

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ
им.Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА»

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ РАСХОДОМЕТРИИ - ФИЛИАЛ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИТАРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ «ВСЕРОССИЙСКИЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ им.Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА»
ВНИИР – филиал ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора филиала

ВНИИР – филиала

ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»

А.С. Тайбинский

М.П.

« 31 »

04

2025 г.



Государственная система обеспечения единства измерений
РАСХОДОМЕРЫ-СЧЕТЧИКИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВЗЛЕТ

Методика поверки

МП 1696-1-2024

(с Изменением № 1)

Заместитель начальника научно-
исследовательского отдела

Р.Р. Миннуллин

Тел. отдела: +7 (843) 272-12-02

г. Казань

2025 г.

1 Общие положения

Настоящий документ распространяется на расходомеры-счетчики электромагнитные ВЗЛЕТ (далее – расходомеры).

Прослеживаемость расходомеров к Государственному первичному специальному эталону единиц массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости ГЭТ 63-2025 обеспечивается в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости (часть 1), утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2356 (далее – ГПС).

В методике поверки реализованы следующие методы передачи единиц величин: непосредственное сличение и метод косвенных измерений (поверка имитационным методом).

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

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
1	2
Наибольший измеряемый объемный расход жидкости $Q_{\text{наиб}}^{1)}$, м ³ /ч, при наибольшей скорости потока жидкости $v_{\text{наиб}}$: – 12 м/с – 10 м/с – 7 м/с – 5 м/с	$0,034 \cdot DN^2$ $0,0283 \cdot DN^2$ $0,0198 \cdot DN^2$ $0,0142 \cdot DN^2$
Наименьший измеряемый объемный расход жидкости $Q_{\text{наим}}^{2)}$, м ³ /ч в соответствии с исполнением: – X X1X X – X X2X X – X X3X X – X X4X X – X X5X X – X X6X X – X X7X X – X X8X X – X X9X X	$0,1 \cdot Q_{\text{наиб}}$ $0,04 \cdot Q_{\text{наиб}}$ $0,025 \cdot Q_{\text{наиб}}$ $0,01 \cdot Q_{\text{наиб}}$ $0,004 \cdot Q_{\text{наиб}}$ $0,002 \cdot Q_{\text{наиб}}$ $0,0014 \cdot Q_{\text{наиб}}$ $0,001 \cdot Q_{\text{наиб}}$ $0,0005 \cdot Q_{\text{наиб}}$
Пределы допускаемой относительной погрешности расходомеров при измерении объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости ³⁾ , %	указано в таблице 2
Пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности расходомеров при измерении объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости от изменения температуры окружающей среды на каждые 10°C изменения температуры от плюс 20°C в диапазоне рабочих температур ⁴⁾ , %	$\pm 0,05$
Пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности расходомеров при измерении объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости от изменения температуры измеряемой среды на каждые 10 °C изменения температуры от плюс 20 °C в диапазоне рабочих температур ⁴⁾ , %	$\pm 0,2$

Продолжение таблицы 1

1	2
Пределы допускаемой приведенной к диапазону токового выхода погрешности преобразования измеренного значения объемного расхода жидкости в сигнал постоянного электрического тока ⁵⁾ , %	$\pm 0,1$
¹⁾ $Q_{\text{наиб}}$ – определяется при заказе и указывается в паспорте расходомера, значение не более 10000 м ³ /ч; ²⁾ $Q_{\text{наим}}$ – определяется в соответствии с исполнением и типоразмером, значение не менее 0,01, м ³ /ч; ³⁾ – для нетермостабильных расходомеров нормируются пределы допускаемой основной относительной погрешности расходомеров при измерении объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости; ⁴⁾ – только для нетермостабильных исполнений Тэр ХХХ Х, Эксперт ХХХ Х, Ппд ХХХ Х, Дозатор ХХХ Х (код ТС на позиции д) отсутствует); ⁵⁾ – при наличии в расходомере токового выхода.	

Таблица 2 – Пределы допускаемой относительной погрешности расходомеров при измерении объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости

Исполнение	Диапазон расходов	Пределы допускаемой относительной погрешности расходомеров при измерении объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости ¹⁾ :	
		- при поверке методом непосредственного сличения, %	- при поверке имитационным методом, %
Эксперт 11X X	от $Q_{\text{наим}}$ (включ.) до $Q_{\text{наиб}}$	$\pm 0,15$	$\pm 0,65$
Дозатор 13X X	от $Q_{\text{наим}}$ до $0,08 \cdot Q_{\text{наиб}}$	$\pm (0,2 + 0,1/v)$	–
	от $0,08 \cdot Q_{\text{наиб}}$ (включ.) до $Q_{\text{наиб}}$	$\pm 0,2$	–
Дозатор 2XX X	от $Q_{\text{наим}}$ (включ.) до $Q_{\text{наиб}}$	$\pm (0,2 + 0,1/v)$	–
Тэр 2XX X	от $Q_{\text{наим}}$ до $0,1 \cdot Q_{\text{наиб}}$	$\pm (0,2 + 0,075/v)$	$\pm (0,7 + 0,075/v)$
	от $0,1 \cdot Q_{\text{наиб}}$ (включ.) до $Q_{\text{наиб}}$	$\pm 0,2$	$\pm 0,7$
Тэр 3XX X	от $Q_{\text{наим}}$ до $0,03 \cdot Q_{\text{наиб}}$	$\pm (0,35 + 0,075/v)$	$\pm (0,85 + 0,075/v)$
	от $0,03 \cdot Q_{\text{наиб}}$ (включ.) до $Q_{\text{наиб}}$	$\pm 0,35$	$\pm 0,85$
Профи 4XX X	от $Q_{\text{наим}}$ до $0,1 \cdot Q_{\text{наиб}}$	$\pm (0,5 + 0,075/v)$	$\pm (1,0 + 0,075/v)$
	от $0,1 \cdot Q_{\text{наиб}}$ (включ.) до $Q_{\text{наиб}}$	$\pm 0,5$	$\pm 1,0$
X 5XX X ²⁾	от $Q_{\text{наим}}$ до $0,04 \cdot Q_{\text{наиб}}$	$\pm (1,0 + 0,075/v)$	$\pm (1,5 + 0,075/v)$
	от $0,04 \cdot Q_{\text{наиб}}$ (включ.) до $Q_{\text{наиб}}$	$\pm 1,0$	$\pm 1,5$
X 6XX X ²⁾	от $Q_{\text{наим}}$ (включ.) до $Q_{\text{наиб}}$	$\pm 1,0$	$\pm 1,5$
X 7XX X ²⁾	от $Q_{\text{наим}}$ до $Q_{\text{наиб}}$	$\pm 2,0$	$\pm 2,5$

v – безразмерная величина, численно равная значению скорости потока жидкости в проточной части расходомера;

¹⁾ – для нетермостабильных расходомеров нормируются пределы допускаемой основной относительной погрешности расходомеров при измерении объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости;

²⁾ – код исполнения по области применения может быть любым (Лайт, Профи, Тэр, Эксперт, Ппд, Сток, Дозатор)

2 Перечень операций поверки

При проведении поверки выполняют следующие операции, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта документа по поверке	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	7	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	Да	Да
Проверка программного обеспечения средства измерений	9	Да	Да
Определение метрологических характеристик средства измерений	10	Да	Да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	11	Да	Да

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки соблюдают следующие условия:

Измеряемая среда – жидкость (вода) с параметрами:

– температура, °C

от +10 до +30

– давление, МПа, не более

2,5

Окружающая среда – воздух с параметрами:

– температура, °C

от +10 до +30

– относительная влажность, %

от 30 до 80

– атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.)

от 84 до 106,7 (от 630 до 800)

3.2 Допускается проводить поверку расходомеров на месте эксплуатации расходомеров при соблюдении требований к условиям эксплуатации средств поверки.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 При проведении поверки специалисты должны соответствовать следующим требованиям:

– обладать навыками работы на применяемом оборудовании;

– знать требования данного документа.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1. Метрологические и технические требования к средствам поверки приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Характеристики	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 10.1.1.1 Определение относительной погрешности измерений объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости	Вторичный эталон или рабочий эталон 1 разряда / 2 разряда / 3 разряда единиц объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости согласно ГПС (часть 1), утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2356, (далее – эталон). Пределы допускаемой относительной погрешности (доверительные границы суммарной погрешности) при передаче единиц объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости должны быть меньше пределов относительной погрешности расходомера не менее чем в 3 раза (с необходимым диапазоном расходов).	Установки поверочные ВЗЛЕТ ПУ, рег.№ 47543-11
п. 10.1.1.2 Определение относительной погрешности измерений объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости многократными измерениями	Рабочий эталон 1 разряда / 2 разряда / 3 разряда единиц объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости согласно ГПС (часть 1), утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2356, (далее – эталон). Пределы допускаемой относительной погрешности (доверительные границы суммарной погрешности) должны быть меньше пределов относительной погрешности расходомера не менее чем в 1,5 раза (с необходимым диапазоном расходов).	Установки поверочные ВЗЛЕТ ПУ, рег.№ 47543-11
п. 10.1.2 Определение относительной погрешности при измерении объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости методом косвенных измерений (поверка имитационным методом)	Пределы допускаемой относительной погрешности при измерении и преобразовании единиц величин силы постоянного электрического тока $\pm 0,15\%$.	Преобразователь измерительный ВЗЛЕТ АС регистрационный № 26778-09 (далее – имитатор)
п. 10.2 Определение допускаемой приведенной к диапазону измерений погрешности расходомера при преобразовании измеренного значения объемного расхода жидкости в сигнал постоянного электрического тока	Вторичный эталон, рабочий эталон 1-го и 2-го разряда единицы силы постоянного электрического тока в соответствии с ГПС, утвержденной Приказом Росстандарта от 01.10.2018 № 2091 (далее – эталон силы тока), пределы допускаемой относительной погрешности измерения силы постоянного тока должны быть меньше пределов относительной погрешности расходомера не менее чем в 2 раза.	Калибратор-измеритель унифицированных сигналов эталонный ИКСУ-260 рег.№ 35062-07

5.2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемого расходомера с требуемой точностью.

5.3 Эталоны и средства измерений, используемые в качестве средств поверки, должны быть аттестованы или иметь действующие положительные сведения о поверке, включенные в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

5.4 Допускается проводить поверку расходомера, используемого для измерений меньшего числа единиц величин (объем жидкости в потоке и/или объемный расход жидкости) с уменьшением количества измеряемых единиц величин и/или диапазона измерений на основании письменного заявления владельца, оформленного в произвольной форме, с соответствующим занесением информации в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки соблюдают следующие требования:

- правил техники безопасности, действующих на месте проведения поверки;
- правил безопасности при эксплуатации средств поверки и расходомера, приведенных в их эксплуатационных документах;
- правил по охране труда, действующих на месте проведения поверки.

6.2 К средствам поверки и расходомеру обеспечивают свободный доступ.

6.3 Освещенность должна обеспечивать отчетливую видимость средств поверки и расходомера, а также снятие показаний с них.

6.4 При появлении течи измеряемой среды и других ситуаций, нарушающих процесс проведения поверки, поверка должна быть прекращена или приостановлена до устранения неисправностей.

7 Внешний осмотр

7.1.1 При внешнем осмотре устанавливают соответствие расходомеров следующим требованиям:

- внешний вид расходомеров должен соответствовать описанию и изображению, приведенному в описании типа;
- комплектность и маркировка расходомеров должны соответствовать эксплуатационным документам;
- на расходомерах не должно быть внешних механических повреждений и дефектов, препятствующих их применению;
- на расходомерах должна быть возможность нанесения знака поверки в целях защиты от несанкционированного вмешательства, кроме расходомеров в водонепроницаемом корпусе и расходомеров с криптографическим методом защиты.

7.1.2 Результат внешнего осмотра считают положительным, если внешний вид расходомеров соответствует описанию и изображению, приведенному в описании типа, комплектность и маркировка расходомеров соответствует эксплуатационным документам, на расходомерах отсутствуют внешние механические повреждения и дефекты, препятствующие их применению, на расходомерах присутствует возможность нанесения знака поверки в целях защиты от несанкционированного вмешательства (кроме расходомеров в водонепроницаемом корпусе и расходомеров с криптографическим методом защиты) или отрицательным, если внешний вид расходомеров не соответствует описанию и изображению, приведенному в описании типа, комплектность и маркировка расходомеров не соответствует эксплуатационным документам, и/или на расходомерах присутствуют внешние механические повреждения и дефекты, препятствующие их применению, и/или на расходомерах отсутствует возможность нанесения знака поверки, в целях защиты от несанкционированного вмешательства (кроме расходомеров в водонепроницаемом корпусе и расходомеров с криптографическим методом защиты). При отрицательном результате выполнение дальнейших операций поверки прекращают.

8 Подготовка к поверке и опробование

8.1 Подготовка к поверке

При подготовке к поверке выполняют следующие работы:

- проверка выполнения условий разделов 3, 4, 5 и 6 настоящей методики поверки;
- подготавливают к работе поверяемый расходомер, средства поверки и вспомогательное оборудование в соответствии с их эксплуатационной документацией;
- при проведении поверки методом непосредственного сличения производят монтаж расходомера на поверочную установку в соответствии с их эксплуатационной документацией;
- при осуществлении поверки методом непосредственного сличения гидравлический тракт поверочной установки должен быть полностью заполнен жидкостью, наличие воздуха не допускается;
- при проведении поверки имитационным методом производят подключение расходомера к средствам поверки в соответствии с их эксплуатационной документацией.

8.2 Опробование

При опробовании проверяют работоспособность расходомера в соответствии с его эксплуатационными документами. При этом, изменяя (имитируя) расход поверочной жидкости, убеждаются по показаниям расходомера в изменении значений расхода жидкости.

Результат опробования расходомера считают положительным, если при изменении (имитации) расхода поверочной жидкости – изменяются значения расхода жидкости по показаниям расходомера или отрицательным, если при изменении (имитации) расхода поверочной жидкости – не изменяются значения расхода жидкости по показаниям расходомера. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций по поверке прекращают.

9 Проверка программного обеспечения

9.1 Подтверждение соответствия программного обеспечения

При подтверждении соответствия программного обеспечения (далее – ПО) проводят проверку на соответствие идентификационных данных (идентификационного наименования ПО, номера версии (идентификационного номера) ПО, полученных в ходе проверки, идентификационным данным, указанным в описании типа.

Подтверждение соответствия ПО допускается проводить двумя методами: при включении расходомера в соответствии с пунктом 9.1.1 и (или) с помощью персонального компьютера с установленным программным обеспечением «Монитор ВЗЛЕТ» в соответствии с пунктом 9.1.2 настоящей методики поверки.

9.1.1 Подтверждение соответствия ПО при включении расходомера.

После подачи питания встроенное ПО расходомера выполнит ряд самодиагностических проверок, в том числе проверку целостности конфигурационных данных и неизменности исполняемого кода.

При этом на индикаторе расходомера (при его наличии) будут отражаться следующие данные:

- идентификационное наименование ПО;
- номер версии (идентификационный номер) ПО.

9.1.2 Подтверждение соответствия ПО с помощью персонального компьютера с установленным программным обеспечением «Монитор».

Для считывания идентификационных данных ПО с помощью персонального компьютера необходимо:

- подключить интерфейсный выход расходомера к персональному компьютеру с предустановленным программным обеспечением «Монитор» в соответствии с руководством по эксплуатации расходомера;
- включить расходомер;
- инициализировать процесс обмена информацией персонального компьютера и расходомера;
- на экране персонального компьютера в окне программного обеспечения «Монитор»

будут отражаться следующие идентификационные данные:

идентификационное наименование ПО;

номер версии (идентификационный номер) ПО.

9.1.3 Результат подтверждения соответствия программного обеспечения считается положительным, если полученные идентификационные данные ПО расходомера (идентификационное наименование ПО, номер версии (идентификационный номер) ПО) соответствуют идентификационным данным, указанным в описании типа.

10 Определение метрологических характеристик

Определение относительной погрешности измерений объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости методом непосредственного сличения проводят путем сравнения показаний расходомера и эталона в соответствии с пунктом 10.1.1 или методом косвенных измерений в соответствии с пунктом 10.1.2 (при наличии данных об установленных в расходомере калибровочных коэффициентах и указанных изготовителем в паспорте расходомера значениях сопротивления катушек индуктивности). Определение допускаемой приведенной к диапазону токового выхода погрешности расходомера при преобразовании измеренного значения объемного расхода жидкости в сигнал постоянного электрического тока производят в соответствии с пунктом 10.2 (при наличии).

10.1 Определение относительной погрешности измерений объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости методом непосредственного сличения или методом косвенных измерений (поверка имитационным методом)

10.1.1 Определение относительной погрешности измерений объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости методом непосредственного сличения

Определение относительной погрешности измерений объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости методом непосредственного сличения в зависимости от применяемого эталона производят в соответствии с пунктом 10.1.1.1 или пунктом 10.1.1.2.

10.1.1.1 Определение относительной погрешности измерений объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости

Определение относительной погрешности расходомеров при измерении объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости проводят при трех значениях объемного расхода жидкости, выбранных из следующих диапазонов: от $Q_{\text{наим}}$ до $0,1 \cdot Q_{\text{наиб}}$; от $0,15 \cdot Q_{\text{наиб}}$ до $0,2 \cdot Q_{\text{наиб}}$; от $0,25 \cdot Q_{\text{наиб}}$ до $Q_{\text{наиб}}$. Для исполнений Эксперт ХХХ Х, Дозатор ХХХ Х, Тэр ХХХ Х при каждом значении объемного расхода жидкости выполняют не менее трех измерений, для остальных исполнений выполняют не менее одного измерения. При каждом измерении обеспечивают время измерения не менее 60 секунд или набор не менее 5000 импульсов при использовании частотно-импульсного выхода расходомера.

Метрологические характеристики расходомеров при измерении объемного расхода жидкости принимают равными метрологическим характеристикам расходомеров при измерении объема жидкости в потоке.

Примечание – Допускается проводить поверку методом непосредственного сличения при наличии оборудования (эталон), соответствующих требованиям таблицы 4, обеспечивающих определение метрологических характеристик, заявленных у поверяемого средства измерений, с необходимыми нормами точности согласно установленных поверочных точек.

10.1.1.2 Определение относительной погрешности измерений объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости многократными измерениями

Определение относительной погрешности измерений объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости многократными измерениями проводят при трех значениях объемного расхода жидкости, выбранных из следующих диапазонов: от $Q_{\text{наим}}$ до $0,1 \cdot Q_{\text{наиб}}$; от $0,15 \cdot Q_{\text{наиб}}$ до $0,2 \cdot Q_{\text{наиб}}$; от $0,25 \cdot Q_{\text{наиб}}$ до $Q_{\text{наиб}}$. При каждом значении объемного расхода жидкости выполняют не менее пяти измерений. При каждом измерении обеспечивают время измерения не

менее 60 секунд или набор не менее 5000 импульсов при использовании частотно-импульсного выхода расходомера.

Метрологические характеристики расходомеров при измерении объемного расхода жидкости принимают равными метрологическим характеристикам расходомеров при измерении объема жидкости в потоке.

Примечание – Допускается проводить поверку при наличии оборудования (эталонов), соответствующих требованиям таблицы 4, обеспечивающих определение метрологических характеристик, заявленных у поверяемого средства измерений, с необходимыми нормами точности согласно установленных поверочных точек.

10.1.2 Определение относительной погрешности при измерении объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости методом косвенных измерений (поверка имитационным методом)

Данный пункт выполняют в соответствии с требованиями ГПС (часть 1).

Допускается периодическую поверку имитационным методом проводить без демонтажа расходомера с трубопровода на месте эксплуатации.

Выполняется электрическое подключение первичного измерительного преобразователя расхода и вторичного измерительного преобразователя расхода к имитатору в соответствии с их эксплуатационными документами.

Определение метрологических характеристик проводят в следующей последовательности:

- проверка работоспособности (проверка электрических параметров) первичного измерительного преобразователя расхода расходомера в соответствии с документом «Расходомеры-счетчики электромагнитные ВЗЛЕТ. Руководство по эксплуатации» ШКСД.407212.030 РЭ;

- определение метрологических характеристик вторичного измерительного преобразователя расхода расходомера.

Определение метрологических характеристик вторичного измерительного преобразователя расхода имитационным методом выполняется при пяти значениях поверочного расхода в соответствии с таблицей 5.

Таблица 5 – Значения поверочного расхода при определении метрологических характеристик расходомеров имитационным методом

Исполнение	Номер поверочной точки				
	1	2	3	4	5
X X1X X	$0,1 \cdot Q_{\text{наиб}}$	$0,2 \cdot Q_{\text{наиб}}$	$0,5 \cdot Q_{\text{наиб}}$	$0,75 \cdot Q_{\text{наиб}}$	$0,9 \cdot Q_{\text{наиб}}$
X X2X X - X X3X X	$0,04 \cdot Q_{\text{наиб}}$	$0,1 \cdot Q_{\text{наиб}}$			
X X4X X - X X9X X	$0,02 \cdot Q_{\text{наиб}}$	$0,04 \cdot Q_{\text{наиб}}$			
Расход устанавливается с допуском + 10 % в поверочной точке с номером 1 и ± 10 % в остальных поверочных точках.					

Требуемые значения поверочного расхода задаются с помощью имитатора в автоматическом режиме путем последовательного формирования на входе вторичного измерительного преобразователя расхода (цепь подключения электродов) значений постоянного тока. При этом на шунтирующем резисторе, подключенном к клеммам подключения электродов, возникает напряжение, измеряемое вторичным измерительным преобразователем расхода.

При каждом значении имитируемого объемного расхода жидкости выполняют не менее трех измерений, значения измеренного объемного расхода жидкости считывают посредством цифрового выхода.

Схема подключения расходомера к имитатору приведена в руководстве по эксплуатации на расходомер.

Примечание – Также допускается проводить поверку при наличии оборудования (эталонов), соответствующих требованиям таблиц 1 и 4, обеспечивающих определение метрологических характеристик, заявленных у поверяемого средства измерений, с необходимыми нормами точности согласно установленных поверочных точек.

10.2 Определение допускаемой приведенной к диапазону токового выхода погрешности расходомера при преобразовании измеренного значения объемного расхода жидкости в сигнал постоянного электрического тока

Данный пункт выполняют при преобразовании измеренного значения объемного расхода жидкости в сигнал постоянного электрического тока при использовании токового выхода.

Производят определение погрешности преобразования измеренного значения объемного расхода жидкости в сигнал постоянного тока. Вторичный измерительный преобразователь расхода подключают к эталону силы тока и персональному компьютеру с предустановленным программным обеспечением «Монитор» посредством цифрового интерфейса в соответствии с руководством по эксплуатации расходомера. После запуска программного обеспечения «Монитор» в программе необходимо перейти в закладку «Калибровка» и перевести токовый выход расходомера в тестовый режим работы, для чего установить параметр «Связь» в состояние «Тест». Далее последовательно внося в графу «Тестовый расход» значения поверочного расхода, соответствующие $0,1 \cdot Q_{\text{наиб}}$, $0,5 \cdot Q_{\text{наиб}}$, $0,75 \cdot Q_{\text{наиб}}$ и $0,9 \cdot Q_{\text{наиб}}$, произвести измерение значений величин постоянного тока соответствующих установленным расходам. При каждом значении объемного расхода жидкости выполняют не менее трех измерений.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Определение относительной погрешности измерений объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости методом непосредственного сличения или методом косвенных измерений (поверка имитационным методом)

11.1.1 Определение относительной погрешности измерений объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости методом непосредственного сличения

11.1.1.1. Определение относительной погрешности измерений объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости

Относительную погрешность расходомера при измерении объема жидкости в потоке $\delta(V)$, % определяют по формуле

$$\delta(V)_{ji} = \left(\frac{V_{ji} - V_{\text{эт}ji}}{V_{\text{эт}ji}} \right) \cdot 100, \quad (1)$$

где V – объем жидкости в потоке по показаниям расходомера, дм^3
 $V_{\text{эт}}$ – объем жидкости в потоке по показаниям эталона, дм^3 ;
 j, i – номер точки расхода и измерения.

Метрологические характеристики расходомера при измерении объемного расхода жидкости принимают равными метрологическим характеристикам расходомеров при измерении объема жидкости в потоке.

Результат определения метрологических характеристик считают положительным, если значения относительной погрешности расходомера при измерении объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости не превышает значений, приведенных в таблице 2 или отрицательным, если значения относительной погрешности расходомера при измерении объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости превышает значения, приведенные в таблице 2.

11.1.1.2. Определение относительной погрешности измерений объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости многократными измерениями

Данный пункт выполняется при определении погрешности расходомера при измерении объема жидкости в потоке.

Метрологические характеристики расходомера при измерении объемного расхода жидкости принимают равными метрологическим характеристикам расходомеров при измерении объема жидкости в потоке.

Отклонение показания расходомера от показания эталона при передаче единицы объема жидкости в потоке в j -ой точке расхода при i -ом измерении $\delta(V)_{ji}$, % вычисляют по формуле

$$\delta(V)_{ji} = \left(\frac{V_{ji} - V_{\text{эт}ji}}{V_{\text{эт}ji}} \right) \cdot 100, \quad (2)$$

где V – объем жидкости в потоке по показаниям расходомера, дм^3 ;

$V_{\text{эт}}$ – объем жидкости в потоке по показаниям эталона, дм^3 ;

j – индекс точки расхода;

i – индекс измерения.

Среднее арифметическое отклонение показаний расходомера от показаний эталона измерения единицы объема жидкости в потоке в j -ой точке расхода $\overline{\delta(V)}_j$, %, вычисляют по формуле

$$\overline{\delta(V)}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \delta(V)_{ji}, \quad (3)$$

где n – количество измерений.

Среднее квадратическое отклонение среднего арифметического отклонения показаний (СКО) расходомера при измерении единицы объема жидкости в потоке в j -ой точке расхода $S(\delta_V)_j$, %, вычисляют по формуле

$$S(\delta_V)_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\delta(V)_{ji} - \overline{\delta(V)}_j)^2}{n \cdot (n-1)}}. \quad (4)$$

СКО расходомера при измерении единицы объема жидкости в потоке в j -ой точке расхода $S(V)_j$, %, вычисляют по формуле

$$S(V)_j = \sqrt{S(V)_{\text{эт}}^2 + S(\delta_V)_j^2}, \quad (5)$$

где $S(V)_{\text{эт}}$ – СКО эталона при воспроизведении единицы объема жидкости в потоке, % (берут из паспорта на эталон или из свидетельства о поверке (протокола поверки);

max – индекс наибольшего из значений.

Примечание – если у эталона не нормировано СКО при воспроизведении единицы объема жидкости в потоке $S(V)_{\text{ЭТ}}$, то СКО расходомера при измерении единицы объема жидкости в потоке $S(V)$ определяют без него.

Неисключенную систематическую погрешность (далее – НСП) расходомера при измерении единицы объема жидкости в потоке в j -ой точке расхода $\Theta(V)_j$, %, вычисляют по формуле

$$\Theta(V)_j = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\left(\frac{\Theta(V)_{\text{ЭТ}}}{1,1}\right)^2 + \overline{\delta(V)_j}^2}, \quad (6)$$

где $\Theta(V)_{\text{ЭТ}}$ – НСП эталона при воспроизведении единицы объема жидкости в потоке, %, (берут из паспорта на эталон).

Примечание – допускается вместо НСП эталона при воспроизведении единицы объема жидкости в потоке $\Theta(V)_{\text{ЭТ}}$, брать относительную погрешность (доверительные границы суммарной погрешности) эталона при измерении объема жидкости в потоке $\delta(V)_{\text{ЭТ}}$.

СКО НСП расходомера при измерении единицы объема жидкости в потоке в j -ой точке расхода $S_{\Theta}(V)$, %, вычисляют по формуле

$$S_{\Theta}(V)_j = \frac{\Theta(V)_j}{1,1 \cdot \sqrt{3}}, \quad (7)$$

Суммарное СКО расходомера при измерении единицы объема жидкости в потоке в j -ой точке расхода $S_{\Sigma}(V)$, %, вычисляют по формуле

$$S_{\Sigma}(V)_j = \sqrt{S(V)_j^2 + S_{\Theta}(V)_j^2}, \quad (8)$$

Коэффициент, определяемый доверительной вероятностью P ($P=0,95$) и отношением случайных погрешностей и НСП в j -ой точке расхода, $K_{\Sigma}(V)$, вычисляют по формуле

$$K_{\Sigma}(V)_j = \frac{t_{0,95} \cdot S(V)_j + \Theta(V)_j}{S(V)_j + S_{\Theta}(V)_j}, \quad (9)$$

где $t_{0,95}$ – коэффициент Стьюдента при $P=0,95$ и количестве измерений n .

Относительную погрешность расходомера при измерении объема жидкости в потоке в j -ой точке расхода $\delta_{\Sigma}(V)_j$, %, вычисляют по формуле

$$\delta_{\Sigma}(V)_j = \pm K_{\Sigma}(V)_j \cdot S_{\Sigma}(V)_j, \quad (10)$$

Результат считают положительным, если значения относительной погрешности расходомера при измерении объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости не превышают значений, указанных в таблице 1 или отрицательным, если значения относительной погрешности расходомера при измерении объема жидкости в потоке и объемного расхода

жидкости превышают значения, указанные в таблице 1. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций по поверке прекращают.

11.1.2 Определение относительной погрешности при измерении объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости методом косвенных измерений (поверка имитационным методом)

Относительную погрешность расходомера при измерении объемного расхода жидкости, $\delta(Q_V)$, %, определяют по формуле:

$$\delta(Q_V)_{ji} = \left(\frac{Q_{V_{ji}} - Q_{V_{ЭТji}}}{Q_{V_{ЭТji}}} \right) \cdot 100, \quad (13)$$

где Q_V – объемный расход жидкости по показаниям расходомера, м³/ч;
 $Q_{ЭТ}$ – объемный расход жидкости по показаниям имитатора, м³/ч;
 j, i – номер точки расхода и измерения.

Метрологические характеристики расходомера при измерении объема жидкости в потоке принимают равными метрологическим характеристикам расходомера при измерении объемного расхода жидкости.

Результат определения метрологических характеристик считают положительным, если значения относительной погрешности расходомера при измерении объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости не превышает значений, приведенных в таблице 2 или отрицательным, если значения относительной погрешности расходомера при измерении объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости превышает значения, приведенные в таблице 2.

11.2 Определение приведенной к диапазону токового выхода погрешности расходомеров при преобразовании измеренного значения объемного расхода в сигнал постоянного электрического тока

Данный пункт выполняется только при наличии токового выхода.

Приведенную к диапазону токового выхода погрешность расходомеров при преобразовании измеренного значения объемного расхода в сигнал постоянного электрического тока γ , % определяют по формуле:

$$\gamma_{1ij} = \frac{I_{измij} - I_{oj}}{I_{наиб} - I_{наим}} \cdot 100 \quad (14)$$

где $I_{изм}$ – значение силы тока измеренное эталоном силы тока, соответствующее объемному расходу жидкости за время измерений, мА;
 I_o – значение токового сигнала, соответствующее заданному программным методом значению объемного расхода жидкости, м³/ч (вычисляют по формуле (15));
 $I_{наим}$ – наименьшее значение диапазона работы токового выхода, мА;
 $I_{наиб}$ – наибольшее значение диапазона работы токового выхода, мА.

$$I_{oj} = \frac{Q_{oj} \cdot (I_{наиб} - I_{наим})}{Q_{вп} - Q_{нп}} + I_{наим} \quad (15)$$

где Q_o – значение заданного программным методом объемного расхода жидкости, м³/ч (значение объемного расхода жидкости записанное в графе «Тестовый расход»);
 $Q_{вп}$ – заданное верхнее значение диапазона измерений объемного расхода жидкости по токовому выходу, м³/ч (определяют в соответствии с настройками или паспортом расходомера);

$Q_{\text{нп}}$ – заданное нижнее значение диапазона измерений объемного расхода жидкости по токовому выходу, м³/ч (определяют в соответствии с настройками или паспортом расходомера).

Результат определения метрологических характеристик расходомера считают положительным, если значения приведенной к диапазону токового выхода погрешности расходомеров при преобразовании измеренного значения объемного расхода в сигнал постоянного электрического тока не превышает $\pm 0,1 \%$ или отрицательным, если значения приведенной к диапазону токового выхода погрешности расходомеров при преобразовании измеренного значения объемного расхода в сигнал постоянного электрического тока превышает $\pm 0,1 \%$.

12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты поверки, измерений и вычислений вносят в протокол поверки произвольной формы.

Сведения о результатах поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком проведения поверки средств измерений, предусмотренным действующим законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений.

12.2 При положительных результатах поверки по заявлению заказчика оформляют свидетельство о поверке, подтверждающее соответствие расходомера обязательным требованиям к средствам измерений в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений. Знак поверки наносится в паспорт расходомера и (или) на свидетельство о поверке (при его оформлении), а также давлением на пломбировочную мастику, расположенную в пластиковом колпачке на коммутационной плате вторичного измерительного преобразователя расхода.

12.3 При отрицательных результатах поверки расходомеры к применению не допускают, по заявлению заказчика выдают извещение о непригодности с указанием причин в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации об обеспечении единства измерений.