

СОГЛАСОВАНО
Главный метролог
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»



В.А. Лапшинов

2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Расходомеры-счетчики вихревые FLSTV

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-259-2023

г. Чехов, 2023 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на расходомеры-счетчики вихревые FLSTV (далее – расходомер-счетчик) и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

1.2 Расходомер-счетчик обеспечивает прослеживаемость к:

– Государственному первичному специальному эталону единиц массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости ГЭТ 63-2019 в соответствии с Государственной поверочной схемой (далее – ГПС) для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 сентября 2022 г. № 2356;

– Государственному первичному эталону единиц объемного и массового расходов газа ГЭТ 118-2017 в соответствии с ГПС для средств измерений объемного и массового расходов газа, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 11 мая 2022 г. № 1133;

– Государственному первичному эталону единицы силы постоянного электрического тока ГЭТ 4-91 в соответствии с ГПС для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 1 октября 2018 года № 2091;

– Государственным первичным эталонам единицы температуры ГЭТ 35-2021 и ГЭТ 34-2020, в соответствии ГПС для средств измерений температуры, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23 декабря 2022 г. № 3253;

– Государственному первичному эталону единицы давления – паскаля ГЭТ 23-2010 и к Государственному первичному эталону единицы избыточного давления в диапазоне статического давления от 10 до 1600 МПа и в диапазоне импульсного давления от 1 до 1200 МПа и эффективной площади поршневых пар грузопоршневых манометров в диапазоне от 0,05 до 1 см² ГЭТ 43-2022 в соответствии с ГПС для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20 октября 2022 г. № 2653.

1.3 Метрологические характеристики расходомера-счетчика определяются методом непосредственного сличения и методом прямых измерений.

1.4 На основании письменного заявления владельца расходомера-счетчика или лица, представившего расходомер-счетчик на поверку, оформленного в произвольной форме, допускается проведение поверки расходомера-счетчика для меньшего числа измеряемых величин с обязательным указанием объема проведенной поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – ФИФОЕИ).

1.5 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблице А.1 приложения А настоящей методики поверки.

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень операций поверки

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверке при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	да	да	7

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверке при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	да	да	8
Проверка программного обеспечения средства измерений	да	да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям: – определение относительной погрешности измерений объемного расхода и объема жидкости	да	да	10.1
– определение относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа и пара	да	да	10.2
– определение относительной погрешности измерений массового расхода и массы воды	да	да	10.3
– определение относительной погрешности измерений объемного расхода и объема воды	да	да	10.3.2
– определение абсолютной погрешности измерений температуры воды	да	да	10.3.3
– определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений избыточного давления воды	да	да	10.3.4
– определение относительной погрешности измерений массового расхода и массы пара	да	да	10.4
– определение относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа и пара	да	да	10.4.2
– определение абсолютной погрешности измерений температуры газа	да	да	10.4.3
– определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений избыточного давления пара	да	да	10.4.4
– определение основной приведенной к диапазону измерений погрешности воспроизведения токового сигнала от 4 до 20 мА	да	да	10.5

2.2 Для расходомеров-счетчиков с частотно-импульсным и цифровыми выходными

сигналами (протокол HART, Modbus RS-485), соответствующих объемному расходу и объему измеряемой среды или массовому расходу и массе измеряемой среды, допускается проводить поверку по одному из этих сигналов, при этом все выходные сигналы, соответствующие данной измеряемой величине, считаются прошедшими поверку.

2.3 Операции по 10.5 проводят при необходимости использования токового выхода расходомера-счетчика при эксплуатации.

2.4 При получении отрицательных результатов по какому-либо пункту методики поверки прекращают.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки расходомера-счетчика должны соблюдаться следующие условия:

- измеряемая среда – вода по СанПиН 1.2.3685–21 или воздух (далее – газ);
- температура измеряемой среды от +15 до +25 °C;
- температура окружающего воздуха от +15 до +25 °C;
- относительная влажность от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки, эксплуатационные документы расходомера-счетчика и средств поверки.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки применяют средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень средств поверки

Номер пункта методики поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
7 – 10	Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от 15 до 25 °C, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,5$ °C	Измеритель температуры и относительной влажности воздуха ИВТМ-7 М 5-Д (регистрационный № 71394-18 в ФИФОЕИ)
7 – 10	Средство измерений относительной влажности окружающей среды: диапазон измерений от 30 до 80 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности ± 5 %	
7 – 10	Средство измерений атмосферного давления: диапазон измерений от 84 до 106,7 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,5$ кПа	

Номер пункта методики поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
8, 10	Рабочий эталон единицы объема жидкости в потоке, объемного расхода жидкости 2 разряда в диапазоне объемного расхода жидкости в соответствии с 10.1 и 10.3.2 настоящей методики поверки в соответствии с частью 1 ГПС, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 сентября 2022 г. № 2356	Установка поверочная Эрмитаж (регистрационный № 71416-18 в ФИФОЕИ), класс точности А (далее – эталон расхода жидкости)
8, 10	Рабочий эталон единицы объемного расхода газа 1 разряда в диапазоне объемного расхода газа в соответствии с 10.2 и 10.4.2 настоящей методики поверки в соответствии с ГПС, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 11 мая 2022 г. № 1133	Установка поверочная газовая «Аврора» модификации N (регистрационный № 82840-21 в ФИФОЕИ) (далее – эталон расхода газа)
8, 10	Рабочий эталон единицы избыточного давления 4 разряда в диапазоне избыточного давления от 0 до 6,3 МПа в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20 октября 2022 г. № 2653	Преобразователь давления эталонный ПДЭ-020И (регистрационный № 58668-14 в ФИФОЕИ) (далее – эталон давления)
8, 10	Рабочий эталон единицы температуры 3 разряда в диапазоне температуры от 0 до 100 °С со вторичным преобразователем в соответствии с частью 2 ГПС, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23 декабря 2022 г. № 3253	Термометр платиновый сопротивления вибропрочный эталонный ПТСВ-9-2 (регистрационный № 65421-16 в ФИФОЕИ) с измерителем температуры двухканальным прецизионным МИТ 2.05М (регистрационный № 46432-11 в ФИФОЕИ) (далее – эталонный термометр)
8, 10	Рабочий эталон единицы постоянного электрического тока 2 разряда в диапазоне от 4 до 20 мА в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 1 октября 2018 г. № 2091	Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R) регистрационный № 52489-13 в ФИФОЕИ) (далее – калибратор)
8, 10	Средство воспроизведения избыточного давления от 0 до 6,3 МПа (далее – пресс)	Система гидропневматическая ЭЛЕМЕР СГП-1000: диапазон воспроизведения давления от 0 до 100 МПа
8, 10	HART-коммуникатор	–

Номер пункта методики поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, обеспечивающие требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений.		

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки должны соблюдаться требования:

- правил технической эксплуатации электроустановок потребителей;
- правил безопасности при эксплуатации средств поверки и расходомера-счетчика, приведенных в их эксплуатационных документах;
- инструкций по охране труда.

6.2 Монтаж и демонтаж расходомера-счетчика на эталон расхода, все электрические подключения должны проводиться в соответствии с требованиями безопасности, изложенными в эксплуатационных документах расходомера-счетчика и средств поверки.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При внешнем осмотре проверяют:

- внешний вид и комплектность расходомера-счетчика;
- отсутствие механических повреждений, препятствующих применению расходомера-счетчика;
- четкость надписей и обозначений.

7.2 Результаты поверки по 7 считают положительными, если:

- внешний вид и комплектность расходомера-счетчика соответствуют описанию типа и эксплуатационным документам расходомера-счетчика;
- механические повреждения, препятствующие применению расходомера-счетчика, отсутствуют;
- надписи и обозначения четкие и позволяют провести идентификацию расходомера-счетчика.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные операции:

- расходомер-счетчик выдерживают в условиях, указанных в разделе 3, не менее двух часов;
- средства поверки и расходомер-счетчик устанавливают в рабочее положение с соблюдением указаний эксплуатационных документов;
- контролируют фактические условия поверки на соответствие требованиям раздела 3 настоящей методики поверки;
- при выполнении процедур по 10.1 и 10.3.2 настоящей методики поверки расходомер-счетчик монтируют на эталон расхода жидкости в соответствии с эксплуатационными документами расходомера-счетчика и эталона расхода жидкости;
- при выполнении процедур по 10.2 и 10.4.2 настоящей методики поверки расходомер-счетчик монтируют на эталон расхода газа в соответствии с эксплуатационными документами расходомера-счетчика и эталона расхода газа;
- при выполнении процедур по 10.3.3 и 10.4.3 настоящей методики поверки чувствительный элемент эталонного термометра помещают в измерительный трубопровод выходного участка эталона расхода жидкости или входном участке эталона расхода газа, на который смонтирован расходомер-счетчик;
- при выполнении процедур по 10.3.4 и 10.4.4 настоящей методики поверки датчик давления расходомера-счетчика отключают от расходомера-счетчика и подключают эталону давления и прессу;

– при выполнении процедур по 10.5 настоящей методики поверки к расходомеру-счетчику подключают HART-коммуникатор, к выходному токовому каналу электронного блока расходомера-счетчика подключают калибратор, установленный в режим измерений токовых сигналов.

8.2 Опробование расходомера-счетчика при измерении объемного расхода и объема жидкости проводят, пропуская через него поток жидкости в диапазоне объемного расхода от Q_{\min} до Q_{\max} , где Q_{\min} , Q_{\max} – минимальный и максимальный измеряемый объемный расход измеряемой среды расходомера-счетчика, $\text{м}^3/\text{ч}$.

8.3 Результаты опробования расходомера-счетчика при измерении объемного расхода и объема жидкости считают положительными, если расходомер-счетчик работает устойчиво, без рывков, заеданий, посторонних шумов.

Примечание – Допускается проводить опробование при определении метрологических характеристик расходомера-счетчика.

8.4 Опробование расходомера-счетчика при измерении объемного расхода и объема газа и пара проводят, пропуская через него поток газа в диапазоне объемного расхода от Q_{\min} до Q_{\max} .

8.5 Результаты опробования расходомера-счетчика при измерении объемного расхода и объема газа и пара считают положительными, если расходомер-счетчик работает устойчиво, без рывков, заеданий, посторонних шумов.

8.6 Опробование расходомера-счетчика при измерении температуры измеряемой среды проводят проверкой соответствия показаний температуры измеряемой среды на дисплее расходомера-счетчика с показаниями МИТ 2.05.

8.7 Результаты опробования расходомера-счетчика при измерении температуры измеряемой среды считают положительными, если показания температуры измеряемой среды на дисплее расходомера-счетчика соответствуют показаниям МИТ 2.05.

8.8 Опробование расходомера-счетчика при измерении избыточного давления измеряемой среды проводят, изменяя давление в датчике давления расходомера-счетчика от нижнего до верхнего значения диапазона измерений. При этом должно наблюдаться изменение показаний избыточного давления измеряемой среды расходомера-счетчика на дисплее расходомера-счетчика.

8.9 Результаты опробования счетчика при измерении избыточного давления измеряемой среды считают положительными, если при изменении давления в датчике давления расходомера-счетчика от нижнего до верхнего значения диапазона измерений происходит изменение показаний избыточного давления измеряемой среды на дисплее расходомера-счетчика.

8.10 Опробование расходомера-счетчика при воспроизведении аналогового выходного сигнала силы постоянного тока проводят, изменяя через HART-коммуникатор на электронном блоке расходомера-счетчика выходной аналоговый сигнал силы постоянного тока от нижнего до верхнего значения диапазона воспроизведения. При этом должно наблюдаться изменение показаний силы постоянного тока на дисплее калибратора.

8.11 Результаты опробования считают положительными, если при увеличении и уменьшении значения выходного сигнала силы постоянного тока соответствующим образом изменяются значения силы постоянного тока на дисплее калибратора.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Номер версии программного обеспечения расходомеров-счетчиков модели FK60 (с функцией Bluetooth) отображается на экране электронного блока при включении расходомера-счетчика.

9.2 Для проверки номера версии программного обеспечения расходомеров-счетчиков модели FK60 (без функции Bluetooth) и модели FK62 необходимо выполнить следующие операции:

- нажать на кнопку «Z» на передней панели электронного блока;
- нажать и удерживать кнопку «M» на передней панели электронного блока в течение 2 секунд. Откроется значение 00000;

- нажатием на кнопку «S» на передней панели электронного блока изменить значение на 00011;
- нажать на кнопку «M» на передней панели электронного блока и удерживать в течение 3 секунд;
- на дисплее отобразится номер версии программного обеспечения.

9.3 Результаты поверки по 9 считают положительными, если номер версии программного обеспечения расходомера-счетчика соответствует номеру версии программного обеспечения, указанному в описании типа.

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

10.1 Определение относительной погрешности измерений объемного расхода и объема жидкости

10.1.1 Определение относительной погрешности измерений объемного расхода и объема жидкости проводят в трех контрольных точках, равномерно распределенных в пределах диапазона измерений расходомера-счетчика (включая крайние значения диапазона измерений). Допускаемое отклонение от заданного значение $\pm 5\%$ внутри диапазона измерений. Количество измерений в каждой контрольной точке не менее двух. Время одного измерения не менее 30 секунд.

10.1.2 Для каждого i -го измерения в каждой j -ой контрольной точке после стабилизации показаний объемного расхода жидкости регистрируют значения:

- накопленного объема жидкости по показаниям эталон расхода жидкости, $V_{ij}^{\text{этж}}$, м^3 ;
- накопленного объема жидкости по показаниям расходомера-счетчика, V_{ij}^{PC} , м^3 .

10.1.3 Накопленный объем жидкости по показаниям расходомера-счетчика, V_{ij}^{PC} , м^3 , при использовании импульсного выхода рассчитывают по формуле

$$V_{ij}^{\text{PC}} = N_{ij} \cdot K, \quad (1)$$

где N_{ij} – количество импульсов, считанных с импульсного выхода расходомера-счетчика при i -ом измерении в j -ой точке расхода, импульсы;

K – вес импульса расходомера-счетчика, импульсы/ м^3 .

10.1.4 Для каждого i -го измерения в каждой j -ой контрольной точке вычисляют относительную погрешность измерений объемного расхода и объема жидкости δQ_{ij} , %, по формуле

$$\delta Q_{ij} = \frac{V_{ij}^{\text{PCж}} - V_{ij}^{\text{этж}}}{V_{ij}^{\text{этж}}} \cdot 100. \quad (2)$$

10.1.5 Результаты поверки по 10.1 считают положительными, если полученные значения относительной погрешности измерений объемного расхода и объема жидкости в каждой контрольной точке при каждом измерении не выходят за пределы, указанные в таблице А.1 приложения А настоящей методики поверки.

10.2 Определение относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа и пара

10.2.1 Определение относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа и пара проводят в трех контрольных точках, равномерно распределенных в пределах диапазона измерений расходомера-счетчика (включая крайние значения диапазона измерений). Допускаемое отклонение от заданного значение $\pm 5\%$ внутри диапазона измерений. Количество измерений в каждой контрольной точке не менее двух. Время одного измерения не менее 30 секунд.

10.2.2 Для каждого i -го измерения в каждой j -ой контрольной точке после стабилизации

показаний объемного расхода газа регистрируют значения:

- накопленного объема газа по показаниям эталона расхода газа, приведенного к условиям измерений в расходомере-счетчике (абсолютное давление и температура), $V_{ij}^{\text{эт}}$, м³;
- накопленного объема газа по показаниям расходомера-счетчика, V_{ij}^{PCr} , м³.

10.2.3 Накопленный объем газа по показаниям расходомера-счетчика, V_{ij}^{PCr} , м³, при использовании импульсного выхода рассчитывают по формуле (1).

10.2.4 Для каждого i -го измерения в каждой j -ой контрольной точке вычисляют относительную погрешность измерений объемного расхода и объема газа и пара δQ_{ij} , %, по формуле

$$\delta Q_{ij} = \frac{V_{ij}^{\text{PCr}} - V_{ij}^{\text{эт}}}{V_{ij}^{\text{эт}}} \cdot 100. \quad (3)$$

10.2.5 Результаты поверки по 10.2 считают положительными, если полученные значения относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа и пара в каждой контрольной точке при каждом измерении не выходят за пределы, указанные в таблице А.1 приложения А настоящей методики поверки.

10.3 Определение относительной погрешности измерений массового расхода и массы воды

10.3.1 При определении относительной погрешности измерений массового расхода и массы воды проводят определение составляющих относительной погрешности измерений массового расхода и массы воды:

- относительная погрешность измерений объемного расхода и объема воды;
- абсолютная погрешность измерений температуры воды;
- приведенная к диапазону измерений погрешность измерений избыточного давления воды.

10.3.2 Определение относительной погрешности измерений объемного расхода и объема воды

10.3.2.1 Выполняют операции по 10.1.1 – 10.1.4 настоящей методики поверки.

10.3.2.2 Результаты поверки по 10.3.2 считают положительными, если полученные значения относительной погрешности измерений объемного расхода и объема воды в каждой контрольной точке при каждом измерении не выходят за пределы, указанные в таблице А.1 приложения А настоящей методики поверки.

10.3.3 Определение абсолютной погрешности измерений температуры воды

10.3.3.1 Абсолютную погрешность измерений температуры воды определяют сличением показаний расходомера-счетчика и эталонного термометра не менее двух раз при любом значении объемного расхода воды внутри диапазона измерений. Температуру воды измеряют с помощью эталонного термометра на выходном участке эталона расхода жидкости.

10.3.3.2 Для каждого измерения вычисляют абсолютную погрешность измерений температуры воды Δt_i , °C, по формуле

$$\Delta t_i = t_i^{\text{PC}} - t_i^{\text{эт}}, \quad (4)$$

где t_i^{PC} – значение температуры воды, измеренное расходомером-счетчиком, °C;

$t_i^{\text{эт}}$ – значение температуры воды, измеренное эталонным термометром, °C.

10.3.3.3 Результаты поверки по 10.3.3 считают положительным, если полученные значения абсолютной погрешности измерений температуры воды при каждом измерении не выходят за пределы, указанные в таблице А.1 приложения А настоящей методики поверки.

10.3.4 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений избыточного давления воды

10.3.4.1 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений избыточного давления воды проводят в трех контрольных точках, соответствующих P_{\min} ,

$(0,45-0,55) \cdot P_{\min}$, $(0,95-1) \cdot P_{\max}$, где P_{\min} , P_{\max} – нижний и верхний предел диапазона измерений избыточного давления воды соответственно, МПа.

10.3.4.2 Для каждого измерения вычисляют приведенную к диапазону измерений погрешность измерений избыточного давления воды γP_j , %, по формуле

$$\gamma P_j = \frac{P_j^{\text{PC}} - P_j^{\text{ЭТ}}}{P_{\max} - P_{\min}} \cdot 100, \quad (5)$$

где P_j^{PC} – значение избыточного давления воды, измеренное расходомером-счетчиком, МПа;
 $P_j^{\text{ЭТ}}$ – значение избыточного давления воды, измеренное эталоном давления, МПа.

10.3.4.3 Результаты поверки по 10.3.4 считают положительным, если полученные значения приведенной к диапазону измерений погрешности измерений избыточного давления воды в каждой контрольной точке не выходят за пределы, указанные в таблице А.1 приложения А настоящей методики поверки.

10.3.5 При положительных результатах поверки по 10.3.2, 10.3.3 и 10.3.4 настоящей методики поверки погрешность расходомера-счетчика при измерении массового расхода и массы воды не выходят за пределы, указанные в таблице А.1 приложения А настоящей методики поверки.

10.3.6 Результаты поверки по 10.3 считают положительным, если результаты поверки по 10.3.2, 10.3.3 и 10.3.4 положительные.

10.4 Определение относительной погрешности измерений массового расхода и массы пара

10.4.1 При определении относительной погрешности измерений массового расхода и массы пара проводят определение составляющих относительной погрешности измерений массового расхода и массы пара:

- относительная погрешность измерений объемного расхода и объема газа и пара;
- абсолютная погрешность измерений температуры газа;
- приведенная к диапазону измерений погрешность измерений избыточного давления пара.

10.4.2 Определение относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа и пара

10.4.2.1 Выполняют операции по 10.2.1 – 10.2.4 настоящей методики поверки.

10.4.2.2 Результаты поверки по 10.4.2 считают положительными, если полученные значения относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа и пара в каждой контрольной точке при каждом измерении не выходят за пределы, указанные в таблице А.1 приложения А настоящей методики поверки.

10.4.3 Определение абсолютной погрешности измерений температуры газа

10.4.3.1 Абсолютную погрешность измерений температуры газа определяют сличением показаний расходомера-счетчика и эталонного термометра не менее двух раз при любом значении объемного расхода газа внутри диапазона измерений. Температуру газа измеряют с помощью эталонного термометра на входном участке эталона расхода газа.

10.4.3.2 Для каждого измерения вычисляют абсолютную погрешность измерений температуры газа Δt_i , °C, по формуле

$$\Delta t_i = t_i^{\text{PC}} - t_i^{\text{ЭТ}}, \quad (6)$$

где t_i^{PC} – значение температуры газа, измеренное расходомером-счетчиком, °C;
 $t_i^{\text{ЭТ}}$ – значение температуры воды, измеренное эталонным термометром, °C.

10.4.3.3 Результаты поверки по 10.4.3 считают положительным, если полученные значения абсолютной погрешности измерений температуры газа при каждом измерении не выходят за пределы, указанные в таблице А.1 приложения А настоящей методики поверки.

10.4.4 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений

избыточного давления пара

10.4.4.1 Выполняют операции по 10.3.4.1 – 10.3.4.2 настоящей методики поверки.

10.4.4.2 Результаты поверки по 10.4.4 считаются положительным, если полученные значения приведенной к диапазону измерений погрешности измерений избыточного давления пара в каждой контрольной точке не выходят за пределы, указанные в таблице А.1 приложения А настоящей методики поверки.

10.4.5 При положительных результатах поверки по 10.4.2, 10.4.3 и 10.4.4 настоящей методики поверки погрешность расходомера-счетчика при измерении массового расхода и массы пара не выходят за пределы, указанные в таблице А.1 приложения А настоящей методики поверки.

10.4.6 Результаты поверки по 10.4 считаются положительным, если результаты поверки по 10.4.2, 10.4.3 и 10.4.4 положительные.

10.5 Определение основной приведенной к диапазону измерений погрешности воспроизведения токового сигнала от 4 до 20 мА

10.5.1 Определение основной приведенной к диапазону измерений погрешности воспроизведения токового сигнала от 4 до 20 мА проводят для расходомера-счетчика при необходимости использования токового сигнала расходомера-счетчика в трех контрольных точках, соответствующих 4, 12, 20 мА.

10.5.2 В каждой контрольной точке в соответствии с эксплуатационными документами расходомера-счетчика на выходном токовом канале задают токовый сигнал и вычисляют основную приведенную погрешность γI_j , %, по формуле

$$\gamma I_j = \frac{I_j^{\text{PC}} - I_j^{\text{ЭТ}}}{16} \cdot 100, \quad (7)$$

где I_j^{PC} – значение токового сигнала в j -ой контрольной точке, воспроизводимое расходомером-счетчиком, мА;
 $I_j^{\text{ЭТ}}$ – значение токового сигнала в j -ой контрольной точке, измеренное калибратором, мА.

10.5.3 Результаты поверки по 10.5 считаются положительным, если полученные значения приведенной к диапазону измерений погрешности воспроизведения токового сигнала от 4 до 20 мА в каждой контрольной точке не выходят за пределы, указанные в таблице А.1 приложения А настоящей методики поверки.

11 Оформление результатов поверки

11.1 При положительных результатах поверки расходомер-счетчик признается пригодным к применению. Сведения о положительных результатах поверки и объеме поверки передаются в ФИФОЕИ. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке, на которое наносится знак поверки, а также указывается объем поверки.

11.2 При отрицательных результатах поверки расходомер-счетчик признается непригодным к применению. Сведения об отрицательных результатах поверки передаются в ФИФОЕИ. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается извещение о непригодности.

Приложение А
(обязательное)

Метрологические характеристики расходомеров-счетчиков

Таблица А.1 – Метрологические характеристики расходомеров-счетчиков

Наименование характеристики	Значение	
	FK60	FK62
Диапазон измерений объемного расхода жидкости ¹⁾ , м ³ /ч	от 0,5 до 500	
Диапазон измерений массового расхода воды ¹⁾ , т/ч	от 0,5 до 500	
Диапазон измерений объемного расхода газа и пара при рабочих условиях ¹⁾ , м ³ /ч	от 6,5 до 14000	от 6,5 до 16000
Диапазон измерений массового расхода пара ¹⁾ , кг/ч	от $Q_{V_{\min}} \cdot \rho$ до $Q_{V_{\max}} \cdot \rho$	–
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений, %: – объемного расхода и объема жидкости – объемного расхода и объема газа и пара	$\pm 0,75$ ²⁾ ; ± 2 ³⁾ ± 1 ²⁾ ; ± 2 ³⁾	$\pm 0,6$ ²⁾ ; ± 2 ³⁾ $\pm 0,75$ ²⁾ ; ± 2 ³⁾
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений массового расхода и массы воды, %	$\pm \sqrt{\delta_{VB}^2 + \delta_T^2 + \delta_P^2}$	–
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений массового расхода и массы пара, %	$\pm \sqrt{\delta_{VP}^2 + \delta_T^2 + \delta_P^2}$	–
Пределы допускаемой основной приведенной к диапазону измерений погрешности воспроизведения токового сигнала от 4 до 20 мА, %		$\pm 0,5$

¹⁾ Приведен максимально возможный диапазон измерений. Фактические значения диапазона измерений указываются в паспорте расходомера-счетчика.

²⁾ Указаны пределы допускаемой погрешности при значениях числа Рейнольдса $Re \geq 20000$.

³⁾ Указаны пределы допускаемой погрешности при значениях числа Рейнольдса $10000 < Re < 20000$.

Примечание

1. Введены следующие обозначения:

$Q_{V_{\max}}$ – максимальное значение диапазона измерений объемного расхода, м³/ч;

$Q_{V_{\min}}$ – минимальное значение диапазона измерений объемного расхода, м³/ч;

ρ – плотность пара при рабочих условиях, кг/м³;

δ_{VB} – пределы допускаемой относительной погрешности измерений объемного расхода и объема жидкости, %;

δ_{VP} – пределы допускаемой относительной погрешности измерений объемного расхода и объема пара, %;

δ_T – составляющая относительной погрешности измерений массового расхода и массы воды и пара, обусловленная погрешностью измерений температуры измеряемой среды в диапазоне измерений от минус 40 до 350 °C, которая рассчитывается по формуле

$$\delta_T = \pm \left(\frac{\Delta t}{273,15 + t} \cdot 100 \right) \%,$$

где Δt – пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры измеряемой среды, равная ± 1 °C;

t – измеренное значение температуры измеряемой среды, °C.

δ_P – оставляющая относительная погрешность измерений массового расхода и массы воды и пара, обусловленная погрешностью измерений избыточного давления измеряемой среды в диапазоне измерений от 0 до 6,3 МПа, которая рассчитывается по формуле

$$\delta_P = \pm \left(\frac{\gamma P}{P_{\text{изм}}} \cdot (P_{\max} - P_{\min}) \right) \%,$$

где γP – пределы допускаемой приведенной погрешности измерений избыточного давления измеряемой среды, равная $\pm 0,75$ %;

$P_{\text{изм}}$ – измеренное значение избыточного давления измеряемой среды, МПа;

P_{\max}, P_{\min} – верхний и нижний предел диапазона измерений избыточного давления, соответственно, МПа.