

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

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
по производственной метрологии
A.E. Коломин



«ГСИ. Счетчики-расходомеры массовые СМФ.

Методика поверки»

МП 208-095-2024

г. Москва
2024 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.....	6
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.....	16
Приложении А.....	17

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на Счетчики-расходомеры массовые CMF (далее - расходомеры), предназначенные для измерений массового расхода и массы, объёмного расхода и объёма, плотности, температуры жидкостей и газов в потоке, нефти и нефтепродуктов, а так же для измерений массы (массового расхода) и объема (объемного расхода) компонентов двухкомпонентной жидкой 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

Наименование характеристики	Значение			
Модификация	CMF-US, CMF-UK	CMF-TS, CMF-TK	CMF-VS, CMF-VK	CMF-CNG
1	2	3	4	5
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений массы (массового расхода) жидкости, $\delta_{Mж}$, % ¹⁾ :				
- при расходе от $Q_{пер}$ до $Q_{Mж\ max}$	$\pm 0,1; \pm 0,15; \pm 0,2; \pm 0,25; \pm 0,3; \pm 0,5$			
- при расходе менее $Q_{пер}$		$\pm 100 \cdot Z_s / Q_{Mж}$		
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений массы (массового расхода) газа, $\delta_{Mг}$, %:				
- при расходе от $Q_{пер}$ до $Q_{Mг\ max}$	$\pm 0,5$		$\pm 0,5$	
- при расходе менее $Q_{пер}$	$\pm 100 \cdot Z_s / Q_{Mг}$		$\pm 100 \cdot Z_s / Q_{Mг}$	
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объема (объемного расхода) жидкости, $\delta_{Vж}$, %		$\pm \sqrt{\delta_{Mж}^2 + (100 \cdot \Delta_p / \rho_{ж})^2}$		
Пределы допускаемой относительной погрешности вычисления объема и объемного расхода газа при стандартных условиях без учета методической погрешности определения плотности при стандартных условиях) $\delta_{Vг}$, %	$\pm 0,5$		$\pm 0,5$	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений плотности измеряемой среды, Δ_p , кг/м ³	$\pm 0,5$		$\pm 1,0$	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры измеряемой среды, °C			$\pm 0,5^{2)}$; $\pm 1,0$	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений массовой доли первого компонента двухкомпонентной жидкой среды, %			$\pm (\rho_2 \cdot \Delta_p / \rho^2 - \rho_2 \cdot \rho) \cdot 100^{3)}$	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений объёмной доли первого компонента двухкомпонентной жидкой среды, %			$\pm (\Delta_p / \rho - \rho_2) \cdot 100^{3)}$	

Пределы допускаемой приведенной к диапазону погрешности преобразования измеренной величины в токовый выходной сигнал, %	$\pm 0,02$
¹⁾ При поверке расходомеров 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 $Q_{\text{пер}}$ до $Q_{M \text{ ж max}}$ пределы допускаемой относительной погрешности расходомеров составляют $\pm 0,2 \%$ или $\pm 0,25 \%$.	
²⁾ При температуре измеряемой среды до плюс 200 °C.	
³⁾ Значение погрешности указано без учета погрешностей вводимых значений плотностей составляющих двухкомпонентной среды. ρ_2 – плотность второго компонента, ρ – плотность двухкомпонентной среды. 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 жидкостей.	

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 23.12.2022 № 3253 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 реализованы методы передачи единиц величин непосредственным сличием.

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 3272-2010 «Счетчики-расходомеры массовые методика поверки на месте эксплуатации компакт-прувером в комплекте с турбинным преобразователем расхода и 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 выполняют операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Наименование операции поверки	Проведение операций при		Номер раздела (пункта) методики проверки
	первичной проверке	периодическо й проверке	
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	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

При проведении поверки соблюдаются следующие условия:

3.1 При проведении поверки расходомеров проливным методом должны быть соблюдены следующие условия:

- относительная влажность окружающего воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа;
- температура окружающей среды от +15 до +35 °C;
- измеряемая среда – вода по СанПиН 2.1.3684-21;
- температура измеряемой среды от +10 до +30 °C;

3.2 При проведения поверки на месте эксплуатации проливным методом, должны выполняться условия, приведенные в МИ 3151-2008, МИ 3272-2010, 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

Операции поверки требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 10.1 Определение метрологических характеристики в лабораторных условиях	Вторичный или рабочий эталон 1-го, 2-го или 3-го разряда по приказу Росстандарта от 26.09.2022 № 2356 с диапазоном воспроизведения массового (объемного) расхода соответствующим диапазону поверочных расходов поверяемого расходомера	Установка поверочная Эрмитаж, рег. 71416-18
Раздел 8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений Раздел 9 Проверка программного обеспечения средства измерений Раздел 10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Измеритель влажности, температуры окружающего воздуха и атмосферного давления. Диапазон измерений температуры от +10 до +40 °C с пределами допускаемой абсолютной погрешности: ±0,5 °C; диапазон измерений влажности от 30 до 80 % с пределами допускаемой основной абсолютной погрешности ±3 %, диапазон измерений давления от 84 до 106 кПа с пределами допускаемой абсолютной погрешности ±0,5 кПа	Термогигрометр ИВА-6, рег. № 46434-11
п. 10.1.3 Определение абсолютной погрешности измерений температуры п. 10.1.4 Определение абсолютной погрешности измерений плотности	Рабочий эталон единицы температуры 3-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 23.12.2022 № 3253 с пределами допускаемой абсолютной погрешности ±0,1 °C	Термометры сопротивления платиновые вибропрочные эталонные ПТСВ рег. № 32777-06
п. 10.1.4 Определение абсолютной погрешности измерений плотности	Рабочий эталон измерений плотности жидкости, поверенный в соответствии с локальной поверочной схемой (пример в приложении А). Диапазон измерений от 650 до 2000 кг/m ³ . Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений плотности ± 0,1 кг/m ³ .	Измеритель плотности жидкостей вибрационный ВИП-2МР, рег. № 27163-09
Примечание:		
1. Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		
2. При проведении поверки на месте эксплуатации (без демонтажа) применяют средства поверки согласно МИ 3151-2008, МИ 3272-2010, 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 расходомера следующим требованиям:

- внешний вид расходомеров должен соответствовать описанию и изображению, приведенному в описании типа;
- 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;
- проточная часть расходомера не должна иметь загрязнений и отложений, влияющих на работоспособность расходомера или препятствующих проведению поверки.

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;
- серийный номер соответствует записи в эксплуатационной документации;
- проточная часть расходомера не имеет загрязнений и отложений.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1. Перед проведением операций поверки выполнить контроль условий окружающей среды.

8.1.1 Контроль осуществлять измерением влияющих факторов, указанных в разделе 3 настоящей методики поверки, при помощи средств измерений температуры, влажности и давления окружающей среды. Измерения влияющих факторов проводить там, где проводятся операции поверки.

8.1.2 Результаты измерений температуры, давления и влажности окружающей среды должны находиться в пределах, указанных в разделе 3 настоящей методики поверки.

8.2 При поверке в лабораторных условиях.

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

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

8.2.3 Опробование допускается совместить с определением метрологических характеристик.

8.2.4 Расходомер должен генерировать выходной сигнал, пропорциональный текущему расходу;

8.2.5 Провести настройку нулевой точки расходомера в соответствии с эксплуатационной документацией.

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

8.4 Результат поверки считается положительным, если в процессе опробования по п. 8.2 и 8.3 расходомер функционирует в штатном режиме (отсутствуют диагностические сообщения об ошибках) и при увеличении или уменьшении расхода показания расходомера изменяются соответствующим образом, отображаются значения массового или объемного расхода жидкости, плотности и температуры.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Проверяют соответствие идентификационных данных программного обеспечения (ПО). Для этого, согласно эксплуатационной документации, необходимо войти в меню расходомера «Версия ПО» и считать номер версии.

Таблица 4

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	MxxDxxFxx
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	MXXDXXXFXX
Примечание: «Х» может принимать значение от 0 до 9 и не относится к метрологически значимой части ПО	

Результат поверки считается положительным, если номер версий программного обеспечения (идентификационный номер ПО), отображенный в меню расходомера, соответствует номеру версии ПО, указанной в таблице 4. Номер версий программного обеспечения записать в протокол поверки.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Определение метрологических характеристики в лабораторных условиях.

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

В случае если расходомер не имеет частотно-импульсного выхода, то прибор может

быть подключен к поверочной установке при помощи цифровых выходов.

10.1.1 Определение относительной погрешности измерений массы.

10.1.1.1 Определить значение относительной погрешности измерений массового расхода (массы) δ_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 $Q_{Mж max}$.

$Q_{Mж max}$ – равен максимальному массовому расходу поверяемого расходомера.

Для расходомеров с типоразмером $DN \geq 100$, допускается проводить измерения на расходах (5–10) % и (20–25) % от $Q_{Mж max}$, $Q_{наиб}$

где

$Q_{наиб}$ – наибольшее значение 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 относительной погрешностей (доверительных границ суммарной погрешности) эталона и расходомера, 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 жидкости;

$\delta_{си}$ – пределы допускаемой относительной погрешности 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 3-х.

Если $1/3 < \alpha_p \leq 1/2$, то количество измерений при каждом значении поверочного расхода должно быть не менее 5-ти.

10.1.1.2 Если соотношение пределов допускаемых относительных погрешностей 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, m^3 ;

$M_{эт}$ – масса жидкости, воспроизведенная поверочной установкой, m^3 .

Результаты поверки считают положительными, если значения относительной погрешности находятся в пределах, приведенных в таблице 1 в соответствии с исполнением расходомера, указанным в эксплуатационной документации на конкретный расходомер.

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 δ_{M_j} , полученной для серии из « n » измерений

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

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_{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 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

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

где $\delta_{m\max}$ – наибольшее из абсолютных значений δ_{m_j} .

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

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

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

где

V_i – измеренный объем жидкости расходомером, м³;

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

Результаты поверки считаются положительными, 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.

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 δ_{Vj} , полученной для серии из « n » измерений

$$\delta_{Vj} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \delta_{Vi_j} \quad (12)$$

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_{Vj} по формуле

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

Если полученное значение $S_{jV} > 0,03 \%$, то поверку приостанавливают, определяют и устраниют причину повышенного СКО² и повторяют серию измерений для j -ой точки расхода. Если повторно полученное значение СКО удовлетворяет условию $S_{jV} \leq 0,03 \%$, то поверку продолжают, иначе поверку прекращают.

Определить неисключенную систематическую погрешность расходомера θ_{Σ} по формуле

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

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

Определить границы случайной составляющей погрешности расходомера ε по формуле

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

где

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

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

где

V_i – измеренный объем жидкости расходомером, м³;

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

Результаты поверки считаются положительными, 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.

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 δ_{m_j} , полученной для серии из « n » измерений

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

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 $S_{jV} > 0,03 \%$, 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 $S_{jV} \leq 0,03 \%$, то поверку продолжают, иначе поверку прекращают.

Определить неисключенную систематическую погрешность расходомера θ_{Σ} по формуле

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

где $\delta_{V_{max}}$ – наибольшее из абсолютных значений δ_{V_j} .

Определить границы случайной составляющей погрешности расходомера ε по формуле

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

где

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

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

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

Определить относительную погрешность расходомера при измерении объема δ 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

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

Результаты поверки считают положительными, если значения $\delta v \leq \delta v_{jk}$, приведенных в таблице 1 в соответствии с исполнением расходомера, указанным в эксплуатационной документации на конкретный расходомер.

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 вмонтировали 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, $^{\circ}\text{C}$;

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

– путем закрытия полости расходомера заглушкой с одной стороны и заполнением полости жидкостью. Рабочий эталон единицы температуры погружают в заполненную 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.

10.1.4 Определение абсолютной погрешности измерений плотности

10.1.4.1 Сравнивают значения плотности жидкости измеренной расходомером со значением плотности этой жидкости измеренной эталонным плотномером. Определение абсолютной погрешности измерений плотности для расходомеров допускается проводить одним из следующих способов:

1) Производят отбор жидкости на выходном участке трубопровода расходомера. Во время отбора фиксируется 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.

2) 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). Необходимо исключить присутствие газа (воздуха) в измерительной трубе. 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 $\Delta\rho$, кг/м³, рассчитывают по формуле

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

где $\rho_{эт}$ – плотность, измеренная плотномером, кг/м³;

$\rho_{изм}$ – плотность, измеренная расходомером, кг/м³.

Результаты поверки считаются 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.

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 относительной погрешности при измерении объемного расхода и объема жидкости 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 преобразователем плотности»
МИ 3272-2010	«ГСИ. Счетчики-расходомеры массовые методика поверки на месте эксплуатации компакт-прувером в комплекте с турбинным преобразователем расхода и поточным преобразователем плотности»
МИ 3313-2011	«ГСИ. Счетчики-расходомеры массовые методика поверки с помощью эталонного счетчика-расходомера массового»

10.2.2 Результаты поверки считаю 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 проливным методом оформляют протоколом поверки произвольной формы. При поверке на месте эксплуатации в составе СИКН, СИКНП или АСН, и/или поверке с помощью компакт-прувера, трубопоршневой установки, эталонов 2-го разряда по МИ 3151-2008 «ГСИ.Счётчики-расходомеры массовые. Методика поверки на месте эксплуатации трубопоршневой поверочной установкой в комплекте с поточным преобразователем плотности», МИ 3272-2010 «Счетчики-расходомеры массовые методика поверки на месте эксплуатации компакт-прувером в комплекте с турбинным преобразователем расхода и поточным преобразователем плотности», МИ 3313-2011 «Государственная система обеспечения единства измерений Счетчики-расходомеры массовые методика поверки с помощью эталонного счетчика-расходомера массового», оформляют протоколом поверки по форме, указанным 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

Приложение А

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

