

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ
И МЕТРОЛОГИИ

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы»
(ФГБУ «ВНИИМС»)

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГБУ «ВНИИМС»



А.Е. Коломин

М.П.

«28» 10 2022 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Счётчики-расходомеры кориолисовые КТМ РуМАСС

Методика поверки

МП 208-025-2021

с изменением № 1

г. Москва
2022 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Общие положения	3
2 Перечень операций поверки	3
3 Требования к условиям проведения поверки	4
4 Метрологические и технические требования к средствам поверки	4
5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки	5
6 Внешний осмотр	5
7 Подготовка к поверке и опробование	6
8 Проверка программного обеспечения	6
9 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	6
10 (Исключён. Изм. № 1)	15
11 Оформление результатов поверки	15
Приложение А	16
Приложение Б (Введено дополнительно. Изм. № 1)	17

1. Общие положения

1.1. Настоящая методика распространяется на счётчики-расходомеры кориолисовые КТМ РуМАСС (далее – расходомеры), изготавливаемые ООО «НПП КуйбышевТелеком-Метрология», г. Самара, и устанавливает объём и методы их первичной и периодической поверок.

1.2. *(Исключён, Изм. № 1)*

1.3. При проведении поверки должна быть обеспечена прослеживаемость поверяемых СИ к ГПСЭ единиц массы и объёма жидкости в потоке, массового и объёмного расходов жидкости ГЭТ63-2019, ГПЭ единиц объёмного и массового расходов газа ГЭТ118-2017, ГПЭ единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С ГЭТ34-2020, ГПЭ единицы плотности ГЭТ18-2014, в зависимости от исполнения.

(Изменённая редакция. Изм. № 1)

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

1.5. Поверка расходомера может быть проведена в сокращённом объёме (по каналу измерений массового расхода и массы жидкости) согласно методикам МИ 3151-2008 «ГСИ. Счётчики-расходомеры массовые. Методика поверки на месте эксплуатации трубопоршневой поверочной установкой в комплекте с поточным преобразователем плотности» или МИ 3272-2010 «Счётчики-расходомеры массовые. Методика поверки на месте эксплуатации компактурвером в комплекте с турбинным преобразователем расхода и поточным преобразователем плотности», или МИ 3313-2011 «ГСИ. Счётчики-расходомеры массовые. Методика поверки с помощью эталонного счётчика-расходомера массового», или МИ 3622-2020 «ГСИ. Счётчики-расходомеры массовые. Методика поверки установкой поверочной на базе счётчиков-расходомеров массовых». В этом случае выполняются только те действия, которые предусмотрены в данных методиках. Поверка в сокращённом объёме проводится на основании письменного заявления владельца СИ или лица, предоставляющего СИ на поверку.

Таблица 1 (Исключена, Изм. № 1)

2. Перечень операций поверки

При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень операций поверки

Наименование операции	Номер раздела (пункта) методики Поверки	Проведение операции при:	
		первичной поверке	периодической поверке
1. Внешний осмотр	6	да	да
2. Проверка программного обеспечения	8	Да	да
3. Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	9	Да	да
4. Оформление результатов	11	Да	да

(Изменённая редакция. Изм. № 1)

3. Требования к условиям проведения поверки

3.1. При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха от 15 до 30 °С;
- скорость изменения температуры окружающего воздуха не более 2 °С/мин;
- скорость изменения температуры используемой при поверке среды не более 0,3 °С/мин;
- содержание свободного газа в жидкости не допускается.

(Изменённая редакция. Изм. № 1)

3.2. При поверке расходомера на месте эксплуатации значение температуры измеряемой среды, температуры окружающего воздуха, влажности окружающего воздуха должны соответствовать условиям эксплуатации, указанным в паспорте на расходомер, а также применяемых СИ и эталонов.

3.3. При поверке расходомера по МИ 3151-2008, МИ 3272-2010, МИ 3313-2011, МИ 3622-2020 должны быть соблюдены условия поверки, указанные в данных методиках поверки.

(Введён дополнительно. Изм. № 1)

3.4. При поверке расходомера имитационным методом с демонтажом дополнительно должны быть соблюдены следующие условия:

- расходомер должен быть сухим и чистым;
- расходомер должен быть свободно подвешен, а фланцы закрыты заглушками;
- расходомер должен быть выдержан в условиях п. 3.1 не менее 2 часов.

(Введён дополнительно. Изм. № 1)

3.5. При поверке расходомера имитационным методом без демонтажа с трубопровода дополнительно должны быть соблюдены следующие условия:

- расходомер должен быть заполнен рабочей средой (содержание газа при жидкой рабочей среде менее 1 %) и иметь нулевой расход либо массовый расход не более 30 % от номинального и флуктуация расхода не более ± 10 %;
- изменение давления рабочей среды в процессе поверки не должно превышать 10 % от действующего значения давления.

(Введён дополнительно. Изм. № 1)

4. Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1. При проведении поверки применяют средства измерений и вспомогательное оборудование, указанное в таблице 2.

Таблица 2 – Средства измерений и вспомогательное оборудование

Пункт МП	Метрологические и технические требования к средствам поверки оборудованию, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
7, 9	Термогигрометр, диапазон измерений относительной влажности от 20 до 98 %, ПГ ± 3 %, диапазон измерений температуры от 5 до 40 °С, ПГ $\pm 0,5$ °С	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде (далее – рег. №) 71394-18
9	Установка поверочная или ТПУ 1 или 2 разряда, или вторичный эталон согласно части 1 и 2 приказа Росстандарта от 07 февраля 2018 г. № 256	Установки поверочные автоматизированные УПРС+, рег. № 77099-19 или установки поверочные трубопоршневые ТПУ Новатор, рег. № 85381-22

9	Частотомер, диапазон измеряемых частот от 0,1 мГц до 200 МГц, ПГ $\pm 2 \cdot 10^{-6}$	Частотомер электронно-счётный ЧЗ-85/5, рег. № 56478-14
9	Калибратор многофункциональный измерения/воспроизведения токового сигнала от 0 до 24 мА, ПГ $\pm (0,00025 \cdot I + 4 \text{ мкА})$	Калибраторы многофункциональные и коммуникаторы BEAMEX MC6 (-R), рег. № 52489-13, Калибраторы электрических сигналов СА71, рег. № 53468-13
9	Рабочий эталон единицы плотности согласно приказу Росстандарта от 01 ноября 2019 г. № 2603 с диапазоном измерений, соответствующим контрольным точкам при поверке расходомера	Плотномер-рефрактометр серии D, рег. № 74722-19
9	Термометр, диапазон измерений от 10 до 30 °С, ПГ $\pm 0,1$ °С	Термометры лабораторные электронные ЛТ-300, рег. № 61806-15
9	Программное обеспечение «КТМ SMART STREAM» (при имитационном методе поверки)	
9	Персональный компьютер или мобильное устройство или система управления (сеть автоматизации) с возможностью подключения к расходомеру по интерфейсу RS-485 либо HART (при имитационном методе поверки)	
Примечание – При поверке расходомера по МИ 3151-2008, МИ 3272-2010, МИ 3313-2011, МИ 3622-2020 применяются эталоны, средства измерений и вспомогательное оборудование, указанные в данных методиках поверки.		

(Изменённая редакция. Изм. № 1)

4.2. Указанные средства поверки допускается заменять другими с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений.

4.3. Применяемые при поверке СИ и эталоны могут входить в состав СИКН, СИКНП или АСН.

5. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки должны выполняться следующие требования безопасности:

- к проведению поверки допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности рабочем месте и имеет группу по технике электробезопасности не ниже второй;
- вся аппаратура, питающаяся от сети переменного тока, должна быть заземлена;
- все разъёмные соединения линий электропитания и линий связи должны быть исправны;
- соблюдать требования безопасности, указанные в технической документации на имитатор, применяемые средства поверки и вспомогательное оборудование.

6. Внешний осмотр

Результаты внешнего осмотра считаются положительными, если выполняются следующие требования:

- соответствие комплектности эксплуатационной документации;
- отсутствие механических повреждений, препятствующих проведению поверки;

- наличие заводских номеров и маркировки.

7. Подготовка к поверке и опробование

7.1. Подготовить СИ и эталоны к проведению измерений в соответствии с руководством по эксплуатации.

7.2. Опробование совместить с определением метрологических характеристик.

7.3. Установить расходомер на проливную жидкостную установку и выдержать в течение 5 минут расход поверочной среды, равный примерно $(0,3 - 0,9) \cdot G_{\max}$ (где $G_{\max}$ – наибольшее значение массового расхода для данного типа расходомера, т/ч, см. РЭ или ПС) для удаления воздуха из контура измерений. При имитационной поверке не проводится.

(Изменённая редакция. Изм. № 1)

7.4. Провести настройку нулевой точки расходомера в соответствии с эксплуатационными документами.

8. Проверка программного обеспечения

Вывести на дисплей расходомера данные о программного обеспечения (ПО) в соответствии с руководством по эксплуатации. На дисплее расходомера должны отражаться следующие данные:

- идентификационное наименование ПО;
- номер версии (идентификационный номер) ПО;
- цифровой идентификатор (контрольная сумма) ПО.

Результат подтверждения соответствия ПО считается положительным, если полученные идентификационные данные ПО расходомера соответствуют указанным в таблице 3 для соответствующих исполнений.

Таблица 3 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение	
	КТМ-0	КТМ-1
Идентификационное наименование ПО	Firmware BOI-3	Firmware BOI-4
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.0.0	не ниже 1.0.0
Цифровой идентификатор метрологический значимой части (алгоритм CRC32)	0xA81124B7	0xB139F763

(Изменённая редакция. Изм. № 1)

9. Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

Поверка расходомеров, работающих на газе, проводится на жидкости. Пересчёт номинального расхода с газа на жидкость, $G_{\text{ном}}$, кг/ч, осуществляется по формуле

$$G_{\text{ном}} = 720 \cdot \rho_{\text{газ}} \cdot V_{\text{зв}} \cdot K_d, \quad (1)$$

где $\rho_{\text{газ}}$ – плотность газа (см. таблицу 4.х), кг/м³,
 $V_{\text{зв}}$ – скорость звука в газе (см. таблицу 4.х), м/с;
 K_d – коэффициент в зависимости от условного диаметра (см. таблицу 5), м².

Таблица 4.1 – Воздух. Ориентировочные плотность и скорость звука при температуре 20 °С в зависимости от давления

Давление, P , МПа	Плотность, $\rho_{\text{газ}}$, кг/м ³	Скорость звука, $V_{\text{зв}}$, м/с
0,1	1,205	343,4
2	24,240	347,6
4	48,704	352,3
6	73,234	356,8
8	97,662	360,9
10	121,823	364,7

Таблица 4.2 – Азот. Ориентировочные плотность и скорость звука при температуре 20 °С в зависимости от давления

Давление, P , МПа	Плотность, $\rho_{\text{газ}}$, кг/м ³	Скорость звука, $V_{\text{зв}}$, м/с
0,1	1,148	349,1
2	23,086	353,6
4	46,256	358,0
6	69,359	362,3
8	92,257	366,4
10	114,814	370,3

Таблица 4.3 – Природный газ. Ориентировочные плотность и скорость звука при температуре 20 °С в зависимости от давления

Давление, P , МПа	Плотность, $\rho_{\text{газ}}$, кг/м ³	Скорость звука, $V_{\text{зв}}$, м/с
0,1	0,6744	439,9
2	13,981	433,6
4	29,044	428,7
6	45,215	426,1
8	62,429	426,6
10	80,469	430,9

Таблица 4.4 – Пропан. Ориентировочные плотность и скорость звука при температуре 20 °С в зависимости от давления

Давление, P , МПа	Плотность, $\rho_{\text{газ}}$, кг/м ³	Скорость звука, $V_{\text{зв}}$, м/с
0,1	1,841	246,6
2	503,170	773,4
4	508,411	807,0
6	513,065	835,8
8	517,331	862,7
10	521,308	888,8

Примечание – Так как значения расходов задаются с допуском $\pm 10\%$, то значения скорости звука и плотности для газов в зависимости от давления указаны ориентировочно.

Таблица 5 – Значения коэффициента K_d в зависимости от условного диаметра

Диаметр условного прохода, мм	$K_d, м^2$
8	0,000039
15	0,000127
25	0,000454
50	0,001095
80	0,003181
100	0,008371
200	0,012442
250	0,019006

(Изменённая редакция. Изм. № 1)

9.1.1 Определение относительной погрешности измерений массового расхода (массы) при соотношении погрешностей эталона и СИ 1:3

Определение относительной погрешности измерений массового расхода (массы) проводят при помощи жидкостной поверочной установки. Схема подключения контрольно-измерительной аппаратуры приведена в руководстве по эксплуатации.

Определение относительной погрешности проводят на значениях расхода, соответствующих: $(0,05 - 0,15) \cdot G_{\text{ном}}$, $(0,3 - 0,45) \cdot G_{\text{ном}}$, $(0,5 - 0,9) \cdot G_{\text{ном}}$.

Время проведения каждого измерения должно быть не менее 120 секунд или 10000 импульсов.

Расходомеры с первичными преобразователями, у которых $DN \geq 100$ мм допускается поверять на расходах $0,05 \cdot G_{\text{ном}}$, $0,1 \cdot G_{\text{ном}}$ и $0,3 \cdot G_{\text{ном}}$.

Значения расходов $(0,3 - 0,9) \cdot G_{\text{ном}}$ устанавливают с допуском ± 10 %, а расходы $(0,05 - 0,15) \cdot G_{\text{ном}}$ с допуском ± 5 %.

На каждом расходе проводят не менее двух измерений.

Относительную погрешность измерений массового расхода δ_{Gi} , % и массы δ_{Mi} , %, при i -ом измерении определяют по формулам

$$\delta_{Gi} = \frac{G_i - G_{\text{эт}}}{G_{\text{эт}}} \cdot 100, \quad (2)$$

$$\delta_{Mi} = \frac{M_i - M_{\text{эт}}}{M_{\text{эт}}} \cdot 100, \quad (3)$$

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

За результат принимают среднее арифметическое из полученных значений в каждой точке.

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 объёма и плотности на поверочной установке. Массу M , кг, по поверочной установке вычисляют по формуле

$$M = V \cdot \rho, \quad (4)$$

где V – объём жидкости, измеренный установкой, м³;
 ρ – плотность жидкости, измеренная установкой (плотномером), кг/м³.

Значение относительной погрешности измерений массы δ_{Mi} , %, при i -ом измерении определяется по формуле (2).

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

$$G_i = \frac{I_i - I_{\min}}{I_{\max} - I_{\min}} \cdot (G_{\max} - G_{\min}) + G_{\min} , \quad (5)$$

где I_i – ток, измеренный контроллером установки (калибратором тока) 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.

В случае, если при поверке используется частотный выход расходомера, то измеренный расход G_i , кг/ч, или масса M_i , кг, вычисляются по формуле (5) или по формуле (6) соответственно

$$G_i = \frac{F_i}{K} \cdot 3600 , \quad (6)$$

$$G_i = \frac{N_i}{1000 \cdot K} , \quad (7)$$

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 за время проведения i -го измерения, имп.

В случае, если расходомер не имеет частотных и аналоговых выходов, прибор может быть подключён к поверочной установке по протоколам HART или Modbus.

Результаты поверки по данному пункту считают положительными, если значение относительной погрешности измерений массового расхода (массы) не превышает пределов, приведённых в паспорте расходомера.

При положительном результате поверки относительной погрешности измерений массового расхода (массы), расходомеры считаются прошедшими поверку относительной погрешности измерений массы (массового расхода).

9.1.2 Определение относительной погрешности измерений массового расхода (массы), объёмного расхода (объёма) при соотношении погрешностей эталона и СИ более 1:3, но не менее 1:2 включительно

Определение относительной погрешности измерений массового расхода (массы) проводят при помощи жидкостной поверочной установки. Схема подключения контрольно-измерительной аппаратуры приведена в руководстве по эксплуатации.

Определение относительной погрешности проводят на значениях расхода, соответствующих: $(0,05 - 0,15) \cdot G_{\text{ном}}$, $(0,3 - 0,45) \cdot G_{\text{ном}}$, $(0,5 - 0,9) \cdot G_{\text{ном}}$.

Время проведения каждого измерения должно быть не менее 120 секунд или 10000 импульсов.

Расходомеры с первичными преобразователями, у которых $DN \geq 100$ мм допускается поверять на расходах $0,05 \cdot G_{\text{ном}}$, $0,1 \cdot G_{\text{ном}}$ и $0,3 \cdot G_{\text{ном}}$.

Значения расходов $(0,3 - 0,9) \cdot G_{\text{ном}}$ устанавливают с допуском ± 10 %, а расходы $(0,05 - 0,15) \cdot G_{\text{ном}}$ с допуском ± 5 %.

На каждом расходе проводят не менее пяти измерений.

При каждом измерении регистрируют:

- массу или объём жидкости по показаниям эталона расхода;
- массу или объём жидкости по показаниям расходомера;
- температуру и давление измеряемой среды.

Определение относительной погрешности расходомера при определении массы или объёма проводят по формулам (2), (3), (7), подставляя M или V соответственно. Для каждого измерения вычисляют значения:

- коэффициента коррекции MF : по массе MF_M или по объёму MF_V по формуле

$$MF_{M(V)ji} = \frac{M(V)_{эji}}{M(V)_{ji}}, \quad (8)$$

где $M(V)_{эji}$ – масса (объём) измеряемой среды по поверочной установке, кг (дм³);
 $M(V)_{ji}$ – масса (объём) измеряемой среды по расходомеру, кг (дм³).

Для каждой точки расхода вычисляют:

- среднеарифметическое значение коэффициента коррекции расходомера MF по формуле

$$MF_{M(V)j} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n MF_{M(V)ji}, \quad (9)$$

где n – количество измерений в точке j .

- среднеквадратическое отклонение результатов измерений, %, по формуле

$$S_j = \frac{1}{MF_{M(V)j}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (MF_{M(V)ji} - MF_{M(V)j})^2}{n - 1}} \cdot 100, \quad (10)$$

- среднеквадратическое отклонение среднего арифметического, S_0 , по формуле

$$S_0 = \frac{S_{jmax}}{\sqrt{n}}, \quad (11)$$

где S_{jmax} – наибольшее значение среднеквадратического отклонения результатов измерений, вычисленных по формуле (10), %.

- неисключённую систематическую составляющую погрешности расходомера, %, по формуле

$$\left\{ \begin{array}{l} \Theta_{MF_{M(V)}} = \left| \frac{MF_{M(V)j} - MF_{M(V)}}{MF_{M(V)}} \right|_{\max} \cdot 100 \\ MF_{M(V)} = \frac{1}{m} \sum_{m=1}^m MF_{M(V)j} \end{array} \right. , \quad (12)$$

где m – количество точек расхода i .

Вычисляют относительную погрешность, %, по формулам

$$\left\{ \begin{array}{l} \delta_{M(V)} = K \cdot S_{\Sigma} \\ K = \frac{\varepsilon + \Theta_{\Sigma}}{S_0 + S_{\Theta}} \\ \Theta_{\Sigma} = 1,1 \cdot \sqrt{\Theta_{\Sigma}^2 + \Theta_{MF_{M(V)}}^2} \\ S_{\Theta} = \frac{\Theta_{\Sigma}}{\sqrt{3}} \\ S_{\Sigma} = \sqrt{S_{\Theta}^2 + S_0^2} \\ \varepsilon = t_{0,95} \cdot S_0 \end{array} \right. , \quad (13)$$

где Θ_{Σ} – неисклѐченная систематическая составляющая погрешности эталона расхода при воспроизведении массы (объѐма) измеряемой среды;
 ε – случайная составляющая погрешности расходомера;
 $t_{0,95}$ – коэффициент Стьюдента при доверительной вероятности $P = 0,95$ (определяется в соответствии с ГОСТ Р 8.736-2011 «ГСИ. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения»). Значение градуировочного коэффициента расходомера определяется по формуле (8).

Исключение грубых погрешностей проводится в соответствии с разделом 6 «Исключение грубых погрешностей» ГОСТ Р 8.736-2011.

Результаты поверки по данному пункту считают положительными, если значение относительной погрешности измерений массы (объѐма) не превышает пределов, приведѐнных в паспорте расходомера.

9.1.3 Определение относительной погрешности измерений массы (объѐма) и/или массового (объѐмного) расхода жидкости на месте эксплуатации, в том числе на ТПУ

Определение относительной погрешности при измерении массы (объѐма) и/или массового (объѐмного) расхода жидкости допускается проводить в соответствии с одним из документов, указанных в таблице 6.

Таблица 6 – Методики поверки на месте эксплуатации

Шифр документа	Название документа
МИ 3272-2010	«Сѐтчики-расходомеры массовые. Методика поверки на месте эксплуатации компакт-прувером в комплекте с турбинным преобразователем расхода и поточным преобразователем плотности»
МИ 3151-2008	«Преобразователи массового расхода. Методика поверки на месте эксплуатации трубопоршневой поверочной установкой, в комплекте с поточным преобразователем плотности»

МИ 3313-2011	«ГСИ. Счётчики-расходомеры массовые. Методика поверки с помощью эталонного счётчика-расходомера массового»
МИ 3622-2020	«ГСИ. Счётчики-расходомеры массовые. Методика поверки установкой поверочной на базе счётчиков-расходомеров массовых»

Результаты поверки по данному пункту считают положительными, если значение относительной погрешности измерений массы (объёма) и/или массового (объёмного) расхода жидкости не превышает пределов, приведённых в паспорте расходомера.

(Введён дополнительно. Изм. № 1)

9.2 Определение относительной погрешности вычислений объёмного расхода (объёма)

Проводится аналогично п. 9.1 настоящей методики, при этом в формулы (2), (3), (5) – (7) вместо массового расхода и массы подставляются объёмный расход и объём.

Допускается проводить одновременно с п. 9.1.

Результаты поверки по данному пункту считаются положительными, если значение относительной погрешности измерений объёмного расхода (объёма) не превышает пределов, приведённых в паспорте расходомера.

9.3 Определение абсолютной погрешности измерений температуры

Определение абсолютной погрешности измерений температуры измеряемой среды проводится методом сличения показаний расходомера с показаниями эталонного термометра в одной точке из диапазона допустимой температуры измеряемой среды (в соответствии с паспортом на расходомер).

Определение абсолютной погрешности измерений температуры проводят на проливочной установке или на месте эксплуатации при постоянном расходе жидкости не менее 10 % от номинального расхода. Нестабильность температуры жидкости в течение 1 минуты до начала измерения и в течение измерения не должна превышать 0,3 °С.

Допускается проводить поверку расходомера, заполненного воздухом, поместив датчик расходомера и эталонный термометр в камере, защищающей от конвекции и градиентов температуры воздуха. Температура воздуха в камере в течение 10 минут до начала измерения и в течение измерения не должна изменяться более чем на ± 0,3 °С.

Абсолютную погрешность измерений температуры Δt , °С, рассчитывают по формуле

$$\Delta t = t_i - t_{эм}, \quad (14)$$

где t_i – температура, измеренная расходомером, °С;
 $t_{эм}$ – температура, измеренная термометром, °С.

Результаты поверки по данному пункту считаются положительными, если значение абсолютной погрешности измерений температуры не превышает пределов, приведённых в паспорте расходомера.

(Изменённая редакция. Изм. № 1)

9.4 Определение абсолютной погрешности измерений плотности

Соотношение доверительной вероятности погрешности рабочих эталонов и пределов допускаемой погрешности СИ должно составлять не более 1:2.

9.4.1 Определение допускаемой абсолютной погрешности измерений плотности для расходомеров с пределами абсолютной погрешности измерений плотности $\Delta \rho \geq \pm 1,0 \text{ кг/м}^3$ допускается проводить следующими способами:

1) сравниваются 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 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. Проводят не менее трёх измерений;

3) 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 плотномера. Фиксируют показания. Проводят не менее трёх измерений.

Абсолютную погрешность измерений плотности $\Delta\rho$, кг/м³, рассчитывают по формуле

$$\Delta\rho = \rho_{\text{изм}} - \rho_{\text{эт}}, \quad (15)$$

где $\rho_{\text{эт}}$ – плотность, измеренная плотномером (ареометром), кг/м³;
 $\rho_{\text{изм}}$ – плотность, измеренная расходомером, кг/м³.

9.4.2 Определение допускаемой абсолютной погрешности измерений плотности для расходомеров с пределами абсолютной погрешности измерений плотности $\Delta\rho < \pm 1,0$ кг/м³, настроенных на месте эксплуатации, допускается проводить без демонтажа расходомера из измерительной линии следующими способами:

1) по МИ 2816-2012 «ГСИ. Преобразователи плотности поточные. Методика поверки на месте эксплуатации») сравнивая показания плотности, измеренной расходомером, с результатом измерений плотности рабочим эталоном ГПС для СИ плотности.

Абсолютную погрешность измерений плотности $\Delta\rho$, кг/м³, рассчитывают по формуле (15).

2) сравнивая показания плотности, измеренной расходомером, с результатом измерений плотности отобранной пробы измеряемой среды рабочим эталоном ГПС для СИ плотности.

Абсолютную погрешность измерений плотности $\Delta\rho$, кг/м³, рассчитывают по формуле (15).

(Изменённая редакция. Изм. № 1)

9.4.3 Определение абсолютной погрешности измерений плотности для расходомеров с пределами абсолютной погрешности измерений плотности $\Delta\rho < \pm 1,0$ кг/м³, настроенных в лаборатории под условия места эксплуатации.

Взять пробу жидкости с места эксплуатации согласно ГОСТ 2517-2012 «Нефть и нефтепродукты. Методы отбора проб» в количестве достаточном для заполнения измерительного канала расходомера + 20 %.

Измерительный канал расходомера закрывают с одной стороны заглушкой и поворачивают так, чтобы измерительный канал находился в вертикальном положении. Затем заполняют измерительный канал расходомера жидкостью.

Провести измерение плотности расходомером и эталоном плотности. Соотношение доверительной погрешности рабочих эталонов и предела допускаемой погрешности средств измерений плотности должно составлять не более 1:2.

Абсолютную погрешность измерений плотности $\Delta\rho$, кг/м³, рассчитывают по формуле (15).

(Изменённая редакция. Изм. № 1)

9.4.4 Результаты поверки по данному пункту считают положительными, если значения абсолютной погрешности измерений плотности не превышает пределов, приведённых в паспорте расходомера.

9.5 ИМИТАЦИОННЫЙ МЕТОД ПОВЕРКИ (Введён дополнительно. Изм. № 1)

В расходомерах реализована функция самодиагностики состояния расходомера, основанная на комплексном анализе изменения механических и электрических свойств компонентов расходомера, влияющих на точность измерения. При наличии в расходомере данной функции осуществляется раннее обнаружение дефектов, а также имеется возможность проводить имитационную поверку на месте эксплуатации бездемонтажным и демонтажным способом.

Имитационный метод может использоваться только для периодической поверки расходомера по каналу массового расхода (массы), объёмного расхода (объёма) и плотности.

Запустить на персональном компьютере программное обеспечение «КТМ SMART STREAM». Выполняют функцию «Процедура имитационной поверки» в соответствии с руководством по эксплуатации.

В ходе выполнения процедуры проводится автоматический контроль технических параметров, по результатам которого формируется протокол, приведённый в Приложении Б.

Результаты поверки по данному пункту считают положительными, если в отчёте о поверке результат поверки отображается в виде «ГОДЕН».

После проведения имитационного метода поверки расходомер считается годным с метрологическими характеристиками согласно таблицы 7.

Таблица 7 – Метрологические характеристики расходомера при имитационном методе поверки

Наименование параметра	Значение параметра
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений, %:	
- массового расхода и массы жидкости, δ_m	$\delta_m + 0,1$
- объёмного расхода и объёма жидкости, δ_v	$\delta_v + 0,1$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений плотности, кг/м^3	± 10
Примечание – δ_m , δ_v – Пределы допускаемой относительной погрешности измерений массового расхода и массы жидкости или объёмного расхода и объёма жидкости соответственно, указанные в паспорте на расходомер.	

9.6 Расходомер допускают к применению в качестве СИ в соответствии с приказами Росстандарта:

- от 26 сентября 2022 года № 2356 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений массы и объёма жидкости в потоке, объёма жидкости и вместимости при статических измерениях массового и объёмного расходов жидкости»;
 - или от 11 мая 2022 г. № 1133 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений объёмного и массового расходов газа»;
 - от 01 ноября 2019 г. № 2603 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений плотности» (канал плотности);
- при положительных результатах выполнения всех процедур, описанных в разделах 6, 8 и 9.1 – 9.5.

(Введён дополнительно. Изм. № 1)

10. (Исключён. Изм. № 1)

11. Оформление результатов поверки

11.1. Результаты поверки оформляют протоколом произвольной формы.

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

11.3. Положительные результаты поверки удостоверяются отметкой в паспорте и (или) свидетельством о поверке, оформленным в соответствии с действующими нормативными документами.

11.4. При проведении поверки имитационным методом в сведениях о результатах поверки СИ в разделе «дополнительные сведения» указать «поверка имитационным методом».

11.5. При проведении поверки в сокращённом объёме в сведениях о результатах поверки СИ в разделе «дополнительные сведения» указать «поверка в сокращённом объёме по каналу...».

11.6. Знак поверки на СИ наносится в соответствии с рисунком А.1 Приложения А.

11.7. При поверке расходомера по МИ 3151-2008, МИ 3272-2010, МИ 3313-2011, МИ 3622-2020 оформление результатов поверки проводится в соответствии с требованиями данных методик поверки.

11.8. При отрицательных результатах поверки СИ к эксплуатации не допускают и выдают извещение о непригодности, оформленное в соответствии с действующими нормативными документами.

(Изменённая редакция. Изм. № 1)

Разработали:

Начальник отдела 208 ФГБУ «ВНИИМС»

Ведущий инженер ФГБУ «ВНИИМС»

Б.А. Иполитов

А.А. Сулин

Приложение А (обязательное)

Схема пломбировки

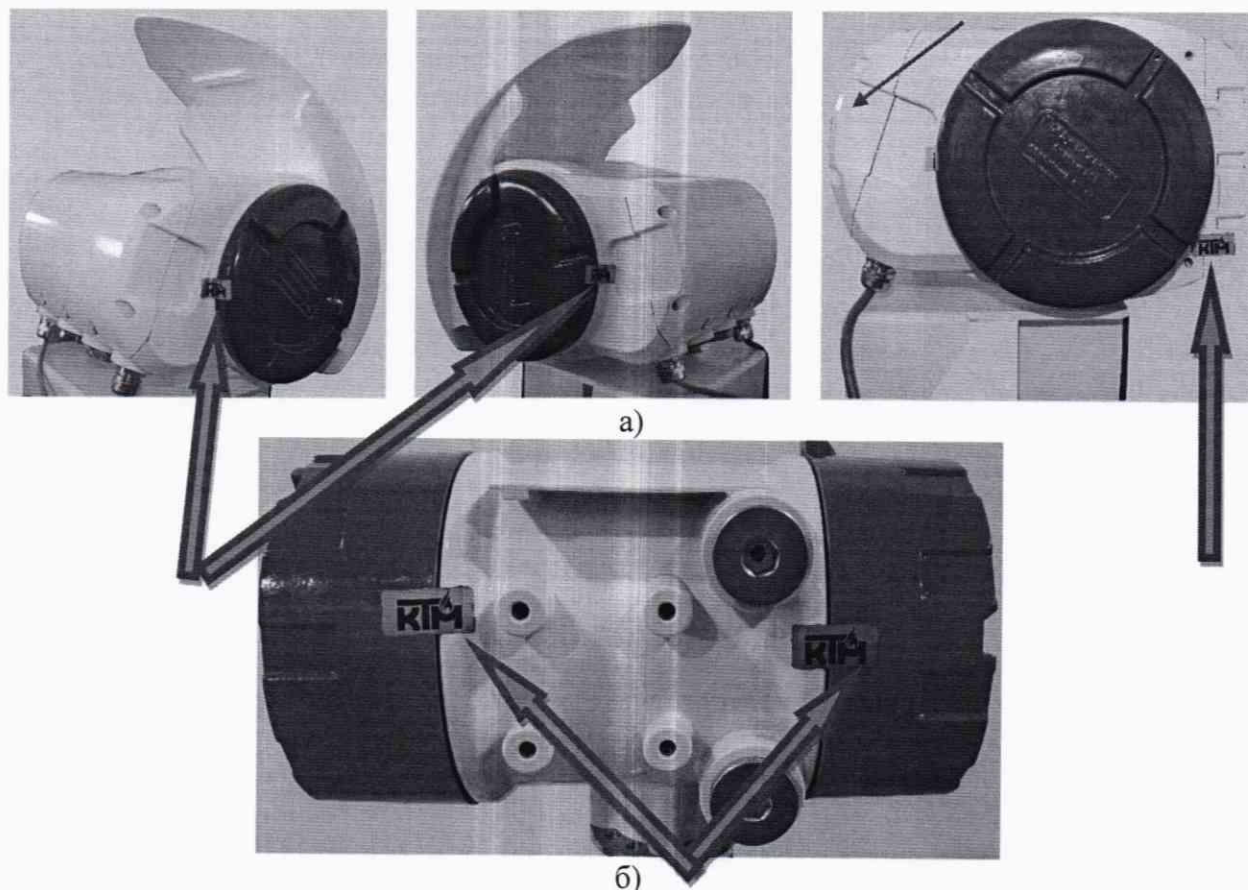


Рисунок А.1 – Схема пломбировки от несанкционированного доступа и место нанесения знака поверки: а) БОИ КТМ-0, б) БОИ КТМ-1

Приложение Б (справочное)

Пример протокола, формируемого расходомером при имитационной поверке

Протокол имитационной поверки Счётчик-расходомер кориолисовый КТМ РуМАСС-008		
Заводской номер:		
Первичного преобразователя	081.008.0001	
Вторичного преобразователя (БОИ)	08.21.008.0001	
Диаметр условного прохода, мм	8	
Средства поверки	ПО «КТМ Smart Stream», штангенциркуль, мультиметр, прецизионный генератор сигнала	
Климатические условия:		
Температура воздуха, °С	24,7	
Давление воздуха, кПа	102,3	
Относительная влажность воздуха, %	63	
Результат поверки		
Внешний вид и геометрии конструкции:	Годеи	
Тестирование работоспособности:	Годеи	
Тестирование ПО и соответствие требованиям:	Соответствует	
Номер версии ПО расходомера	1.0.0	
Оценка основных параметров расходомера в стационарном режиме		
Параметр	Запись -граница < среднее ≤ +граница	Оценка
Резонансная частота, Гц	123,2 < 124 ≤ 124,7	в допуске
Амплитуда катушки № 0 (левой), мВ	196,3 < 199,6 ≤ 202,4	в допуске
Амплитуда катушки № 1 (правой), мВ	198,1 < 200,4 ≤ 204,3	в допуске
Амплитуда возбуждающего тока, мА	0,1 < 0,4 ≤ 1,1	в допуске
Дисперсия температуры в процессе измерения, °С	-1 < 0,9 ≤ 1	в допуске
Значение нуля в процессе измерения, кг/ч	-2 < 1,2 ≤ 2	в допуске
Проверка статусов расходомера	Статусы в норме	
Заключение: годен к применению.		

(Введено дополнительно. Изм. № 1)