



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

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

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора
ФБУ «НИЦ ПМ - Ростест»



С.А. Денисенко

М.п.

01 2026 г.

В части п.10.1.5 и п.10.1.6
Директор ОП ГНМЦ АО «Нефтеавтоматика»



М.В. Крайнов

М.п.

01 2026 г.

**Государственная система обеспечения единства измерений
Счетчики-расходомеры массовые Mass-EXPERT
Методика поверки**

РТ-МП-133-208-2026

г. Москва
2026 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Общие положения.....	3
2 Перечень операций поверки средства измерений.....	5
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.....	8
9 Проверка программного обеспечения средства измерений.....	9
10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	9
11 Оформление результатов поверки.....	17
Приложения А.....	18

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика распространяется на счетчики-расходомеры массовые Mass-EXPERT (далее – расходомеры) предназначенные для измерений массового расхода и массы жидкости (в том числе нефти) и газа, определения объемного расхода и объема жидкости (в том числе нефти), объемного расхода (объема) газа приведенного к стандартным условиям, а также плотности жидкости и 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
Переходный расход, $Q_{пер}$, кг/ч	$100 \cdot Z_s / \delta_0^{5)}$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений массы (массового расхода) жидкости, $\delta_{Мж}$, % ¹⁾⁶⁾ : - при расходе от $Q_{пер}$ до $Q_{Мж\max}$ - при расходе менее $Q_{пер}$	$\pm 0,1^{7)}$; $\pm 0,15^{8)}$; $\pm 0,2$; $\pm 0,25$; $\pm 0,3$; $\pm 0,5$; $\pm 1,0$ $\pm 100 \cdot Z_s / Q_{Мж}$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений массы (массового расхода) газа, $\delta_{Мг}$, % ¹⁾ : - при расходе от $Q_{пер}$ до $Q_{Мг\max}$ - при расходе менее $Q_{пер}$	$\pm 0,5$; $\pm 0,7$; $\pm 1,0$ ¹⁰⁾ $\pm ((0,5; 0,7; 1,0) + (Z_s / Q_{Мг}) \cdot 100)$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объема (объемного расхода) жидкости, $\delta_{Vж}$, %	$\pm \sqrt{\delta_{Мж}^2 + (100 \cdot \Delta\rho / \rho_{ж})^2}$
Пределы допускаемой относительной погрешности вычисления объема и объемного расхода газа приведенного к стандартным условиям, $\delta_{Vг\ст}$, % ¹²⁾	$\pm 0,75$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений плотности жидкости ¹⁾ , $\Delta\rho$, кг/м ³	$\pm 1,0$; $\pm 2,0$; $\pm 3,0$; ± 10
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры измеряемой среды, °С	$\pm (0,30 + 0,005 \cdot t)$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений массовой доли первого компонента двухкомпонентной жидкой среды, %	$\pm \left[\delta_{Мж} + \frac{\rho_2 \cdot \Delta\rho }{ \rho^2 - \rho_2 \cdot \rho } \cdot 100 \right] 11)$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений объемной доли первого компонента двухкомпонентной жидкой среды, %	$\pm \left[\delta_{Мж} + \frac{ \Delta\rho }{ \rho - \rho_2 } \cdot 100 \right] 11)$
Пределы допускаемой приведенной к диапазону преобразования токового сигнала погрешности преобразования измеренной величины в токовый выходной сигнал, %	$\pm 0,02$

¹⁾ В зависимости от типоразмера и исполнения расходомера. Фактические значения указываются в эксплуатационной документации.

²⁾ $\rho_{ж}$ – плотность жидкости в рабочих условиях, кг/м³.

Наименование характеристики	Значение
4) $\rho_{г ст}$ – плотность газа при стандартных условиях.	
5) Z_s – стабильность нуля, кг/ч. В зависимости от типоразмера. Фактические значения указываются в эксплуатационной документации, δ_0 – значение пределов допускаемой относительной погрешности измерений массы (массового расхода) жидкости (газа), %.	
6) В зависимости от исполнения. Фактические значения указываются в эксплуатационной документации. При поверке расходомеров с $\delta_{м ж} \pm 0,1\%$ и $\pm 0,15\%$ в рабочих условиях на месте эксплуатации с применением трубопоршневой поверочной установки, компакт-прувера или поверочной установки на базе эталонных расходомеров массовых в диапазоне расходов от $Q_{пер}$ до $Q_{м ж max}$ пределы допускаемой относительной погрешности расходомеров составляют $\pm 0,2\%$ и $\pm 0,25\%$ соответственно.	
7) Для сенсоров типов (блок опции 4D) U, K, D;	
8) Для сенсоров типов (блок опции 4D) U, K, D, W;	
9) В зависимости от исполнения;	
10) Для сенсоров типов (блок опции 4D) U, K, D;	
11) Значение погрешности указано без учета погрешностей вводимых значений плотностей составляющих двухкомпонентной среды;	
12) при известном составе газа;	
$\Delta\rho$ – абсолютная погрешность измерения плотности смеси. ρ – измеренная плотность смеси. ρ_2 – плотность второго компонента. Разница между плотностью смеси и плотностью второго компонента не должна быть меньше значения абсолютной погрешности измерений плотности смеси расходомера $ \Delta\rho < \rho - \rho_2 $. Данная функция доступна только для двухкомпонентных жидких сред.	

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 63-2025, 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 °С 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 поверке с помощью компакт-прувера, трубопоршневой установки 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 поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование	Да	Да	8
Проверка программного обеспечения	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям одним из перечисленных методов - определение метрологических характеристики в лабораторных условиях. - определение метрологических характеристики 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 в лаборатории должны быть соблюдены следующие условия:

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

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 применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
<p>Раздел 8 Подготовка к поверке и опробование.</p>	<p>Измеритель влажности, температуры окружающего воздуха и атмосферного давления, диапазон измерений температуры от +10 до +30 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,5$ °С; диапазон измерений влажности от 30 до 80 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности ± 3 %, диапазон измерений давления от 84 до 106 кПа пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,5$ кПа.</p>	<p>Термогигрометр ИВА-6 рег. № 46434-11</p>
<p>10.1.1 Определение относительной погрешности измерений массы 10.1.2 Определение относительной погрешности измерений объема.</p>	<p>Вторичный или рабочий эталон 1-го или 2-го разряда в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2356 (часть 1) с диапазоном воспроизведения массового (объемного) расхода соответствующим диапазону поверочных расходов поверяемого расходомера.</p>	<p>Установка поверочная Эрмитаж рег. № 71416-18</p>
<p>10.1.4 Определение абсолютной погрешности измерений плотности</p>	<p>Рабочий эталон измерений плотности жидкости, поверенный в соответствии с локальной поверочной схемой (пример в приложении А). Диапазон измерений от 650 до 2000 кг/м³. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений плотности $\pm 0,1$ кг/м³.</p>	<p>Измеритель плотности жидкостей вибрационный ВИП-2МР, рег. № 27163-09</p>
<p>10.1.3 Определение абсолютной погрешности измерений температуры 10.2. Определение метрологических характеристик расходомеров на месте эксплуатации</p>	<p>Рабочий эталон единицы температуры 3-го разряда в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 19.11.2024 № 2712 (Часть 2). Доверительные границы суммарной погрешности (пределами допускаемой абсолютной погрешности), не превышающими 1/2,5 пределов допускаемой абсолютной погрешности поверяемого расходомера.</p>	<p>Термометры сопротивления платиновые вибропрочные эталонные ПТСВ рег. № 32777-06</p>
<p>Раздел 9 Проверка программного</p>	<p>Программное обеспечение M-link. Установочный файл доступен для скачивания на сайте предприятия-изготовителя.</p>	

Операции поверки требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
<p>обеспечения средства измерений. Раздел 10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям</p>		
<p>Примечание:</p> <ol style="list-style-type: none"> 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 соблюдать 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;
- серийный 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 преобразователя (далее – ВП) 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.

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.

На панели дисплея перейти к пункту: «Меню → Информация». Внизу экрана отобразится номер версии ПО метрологически значимой части.

Если исполнение расходомера без дисплея, проверку версии программного обеспечения осуществить с помощью ПО M-link, установленного на персональном компьютере, через пункт меню «Инструменты → Диагностика».

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

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

Таблица 4 – Номер версии ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	-
Номер версии (идентификационный номер) ПО	Ca_Ver 3

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

10.1 Определение метрологических характеристик в лабораторных условиях.

Определение относительной погрешности 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-импульсному выходу.

10.1.1 Определение относительной погрешности измерений массы.

10.1.1.1 Определить значение относительной погрешности измерений массового расхода (массы) δ_M , при значениях расхода, выбранных из рабочего диапазона расходомера в трех точках:

- Точка 1: $(0,6 - 1,0) \cdot Q_{Mж\ max}$;

- Точка 2: $(1,0 - 1,1) \cdot Q_{пер}$;

- Точка 3: $(0,5 - 0,9) \cdot Q_{пер}$.

где

$Q_{Mж\ max}$ – верхняя граница диапазона измерений массового расхода жидкости расходомера;

$Q_{пер}$ – переходный расход.

Для расходомеров с номинальным диаметром (DN) ≥ 150 , допускается проводить измерения в Точке 1 расхода, равной $G_{наиб}$.

где $G_{наиб}$ – 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 α_p по формуле

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

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

$\delta_{си}$ – 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 $1/3 < \alpha_p < 1/2$, 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 δ_{M_i} при i -ом измерении (не менее трех измерений) определить по формуле

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

где M_i – масса жидкости, измеренная расходомером, г;

$M_{эт}$ – масса жидкости, воспроизведенная поверочной установкой, г.

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 $1/3 < \alpha_p < 1/2$, то для каждой j -й точки поверочного расхода определить среднее значение относительной погрешности δ_{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 δ_{mj} по формуле

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

Если полученное значение $S_{jm} > 0,03 \%$, то поверку приостанавливают, определяют и устраняют причину повышенного СКО¹ 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 θ_{Σ} по формуле

$$\theta_{\Sigma} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{\Sigma T}^2 + \delta_{mmax}^2} \quad (5)$$

где δ_{mmax} – наибольшее из абсолютных значений δ_{mj} .

Определить границы случайной составляющей погрешности расходомера, ε 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 δ_M по формуле

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

¹ Типичные причины повышения СКО: наличие воздуха в системе, повышенная вибрация подводящих трубопроводов, недостаточно жёсткое закрепление расходомера.

где $K = \frac{\varepsilon + \theta_{\Sigma}}{S_x + S_{\theta}}$ – эмпирический коэффициент;
 S_{Σ} – суммарное среднее СКО (%), вычисляется по формуле

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

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

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

Результат поверки считать 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) δ_V при значениях объемного расхода, выбранных из рабочего диапазона расходомера в трех точках:

- Точка 1: $(0,6 - 1,0) \cdot Q_{Vж \text{ max}}$;

- Точка 2: $(1,0 - 1,1) \cdot Q_{\text{пер}}$;

- Точка 3: $(0,5 - 0,9) \cdot Q_{\text{пер}}$.

где

$Q_{Vж \text{ max}}$ – верхняя граница диапазона измерений объемного расхода жидкости расходомера;

$Q_{\text{пер}}$ – переходный расход.

Для расходомеров с номинальным диаметром $(DN) \geq 150$, допускается проводить измерения в Точке 1 расхода, равной $Q_{\text{наиб}}$.

где $Q_{\text{наиб}}$ – 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 α_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 $1/3 < \alpha_p < 1/2$, 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 δ_{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, м³;

$V_{\text{эт}}$ – объем жидкости, воспроизведенный поверочной установкой, м³.

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 $1/3 < \alpha_p < 1/2$, то для каждой j -й точки поверочного расхода определить среднее значение относительной погрешности δ_{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_{jV} среднего значения относительной погрешности δ_{m_j} по формуле

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

Если полученное значение $S_j > 0,03$ %, то поверку приостанавливают, определяют и устраняют причину повышенного СКО² 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 θ_{Σ} по формуле

$$\theta_{\Sigma} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{\text{эт}}^2 + \delta_{V_{\text{max}}}^2} \quad (14)$$

2) Типичные причины повышения СКО: наличие воздуха в системе, повышенная вибрация подводящих трубопроводов, недостаточно жёсткое закрепление расходомера.

где δ_{Vmax} – наибольшее из абсолютных значений δ_{Vj} .

Определить границы случайной составляющей погрешности расходомера, ε 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 5.

Определить относительную погрешность расходомера при измерении объема δ_v по формуле

$$\delta v = (K \cdot S_\Sigma) \quad (17)$$

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

S_Σ – суммарное среднее СКО (%), вычисляется по формуле

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

где S_θ – среднее квадратичное отклонение неисключенной систематической погрешности (НСП), вычисляемое по формуле

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

Результат поверки считать положительным, если значения $\delta v \leq \delta_{Vж}$, 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.

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

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 определить 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 определить по формуле

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

где t_i – значение температуры по показаниям расходомера, °С;

$t_{эi}$ – значение температуры по показаниям рабочего эталона единицы температуры, °С.

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

Результат поверки считается положительным, если значения абсолютной погрешности каждого измерения температуры находится в пределах допускаемой погрешности, 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 Измерения выполнить при одном значении плотности в пределах нормируемого диапазона измерений. Сравнить значения плотности жидкости, измеренной расходомером, со значением плотности этой жидкости, измеренной рабочим эталоном.

10.1.4.2 Произвести отбор жидкости на выходном участке поверочной установки после расходомера. Во время отбора зафиксировать показания расходомера при измерении плотности и температуры жидкости. После этого дозу отобранной жидкости ввести в эталонный плотномер. В эталонном плотномере произвести измерения при зафиксированной температуре на расходомере. Провести не менее двух измерений.

Для каждого измерения вычислить абсолютную погрешность измерений плотности жидкости $\Delta \rho_j$, кг/м³, по формуле

$$\Delta \rho_j = \rho_j^P - \rho_j^{ЭТ}, \quad (21)$$

где ρ_j^P – значение плотности, измеренное расходомером, кг/м³;

$\rho_j^{ЭТ}$ – значение плотности, измеренное эталоном плотности, кг/м³.

Результаты поверки по 10.1.4 считать положительным, если значение абсолютной погрешности измерений плотности жидкости для каждого измерения не выходит за пределы, указанные в таблице 1. Если результат отрицательный, то дальнейшую поверку не проводить.

10.1.5 Определение абсолютной погрешности измерений массовой доли первого

компонента двухкомпонентной жидкой среды.

При положительных результатах определения относительной погрешности измерений массового расхода (массы) жидкости и абсолютной погрешности измерений плотности жидкости расходомер признают годным к измерениям массовой доли первого компонента двухкомпонентной жидкой среды с погрешностью, приведенной в таблице 1.

10.1.6 Определение абсолютной погрешности измерений объемной доли первого компонента двухкомпонентной жидкой среды

При положительных результатах определения относительной погрешности измерений объемного расхода (объема) жидкости и абсолютной погрешности измерений плотности жидкости расходомер признают годным также им к измерениям объемной доли первого компонента двухкомпонентной жидкой среды с погрешностью, приведенной в таблице 1.

10.1.7 В случае отрицательных результатов поверки допускается провести настройку нулевой точки расходомера, коррекцию коэффициента расхода, плотности и температуры, а при необходимости настройку поверяемого канала в соответствии с Руководством по эксплуатации и предоставить расходомер заново в поверку.

10.2. Определение метрологических характеристики проливным методом на месте эксплуатации

10.2.1 Определение относительной погрешности измерения массового (объемного) расхода и массы (объема) жидкости проводить в соответствии с одним из документов, указанных в таблице 7

Таблица 7 – 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 относительной погрешности находятся в пределах, указанных в таблице 1 в соответствии с исполнением расходомера, указанным в эксплуатационной документации на конкретный расходомер.

10.2.3. Поверку канала температуры проводят по п. 10.1.3, поверку канала плотности проводят по п. 10.1.4.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки оформляют протоколом поверки произвольной формы.

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
ФБУ «НИЦ ПМ - Ростест»



Б.А. Иполитов

Ведущий инженер отдела 208
ФБУ «НИЦ ПМ - Ростест»



Д.П. Ломакин

Начальник отдела МС СИУ
ОП ГНМЦ АО «Нефтеавтоматика»



И.Ф. Ильясов

Ведущий инженер отдела МС СИУ
ОП ГНМЦ АО «Нефтеавтоматика»



И.М. Гильмутдинов

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

