффициенты калибровки по расходу CF1...CF27 должны быть неизменны, и их значения могут контролироваться периодически или по необходимости на соответствие Сертификату калибровки.

2. Коэффициенты калибровки по плотности DCF1... DCF8 могут изменяться после калибровки массового расходомера по плотности рабочей среды по месту эксплуатации. Сертификат калибровки содержит значения коэффициентов калибровки плотности, полученные в ходе заводской калибровки.

Таблица Б.1

Подменю	Наименование	Описание параметра
B2.7	Температура	Температура измеряемой среды, проходящей через измерительную трубу первичного преобразователя. При стабильных условиях значение должно соответствовать условиям применения, быть стабильным и иметь отклонение не более $\pm 0,5$ °C для OPTIMASS 6400 и не более $\pm 1$ °C для OPTIMASS 2400 Допустимые колебания не должны превышать значения $\pm 0,3$ °C.

Таблица Б.2

*Модель и типоразмер первичного преобразователя	*Нормируемое значение энергии драйвера, % (при температуре 20 °C)	*Допустимое отклонение, % (при условиях имитационной проверки)
OPTIMASS 2000 x100	2... 25	Не более 25
OPTIMASS 2000 x150		
OPTIMASS 2000 x250		
OPTIMASS 2000 x400		
OPTIMASS 6000 x08		
OPTIMASS 6000 x10		
OPTIMASS 6000 x15		
OPTIMASS 6000 x25		
OPTIMASS 6000 x50		
OPTIMASS 6000 x80		
OPTIMASS 6000 x100		
OPTIMASS 6000 x150		
OPTIMASS 6000 x200		

Примечание:

1. В таблице выше «х» обозначен код материала измерительной трубы.
2. (\*) При отсутствии модели и типоразмера первичного в таблице выше, «Нормируемое значение энергии драйвера ...» и «Допустимое отклонение...» принимаются «2...25 %» при 20 °C и «не более 25%», соответственно.

Таблица Б.3

*Модель и типоразмер первичного преобразователя		*Нормируемое значение уровня сигнала сенсоров А / В, %	*Допустимое отклонение между сигналами сенсоров А и В, %
OPTIMASS 2000	x100	60	Не более 0,75
OPTIMASS 2000	x150	50	
OPTIMASS 2000	x250	50	
OPTIMASS 2000	x400	80	
OPTIMASS 6000	x08	60	
OPTIMASS 6000	x10	55	
OPTIMASS 6000	x15	60	
OPTIMASS 6000	x25	80	
OPTIMASS 6000	x50	80	
OPTIMASS 6000	x80	70	
OPTIMASS 6000	x100	80	
OPTIMASS 6000	x150	80	
OPTIMASS 6000	x200	80	
OPTIMASS 6000 HT	x08	25	
OPTIMASS6000 HT	x10	20	
OPTIMASS6000 HT	x15	20	
OPTIMASS 6000 HT	x25	25	
OPTIMASS 6000 HT	x50	25	
OPTIMASS6000 HT	x80	25	
OPTIMASS 6000 HT	x100	30	
OPTIMASS 6000 HT	x150	25	
OPTIMASS6000 HT	x200	20	

**Примечание:**

В таблице выше «х» обозначен код материала измерительной трубы.

(\*) При отсутствии модели и типоразмера первичного в таблице выше, «Нормируемое значение уровня сигнала сенсоров ...» следует запросить в представительство ООО «КРОНЕ-Автоматика». «Допустимое отклонение между сигналами сенсоров...» принимаются равным «не более 0,75%».

## Пример протокола имитационной поверки

Протокол имитационной поверки расходомера OPTIMASS 6400				
Серийный номер:				
Типоразмер:				
Версия ПО:				
Условия поверки:				
- температура, °C				
- атмосферное давление, кПа				
- относительная влажность воздуха, %				
Результаты поверки:				
Результаты внешнего осмотра:		<i>Соответствует/не соответствует</i>		
Результаты опробования:		<i>Соответствует/не соответствует</i>		
Результаты проверки соответствия ПО:		<i>Соответствует/не соответствует</i>		
Результаты проверки параметров калибровки				
Параметры калибровки расхода:		<i>Соответствует/не соответствует</i>		
Параметры калибровки плотности:		<i>Соответствует/не соответствует</i>		
Результаты контроля метрологических характеристик				
Контролируемый параметр	Допустимые значения (допустимое отклонение)		Фактическое значение	Результат
	Мин.	Макс.		
Температура, °C	+18,5	+20,5		<i>Соотв./не соотв.</i>
Стабильность температуры, °C	-	(±0,3)		<i>Соотв./не соотв.</i>
Частота трубы, Гц	257,00	267,00		<i>Соотв./не соотв.</i>
Стабильность частоты трубы, Гц	-	(0,2)		<i>Соотв./не соотв.</i>
Энергия драйвера, %	-	25		<i>Соотв./не соотв.</i>
Откл. сигналов сенсоров А и В, %	-	0,2		<i>Соотв./не соотв.</i>
Значение нулевой точки, %	-	0,5		<i>Соотв./не соотв.</i>
Стабильность нулевой точки, %	-	0,005		<i>Соотв./не соотв.</i>
Токовый выход:				
4 мА	3,9952	4,0048		<i>Соотв./не соотв.</i>
12 мА	11,9952	12,0048		<i>Соотв./не соотв.</i>
20 мА	19,9952	20,0048		<i>Соотв./не соотв.</i>
Частотный выход:				
100 Гц	99,9700	100,030		<i>Соотв./не соотв.</i>
1000 Гц	999,700	1000,300		<i>Соотв./не соотв.</i>
3000 Гц	2999,100	3000,900		
10000 Гц	9997,000	10003,000		<i>Соотв./не соотв.</i>
<b>Результат поверки:</b>				<b><i>Соотв./не соотв.</i></b>

Поверитель:

\_\_\_\_\_  
ФИО\_\_\_\_\_  
(подпись)

## Изменение коэффициента коррекции расхода

Коррекцию коэффициента расхода проводят при расходе продукта, соответствующем условиям эксплуатации расходомера.

Проводится не менее 2-х измерений. Показания расходомера сравниваются с показаниями эталона. Выбирается значение с максимальным отклонением от установленного расхода, без учета знака. В случае, если значение превышает допустимую погрешность расходомера, то вносят изменения в коэффициент коррекции расхода в подменю С1.1.4 (для MFC400 ER1.0) или С1.1.3 (для MFC400 ER2.0) «Flow correction».

Коэффициент коррекции расходомера в рабочем диапазоне измерений массового расхода  $MF$ , %, вычисляют по формуле:

$$MF = MF_{уст} \pm MF_i, \quad (B.1)$$

где  $MF_{уст}$  – коэффициент коррекции, установленный в расходомер на момент проведения поверки, %;

$MF_i$  – поправка к показаниям массового расхода, которая вносится со знаком, противоположным знаку полученной в ходе измерений относительной погрешности  $\delta_i$ .

Пример, если массовый расходомер завывает показания массового расхода с погрешностью +0,1 %, а существующая поправка в подменю С1.1.4 (для MFC400 ER1.0) или С1.1.3 (для MFC400 ER2.0) равна +0,05 %, то значение поправочного коэффициента С1.1.4 (для MFC400 ER1.0) или С1.1.3 (для MFC400 ER2.0) будет определено как:

$$MF = (+0,05) - 0,1 = -0,05, \quad (B.2)$$

Значение -0,05 % должно быть внесено в подменю С1.1.4 (для MFC400 ER1.0) или С1.1.3 (для MFC400 ER2.0) «Flow correction» (Коррекция расхода)