

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ
И МЕТРОЛОГИИ

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы»
(ФГУП «ВНИИМС»)

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГУП «ВНИИМС»



А.Е. Коломин

М.П.

«23» 08 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Счётчики-расходомеры кориолисовые КТМ РуМАСС

Методика поверки

МП 208-025-2021

г. Москва
2021 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Общие положения	3
2 Перечень операций поверки	4
3 Требования к условиям проведения поверки	4
4 Метрологические и технические требования к средствам поверки	5
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
10 Подтверждение соответствия метрологическим требованиям.....	13
11 Оформление результатов поверки	13
Приложение А	14

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. Межповерочный интервал – 5 лет.

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-кельвина в диапазоне от 0,3 К до 273,16 К ГЭТ35-2021, ГПЭ единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С ГЭТ34-2020, ГПЭ единицы плотности ГЭТ18-2014, в зависимости от исполнения. Метрологические характеристики расходомеров указаны в таблице 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.

Таблица 1

Наименование параметра	Значение параметра						
	15	25	50	80	100	200	250
Диаметр условного прохода, мм	15	25	50	80	100	200	250
Массовый расход, кг/ч:							
- номинальный ¹⁾	3820	18290	50580	177750	566892	762000	1340000
- максимальный	7500	30050	91700	293400	645000	1470000	2550000
Объёмный расход, дм ³ /ч:							
- номинальный ¹⁾	3820	18290	50580	177750	566892	762000	1340000
- максимальный	7500	30050	91700	293400	645000	1470000	2550000
Пределы относительной погрешности измерений массового расхода рабочей среды, %:							
- массового расхода и массы жидкости	±0,1; ±0,15 ±0,2; ±0,25 ³⁾ ; ±0,5 ⁴⁾						
- объёмного расхода и объёма жидкости	±0,11; ±0,15; ±0,2; ±0,25 ³⁾ ; ±0,5 ⁴⁾						
- массового расхода сжиженного природного газа и других криогенных сред	±0,5						
- массового расхода природного газа и других газовых сред	±0,5; ± 0,35 ⁵⁾						
Повторяемость массового и объёмного расхода рабочей среды, %	±0,05						

Продолжение таблицы 1

Динамический диапазон измерений (от номинального расхода)	1:20						
Стабильность нуля, кг/ч	0,16	0,65	2	6,8	40	65	130
Плотность рабочей среды, кг/м ³	от 650 до 1800						
Погрешность измерений плотности, кг/м ³	±5; ±1; ±0,5; ±0,2 ⁶⁾						
Повторяемость измерения плотности, кг/м ³	±0,1						
Температура рабочей среды, °С:							
- стандартное интегральное исполнение	от минус 60 до плюс 125 ²⁾						
- стандартное разнесённое исполнение	от минус 60 до плюс 200 ²⁾						
- криогенное исполнение	от минус 196 ²⁾ до плюс 80						
Погрешность измерений температуры, °С	±1						
Повторяемость температуры, °С	±0,2						
Примечания:							
1) Номинальный расход – расход, при котором величина перепада давления на измерительном приборе при использовании в качестве среды воды с температурой от 20 °С до 25 °С и давлением от 0,1 до 0,2 МПа составляет приблизительно 0,1 МПа;							
2) С функцией компенсации показаний расхода и плотности по температуре;							
3) При калибровке с помощью компакт-прувера, трубопоршневой установки, эталонов 2-го разряда;							
4) При интеллектуальной самокалибровке;							
5) При калибровке на газе с использованием калибровочных коэффициентов;							
6) При калибровке в лаборатории под условия места эксплуатации.							

2. Перечень операций поверки

При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2

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	9	да	да
4. Оформление результатов	11	да	да

3. Требования к условиям проведения поверки

- 3.1. При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:
- температура окружающего воздуха от 15 до 30 °С;

- изменение температуры окружающей среды за время за время одного измерения не более 1 °С.
- изменение температуры используемой при поверке среды за время одного измерения не более 0,5 °С.
- содержание свободного газа в жидкости не допускается.

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.

4. Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1. При проведении поверки применяют следующие эталоны, средства измерений и вспомогательное оборудование:

- установка поверочная или ТПУ 1-го или 2-го разряда, или вторичный эталон согласно части 1 и 2 приказа Росстандарта от 07 февраля 2018 г. № 256 «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»;

- рабочий эталон единицы плотности согласно приказу Росстандарта от 01 ноября 2019 г. № 2603 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений плотности» с диапазоном измерений, соответствующим контрольным точкам при поверке расходомера;

- термометр, диапазон измерений от 10 до 30 °С, ПГ ±0,1 °С;

- частотомер электронно-счетный ЧЗ-88, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 41190-09, диапазон измерений частоты от 0,01 Гц до 1,00 МГц, $\delta f = \pm|\delta_0| + 1/f_x \cdot t_{сч}$;

- калибратор тока, диапазон измерений от 4 до 20 мА, ПГ ±0,02 %;

- термогигрометр ИВА-6А-Д, диапазон измерений относительной влажности от 0 до 98 %, ПГ ±3 %, диапазон измерений температуры от 0 до 60 °С, ПГ ±0,3 °С, диапазон измерений атмосферного давления от 700 до 1100 гПа, ПГ ±2,5 гПа.

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.

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 2 для соответствующих исполнений.

Таблица 2 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение	
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

9. Определение метрологических характеристик

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 3.х), кг/м³,
 $V_{\text{зв}}$ – скорость звука в газе (см. таблицу 3.х), м/с;
 $K_{\text{эт}}$ – коэффициент в зависимости от условного диаметра (см. таблицу 4), м².

Таблица 3.1 – 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 3.2 – 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 3.3 – 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 3.4 – 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	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 4 – Значения коэффициента K_d в зависимости от условного диаметра

Диаметр условного прохода, мм	$K_d, м^2$
15	0,000127
25	0,000454
50	0,001095
80	0,003181
100	0,008371

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: $(0,05 - 0,15) \cdot G_{ном}$, $(0,3 - 0,45) \cdot G_{ном}$, $(0,5 - 0,9) \cdot G_{ном}$.

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 $0,05 \cdot G_{ном}$, $0,1 \cdot G_{ном}$ и $0,3 \cdot G_{ном}$.

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

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

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

где G_i – расход по расходомеру, кг/ч;
 $G_{эт}$ – расход по поверочной установке, кг/ч;
 M_i – масса по расходомеру, кг;
 $M_{эт}$ – 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, $м^3$;
 ρ – плотность жидкости, измеренная установкой (плотномером), $кг/м^3$.

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 формулам

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

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

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 $0,05 \cdot G_{ном}$, $0,1 \cdot G_{ном}$ и $0,3 \cdot G_{ном}$.

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

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

где m – количество точек расхода i .

Вычисляют относительную погрешность, %, по формулам

$$\left\{ \begin{array}{l} \delta_{M(V)} = K \cdot S_{\Sigma} \\ K = \frac{\varepsilon + \Theta_{\Sigma}}{S_0 + S_{\Theta}} \\ \Theta_{\Sigma} = 1,1 \cdot \sqrt{\Theta_3^2 + \Theta_{MF_{M(V)}}^2} \\ S_{\Theta} = \frac{\Theta_{\Sigma}}{\sqrt{3}} \\ S_{\Sigma} = \sqrt{S_{\Theta}^2 + S_0^2} \\ \varepsilon = t_{0,95} \cdot S_0 \end{array} \right. , \quad (13)$$

где Θ_3 – неисключённая систематическая составляющая погрешности эталона расхода при воспроизведении массы (объёма) 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 (объёма) не превышает пределов, приведённых в паспорте расходомера.

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 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.

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.

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 абсолютной погрешности измерений плотности для расходомеров с пределами абсолютной погрешности измерений плотности $\Delta\rho \geq \pm 1,0$ кг/м³ 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

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

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

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

9.4.3 Определение абсолютной погрешности измерений плотности для расходомеров с пределами абсолютной погрешности измерений плотности $\Delta\rho < \pm 1,0$ кг/м³, настроенных на месте эксплуатации с демонтажем расходомера

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).

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

10. Подтверждение соответствия метрологическим требованиям

10.1. При подтверждении соответствия расходомера метрологическим требованиям руководствуются процедурами, описанными в разделе 9.

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

- от 07 февраля 2018 г. № 256 «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 29 декабря 2018 г. № 2825 «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.

11. Оформление результатов поверки

11.1. Результаты поверки оформляют протоколом произвольной формы.

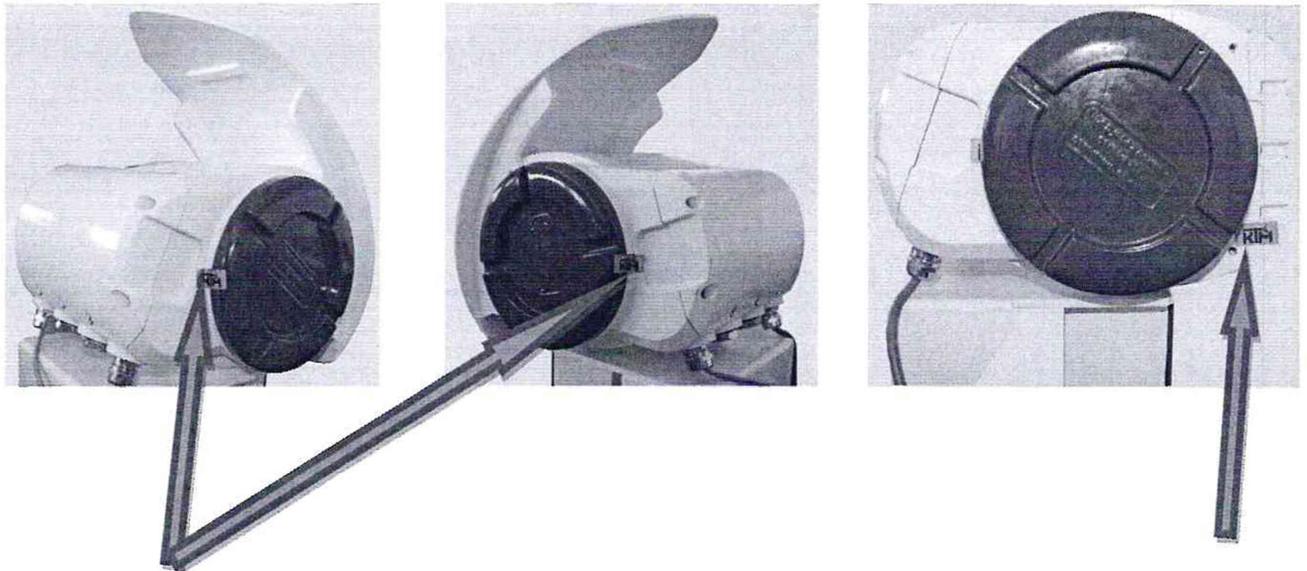
11.2. Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

11.3. Положительные результаты поверки удостоверяются отметкой в паспорте и (или) свидетельством о поверке, оформленным в соответствии с действующими нормативными документами. Знак поверки на СИ наносится в соответствии с рисунком А.1 Приложения А.

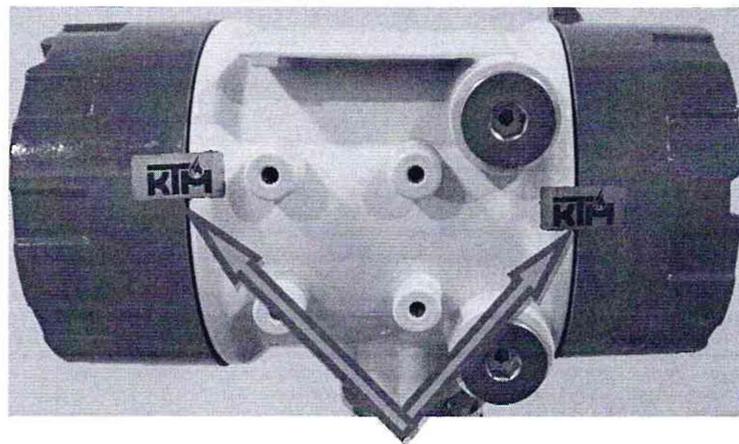
11.4. При отрицательных результатах поверки СИ к эксплуатации не допускают и выдают извещение о непригодности, оформленное в соответствии с действующими нормативными документами.

Приложение А (Обязательное)

Схема пломбировки



а)



б)

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