

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

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГБУ «ВНИИМС»


А.Е. Коломин
« 23 » июля 2024 г.



**«ГСИ. Счётчики-расходомеры массовые Turbo Flow CFM.
Методика поверки»**

МП 208-082-2024

г. Москва
2024 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки применяется для поверки Счётчиков-расходомеров массовых Turbo Flow CFM (далее - расходомеры), используемых в качестве рабочих средств измерений, и устанавливает требования к методам и средствам их первичной и периодических поверок.

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

Таблица 1

Наименование характеристики	Значение																							
Класс точности (КТ)	0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,5																							
Пределы допускаемой относительной погрешности при измерении массового расхода δQ_M и массы жидкости, δ_M , %: при $Q_M \geq 100 \cdot Z / \delta_0$ при $Q_M < 100 \cdot Z / \delta_0$	$\pm \delta_0$ $\pm (Z / Q_M) \cdot 100,$ где Q_M – измеряемый массовый расход, кг/ч; δ_0 – значение, численно равное КТ при проведении поверки проливным методом или (КТ+0,2) при проведении поверки имитационным методом, %; $Z^{1)}$ – стабильность нуля, кг/ч																							
Пределы допускаемой относительной погрешности при измерении массового расхода и массы газа, %: при $Q_M \geq (100 \cdot Z / \delta_G)$ при $Q_M < (100 \cdot Z / \delta_G)$	$\pm \delta_G$ $\pm (Z / Q_M) \cdot 100$ где значение δ_G равно:																							
	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Ду, мм</th> <th colspan="3">Класс точности</th> </tr> <tr> <th>0,1; 0,15</th> <th>0,2</th> <th>0,5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>от 1 до 32</td> <td>0,35 (0,55)³⁾</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>от 50 до 200</td> <td>0,5 (0,75)³⁾</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>от 1 до 200</td> <td>-</td> <td>0,5 (0,75)³⁾</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>от 1 до 350</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>0,75 (0,95)³⁾</td> </tr> </tbody> </table>	Ду, мм	Класс точности			0,1; 0,15	0,2	0,5	от 1 до 32	0,35 (0,55) ³⁾	-	-	от 50 до 200	0,5 (0,75) ³⁾	-	-	от 1 до 200	-	0,5 (0,75) ³⁾	-	от 1 до 350	-	-	0,75 (0,95) ³⁾
Ду, мм	Класс точности																							
	0,1; 0,15	0,2	0,5																					
от 1 до 32	0,35 (0,55) ³⁾	-	-																					
от 50 до 200	0,5 (0,75) ³⁾	-	-																					
от 1 до 200	-	0,5 (0,75) ³⁾	-																					
от 1 до 350	-	-	0,75 (0,95) ³⁾																					
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности при измерении плотности рабочей среды $\Delta \rho$, кг/м ³	$\pm 0,3^{2)}$; $\pm 0,5^{2)}$; ± 1 ; ± 2 ; ± 5 ; $\pm 10^{3)}$																							

<p>Пределы допускаемой основной относительной погрешности при измерении объемного расхода δQ_V и объема δV жидкости, %:</p> <ul style="list-style-type: none"> – для класса точности 0,1 и $\Delta\rho = \pm 1 \text{ кг/м}^3$ – для других сочетаний классов точности и $\Delta\rho$ и при измерении объемного расхода и объема газа 	$\delta Q_V = \pm \sqrt{(\pm 0,15)^2 + \left(\frac{\Delta\rho}{\rho} \cdot 100\right)^2},$ $\delta V = \pm \sqrt{(\delta M)^2 + \left(\frac{\Delta\rho}{\rho} \cdot 100\right)^2},$ <p>где ρ – измеряемая плотность, кг/м^3</p>
<p>Пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении температуры рабочей среды при использовании:</p> <ul style="list-style-type: none"> - интегрированного в ПП преобразователя температуры, $^{\circ}\text{C}$ - внешнего преобразователя (датчика) температуры, $^{\circ}\text{C}$ 	$\pm(0,3 + 0,005 \cdot t),$ $\pm(0,15 + 0,002 \cdot t),$ <p>где t – измеряемое значение температуры, $^{\circ}\text{C}$</p>
<p>Пределы допускаемой относительной погрешности измерений давления, при использовании внешнего преобразователя (датчика) давления, %</p>	$\pm(0,1 + 0,01 P_{\max}/P),$ <p>где P_{\max} – верхний предел измерений преобразователя давления, P – измеряемое значение давления</p>
<p>¹⁾ Значения Z для каждого диаметра и исполнения ПП приведены в руководстве по эксплуатации.</p> <p>²⁾ По специальному заказу в диапазоне плотности рабочей среды от 650 до 1300 кг/м^3.</p> <p>³⁾ При имитационном методе проведения поверки</p>	

1.3 При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается передача следующих единиц физических величин:

- единицы массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2356 Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расхода жидкости (часть 1 и 2), подтверждающая прослеживаемость к Государственному первичному специальному эталону единиц массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости ГЭТ 63-2019 методом непосредственного сличения и методом косвенных измерений;

- единицы массового расхода газа при рабочих условиях в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений объемного и массового расхода газов, утвержденной приказом Росстандарта от 11.05.2022 № 1133 Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений объемного и массового расхода газа, подтверждающая прослеживаемость к Государственному первичному эталону единиц объемного и массового расходов газа ГЭТ 118-2017 методом непосредственного сличения;

- единицы избыточного давления в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 20.10.2022 № 2653 Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа, подтверждающая прослеживаемость к Государственному первичному эталону единиц давления – паскаля ГЭТ 23-2010 методом непосредственного сличения;

- единицы абсолютного давления в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 06.12.2019 № 2900 Об утверждении Государ-

ственной поверочной схемы для средств измерений абсолютного давления диапазоне $1 \cdot 10^{-1} - 1 \cdot 10^7$ Па, подтверждающая прослеживаемость к Государственному первичному эталону единицы давления для области абсолютного давления в диапазоне $1 \cdot 10^{-1} - 7 \cdot 10^5$ Па ГЭТ 101-2011 методом непосредственного сличения;

- единицы температуры в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 23.12.2022 № 3253 Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры, подтверждающая прослеживаемость к Государственному первичному эталону единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С ГЭТ 34-2020 и Государственному первичному эталону единицы температуры в диапазоне от 0,3 до 273,16 К ГЭТ 35-2021 методом непосредственного сличения;

- единицы плотности в соответствии государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 01.11.2019 № 2603 Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений плотности, подтверждающая прослеживаемость к Государственному первичному эталону единицы плотности ГЭТ 18-2014 методом непосредственного сличения.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 Для поверки расходомеров должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2

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	Да	Да	10
Определение метрологических характеристик при измерении массы (массового расхода) и объема (объемного расхода)*:			
- имитационным методом	Нет	Да	10.1
- проливным методом	Да	Да	10.2
- проливным методом на месте эксплуатации	Да	Да	10.3
Определение абсолютной погрешности измерений плотности	Да	Да	10.4
Определение абсолютной погрешности измерений температуры	Да	Да	10.5
Определение погрешности измерений давления при наличии в комплектации внешнего преобразователя (датчика) давления	Да	Да	10.6
* проводится или имитационным, или проливным методом			

2.2 Результат проверки по каждому пункту настоящей методики считают положительным, если выполняются требования, указанные в соответствующем пункте и/или в описании типа на расходомеры. При получении отрицательных результатов при любой операции проверки, расходомер считают не прошедшим поверку и дальнейшие операции проверки не проводят.

2.3 При проведении поверки расходомеров на месте эксплуатации, например, в составе систем измерений количества и показателей качества нефти (далее – СИКН), определение относительной погрешности при измерении массового расхода и массы жидкости проливным методом по МИ 3151-2008 «Государственная система обеспечения единства измерений. Счетчики-расходомеры массовые. Методика поверки на месте эксплуатации трубопоршневой поверочной установкой в комплекте с поточным преобразователем плотности», МИ 3272-2010 «Государственная система обеспечения единства измерений. Счетчики-расходомеры массовые. Методика поверки на месте эксплуатации компакт-прувером в комплекте с турбинным преобразователем расхода и поточным преобразователем плотности» или МИ 3288-10 «Государственная система обеспечения единства измерений. Счетчики-расходомеры массовые. Методика поверки комплектом компакт-прувера, преобразователя объемного расхода и поточного преобразователя плотности» допускается проводить в ограниченном диапазоне измерений массового расхода, соответствующем эксплуатационным характеристикам СИКН, с обязательным указанием в свидетельстве о поверке и передаче в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений информации об объеме проведенной поверки.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки с определением относительной погрешности при измерении массового (объемного) расхода и массы (объема) жидкости проливным методом соблюдают следующие условия.

- температура окружающей среды, °С	от +15 до +30
- относительная влажность воздуха, %	от 30 до 95
- атмосферное давление, кПа	от 84,0 до 106,7
- изменение температуры окружающей среды за время одного измерения, °С, не более	1,0
- изменение температуры измеряемой среды за время одного измерения, °С, не более	0,5
- время выдержки расходомера до начала поверки при температуре поверки, не менее, ч	2
- содержание свободного газа в жидкости	не допускается

3.2 При проведении поверки с определением относительной погрешности при измерении массового расхода и массы жидкости проливным методом на месте эксплуатации соблюдают требования применяемой методики МИ 3151-2008, МИ 3272-2010 или МИ 3288-10.

3.3 При поверке расходомера имитационным методом значение температуры измеряемой среды, температуры окружающего воздуха, влажности окружающего воздуха должны соответствовать условиям эксплуатации, указанным в паспорте на расходомер.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 Проведение поверки должен выполнять персонал, отвечающий требованиям, предъявляемым к поверителям средств измерений, знающий принцип действия используемых при проведении поверки эталонов и средств измерений, изучивший настоящую методику.

ку поверки, эксплуатационную документацию на расходомеры и прошедший инструктаж по технике безопасности.

4.2 Допускается проводить поверку с привлечением обученного персонала, под непосредственным руководством поверителя.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

При проведении поверки расходомеров применяют средства измерений и эталоны, указанные в таблице 3.

Таблица 3

Операции поверки, требующие применения средств поверки (номер пункта настоящей методики)	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимым для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
10.1	Эталон 5-го разряда в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2360. Диапазон измерений частоты от 2 МГц до 400 МГц, допускаемая относительная погрешность $5 \cdot 10^{-6} \%$	Частотомер электронно-счетный ЧЗ-85/5, регистрационный номер 56478-14
	Рабочий эталон 3-го разряда в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 28.07.2023 № 1520, диапазон измерений постоянного напряжения от 0 до 50 В, погрешность $\pm(0,075 \cdot 10^{-3} - 0,08) В$	Мультиметр АМ-7030, регистрационный номер 27587-04
8.2 10.2	Вторичный или рабочий эталон в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2356, с диапазоном воспроизведения массового (объемного) расхода соответствующим диапазону расхода, задаваемого при поверке, с доверительными границами суммарной погрешности не превышающими 1/2 пределов допускаемой относительной погрешности поверяемого расходомера	Установка поверочная «Эрмитаж», регистрационный номер 71416-18
10.3	по МИ 3151-2008 Государственная система обеспечения единства измерений. Счетчики-расходомеры массовые. Методика поверки на месте эксплуатации трубопоршневой поверочной установкой в комплекте с точным преобразователем плотности, МИ 3272-2010 Государственная система обеспечения единства измерений. Счетчики-расходомеры массовые. Методика поверки на месте эксплуатации компакт-прувером в комплекте с турбинным преобразователем	

	расхода и поточным преобразователем плотности, МИ 3288-10 Государственная система обеспечения единства измерений. Счетчики-расходомеры массовые. Методика поверки комплектом компакт-прувера, преобразователя объемного расхода и поточного преобразователя плотности.	
10.4	Рабочий эталон единицы плотности в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 01.11.2019 № 2603, доверительные границы погрешности измерений плотности $\pm 0,15 \text{ кг/м}^3$	Установка пикнометрическая H&D Fitzgerald Ltd, регистрационный номер 37320-08
	Средство измерений интервалов времени, диапазон измерений от 1 до 300 с, абсолютная погрешность $\pm 0,6 \text{ с}$	Секундомер электронный с таймерным выходом СТЦ-2М, регистрационный номер 65349-16
	Рабочий эталон единицы плотности в соответствии с локальной поверочной схемой (пример приведен в Приложении В) с доверительными границами погрешности (пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений плотности) не превышающими 1/2 пределов допускаемой погрешности поверяемого расходомера	Измеритель плотности жидкости вибрационный ВИП-2МР, регистрационный номер 27163-09
	по МИ 2816-2012 «ГСИ. Преобразователи плотности поточные. Методика поверки на месте эксплуатации» сравнивая значения плотности, измеренной расходомером, с результатом измерений плотности рабочим эталоном.	
10.5	Термостат, диапазон температуры от минус 60 до 100 °С, нестабильность поддержания температуры $\pm 0,02^\circ\text{C}$	Термостат жидкостный ТЕРМОТЕСТ, регистрационный номер 39300-08
	Рабочий эталон 3-го разряда в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 23.12.2022 № 3253, диапазон измерений температуры от минус 60 до 100 °С, доверительные границы абсолютной погрешности при вероятности 0,95 не более $\pm 0,05^\circ\text{C}$	Термометр сопротивления эталонный ЭТС-100М3, регистрационный номер 70903-18
	Имитатор термометра сопротивления, пределы допускаемой относительной погрешности $\pm 0,02 \%$	Калибратор давления портативный Метран-517, регистрационный номер 39151-08
10.6	Рабочий эталон 3-го разряда в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 20.10.1022 № 2653.	Манометр грузопоршневой МП мод. МП-1000, регистрационный номер 52189-16
	Рабочий эталон 3-го разряда в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 06.12.2019 № 2900.	Манометр грузопоршневой МП мод. МП-2500, регистрационный номер 52189-16
	Диапазон абсолютного (избыточного)	Модуль давления эталонный Метран-518 А6МВ, регистрационный номер 39152-12

	давления от 0,1 до 106 МПа	Калибратор давления портативный Метран-517, регистрационный номер 39151-08
3	Прибор комбинированный, диапазон измерений: температура от -10 до +60 °С; влажность от 10 до 95 %; давление: от 700 до 1100 гПа. Погрешность измерений абсолютная: температуры ±0,3 °С; влажности ±3,0 %; давления: ±2,5 гПа.	Термогигрометр ИВА-6Н-Д, регистрационный номер 46434-11
8, 10	ПО «АРМ «CFM View»	ПО «АРМ «CFM View»
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

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 Монтаж и демонтаж расходомера в измерительную линию должен производиться согласно его эксплуатационной документации при неработающей поверочной установке.

6.3 Монтаж и демонтаж расходомера должны производиться при отсутствии давления в измерительной линии.

6.4 Электрооборудование, предусматривающее заземление, должно быть заземлено в соответствии с ГОСТ 12.1.030-81.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

При внешнем осмотре устанавливают соответствие расходомера следующим требованиям:

7.1 Внешний вид расходомера должен соответствовать описанию и изображению, приведенному в описании типа средства измерений.

7.2 Надписи и обозначения на расходомере должны быть четкими и соответствовать требованиям эксплуатационной документации. Заводской номер должен соответствовать записи в эксплуатационной документации

7.3 Комплектность должна соответствовать сведениям, приведенным в паспорте на поверяемый расходомер

7.4 Видимые повреждения и механические дефекты, препятствующие применению расходомера, должны отсутствовать. Контакты разъемов должны быть чистые и не иметь следов коррозии. Проточная часть расходомера не должна иметь на внутренней поверхности загрязнений и отложений, влияющих на работоспособность расходомера или препятствующих проведению поверки.

7.5 Результаты поверки считают положительными, если расходомер удовлетворяет всем вышеперечисленным требованиям.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРНИЙ

8.1 Перед проведением поверки поверяемый расходомер и средства поверки должны быть подготовлены к работе согласно эксплуатационным документам на них. Поверка осуществляется при помощи технологического ПО для расходомера «АРМ «CFM View» (далее - ПО), установленного на компьютер. ПО в автоматическом режиме проводит необходимые диагностические процедуры и сообщает о наличии или отсутствии ошибок и неисправностей, препятствующих дальнейшему проведению поверки.

8.2 На поверочной установке задают значения расхода от 30 до 90 % от верхней границы диапазона измерений массового расхода для данного расходомера, указанной в эксплуатационном документе. Убеждаются в изменении показаний расходомера при изменении массового расхода жидкости на поверочной установке и наличии показаний значений давления (при наличии) и температуры.

8.3 Проводят настройку нулевой точки расходомера в соответствии с эксплуатационным документом.

8.4 При поверке расходомеров проливным методом на месте эксплуатации в зависимости от исполнения расходомера убеждаются в наличии показаний значений массового расхода, давления (при наличии) и температуры.

8.5 Результаты опробования считают положительными, если значения массового расхода жидкости, температуры и давления (в зависимости от исполнения расходомера) отображаются корректно. При опробовании по п. 8.2 значения массового расхода по показаниям расходомера изменяются соответствующим образом. Отсутствуют ошибки и неисправности.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 При проверке идентификационных данных программного обеспечения (далее - ПО) определяют:

- идентификационное наименование программного обеспечения;
- номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения;
- цифровой идентификатор (контрольная сумма исполняемого кода) программного обеспечения.

9.2 Включают расходомер. После подачи питания встроенное ПО расходомера выполняет ряд самодиагностических проверок, в том числе проверку целостности конфигурационных данных и неизменности исполняемого кода путем расчета и публикации контрольной суммы (цифровой идентификатор ПО).

При этом на показывающем устройстве расходомера должны отражаться следующие данные:

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

9.3 Результаты поверки считают положительными, если идентификационные данные программного обеспечения соответствуют идентификационным данным программного обеспечения, приведенным в таблице 4.

Таблица 4

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	CFM
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.0
Цифровой идентификатор ПО	0x66808DB2

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Определение метрологических характеристик имитационным методом

10.1.1 Поверку расходомера, демонтированного с трубопровода, проводят в помещении при стабильной температуре воздуха. Расходомер должен находиться на достаточном расстоянии от источников тепла во избежание неравномерного нагрева корпуса ПП. Выдерживают расходомер не менее 12 часов при стабильной температуре окружающей среды.

10.1.2 Подключают частотомер к клеммам 5 и 6 (LPOW- и LPOW+) и мультиметр к клеммам 1 и 2 (L- и L+ для катушки 1) и 3 и 4 (R- и R+ для катушки 2) согласно схеме на рисунке Г.1 Приложения Г.

Снимают показания частоты вынужденных колебаний первичного преобразователя F_i , Гц и напряжение на катушках 1 $U1_i$, В и 2 $U2_i$, В не менее чем 10 значений, за суммарное время не менее 100 секунд.

10.1.3 При помощи ПО «АРМ «CFM View» фиксируют не менее 10 значений массового расхода Q_i , кг/ч.

10.1.4 Фиксируют температуру окружающего воздуха, температуру измеряемой среды и проверяют наличие нештатных ситуаций.

10.1.5 Вычисляют средние арифметические частоты вынужденных колебаний первичного преобразователя F_{cp} , Гц, напряжения на катушке № 1 $U1_{cp}$, В, напряжения на катушке № 2 $U2_{cp}$, В и массового расхода Q_{cp} , т по формулам:

$$F_{cp} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n F_i; \quad (1)$$

$$U1_{cp} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n U1_i; \quad (2)$$

$$U2_{cp} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n U2_i; \quad (3)$$

$$Q_{cp} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n Q_i. \quad (4)$$

где n – количество проведенных измерений.

10.1.6 Вычисляют относительные отклонения δ , % средних арифметических параметров F_{cp} , Гц, $U1_{cp}$, В, $U2_{cp}$, В полученных по пункту 10.1.4, и значений этих параметров, указанных в эксплуатационном документе, по формулам:

$$\delta_F = \frac{F_{cp} - F_{nc}}{F_{nc}} \cdot 100; \quad (5)$$

$$\delta_{U1} = \frac{U1_{cp} - U1_{nc}}{U1_{nc}} \cdot 100; \quad (6)$$

$$\delta_{U2} = \frac{U2_{cp} - U2_{nc}}{U2_{nc}} \cdot 100, \quad (7)$$

где F_{nc} – частота вынужденных колебаний первичного преобразователя, зафиксированная при выпуске расходомера из производства, указанная в паспорте на расходомер, Гц;

$U1_{nc}$, $U2_{nc}$ – напряжения на катушках 1 и 2, зафиксированные при выпуске расходомера из производства, указанные в паспорте на расходомер, В.

10.1.7 Результаты поверки считают положительными, если значение δ_F находится в пределах $\pm 0,2$ %, значения δ_{U1} и δ_{U2} находятся в пределах $\pm 0,07$ %, а значение Q_{cp} находится в

пределах $\pm Z$, где Z - стабильность нуля, кг/ч, указанное в эксплуатационном документе на конкретный расходомер.

10.2 Определение относительной погрешности при измерении массы (массового расхода) и объема (объемного расхода) проливным методом

10.2.1 Монтаж расходомера в измерительную линию поверочной установки осуществляют в соответствии с эксплуатационными документами на расходомер и поверочную установку.

10.2.2 Определение относительной погрешности измерений массы (массового расхода) при соотношении погрешностей эталона и поверяемого расходомера 1:3 и менее.

Определение относительной погрешности проводят на значениях расхода, соответствующих: $(0,1 - 0,15) \cdot Q_{\max}$, $(0,3 - 0,45) \cdot Q_{\max}$, $(0,5 - 0,9) \cdot Q_{\max}$, где Q_{\max} - верхняя граница диапазона измерений массового расхода жидкости, указанная в эксплуатационном документе на конкретный расходомер.

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

Расходомеры с первичными преобразователями с D_y 100 мм и более допускается поверять на расходах $0,1 \cdot Q_{\max}$, $0,25 \cdot Q_{\max}$ и $0,35 \cdot Q_{\max}$.

Значения расходов $(0,3 - 0,9) \cdot Q_{\max}$ устанавливаются с допуском $\pm 10\%$, а значения расходов $(0,1 - 0,15) \cdot Q_{\max}$ с допуском $\pm 5\%$.

На каждом расходе проводят не менее двух измерений.

10.2.2.1 Относительную погрешность измерений массового расхода $\delta_{Q_{mi}}$, % и массы δ_{M_i} , %, при i -ом измерении определяют по формулам:

$$\delta_{Q_{mi}} = \frac{Q_{mi} - Q_{эт}}{Q_{эт}} \cdot 100; \quad (8)$$

$$\delta_{M_i} = \frac{M_i - M_{эт}}{M_{эт}} \cdot 100, \quad (9)$$

где Q_{mi} - расход, измеренный расходомером, кг/ч;

$Q_{эт}$ - расход по поверочной установке, кг/ч;

M_i - масса, измеренная расходомером, кг;

$M_{эт}$ - масса по поверочной установке, кг.

10.2.2.2 В случае, если поверочная установка не отображает значения массового расхода, измеренного расходомером, то фиксируют не менее 10 значений массового расхода Q_{mj} кг/ч через равные промежутки времени в течение не менее 2 минут.

Значение массового расхода Q_{mi} кг/ч за время измерения вычисляют по формуле

$$Q_{mi} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n Q_{mj}, \quad (10)$$

где n - количество проведенных измерений массового расхода.

10.2.2.3 В случае, если поверочная установка оснащена мерами вместимости, то определение относительной погрешности расходомеров при измерении массы осуществляется сравнением значений массы, измеренной расходомером, и массы, рассчитанной исходя из измеренных значений объема и плотности на поверочной установке. Массу M_i , кг, по поверочной установке вычисляют по формуле

$$M_i = V \cdot \rho, \quad (11)$$

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

10.2.2.4 Расходомер может быть подключен к поверочной установке с использованием частотного или аналогового (4-20 мА) выходов, протоколов HART или Modbus. Рекомендовано использование выходного сигнала, соответствующего выходному сигналу при эксплуатации расходомера. Использование аналогового (4-20 мА) выхода рекомендовано для расходомеров класса точности 0,5.

10.2.2.5 В случае, если при поверке используют аналоговый выход расходомера (4-20 мА), то измеренное значение массового расхода Q_i , кг/ч, вычисляют по формуле

$$Q_i = \frac{I_i - I_{\min}}{I_{\max} - I_{\min}} \cdot (Q_{\max} - Q_{\min}) + Q_{\min}, \quad (12)$$

где I_i – сила тока, измеренная установкой (калибратором тока) за время проведения i -го измерения, мА;
 I_{\min} – минимальное значение установленного диапазона выходного токового сигнала, мА;
 I_{\max} – максимальное значение установленного диапазона выходного токового сигнала, мА;
 Q_{\max} – значение расхода, установленное для максимального значения выходного токового сигнала, кг/ч;
 Q_{\min} – значение расхода, установленное для минимального значения выходного токового сигнала, кг/ч.

10.2.2.6 В случае, если при поверке используется частотный выход расходомера, то значение массового расхода Q_i , кг/ч, или массы M_i , кг, вычисляют по формулам:

$$Q_i = \frac{F_i}{K} \cdot 3600; \quad (13)$$

$$M_i = \frac{N_i}{K}, \quad (14)$$

где F_i – частота на выходе расходомера за время проведения i -го измерения, Гц;
 K – весовой коэффициент, установленный в расходомере, имп/кг;
 N_i – количество импульсов, накопленное поверочной установкой за время проведения i -го измерения, имп.

10.2.2.7 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.

10.2.3 Определение относительной погрешности измерений объема (объемного расхода) проводится аналогично пункту 10.2.2 настоящей методики, при этом в формулы (8), (9), (10), (12), (13) и (14) вместо значений массового расхода и массы подставляют значения объемного расхода и объема соответственно. Допускается совмещать проведение поверки по пунктам 10.2.2 и 10.2.3.

10.2.3.1 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.

10.2.4 Определение относительной погрешности измерений массы (массового расхода), объема (объемного расхода) при соотношении погрешностей эталона и расходомера более 1:3, но не менее 1:2 включительно.

Определение относительной погрешности проводят на значениях расхода, соответствующих: $(0,1 - 0,15) \cdot Q_{\max}$, $(0,3 - 0,45) \cdot Q_{\max}$, $(0,5 - 0,9) \cdot Q_{\max}$, где Q_{\max} - верхняя граница диапазона измерений массового расхода жидкости, указанная в эксплуатационном документе на конкретный расходомер.

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

Расходомеры с первичными преобразователями с D_y 100 мм и более допускается поверять на расходах $0,1 \cdot Q_{\max}$, $0,25 \cdot Q_{\max}$ и $0,35 \cdot Q_{\max}$.

Значения расходов $(0,3 - 0,9) \cdot Q_{\max}$ устанавливают с допуском $\pm 10\%$, а значения расходов $(0,1 - 0,15) \cdot Q_{\max}$ с допуском $\pm 5\%$.

На каждом расходе проводят не менее пяти измерений.

При каждом измерении регистрируют:

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

Определение относительной погрешности расходомера при определении массы или объема проводят по формулам (8) и (9). Для каждого измерения вычисляют значения:

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

$$MF_{M(V)ji} = \frac{M(V)_{\varepsilon ji}}{M(V)_{ji}}, \quad (15)$$

где $M(V)_{\varepsilon ji}$ - масса (объем) измеряемой среды по поверочной установке, кг (дм³);
 $M(V)_{ji}$ - масса (объем) измеряемой среды по расходомеру, кг (дм³).

Для каждой точки расхода вычисляют:

- среднееарифметическое значение коэффициента коррекции расходомера MF по формуле

$$MF_{M(V)j} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n MF_{M(V)ji}, \quad (16)$$

где n - количество измерений в точке j .

- среднеквадратическое отклонение результатов измерений, %, по формуле

$$S_j = \frac{1}{MF_{M(V)j}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (MF_{M(V)ji} - MF_{M(V)j})^2}{n-1}} \cdot 100, \quad (17)$$

- среднеквадратическое отклонение среднего арифметического, S_0 , по формуле

$$S_0 = \frac{S_{jmax}}{\sqrt{n}}, \quad (18)$$

где S_{jmax} - наибольшее значение среднеквадратического отклонения результатов измерений, вычисленного по формуле (17), %.

– неисключённую систематическую составляющую погрешности расходомера, %, по формуле

$$\left\{ \begin{array}{l} \Theta_{MF_{M(V)j}} = \left| \frac{MF_{M(V)j} - MF_{M(V)}}{MF_{M(V)}} \right|_{max} \cdot 100 \\ MF_{M(V)} = \frac{1}{m} \sum_{m=1}^m MF_{M(V)j} \end{array} \right. , \quad (19)$$

где m – количество точек расхода i .

Вычисляют относительную погрешность, %, по формуле

$$\left\{ \begin{array}{l} \delta_{M(V)} = K \cdot S_{\Sigma} \\ K = \frac{\varepsilon + \Theta_{\Sigma}}{S_0 + S_{\Theta}} \\ \Theta_{\Sigma} = 1,1 \cdot \sqrt{\Theta_3^2 + \Theta_{MF_{M(V)}}^2} \\ S_{\Theta} = \frac{\Theta_{\Sigma}}{\sqrt{3}} \\ S_{\Sigma} = \sqrt{S_{\Theta}^2 + S_0^2} \\ \varepsilon = t_{0,95} \cdot S_0 \end{array} \right. , \quad (20)$$

где Θ_3 – неисключённая систематическая составляющая погрешности эталона расхода при воспроизведении массы (объёма) измеряемой среды;
 ε – случайная составляющая погрешности расходомера;
 $t_{0,95}$ – коэффициент Стьюдента при доверительной вероятности $P = 0,95$ (определяется в соответствии с ГОСТ Р 8.736-2011 «ГСИ. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения»).

Значение градуировочного коэффициента расходомера определяется по формуле (15).

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

10.2.4.1 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.

10.3 Определение относительной погрешности при измерении массы (массового расхода) проливным методом на месте эксплуатации

10.3.1 Определение относительной погрешности при измерении массового расхода и массы жидкости проливным методом на месте эксплуатации проводят по МИ 3151-2008, МИ 3272-2010 или МИ 3288-10.

10.3.2 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.

10.4 Определение абсолютной погрешности измерений плотности

10.4.1 Измерения выполняют при одном значении плотности в пределах нормируемого диапазона измерений. Сравнивают значения плотности жидкости, измеренной расходомером, со значением плотности этой жидкости, измеренной рабочим эталоном.

При поверке расходомеров с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений плотности $\pm 1,0 \text{ кг/м}^3$ и более измерения проводят при помощи плотномера автоматического лабораторного в соответствии с пунктами 10.4.1.1 или 10.4.1.2 или при помощи установки пикнометрической или комплекта средств поверки, включающего пикнометры и весы (компараторы массы), в соответствии с пунктом 10.4.1.3.

При поверке расходомеров с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений плотности $\pm 0,3 \text{ кг/м}^3$ или $\pm 0,5 \text{ кг/м}^3$ измерения проводят при помощи установки пикнометрической или комплекта средств поверки, включающего пикнометры и весы (компараторы массы), в соответствии с пунктом 10.4.1.3.

10.4.1.1 Производят отбор жидкости на выходном участке поверочной установки после расходомера. Во время отбора фиксируются показания расходомера при измерении плотности и температуры жидкости. После этого дозу отобранной жидкости вводят в эталонный плотномер. В эталонном плотномере проводят измерения при зафиксированной температуре на расходомере. Проводят не менее двух измерений.

10.4.1.2 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. В эталонном плотномере проводят измерения при зафиксированной температуре на расходомере. Проводят не менее двух измерений.

10.4.1.3 В соответствии с эксплуатационными документами подключают установку пикнометрическую к измерительному трубопроводу, убеждаются в стабилизации параметров жидкости в расходомере и установке пикнометрической (изменение температуры жидкости не более $0,1 \text{ }^\circ\text{C/мин}$ и изменение давления жидкости не более $0,05 \text{ МПа/мин}$) и проводят отбор проб в пикнометры. Во время отбора проб фиксируют показания расходомера при измерении плотности и температуры жидкости. С учетом измеренных значений давления, температуры жидкости и температуры тел пикнометров вычисляют плотность жидкости, измеренную эталоном. При отклонении температуры жидкости в эталоне от температуры жидкости в расходомере более чем на $\pm 0,1 \text{ }^\circ\text{C}$ для нефти и нефтепродуктов или более чем на $\pm 0,3 \text{ }^\circ\text{C}$ для воды, значение плотности жидкости, измеренное эталоном, приводят к температуре жидкости в расходомере.

10.4.2 Абсолютную погрешность измерений плотности $\Delta\rho$, кг/м^3 рассчитывают по формуле

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

где $\rho_{\text{эт}}$ – плотность, измеренная эталоном в условиях выполнения измерений, кг/м^3 ;
 $\rho_{\text{изм}}$ – плотность, измеренная расходомером, кг/м^3 .

10.4.3 Периодическую поверку в условиях эксплуатации допускается проводить по МИ 2816-2012 «ГСИ. Преобразователи плотности поточные. Методика поверки на месте эксплуатации» сравнивая значения плотности, измеренной расходомером, с результатом измерений плотности рабочим эталоном.

10.4.4 Результаты поверки считают положительными, если значения абсолютной погрешности измерений плотности не превышает пределов, приведенных в таблице 1 в соответствии с исполнением, указанным в эксплуатационной документации на конкретный расходомер.

10.5 Определение абсолютной погрешности измерений температуры

10.5.1 Определение абсолютной погрешности измерений температуры интегрированного в ПП преобразователя температуры проводят одним из следующих способов:

1) сравнивают показания температуры, измеренной расходомером, установленным в измерительном канале поверочной установки с показаниями поверочной установки или эталонного термометра. Проводят не менее трёх измерений.

2) измерительный канал расходомера закрывают с одной стороны заглушкой и поворачивают так, чтобы измерительный канал находился в вертикальном положении. Затем заполняют измерительный канал жидкостью и погружают в неё эталонный термометр. Проводят не менее трёх измерений.

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

$$\Delta t = t_i - t_{эм}, \quad (22)$$

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

Результаты поверки по данному пункту считают положительными, если значение абсолютной погрешности измерений температуры не превышает пределов, приведенных в таблице 1.

10.5.2 Определение абсолютной погрешности измерений температуры при наличии в комплектации внешнего преобразователя (датчика) температуры.

10.5.2.1 Внешний первичный преобразователь температуры расходомера и эталонный термометр помещают в колодец термостата так, чтобы рабочая часть преобразователей была полностью погружена. Выбирают режим «Поверка канала Т» в ПО «АРМ «CFM View».

10.5.2.2 Устанавливают на термостате значение температуры в диапазоне от минус 5 до плюс 5 °С и контролируют выход на режим термостата в соответствии с его эксплуатационной документацией. После установления стабильных значений температуры по индикации готовности термостата фиксируют показания температуры с цифрового табло расходомера (или монитора ПК) и эталонного термометра сопротивления (не менее 10 значений).

Определяют средние значения измеренной температуры эталонным термометром и поверяемым расходомером по формуле

$$t_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^N t_i}{N},$$

(23)

где t_{cp} – среднее значение температуры за время измерения, °С;
 N – количество измерений.

Значение абсолютной погрешности расходомера при измерении температуры определяют по формуле (22)

Повторяют измерения по пункту 10.5.2.2 для значений температуры, соответствующих нижней и верхней границе диапазона измерений температуры. В случае невозможности обеспечить значения температуры, соответствующие нижней и (или) верхней границе диапазона измерений температуры, выполняют измерения при температуре, соответствующей нижней и верхней границе диапазона воспроизведения температуры термостатом, а затем проводят процедуры по пункту 10.5.2.3.

Результаты поверки по данному пункту считают положительными, если значение абсолютной погрешности измерений температуры не превышает пределов, приведенных в таблице 1.

10.5.2.3 Через штатную колодку присоединяют магазин сопротивлений к датчику температуры, отсоединив концы чувствительного элемента, по схеме, приведенной в Приложении Б.

При помощи магазина сопротивлений задают значения, соответствующие нижней границе диапазона измерений температуры. При использовании магазина сопротивлений значения сопротивления, эквивалентные соответствующим температурам, выбирают из НСХ по ГОСТ 6651-2009.

Значение абсолютной погрешности преобразования сопротивления в значение температуры Δt , °С определяют по формуле

$$\Delta t = t_i - t_{эм}, \quad (24)$$

где t_i – температура, измеренная расходомером, °С;
 $t_{эм}$ – заданное сопротивление в температурном эквиваленте, °С.

Результаты поверки по данному пункту считают положительными, если значение абсолютной погрешности преобразования сопротивления в значение температуры не превышает $\pm 0,1$ °С.

10.6 Определение относительной погрешности измерений давления при наличии в комплектации внешнего преобразователя (датчика) давления

10.6.1 Определение относительной погрешности при измерении давления (для исполнения с внешним преобразователем (датчиком) давления проводят с помощью калибратора давления, обеспечивающего создание абсолютного (избыточного) давления в рабочем диапазоне измерения давления расходомером, и программного обеспечения ПО «АРМ «CFM View» в режиме «Поверка канала Р». Для расходомеров автономного исполнения период обновления значения давления может достигать 5 минут.

Подключают первичный преобразователь давления к калибратору давления. Определяют погрешность измерений давления в пяти контрольных точках:

$P_1 = 0,1 P_{\max}$ (при измерении избыточного давления) или $P_1 = 84$ кПа (абс.), если $(0,1 \cdot P_{\max}) \leq 84$ кПа (абс.);

$$P_2 = (P_1 + P_3) / 2;$$

$$P_3 = (P_1 + P_5) / 2;$$

$$P_4 = (P_3 + P_5) / 2;$$

$$P_5 = P_{\max}, \text{ где } P_{\max} - \text{ВПИ.}$$

Для согласования характеристик эталонных средств измерений с расчётными значениями контрольных точек допускается отклонение значений давления, поданного на вход первичного преобразователя давления, от расчётного значения не более чем на $\pm 0,05 \cdot P_{\max}$ (5 % ВПИ).

10.6.2 В каждой точке выполняют по одному измерению при прямом и обратном ходе и рассчитывают значение погрешности δ_{P_i} , %, по формуле

$$\delta_{P_i} = \frac{P_{\text{изм}} - P_{\text{эт}}}{P_{\text{эт}}} \cdot 100, \quad (25)$$

где $P_{\text{изм}}$ – показание расходомера, кПа (МПа);
 $P_{\text{эт}}$ – давление, заданное калибратором, кПа (МПа).

В случае применения датчика избыточного давления значение эталонного давления определяют по формуле

$$P_{\text{эт}} = P_{\text{эт.изб}} + P_{\text{бар}}, \quad (26)$$

где $P_{\text{бар}}$ – значение атмосферного давления в месте испытаний, кПа (МПа);
 $P_{\text{эт.изб}}$ – значение избыточного давления, заданное эталонным средством, кПа (МПа).

10.6.3 Результаты поверки считают положительными, если значения относительной погрешности измерений давления не превышают пределов, приведенных в таблице 1.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Результаты поверки оформляют протоколом в произвольной форме.

11.2 При положительных результатах поверки на расходомер наносят знаки поверки в соответствии с Приложением А.

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

11.4 По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку положительный результат поверки, оформляют записью в паспорте, удостоверенной подписью поверителя и нанесением знака поверки и (или) выдают свидетельство о поверке, оформленное в соответствии с приказом Минпромторга России от 31 июля 2020 г. № 2510 «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

11.5 При отрицательных результатах поверки расходомер считают непригодным и к эксплуатации не допускают. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается извещение о непригодности, оформленное в соответствии с приказом Минпромторга России от 31 июля 2020 г. 2510 «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

Начальник отдела 208
ФГБУ «ВНИИМС»

Заместитель начальника отдела 208
ФГБУ «ВНИИМС»



Б.А. Иполитов

А.М. Шаронов

**Схема пломбировки от несанкционированного доступа,
обозначение мест нанесения знака поверки**

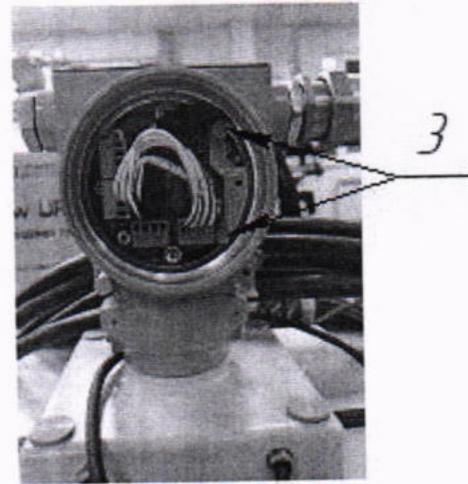
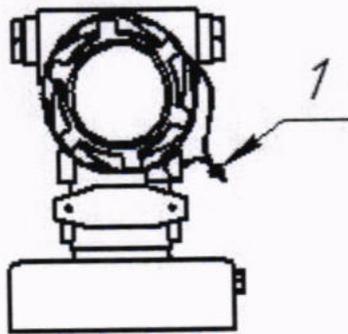
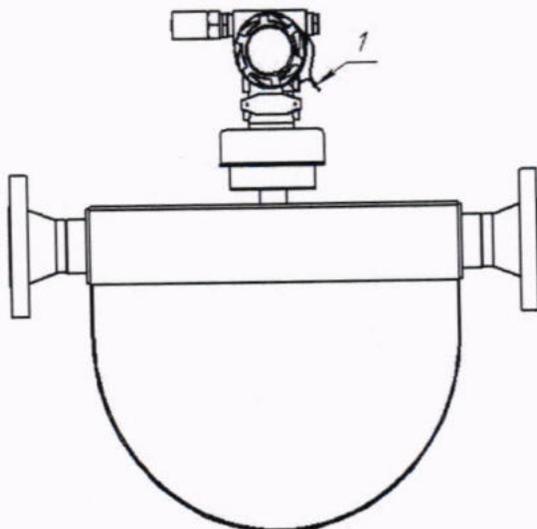
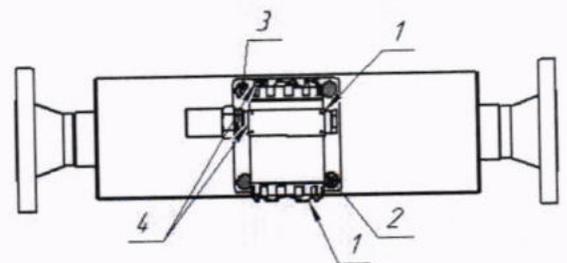


Рисунок А.1 – Электронный блок

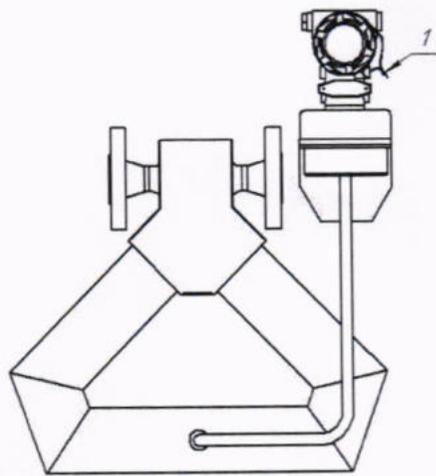


а) вид сбоку

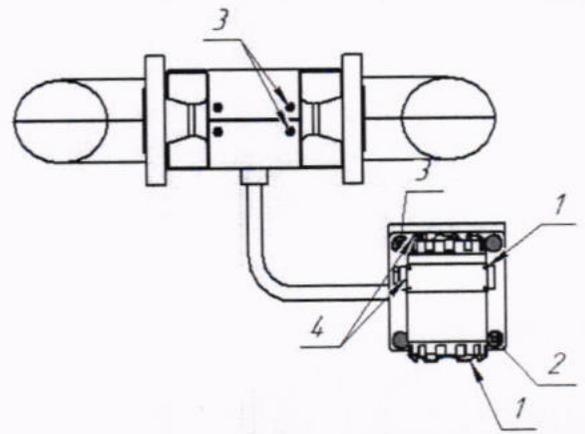


б) вид сверху

Рисунок А.2 – Пломбировка ПП и ЭБ (расположение ЭБ на ПП)



а) вид сбоку



б) вид сверху

Рисунок А.3 – Пломбировка ПП и ЭБ (ЭБ вынесен от ПП)

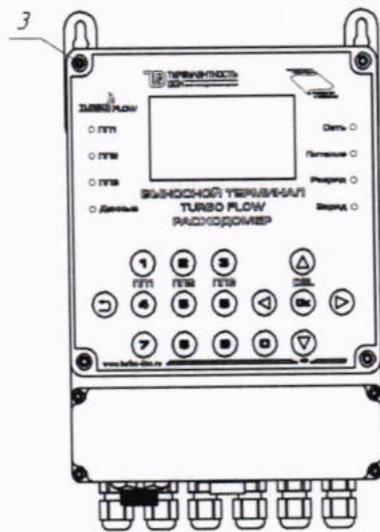


Рисунок А.4 – Выносной терминал (ВТ)

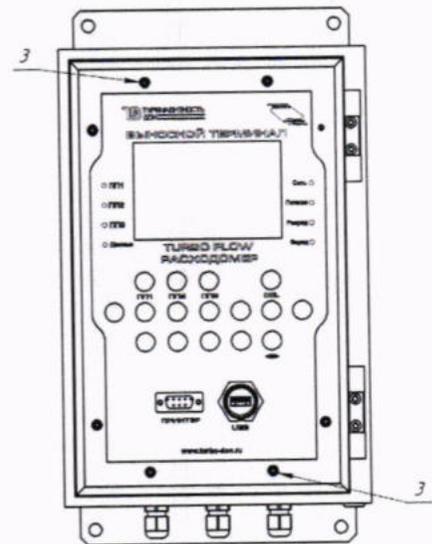


Рисунок А.5 – Выносной терминал в металлическом корпусе (ВТМ)

- 1 – пломба свинцовая предприятия-изготовителя;
- 2 – места для нанесения знака поверки способом давления на специальную мастику;
- 3 – пломбы предприятия-изготовителя способом давления на специальную мастику;
- 4 – отверстия для пломбирования эксплуатирующими организациями.

Схема подключения магазина сопротивлений

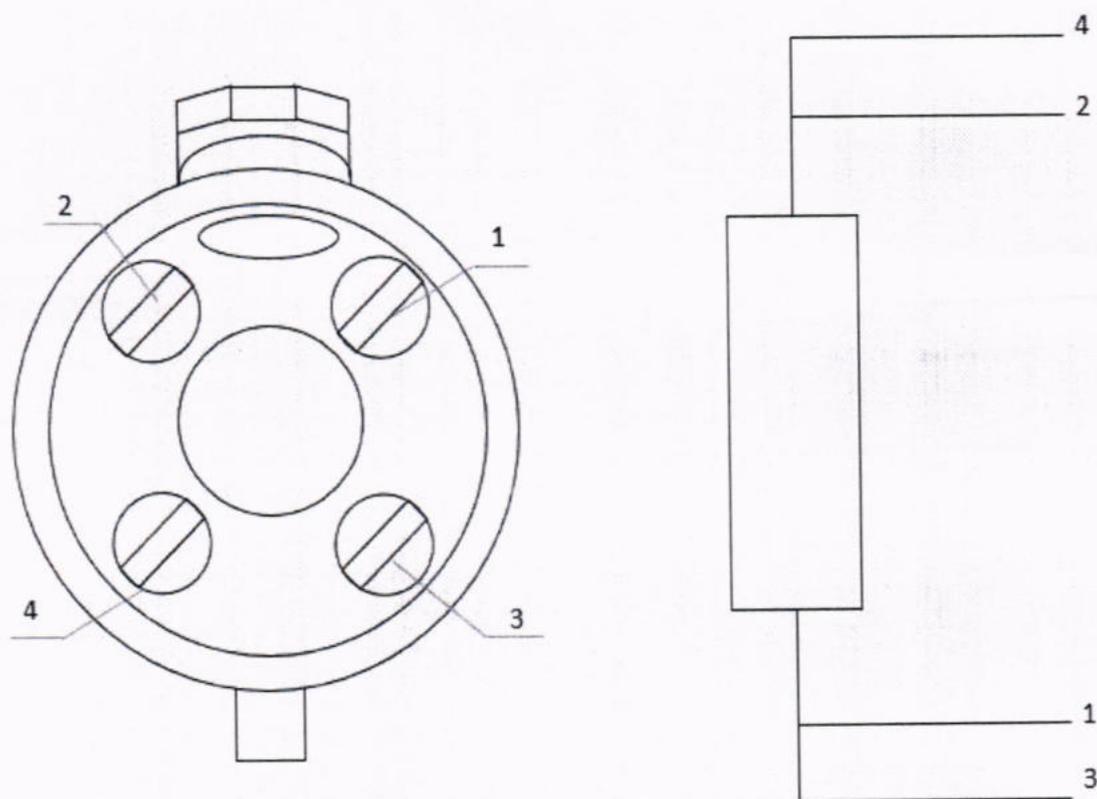
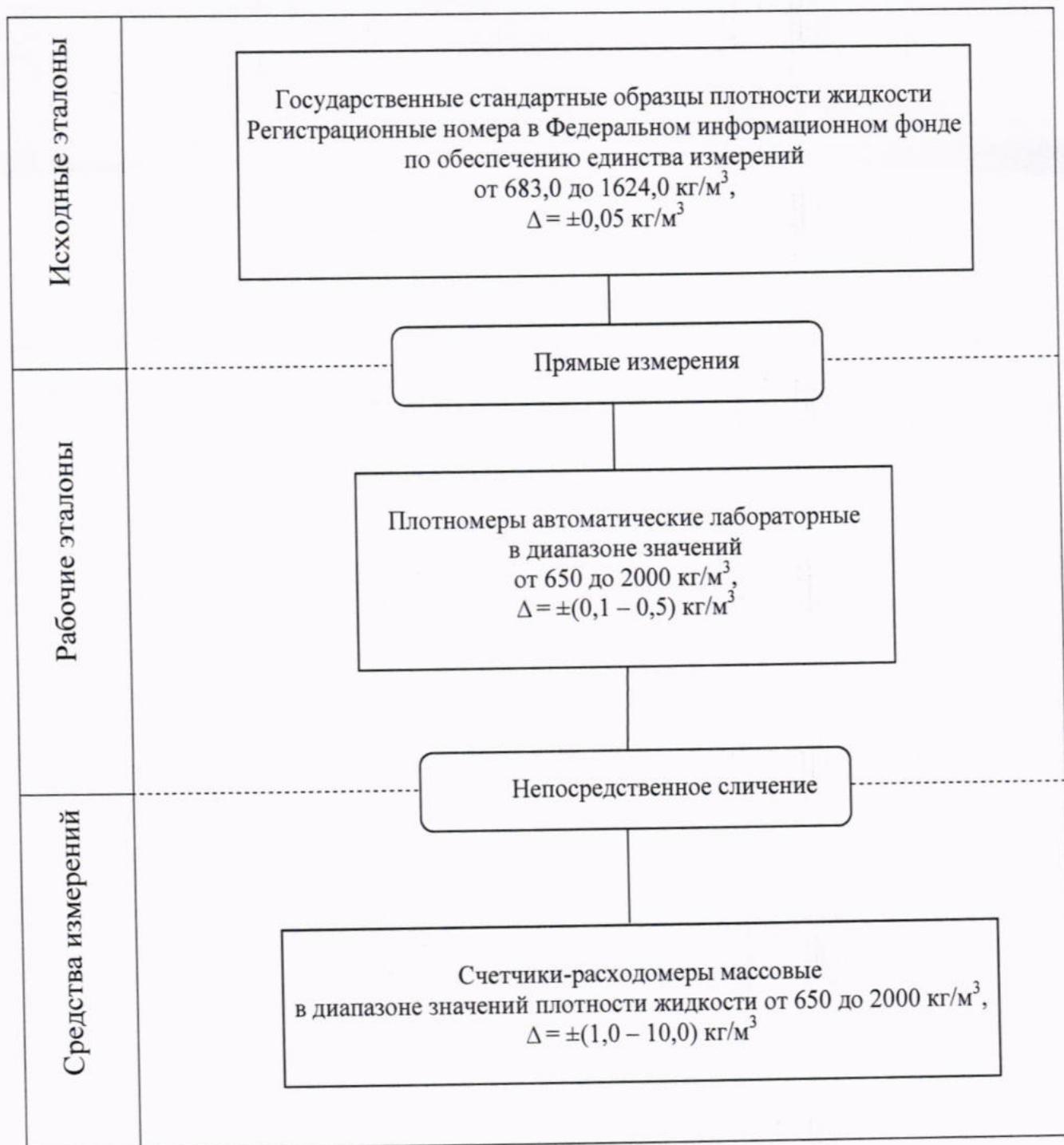


Рисунок Б.1 – Схема подключения магазина сопротивлений

Пример локальной поверочной схемы для счетчиков-расходомеров массовых
в диапазоне значений плотности жидкости от 650 до 2000 кг/м³



Клеммная коробка сенсора Счётчика-расходомера массового Turbo Flow CFM

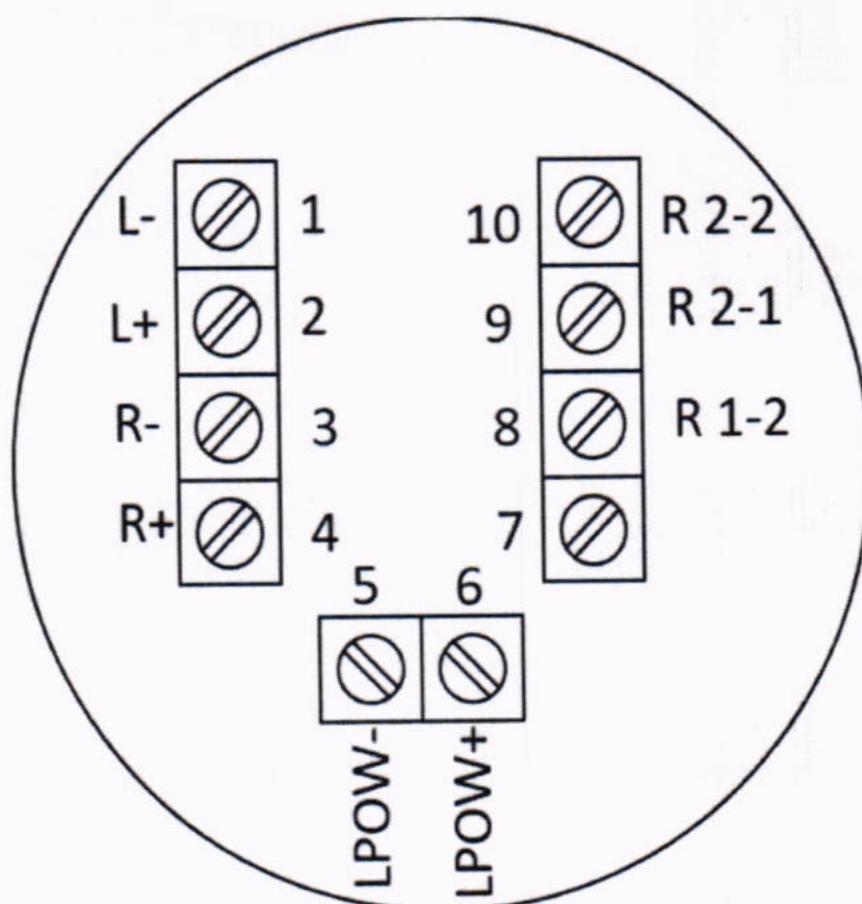


Рисунок Г.1 – Клеммная коробка сенсора Счётчика-расходомера массового Turbo Flow CFM