



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ПРИКЛАДНОЙ МЕТРОЛОГИИ – РОСТЕСТ»  
(ФБУ «НИЦ ПМ – РОСТЕСТ»)

**СОГЛАСОВАНО**

Заместитель генерального директора

С.А. Денисенко



2025 г.

**Государственная система обеспечения единства измерений**

**Расходомеры массовые кориолисовые АльфаMass**

**Методика поверки**

**РТ-МП-69-208-2025**

г. Москва  
2025 г.

## **СОДЕРЖАНИЕ**

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

## 1 Общие положения

1.1 Настоящая методика распространяется на Расходомеры массовые кориолисовые АльфаМасс (далее – расходомеры), предназначенные для измерений массового расхода и массы жидкости, массового расхода и массы газа, объемного расхода и объема жидкости, объемного расхода и объема газа при рабочих условиях без учета методической погрешности, плотности рабочей среды, температуры рабочей среды и устанавливает объем, методы и средства их первичной и периодической поверок.

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

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение	
	АльфаМасс–А	АльфаМасс–Б
Верхняя граница диапазона измерений массового расхода жидкости $G_{\text{ж}}$ , в зависимости от $D_N$ , кг/ч	от 40 до 1400000	от 3000 до 60000
Верхняя граница диапазона измерений объемного расхода жидкости, $Q_{\text{ж}}$ , в зависимости от $D_N$ , м <sup>3</sup> /ч	$G_{\text{ж}} / \rho_{\text{ж}}^{1)}$	
Верхняя граница диапазона измерений массового расхода газа $G_{\Gamma}$ , в зависимости от $D_N$ , кг/ч	$G_{\text{ж}} \cdot \rho_{\Gamma} / K_{\Gamma}^{1)}$	
Верхняя граница диапазона измерений объемного расхода газа $Q_{\Gamma}$ , в зависимости от $D_N$ , м <sup>3</sup> /ч	$G_{\text{ж}} / K_{\Gamma}^{1)}$	
Диапазон измерений плотности измеряемой среды, кг/м <sup>3</sup>	от 650 до 2000 <sup>2)</sup>	
Диапазон измерений температуры рабочей среды, °C	от -196 до +350 <sup>3)</sup>	
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений массового расхода и массы жидкости по индикатору, частотному, импульльному и цифровому, токовому выходным сигналам, $\delta_{M_{\text{ж}}}$ , % <sup>4) 5) 6)</sup>	$\pm 0,1; \pm 0,15; \pm 0,2; \pm 0,25; \pm 0,5; \pm 0,75; \pm$	
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений массового расхода и массы газа по индикатору, частотному, импульльному и цифровому, токовому выходным сигналам, $\delta_{M_{\Gamma}}$ , % <sup>6)</sup>	$\pm 0,5$	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерении плотности рабочей среды $\Delta_{\rho_{\text{ж}}}$ , кг/м <sup>3</sup>	$\pm 2$	
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объемного расхода и объема жидкости, $\delta_{V_{\text{ж}}}$ , % <sup>6)</sup>	$\pm \sqrt{(\delta_{M_{\text{ж}}})^2 + ((\Delta\rho_{\text{ж}} / \rho) \cdot 100\%)^2}^{1)}$	
Пределы допускаемой относительной погрешности вычисления объема и объемного расхода газа при рабочих условиях, без учета методической погрешности определения плотности, $\delta_{V_{\Gamma}}$ , %	$\pm 0,5$	
Пределы дополнительной допускаемой приведенной к диапазону формирования токового выхода, погрешности преобразования измеренной величины в токовый выходной сигнал, %	$\pm 0,05$	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерении температуры рабочей среды $\Delta T$ , °C <sup>3)</sup>	$\pm(0,3+0,005 t ); \pm(0,6+0,005 t )^{1)}$	

<sup>1)</sup>  $\rho_{\text{ж}}$  – плотность жидкости при рабочих условиях, кг/м<sup>3</sup>;

$\rho_{\Gamma}$  – плотность газа при рабочих условиях, кг/м<sup>3</sup>;

$\rho$  – измеряемая плотность, кг/м<sup>3</sup>;

$K_{\Gamma}$  – коэффициент в соответствии с данными из руководства по эксплуатации, кг/м<sup>3</sup>;

Наименование характеристики	Значение	
	АльфаМасс-А	АльфаМасс-Б
$t$ – измеряемое значение температуры, °C;		
2) диапазон индикации значения плотности измеряемой среды от 0 до 5000 кг/м <sup>3</sup> ;		
3) в зависимости от исполнения или модификации;		
4) для номинальных диаметров DN 1, DN 2, DN 3 пределы допускаемой относительной погрешности измерений массового расхода и массы жидкости, $\delta_{Mj}$ , ±0,5 %; ±0,75 %; ±1 %;		
5) при поверке расходомеров с пределами допускаемой относительной погрешности измерений массового расхода и массы жидкости ±0,1 % и ±0,15 % в рабочих условиях на месте эксплуатации с применением трубопоршневой поверочной установки, компакт-прувера или поверочной установки на базе эталонных расходомеров массовых, пределы допускаемой относительной погрешности расходомеров составляют ±0,2 % или ±0,25 %;		
6) указаны пределы допускаемой относительной погрешности при массовом расходе $G \geq G_t$ , объемном расходе $Q \geq Q_t$ ;		
$G$ – значение текущего массового расхода, кг/ч;		
$Q$ – значение текущего объемного расхода, м <sup>3</sup> /ч;		
$G_t$ – значение переходного массового расхода, кг/ч, рассчитываемое по формулам:		
для жидкости: $G_t = Z_s \cdot K_t / \delta_{Mj} \cdot 100$ ;		(1)
для газа: $G_t = Z_s \cdot K_t / \delta_{Mg} \cdot 100$ ;		(2)
$Z_s$ – значение стабильности нуля в соответствии с данными из руководства по эксплуатации, кг/ч;		
$K_t$ – эмпирический коэффициент в соответствии с данными из руководства по эксплуатации;		
$Q_t$ – значение переходного объемного расхода, м <sup>3</sup> /ч, рассчитываемое по формуле		
$Q_t = G_t / \rho$		(3)
При $G < G_t$ относительная погрешность измерений массового расхода определяется по формулам:		
для жидкости: $\delta = \pm [\delta_{Mj} + (Z_s / G) \cdot 100]$ ;		(4)
для газа: $\delta = \pm [\delta_{Mg} + (Z_s / G) \cdot 100]$ ;		(5)
При $Q < Q_t$ относительная погрешность измерений объемного расхода определяется по формулам:		
для жидкости: $\delta = \pm [\delta_{Mj} + (Z_s / Q) \cdot 100]$ ;		(6)
для газа: $\delta = \pm [\delta_{Mg} + (Z_s / Q) \cdot 100]$ ;		(7)

1.3 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 26.09.2022 № 2356;

- Государственному первичному эталону единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °C ГЭТ 34-2020, в соответствии с ГПС для средств измерений температуры, согласно Приказу Росстандарта от 19.11.2024 № 2712 для средств измерений температуры;

- Государственному первичному эталону единицы плотности ГЭТ 18-2014, в соответствии с ГПС для средств измерений плотности, согласно Приказу Росстандарта от 01.11.2019 № 2603 для средств измерений плотности.

1.4 Допускается возможность проведения при периодической поверке отдельных измерительных каналов из состава расходомера для меньшего числа измеряемых величин в соответствии с заявлением владельца, с обязательным указанием информации об объеме проведенной поверки при передаче сведений о результатах поверки расходомера в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

1.5 В методике поверки реализован метод передачи единиц величин непосредственным сличением.

1.6 При поверке на месте эксплуатации в составе СИКН, СИКНП или АСН, и/или при поверке с помощью компакт-пруверов, трубопоршневых установок применяются: МИ 3151-2008 «ГСИ. Счётчики-расходомеры массовые. Методика поверки на месте эксплуатации трубопоршневой поверочной установкой в комплекте с поточным преобразователем плотности», МИ 3313-2011 «Государственная система обеспечения единства измерений Счетчики-расходомеры массовые методика поверки с помощью эталонного счетчика-расходомера массового».

## 2 Перечень операций поверки средства измерений

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

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Проведение операций при		Номер раздела (пункта) методики проверки
	первичной проверке	периодическо й проверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10
Определение метрологических характеристик при измерении массового (объемного) расхода и массы (объема): - определение метрологических характеристики в лабораторных условиях. - проливным методом на месте эксплуатации	Да	Да	10.1
	Нет	Да	10.2

## 3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки расходомеров должны быть соблюдены следующие условия:

- относительная влажность окружающего воздуха от 30 до 95 %;
- атмосферное давление от 84 до 107 кПа;
- температура окружающей среды от +10 до +30 °C;
- измеряемая среда – вода водопроводная;
- температура рабочей среды от +15 до +30 °C.

3.2 При проведении поверки на месте эксплуатации проливным методом, должны выполняться условия, приведенные в МИ 3151-2008, МИ 3313-2011.

## 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 применяют следующие средства измерений и вспомогательное оборудование, указанное в таблице 3.

Таблица 3 – Средства измерений и вспомогательное оборудование, применяемое при поверке

Операции поверки требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
8.1 Контроль условий проведения поверки	Измеритель влажности, температуры окружающего воздуха и атмосферного давления, диапазон измерений температуры от +10 до +30 °C, пределы допускаемой абсолютной погрешности ±0,5 °C; диапазон измерений влажности от 30 до 80 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности ±3 %, диапазон измерений давления от 84 до 106 кПа пределы допускаемой абсолютной погрешности ±0,5 кПа.	Термогигрометр ИВА-6 рег. № 46434-11
10.1.1 Определение относительной погрешности измерений массы 10.1.2 Определение относительной погрешности измерений объема.	Вторичный или рабочий эталон 1-го, 2-го или 3-го разряда согласно ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2023 № 2356 (часть 1) с диапазоном воспроизведения массового (объемного) расхода соответствующим диапазону поверочных расходов поверяемого расходомера	Установка поверочная Эрмитаж рег. № 71416-18
10.1.5 Определение приведенной к диапазону формирования токового выхода, погрешности преобразования измеренной величины в токовый выходной сигнал 10.2. Определение метрологических характеристик расходомеров на месте эксплуатации	Рабочий эталон 2-го разряда согласно ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 01.10.2018 № 2091 с диапазоном измерений силы постоянного тока, соответствующим диапазону токового выхода поверяемого расходомера. Пределы допускаемой абсолютной погрешности ±(0,0001·X+1 мкА), X – модуль номинального текущего значения сигнала измеряемого параметра.	Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R) Рег. № 52489-13
10.1.4 Определение абсолютной погрешности измерений плотности 10.2. Определение метрологических	Рабочий эталон плотности жидкости, поверенный в соответствии с локальной поверочной схемой (пример в приложении А). Диапазон измерений от 650 до 2000 кг/м <sup>3</sup> . Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений плотности ±0,1 кг/м <sup>3</sup> .	Измеритель плотности жидкостей вибрационный ВИП-2МР, рег. № 27163-09

Операции поверки требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
характеристик расходомеров на месте эксплуатации		
10.1.3 Определение абсолютной погрешности измерений температуры 8.1 Контроль условий проведения поверки 10.2. Определение метрологических характеристик расходомеров на месте эксплуатации	Рабочий эталон единицы температуры 3-го разряда согласно ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 19.11.2024 № 2712 (Часть 2) с пределами допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$	Термометры сопротивления платиновые вибропрочные эталонные ПТСВ рег. № 32777-06
Примечание:	1. Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в настоящей таблице. 2. При проведении поверки на месте эксплуатации (без демонтажа) применяют средства поверки согласно МИ 3151-2008, МИ 3313-2011.	

## 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 средствам поверки 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 проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие расходомеров следующим требованиям:

- внешний вид расходомеров должен соответствовать описанию и изображению, приведенному в описании типа;
- комплектность должна соответствовать сведениям, приведенным в паспорте на поверяемый расходомер;

- расходомер не должен иметь механических повреждений, влияющих на работоспособность расходомера или препятствующих проведению поверки;
- заводской номер должен соответствовать записи в эксплуатационной документации;
- контакты разъемов должны быть чистые и не иметь следов коррозии.

Результат поверки считается положительным, если:

- внешний вид расходомеров соответствует описанию и изображению, приведенному в описании типа;
- комплектность соответствует сведениям, приведенным в паспорте на расходомер;
- на расходомере не обнаружено внешних механических повреждений и дефектов, препятствующих проведению поверки;
- заводской номер соответствует записи в эксплуатационной документации;
- контакты разъемов чистые и не имеют следов коррозии.

В противном случае результат считать отрицательным и дальнейшую поверку не проводить.

## 8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

### 8.1 Контроль условий проведения поверки

8.1.1 Перед проведением операций поверки выполнить контроль условий окружающей среды.

8.1.2 Контроль осуществлять измерением влияющих факторов, указанных в разделе 3 настоящей методики поверки, при помощи средств измерений, указанных в таблице 3 настоящей методики. Измерения влияющих факторов проводить там, где проводятся операции поверки.

8.1.3 Результаты измерений влияющих факторов должны находиться в пределах, указанных в разделе 3 настоящей методики поверки.

### 8.2 При подготовке к поверке выполняют следующие работы:

- подготовить поверяемый расходомер и средства поверки в соответствии с эксплуатационной документацией;
- выдержать расходомер в тех условиях, при которых будет проводиться поверка, не менее двух часов;
- проверить правильность монтажа расходомера на поверочной установке, электрических цепей и заземления, согласно эксплуатационным документам;
- удалить воздух из измерительной линии поверочной установки;
- проверить отсутствие каплевыделения или течи рабочей среды из конструктивных элементов расходомера при рабочем давлении в поверочной установке;
- провести настройку нулевой точки расходомера в соответствии с эксплуатационной документацией.

8.3 Опробование провести на поверочной установке путем увеличения или уменьшения расхода жидкости в пределах диапазона измерений.

8.4 При поверке расходомеров на месте эксплуатации убедиться в наличии показаний значений массового или объемного расхода жидкости, плотности и температуры.

8.5 Результат считается положительным, если при увеличении или уменьшении расхода соответствующим образом изменялись показания на дисплее вторичного электронного преобразователя (далее – ЭП) и показывающем устройстве поверочной установки, отсутствует каплевыделение или течь поверочной среды из конструктивных элементов расходомера, показания значения нулевого расхода не превышают, значения стабильности нуля, указанной в эксплуатационной документации для поверяемого типоразмера расходомера. При поверке расходомеров на месте эксплуатации результат считается положительным при наличии показаний значений массового или объемного расхода жидкости, плотности и температуры.

В противном случае результат считать отрицательным и дальнейшую поверку не проводить.

## 9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Проверку программного обеспечения (далее – ПО) осуществить по номеру версии. Номер версии ПО отобразится в центре дисплея при подаче на расходомер электрического питания.

Таблица 4 – Номер версии ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.XXXX.XX
Примечание: «Х» может принимать значение от 0 до 9 и не относится к метрологически значимой части ПО	

Результат поверки по данному разделу считается положительным, если значение номера версии ПО, отображенное на дисплее расходомера, соответствует значению, указанному в таблице 4.

В противном случае результат считать отрицательным и дальнейшую поверку не проводить.

## 10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

### 10.1 Определение метрологических характеристик в лабораторных условиях.

Определение погрешность расходомера при измерении массы (массового расхода), объема (объемного расхода) жидкости проливным методом с помощью поверочной установки выполнить при измерениях массы и объема путем сличения показаний расходомера и поверочной установки. Подключение расходомера к поверочной установке осуществить по частотно-импульльному выходу.

#### 10.1.1 Определение относительной погрешности измерений массы.

10.1.1.1 Определить значение относительной погрешности измерений массового расхода (массы)  $\delta_M$  при значениях массового расхода, выбранных из рабочего диапазона расходомера в трех точках (для обозначения точки расхода применяется индекс  $j$ ): (5-10) %, (20-25) %, (30-100) % от  $G_{\text{жмакс}}$ .

где  $G_{\text{жмакс}}$  – верхняя граница диапазона измерений массового расхода жидкости поверяемого расходомера.

Для расходомеров с номинальным диаметром ( $DN \geq 100$ ), допускается проводить измерения в точках: (5-10) % и (20-25) % от  $G_{\text{жмакс}}$ ,  $G_{\text{наиб}}$ .

где  $G_{\text{наиб}}$  – наибольшее значение массового расхода поверочной установки для типоразмера поверяемого расходомера.

Время проведения (накопления) одного измерения должно быть не менее 60 секунд или не менее 10000 импульсов.

Количество измерений на каждом поверочном расходе зависит от соотношения пределов допускаемых погрешностей (доверительных границ суммарной погрешности) эталона и средства измерений, поэтому вначале необходимо определить это соотношение  $\alpha_p$  по формуле

$$\alpha_p = \frac{\delta_{\text{эт}}}{\delta_{\text{си}}} \quad (1)$$

где  $\delta_{\text{эт}}$  – пределы допускаемой относительной погрешности (доверительные границы суммарной погрешности) воспроизведения эталоном единицы массы (объема) жидкости;

$\delta_{\text{си}}$  – пределы допускаемой относительной погрешности при измерении массы (массового расхода) / объема (объемного расхода) поверяемого расходомера.

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

Если  $\alpha_p \leq 1/3$ , то количество измерений при каждом значении поверочного расхода должно быть не менее трех.

Если  $1/3 < \alpha_p \leq 1/2$ , то количество измерений при каждом значении поверочного расхода должно быть не менее пяти.

10.1.1.2 Если соотношение пределов допускаемых относительных погрешностей (доверительные границы суммарной погрешности) эталона и расходомера  $\alpha_p \leq 1/3$ , то относительную погрешность измерений массы жидкости  $\delta_{M_i}$  при  $i$ -ом измерении (не менее трех измерений) определить по формуле

$$\delta_{M_i} = \frac{M_i - M_{\text{эт}}}{M_{\text{эт}}} \cdot 100, \quad (2)$$

где  $M_i$  – масса жидкости, измеренная расходомером, т;

$M_{\text{эт}}$  – масса жидкости, воспроизведенная поверочной установкой, т.

Результат поверки считается положительным, если значения относительной погрешности измерений массы жидкости находятся в пределах, приведенных в таблице 1 в соответствии с исполнением расходомера, указанным в эксплуатационной документации на конкретный расходомер.

В противном случае результат считать отрицательным и дальнейшую поверку не проводить.

10.1.1.3 Если соотношение пределов допускаемых погрешностей эталона и расходомера  $1/3 < \alpha_p \leq 1/2$ , то для каждой  $j$ -й точки поверочного расхода определить среднее значение относительной погрешности  $\delta_{M_j}$ , полученной для серии из « $n$ » измерений, по формуле

$$\delta_{M_j} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \delta_{M_{ij}} \quad (3)$$

где  $j$  - индекс для обозначения номера точки поверочного расхода;

$i$  - индекс для обозначения порядкового номера отдельного измерения в  $j$ -й точке поверочного расхода;

$n$  – количество отдельных измерений в  $j$ -й точке поверочного расхода.

Определить СКО  $S_{jm}$  среднего значения относительной погрешности  $\delta_{M_j}$  по формуле

$$S_{jm} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\delta_{M_{ij}} - \delta_{M_j})^2}{(n-1)}} \quad (4)$$

Если полученное значение  $S_{jm} > 0,03 \%$ , то поверку приостанавливают, определяют и устраниют причину повышенного СКО<sup>1</sup> и повторяют серию измерений для  $j$ -ой точки расхода. Если повторно полученное значение СКО удовлетворяет условию  $S_j \leq 0,03 \%$ , то поверку продолжают, иначе поверку прекращают.

Определить неисключенную систематическую погрешность расходомера  $\theta_x$  по формуле

<sup>1</sup> Типичные причины повышения СКО: наличие воздуха в системе, повышенная вибрация подводящих трубопроводов, недостаточно жесткое закрепление расходомера.

$$\theta_{\Sigma} = 1,1 \cdot \sqrt{{\delta_{\text{ст}}}^2 + {\delta_{\text{макс}}}^2} \quad (5)$$

где  $\delta_{\text{макс}}$  – наибольшее из абсолютных значений  $\delta_{m_j}$ .

Определить границы случайной составляющей погрешности расходомера,  $\varepsilon$  по формуле

$$\varepsilon = t_{0.95} \cdot S_x \quad (6)$$

где

$$S_x = \frac{S_{jm}}{\sqrt{n}} \quad (7)$$

$t_{0.95}$  – коэффициент Стьюдента для  $n$  измерений при доверительной вероятности  $P=0,95$ , выбрать из таблицы 5.

Таблица 5 – Значения коэффициентов Стьюдента  $t_{0.95}$

Количество измерений, $n$	Значение $t_{0.95}$	Количество измерений, $n$	Значение $t_{0.95}$
5	2,776	9	2,306
6	2,571	10	2,262
7	2,447	11	2,228
8	2,365	12	2,201

Определить относительную погрешность расходомера при измерении массы жидкости  $\delta_m$  по формуле

$$\delta_m = (K \cdot S_{\Sigma}) \quad (8)$$

где  $K = \frac{\varepsilon + \theta_{\Sigma}}{S_x + S_{\theta}}$  – эмпирический коэффициент;

$S_{\Sigma}$  – суммарное среднее СКО (%), вычисляется по формуле

$$S_{\Sigma} = \sqrt{{S_x}^2 + {S_{\theta}}^2}, \quad (9)$$

где  $S_{\theta}$  – среднее квадратичное отклонение неисключенной систематической погрешности (НСП), вычисляемое по формуле

$$S_{\theta} = \frac{\theta_{\Sigma}}{\sqrt{3}} \quad (10)$$

Результат поверки считается положительным, если значения  $\delta_m \leq \delta_{\text{мж}}$ , приведенных в таблице 1 в соответствии с исполнением расходомера, указанным в эксплуатационной документации и в маркировочной табличке на поверяемый расходомер. В противном случае результат считать отрицательным и дальнейшую поверку не проводить.

### 10.1.2 Определение относительной погрешности измерений объема.

10.1.2.1 Определить значение относительной погрешности измерений объемного расхода (объема)  $\delta_V$  при значениях объемного расхода, выбранных из рабочего диапазона

расходомера в трех точках (для обозначения точки расхода применяется индекс  $j$ ): (5–10) %, (20–25) %, (30–100) % от  $Q_{жмакс}$ .

где  $Q_{жмакс}$  – верхняя граница диапазона измерений объемного расхода жидкости.

Для расходомеров с номинальным диаметром ( $DN \geq 100$  мм), допускается проводить измерения на расходах (5–10) % и (20–25) % от  $Q_{жмакс}$ ,  $Q_{наиб}$ .

где  $Q_{наиб}$  – наибольшее значение объемного расхода поверочной установки для типоразмера поверяемого расходомера.

Время проведения (накопления) одного измерения должно быть не менее 60 секунд или не менее 10000 импульсов.

Количество измерений на каждом поверочном расходе зависит от соотношения пределов допускаемых погрешностей (доверительных границ суммарной погрешности) эталона и средства измерений, поэтому вначале необходимо определить это соотношение  $\alpha_p$  по формуле 1.

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

Если  $\alpha_p \leq 1/3$ , то количество измерений при каждом значении поверочного расхода должно быть не менее трех.

Если  $1/3 < \alpha_p \leq 1/2$ , то количество измерений при каждом значении поверочного расхода должно быть не менее пяти.

10.1.2.2 Если соотношение пределов допускаемой относительной погрешности эталона и расходомера  $\alpha_p \leq 1/3$ , то относительную погрешность измерений объема жидкости  $\delta_{V_i}$ , %, при  $i$ -ом измерении (не менее трех измерений) определить по формуле

$$\delta_{V_i} = \frac{V_i - V_{\text{эт}}}{V_{\text{эт}}} \cdot 100, \quad (11)$$

где  $V_i$  – объем жидкости, измеренный расходомером,  $\text{m}^3$ ;

$V_{\text{эт}}$  – объем жидкости, воспроизведенный поверочной установкой,  $\text{m}^3$ .

Результат поверки считается положительным, если значения относительной погрешности измерений объема жидкости находятся в пределах, приведенных в таблице 1 в соответствии с исполнением расходомера, указанным в эксплуатационной документации на конкретный расходомер.

В противном случае результат считать отрицательным и дальнейшую поверку не проводить.

10.1.2.3 Если соотношение пределов допускаемых погрешностей эталона и расходомера  $1/3 < \alpha_p \leq 1/2$ , то для каждой  $j$ -й точки поверочного расхода определить среднее значение относительной погрешности  $\delta_{V_j}$ , полученной для серии из « $n$ » измерений, по формуле

$$\delta_{V_j} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \delta_{V_{ij}} \quad (12)$$

где  $j$  – индекс для обозначения номера точки поверочного расхода;

$i$  – индекс для обозначения порядкового номера отдельного измерения в  $j$ -й точке поверочного расхода;

$n$  – количество отдельных измерений в  $j$ -й точке поверочного расхода.

Определить СКО  $S_{\delta_{V_j}}$  среднего значения относительной погрешности  $\delta_{V_j}$  по формуле

$$S_{jV} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\delta_{Vij} - \delta_{Vj})^2}{(n-1)}} \quad (13)$$

Если полученное значение  $S_j > 0,03 \%$ , то поверку приостанавливают, определяют и устраниют причину повышенного СКО<sup>2</sup> и повторяют серию измерений для  $j$ -ой точки расхода. Если повторно полученное значение СКО удовлетворяет условию  $S_j \leq 0,03 \%$ , то поверку продолжают, иначе поверку прекращают.

Определить неисключенную систематическую погрешность расходомера  $\theta_\Sigma$  по формуле

$$\theta_\Sigma = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{\vartheta_T}^2 + \delta_{Vmax}^2} \quad (14)$$

где  $\delta_{Vmax}$  – наибольшее из абсолютных значений  $\delta_{Vj}$ .

Определить границы случайной составляющей погрешности расходомера,  $\varepsilon$  по формуле

$$\varepsilon = t_{0.95} \cdot S_x \quad (15)$$

где

$$S_x = \frac{S_{jm}}{\sqrt{n}} \quad (16)$$

$t_{0.95}$  – коэффициент Стьюдента для  $n$  измерений при доверительной вероятности  $P=0,95$ , выбрать из таблицы 4.

Определить относительную погрешность расходомера при измерении объема  $\delta_V$  по формуле

$$\delta_V = (K \cdot S_\Sigma) \quad (17)$$

где  $K = \frac{\varepsilon + \theta_\Sigma}{S_x + S_\theta}$  – эмпирический коэффициент;

$S_\Sigma$  – суммарное среднее СКО (%), вычисляется по формуле

$$S_\Sigma = \sqrt{S_x^2 + S_\theta^2}, \quad (18)$$

где  $S_\theta$  – среднее квадратичное отклонение неисключенной систематической погрешности (НСП), вычисляемое по формуле

$$S_\theta = \frac{\theta_\Sigma}{\sqrt{3}} \quad (19)$$

Результат поверки считается положительным, если значения  $\delta_V \leq \delta_{Vj}$ , приведенных в таблице 1 в соответствии с исполнением расходомера, указанным в эксплуатационной

<sup>2)</sup> Типичные причины повышения СКО: наличие воздуха в системе, повышенная вибрация подводящих трубопроводов, недостаточно жесткое закрепление расходомера.

документации и в маркировочной табличке на поверяемый расходомер. В противном случае результат считать отрицательным и дальнейшую поверку не проводить.

По результатам положительной поверки по п.10.1.1 и п.10.1.2 расходомер признается пригодным для измерений массового расхода (массы), объемного расхода (объема) жидкости и газа.

### 10.1.3 Определение абсолютной погрешности измерений температуры

10.1.3.1 Определение абсолютной погрешности измерений температуры допускается проводить в одной точке одним из следующих способов:

– при подключении к поверочной установке, в состав которой входит рабочий эталон единицы температуры или рабочий эталон единицы температуры поместили в измерительную линию поверочной установки. Абсолютную погрешность расходомера при измерении температуры жидкости определяют по показаниям рабочего эталона единицы температуры и показаниям расходомера. Проводят не менее трех измерений. Значения температуры фиксируют при наличии расхода жидкости. Абсолютную погрешность расходомера при измерении температуры определяют по формуле

$$\Delta T_i = t_i - t_{\vartheta i} \quad (20)$$

где  $t_i$  – значение температуры по показаниям расходомера, °C;

$t_{\vartheta i}$  – значение температуры по показаниям рабочего эталона единицы температуры, °C.

– путем закрытия выхода расходомера заглушкой с одной стороны и заполнением измерительной полости жидкостью. Рабочий эталон единицы температуры погружают в заполненную измерительную полость расходомера. Проводят не менее трех измерений. Абсолютную погрешность при измерении температуры определяют по формуле (20).

Результат поверки считается положительным, если значения абсолютной погрешности каждого измерения температуры находятся в пределах, приведенных в таблице 1 в соответствии с исполнением расходомера, указанным в эксплуатационной документации на конкретный расходомер. В противном случае результат считать отрицательным и дальнейшую поверку не проводить.

### 10.1.4 Определение абсолютной погрешности измерений плотности

10.1.4.1 Определение абсолютной погрешности измерений плотности допускается проводить одним из следующих способов:

– при наличии расхода производят отбор жидкости на измерительном участке поверочной установки. Во время отбора фиксируются показания расходомера при измерении плотности и температуры жидкости. После этого дозу отобранный жидкости вводят в эталонный плотномер. Фиксируют показания. В эталонном плотномере проводят измерения при зафиксированной температуре на расходомере. Проводят не менее двух измерений.

– путем закрытия выхода расходомера заглушкой с одной стороны и заполнением измерительной полости жидкостью. Присутствие газа (воздуха) в измерительной полости не допускается. Фиксируют значения температуры и плотности по индикатору расходомера. После этого вводят дозу жидкости в эталонный плотномер. Фиксируют показания. В эталонном плотномере проводят измерения при зафиксированной температуре на расходомере. Проводят не менее двух измерений.

10.1.4.2 Абсолютную погрешность измерений плотности  $\Delta \rho_j$ , кг/м<sup>3</sup>, рассчитывают по формуле

$$\Delta \rho_j = \rho_{изм} - \rho_{эт} , \quad (21)$$

где  $\rho_{\text{эм}} - \text{плотность, измеренная рабочим эталоном плотности, кг/м}^3$ ;  
 $\rho_{\text{изм}} - \text{плотность, измеренная расходомером, кг/м}^3$ .

Результаты поверки считают положительными, если значения абсолютной погрешности измерений плотности каждого измерения находятся в пределах, приведенных в таблице 1 в соответствии с исполнением расходомера, указанным в эксплуатационной документации на конкретный расходомер. В противном случае результат считать отрицательным и дальнейшую поверку не проводить.

#### **10.1.5 Определение приведенной к диапазону формирования токового выхода, погрешности преобразования измеренной величины в токовый выходной сигнал**

Определение приведенной к диапазону формирования токового выхода, погрешности преобразования измеренной величины в токовый выходной сигнал проводить следующим способом. К токовому выходу поверяемого расходомера подключить измеритель силы тока. Далее в меню расходомера выбрать следующие фиксированные значения тока на токовом выходе: 4 мА, 12 мА, 20 мА. Снять показания измерителя силы тока при каждом фиксированном значении тока.

Вычислить приведенную к диапазону формирования токового выхода, погрешность преобразования измеренной величины в токовый выходной сигнал  $\gamma_I, \%$  при каждом фиксированном значении тока по формуле

$$\gamma_I = \left( \frac{I_{\text{зад}} - I_{\text{изм}}}{16} \right) \cdot 100 \% \quad (22)$$

где  $I_{\text{зад}} - \text{фиксированное значение силы тока, заданное в меню расходомера, мА};$   
 $I_{\text{изм}} - \text{значение силы тока, измеренное рабочим эталоном 2-го разряда, мА.}$

Результаты поверки считают положительными, если значения приведенной к диапазону формирования токового выхода, погрешности преобразования измеренной величины в токовый выходной сигнал при каждом измерении находятся в пределах, приведенных в таблице 1. В противном случае результат считать отрицательным и дальнейшую поверку не проводить.

### **10.2. Определение метрологических характеристик расходомеров на месте эксплуатации**

10.2.1 Определение метрологических характеристик расходомеров на месте эксплуатации проводить в соответствии с одним из документов, указанных в таблице 5.

Таблица 5 – Методики поверки на месте эксплуатации

Шифр документа	Название документа
МИ 3151-2008	«ГСИ. Счётчики-расходомеры массовые. Методика поверки на месте эксплуатации трубопоршневой поверочной установкой в комплекте с поточным преобразователе плотности»
МИ 3313-2011	«ГСИ. Счетчики-расходомеры массовые методика поверки с помощью эталонного счетчика-расходомера массового»

10.2.2 Результаты поверки считают положительными, если значения погрешностей находятся в пределах, указанных в таблице 1 в соответствии с исполнением расходомера, указанным в эксплуатационной документации на конкретный расходомер.

## 11 Оформление результатов поверки

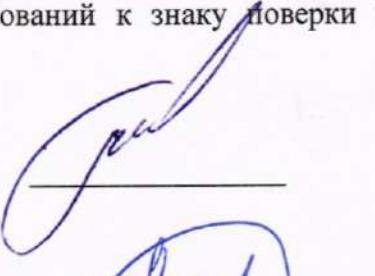
11.1 Результаты поверки проливным методом оформляют протоколом поверки произвольной формы. При поверке на месте эксплуатации в составе СИКН, СИКНП или АСН, и/или поверке с помощью компакт-пруверов, трубопоршневых установок, эталонов 1-го, 2-го разряда по МИ 3151-2008 «ГСИ. Счётчики-расходомеры массовые. Методика поверки на месте эксплуатации трубопоршневой поверочной установкой в комплекте с поточным преобразователе плотности», МИ 3313-2011 «Государственная система обеспечения единства измерений Счетчики-расходомеры массовые методика поверки с помощью эталонного счетчика-расходомера массового», оформляют протоколом поверки по формам, приведенным в данных методиках.

11.2 Сведения о результатах поверки расходомера передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с приказом Минпромторга России от 31.07.2020 № 2510 «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

11.3 При положительных результатах поверки расходомера по заявлению владельца средства измерений или лица, предоставившего средство измерений на поверку, выдается свидетельство о поверке, оформленное в соответствии с приказом Минпромторга России от 31.07.2020 № 2510 «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке», или делается соответствующая запись с нанесением знака поверки, заверяемая подписью поверителя в паспорте расходомера в разделе «Периодические поверки и поверки после ремонта».

11.4 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 приказом Минпромторга России от 31.07.2020 № 2510 «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

Начальник отдела 208

  
Б.А. Иполитов

Ведущий инженер  
отдела 208

  
Д.П. Ломакин

Пример локальной поверочной схемы при поверке  
Измерителя плотности жидкости вибрационного ВИП-2МР в качестве рабочего эталона.

