

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

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГБУ «ВНИИМС»



А.Е. Коломин

« 01 » марта 2024 г.

**«ГСИ. Расходомеры – счетчики жидкости ультразвуковые
Turbo Flow UFL. Методика поверки»**

МП 208-014-2024

г. Москва
2024 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки применяется для поверки Расходомеров – счетчиков жидкости ультразвуковых Turbo Flow UFL (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

| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объёмного расхода и объёма, % | при скорости потока жидкости v от 0,5 включ. до 20 м/с | при скорости потока жидкости v от 0,0625 до 0,5 м/с |
|--|---|---|
| исполнение Г – 1, 2 пары приемопередатчиков, % | $\pm 1,5^1 / \pm 2,5^2$ | $\pm(2,5 + \frac{1}{v})^1 / \pm(3,0 + \frac{1}{v})^2$ |
| исполнение В – 2, 4 пары приемопередатчиков, % | $\pm 1,0^1 / \pm 2,0^2$ | $\pm(1,5 + \frac{0,8}{v})^1 / \pm(2,5 + \frac{0,8}{v})^2$ |
| исполнение Б - 4, 6, 8, пар приемопередатчиков, % | $\pm 0,5^1 / \pm 1,0^2$ | $\pm(0,5 + \frac{0,4}{v})^1 / \pm(1,5 + \frac{0,4}{v})^2$ |
| исполнение А - 8, 12, 16 пар приемопередатчиков, % | $\pm 0,3^1 / \pm 0,5^2$ | $\pm(0,3 + \frac{0,2}{v})^1 / \pm(1,0 + \frac{0,2}{v})^2$ |
| Пределы допускаемой приведенной к ВПИ погрешности измерений давления, % | $\pm 0,25; \pm 0,5$ | |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры, °С | $\pm(0,15 + 0,002 \cdot t)$, где t – измеряемая температура | |
| Пределы допускаемой приведенной к диапазону выходного сигнала погрешности расходомера при преобразовании значения расхода в токовый выходной сигнал от 4 до 20 мА, % | $\pm 0,1$ | |
| Пределы допускаемой относительной погрешности расходомера при преобразовании значения расхода в частотный выходной сигнал, % | $\pm 0,05$ | |
| ¹⁾ при проливном методе проведения поверки ²⁾ при имитационном методе проведения поверки | | |

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 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 Государственной 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.

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 объемного расхода и объема*: | | | |
| - имитационным методом | Да | Да | 10.1 |
| - проливным методом | Да | Да | 10.2 |
| - проливным методом на месте эксплуатации | Да | Да | 10.3 |
| Определение погрешности при преобразовании значения расхода в частотный и токовый сигнал | Да | Да | 10.4 |
| Определение погрешности измерений температуры для исполнений С1Т и С1ТР | Да | Да | 10.5 |
| Определение погрешности измерений давления для исполнений С1ТР | 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 поверки, расходомер считают не прошедшим поверку и дальнейшие операции поверки 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 объемного расхода и объема жидкости проливным методом по МИ 3312-2013 «Государственная система обеспечения единства измерений. Преобразователи расхода жидкости ультразвуковые. Методика поверки» допускается проводить в ограниченном диапазоне измерений объемного расхода, соответствующем эксплуатационным характеристикам СИКН, с обязательным указанием в свидетельстве о поверке и передачей в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений информации об объеме проведенной поверки.

2.4 Для расходомеров исполнений С1Т и С1ТР допускается проведение поверки только для измерений объемного расхода (объема) жидкости по пп. 10.1, 10.2, 10.3 в соответствии с заявлением владельца средства измерений с обязательным указанием в свидетельстве о поверке информации об объеме проведенной поверки. В случае необходимости дальнейшего применения расходомера для измерений других величин, проводят поверку по пунктам настоящей методики за исключением пп. 10.1, 10.2, 10.3.

2.5 Для расходомеров с полным дублированием ультразвуковых приемопередатчиков, ЭБ, преобразователей давления, преобразователей температуры в соответствии с заявлением владельца средства измерений допускается оформление результатов поверки для каждого комплекта преобразователей расхода, давления и температуры.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

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

| | |
|---|------------------|
| - температура окружающей среды, °С | от +15 до +25 |
| - относительная влажность воздуха, % | от 30 до 95 |
| - атмосферное давление, кПа | от 84,0 до 106,7 |
| - изменение температуры окружающей среды за время поверки, °С, не более | 2 |
| - время выдержки расходомера до начала поверки при температуре поверки, не менее, ч | 2 |

3.2 При проведении поверки с определением относительной погрешности при измерении объемного расхода и объема жидкости проливным методом на месте эксплуатации соблюдают требования МИ 3312-2013 «Государственная система обеспечения единства измерений. Преобразователи расхода жидкости ультразвуковые. Методика поверки».

3.3 При проведении поверки имитационным методом соблюдают следующие условия.

| | |
|---|------------|
| - изменение абсолютного давления жидкости, %, не более | 0,2 (0,4*) |
| - изменение температуры поверочной жидкости, °С, не более | 0,2 (0,4*) |

*Значение для расходомеров с пределами допускаемой относительной погрешности более $\pm 0,5$ % по объемному рабочему расходу.

3.4 Условия проведения поверки, не оговоренные в пунктах 3.1-3.3 и не указанные в разделе 10, должны соответствовать условиям эксплуатации, указанным в эксплуатационной документации на расходомер и применяемые средства поверки.

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 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 применение средств поверки (номер пункта настоящей методики) | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки | Перечень рекомендуемых средств поверки |
|--|--|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 8.2 10.2 | Вторичный или рабочий эталон по приказу Росстандарта от 26.09.2022 № 2356 с диапазоном воспроизведения объемного расхода соответствующим диапазону измерений поверяемого расходомера с доверительными границами суммарной погрешности не превышающими 1/3 пределов допускаемой относительной погрешности поверяемого расходомера | Установка поверочная «Эрмитаж», регистрационный номер 71416-18 |
| 10.3 | по МИ 3312-2013 «Государственная система обеспечения единства измерений. Преобразователи расхода жидкости ультразвуковые. Методика поверки» | |
| 10.4 | Вольтметр, диапазон измерений от 0 до 50 В, КТ 0,5 | Мультиметр цифровой Fluke 175, регистрационный номер 27489-11 |
| | Частотомер, диапазон измеряемых частот от 0,001 до $400 \cdot 10^6$ Гц, пределы допускаемой относительной погрешности $\pm(5 \cdot 10^{-6} + 2,3 \cdot 10^{-9}/\text{тсч})$ | Частотомер электронно-счетный ЧЗ-63/1, регистрационный номер 82648-21 |
| 10.5 | Термостат, диапазон температуры от -5 (+30) до 103 (+80) °С, нестабильность поддержания температуры $\pm 0,01$ °С | Термостат переливной прецизионный ТПП-1.2, регистрационный номер 33744-07 |

Продолжение таблицы 3

| 1 | 2 | 3 |
|---|--|--|
| 10.5 | Рабочий эталон 3-го разряда по приказу Росстандарта от 23.12.2022 № 3253, диапазон измерений температуры от -5 до 103 °С, доверительные границы абсолютной погрешности при вероятности 0,95 не более ±0,05 °С | Термометр сопротивления платиновый вибропрочный эталонный ПТСВ-1-2, регистрационный номер 32777-06 |
| | | Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.10М, регистрационный номер 19736-11 |
| 10.6 | Рабочие эталоны 3-го разряда по приказам Росстандарта от 20.10.2022 № 2653 и от 06.12.2019 № 2900, диапазон абсолютного (избыточного) давления от 0,1 до 45 МПа | Манометр грузопоршневой МП мод. МП-1000, регистрационный номер 52189-14 |
| | | Преобразователь давления эталонный ПДЭ-020И, регистрационный номер 58668-14 |
| 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 «UFG View» | ПО «АРМ «UFG 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 Надписи и обозначения на расходомере должны быть четкими и соответствовать требованиям эксплуатационной документации. Заводской номер должен соответствовать записи в эксплуатационной документации

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

7.3 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.

7.4 Пломбы должны находиться на местах, определенных эксплуатационной документацией на расходомер.

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 должен быть подготовлен к работе согласно руководству по эксплуатации. Проверка осуществляется при помощи технологического ПО для расходомера «АРМ «UFG 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 При поверке имитационным методом на месте эксплуатации в зависимости от исполнения расходомера убеждаются в наличии показаний значений объемного расхода, давления и температуры до выполнения процедуры перекрытия расхода.

8.3 При поверке расходомеров проливным методом в зависимости от исполнения расходомера убеждаются в изменении показаний расходомера при изменении объемного расхода жидкости на поверочной установке и наличии показаний значений давления и температуры. На поверочной установке задают значения расхода: (от 1% до 3%)· $Q_d + Q_{\min_p}$ (где $Q_d = Q_{\max_p} - Q_{\min_p}$), (от 20% до 50%)· $Q_d + Q_{\min_p}$, (от 70% до 100%)· $Q_d + Q_{\min_p}$, где Q_{\max_p} и Q_{\min_p} – максимальное и минимальное значение диапазона измерений объемного расхода поверяемого расходомера, и заносят все результаты измерений в ПО в автоматическом или ручном режиме. Время измерения на каждом значении расхода должно составлять не менее 100 сек.

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

8.5 Результаты опробования считают положительными, если значения объемного расхода жидкости, температуры и давления (в зависимости от исполнения расходомера) отображаются корректно. При опробовании по п. 8.3 значения объемного 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 | UFL |
| Номер версии (идентификационный номер) ПО | 1.0 |
| Цифровой идентификатор ПО | 0x12D3F7D2 |
| Алгоритм вычисления цифрового идентификатора программного обеспечения | CRC-32 |

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Определение метрологических характеристик при измерении объемного расхода и объема жидкости имитационным методом

10.1.1 Поверка имитационным методом может быть выполнена одним из двух способов:

- со снятием расходомера с трубопровода;
- без снятия расходомера с трубопровода в рабочих условиях на месте эксплуатации.

Проведение поверки без снятия расходомера с трубопровода в рабочих условиях на месте эксплуатации возможно только в том случае, если участок трубопровода с установленным расходомером может быть полностью изолирован и в преобразователе расхода ультразвуковым (далее – УПР) отсутствует поток жидкости.

10.1.2 Поверку расходомера, демонтированного с трубопровода, проводят в помещении при стабильной температуре воздуха. На один фланец расходомера устанавливают заглушку и заполняют полость расходомера водой. Расходомер должен находиться на достаточном расстоянии от источников тепла во избежание неравномерного нагрева корпуса УПР. Выдерживают расходомер не менее 12 часов при стабильной температуре окружающей среды.

10.1.3 При проведении поверки без снятия расходомера с трубопровода участок трубопровода 5DN до и после расходомера, а также сам расходомер должны быть закрыты от попадания солнечных лучей и находиться на достаточном расстоянии от источников тепла во избежание неравномерного нагрева корпуса УИР и поверхности трубопровода.

10.1.4 При помощи ПО «АРМ «UFG View» (раздел «Тест канала U») проверяют смещение нуля при отсутствии расхода. Отклонения значений объемного расхода от 0 за период не менее 100 с не должны превышать $\pm 2,3 \cdot 10^{-3} \cdot D$ м³/ч, где D – значение внутреннего диаметра по паспорту на расходомер, мм.

10.1.5 Проверка параметров ультразвукового сигнала. При помощи ПО выводят диаграмму параметров ультразвукового сигнала на экран и определяют следующие параметры.

10.1.5.1 Отношения времени прохождения ультразвукового сигнала по потоку и против потока. Отклонение максимального и минимального значений отношения времени прохождения ультразвукового сигнала по потоку и против потока ΔT , % определяют по формуле 1. Значение ΔT не должно превышать 1 %.

$$\Delta T = \frac{T_{max} - T_{min}}{T_{min}} \cdot 100, \quad (1)$$

где T_{max} – значение максимального отношения времени прохождения ультразвукового сигнала по потоку и против потока;

T_{min} – значение минимального отношения времени прохождения ультразвукового сигнала по потоку и против потока.

10.1.5.2 Отношение между максимальным пиком сигнала и максимальным пиком помехи. При нулевом расходе значение должно быть больше 15 дБ (dB).

10.1.5.3 Индекс усиления, значение которого должно не менее 30.

10.1.6 Результаты поверки считают положительными, если выполняются условия, приведенные в пп. 10.1.4-10.1.5.

10.2 Определение относительной погрешности при измерении объемного расхода и объема жидкости проливным методом

10.2.1 Монтаж расходомера в измерительную линию поверочной установки осуществляют в соответствии с эксплуатационными документами на расходомер и поверочную установку. Определение относительной погрешности проводят или при измерении объема по п. 10.2.2, или при измерении объемного расхода по п. 10.2.3.

10.2.2 Определение относительной погрешности при измерении объема.

Определение относительной погрешности расходомера при измерении объема проводят на трех значениях расхода: (от 1% до 3%)· $Q_d + Q_{min_p}$ (где $Q_d = Q_{max_p} - Q_{min_p}$), (от 20% до 50%)· $Q_d + Q_{min_p}$, (от 70% до 100%)· $Q_d + Q_{min_p}$, где Q_{max_p} и Q_{min_p} – максимальное и минимальное значение диапазона измерений объемного расхода поверяемого расходомера. Допускается проводить измерения на расходах (от 1% до 3%)· $Q_d + Q_{min_э}$ (где $Q_d = Q_{max_э} - Q_{min_э}$), (от 20% до 50%)· $Q_d + Q_{min_э}$, (от 70% до 100%)· $Q_d + Q_{min_э}$, где $Q_{max_э}$ и $Q_{min_э}$ – наибольшее и наименьшее значение расхода эталонной установки или поверяемого расходомера в зависимости от того, что меньше, при этом должно соблюдаться условие $Q_{max_p}/Q_{max_э} \leq 5$, для типоразмера поверяемого расходомера. Для удобства допускается округление дробной доли расхода в большую или меньшую сторону.

На каждом расходе выполняют одно измерение. Допускается проводить поверку на большем количестве значений расходов. Значения объемов воспроизводимых поверочной установкой должны соответствовать времени измерений не менее 200 с или не менее 10000 импульсам, полученным с поверяемого расходомера. Стабильность поддержания поверочных расходов во время проведения измерений должна быть в пределах ± 5 % от вышеуказанных значений.

В каждой контрольной точке относительную погрешность измерений объема δ , % определяют по формуле 2:

$$\delta_V = \frac{V_u - V_s}{V_s} \cdot 100, \quad (2)$$

где V_u – значение объема по показаниям расходомера, м³;
 V_s – значение объема по показаниям поверочной установки, м³.

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. При этом значение скорости потока жидкости v_b , м/с, необходимое для расчета пределов допускаемой относительной погрешности, вычисляют по формуле 3.

$$v_i = \frac{Q_i}{2827,44 \cdot D^2}, \quad (3)$$

где Q_i – значение объемного расхода в i -й контрольной точке, м³/ч;
 D – значение внутреннего диаметра по паспорту на расходомер, м.

10.2.3 Определение относительной погрешности при измерении объемного расхода.

Определение относительной погрешности расходомера при измерении объемного расхода проводят на трех значениях расхода: (от 1% до 3%)· $Q_d + Q_{\min_p}$ (где $Q_d = Q_{\max_p} - Q_{\min_p}$), (от 20% до 50%)· $Q_d + Q_{\min_p}$, (от 70% до 100%)· $Q_d + Q_{\min_p}$, где Q_{\max_p} и Q_{\min_p} – максимальное и минимальное значение диапазона измерений объемного расхода поверяемого расходомера. Допускается проводить измерения на расходах (от 1% до 3%)· $Q_d + Q_{\min_э}$ (где $Q_d = Q_{\max_э} - Q_{\min_э}$), (от 20% до 50%)· $Q_d + Q_{\min_э}$, (от 70% до 100%)· $Q_d + Q_{\min_э}$, где $Q_{\max_э}$ и $Q_{\min_э}$ – наибольшее и наименьшее значение расхода эталонной установки или поверяемого расходомера в зависимости от того, что меньше по максимальному расходу и что больше по минимальному расходу, при этом должно соблюдаться условие $Q_{\max_p}/Q_{\max_э} \leq 5$, для типоразмера поверяемого расходомера.

При измерении объемного расхода, фиксируют не менее 10 значений объемного расхода через равные промежутки в 10 секунд. Данную операцию проводят на каждом значении расхода.

Находят среднее значение объемного расхода Q_w , м³/ч за время измерения по формуле 4:

$$Q_w = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n Q_{ij} \quad (4)$$

где n – количество произведенных измерений объемного расхода.

Значение относительной погрешности расходомеров при измерении объемного расхода δ_Q , % вычисляют по формуле 5:

$$\delta_Q = \frac{Q_w - Q_{эп}}{Q_{эп}} \cdot 100, \quad (5)$$

где Q_w – среднее значение объемного расхода за время измерений, полученных по формуле (4), м³/ч;

$Q_{эп}$ – значение объемного расхода по показаниям поверочной установки, м³/ч

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. При

этом значение скорости потока жидкости v_b , м/с, необходимое для расчета пределов допускаемой относительной погрешности, вычисляют по формуле 3.

10.3 Определение относительной погрешности при измерении объемного расхода и объема жидкости проливным методом на месте эксплуатации

10.3.1 Определение относительной погрешности при измерении объемного расхода и объема жидкости проливным методом на месте эксплуатации проводят по МИ 3312-2013 «Государственная система обеспечения единства измерений. Преобразователи расхода жидкости ультразвуковые. Методика поверки».

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. При этом значение скорости потока жидкости v_b , м/с, необходимое для расчета пределов допускаемой относительной погрешности, вычисляют по формуле 3.

10.4 Определение погрешности при преобразовании значения расхода в частотный и токовый сигнал.

10.4.1 Погрешность определяют при трех значениях расхода Q_{max} , $0,1 Q_{max}$ и Q_{min} .

К частотному выходу электронного блока подключают частотомер, к токовому выходу вольтметр универсальный. Допускается применять универсальный калибратор унифицированных сигналов.

С помощью ПО «АРМ «UFG View» войти в режиме «Тест выходных сигналов F,I». В режиме эмуляции задают значения расхода в расходомер и считывают значения следующих параметров:

- значение расхода $Q_{изм}$ с показывающего устройства расходомера или с дисплея компьютера, м³/ч;

- значение частоты $F_{изм}$ – с частотомера, Гц;

- значение силы тока $I_{изм}$ – с токовой шкалы вольтметра, мА.

Вычисляют значения частоты и силы тока по формулам 6 и 7:

$$F_{расч} = F_{max} \cdot Q_{изм} / Q_{max}, \quad (6)$$

$$I_{расч} = ((I_{max} - I_o) \cdot Q_{изм} / Q_{max}) + I_o, \quad (7)$$

где F_{max} , I_{max} и Q_{max} – максимальные значения частоты (Гц), силы тока (мА) и расхода (м³/ч), заданные для шкалы выходного сигнала;

I_o – значение силы тока, соответствующее нулевому значению расхода, мА, для шкалы выходного сигнала.

Указанные величины F_{max} , I_{max} и Q_{max} приведены в паспорте поверяемого расходомера и внесены в настройную базу расходомера.

10.4.2 Вычисляют относительную погрешность расходомера по частотному выходу δ_F , % в каждой точке расхода по формуле 8:

$$\delta_F = \left(\frac{F_{изм} - F_{расч}}{F_{расч}} \right) \cdot 100, \quad (8)$$

где $F_{изм}$ - значение частоты с частотомера, Гц.

Результаты поверки считают положительными, если значения δ_F находятся в пределах $\pm 0,05$ %.

10.4.3 Вычисляют приведенную погрешность по токовому выходу γ_i , % в каждой точке расхода по формуле 9:

$$\gamma_I = \left(\frac{I_{изм} - I_{расч}}{I_{max} - I_0} \right) \cdot 100, \quad (9)$$

где $I_{изм}$ - значение тока с токовой шкалы вольтметра, мА.

Результаты поверки считают положительными, если значения γ_I находятся в пределах $\pm 0,1$ %.

10.5 Определение абсолютной погрешности измерений температуры для исполнений С1Т, С1ТР

10.5.1 Первичный преобразователь температуры расходомера и эталонный термометр помещают в колодец термостата так, чтобы рабочие части преобразователя и термометра были полностью погружены. Выбирают режим «Поверка канала Т» в ПО «АРМ «UFG View».

10.5.2 Устанавливают на термостате любое значение температуры в диапазоне от минус 5 до плюс 30 °С (для исполнения Т0 не менее 0 °С) и контролируют выход на режим термостата в соответствии с его эксплуатационной документацией. После установления стабильных значений температуры по индикации готовности термостата фиксируют не менее 10 значений температуры с цифрового табло расходомера (или монитора ПК) и эталонного термометра сопротивления или вторичного преобразователя температуры.

10.5.3 Определяют средние значения измеренной температуры эталонным термометром и поверяемым расходомером по формуле 10:

$$t_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^N t_i}{N} \quad (10)$$

где t_{cp} - среднее значение температуры за время измерения, °С;

t_i - измеренные значения температуры за время измерений, °С;

N - количество измерений.

10.5.4 Значение абсолютной погрешности измерений температуры рассчитывают по формуле 11:

$$\Delta t = (t_{cp.изм.} - t_{cp.эт.}) \quad (11)$$

10.5.5 Повторяют пункты 10.5.2. – 10.5.4 для значений температуры в диапазоне от плюс 75 до плюс 80 °С для исполнений Т0 или Т6. Для исполнения Т5 в диапазоне от плюс 75 до плюс 95 °С. Для исполнений Т1, Т2, Т3 или Т4 значение температуры выбирают в диапазоне от плюс 90 до плюс 103 °С.

10.5.6 Результаты поверки считают положительными, если значение абсолютной погрешности измерений температуры находится в пределах $\pm(0,15 + 0,002 \cdot |t_i|)$, °С.

10.6 Определение приведенной к ВПИ погрешности измерений давления для исполнений С1ТР

10.6.1 Определение приведенной к ВПИ погрешности измерений давления проводят с помощью калибратора давления, обеспечивающего создание абсолютного (избыточного) давления в рабочем диапазоне измерений давления расходомера и программного обеспечения ПО «АРМ «UFG View» в режиме «Поверка канала Р».

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

$$P1 = 0,2 \cdot P_{\max};$$

$$P2 = (P1 + P3) / 2$$

$$P3 = (P1 + P5) / 2;$$

$$P4 = (P3 + P5) / 2$$

$$P5 = P_{\max}, \text{ где } P_{\max} = \text{ВПИ.}$$

Примечание

- для расходомеров со встроенной батареей период обновления значения давления может достигать 5 минут;

- для преобразователей абсолютного давления в контрольных точках при значении абсолютного давления менее 0,1 МПа измерения не проводят.

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

В случае применения датчика избыточного давления значение эталонного абсолютного давления определяют по формуле 12:

$$P_{\text{эт}} = P_{\text{эт.изб}} + P_{\text{бар}}, \quad (12)$$

где $P_{\text{бар}}$ – показания термогигрометра (атмосферное давление в месте проведения поверки), кПа (МПа);

$P_{\text{эт.изб}}$ – значение избыточного давления, заданное эталоном, кПа (МПа).

10.6.3 В каждой точке выполняют по одному измерению при прямом и обратном ходе и вычисляют значение погрешности γ_{pi} , % по формуле 13:

$$\gamma_{pi} = \left(\frac{P_{\text{изм}} - P_{\text{эт}}}{\text{ВПИ}} \right) \cdot 100, \quad (13)$$

где $P_{\text{изм}}$ - показание расходомера, кПа (МПа);

$P_{\text{эт}}$ - давление, заданное калибратором, кПа (МПа);

ВПИ – верхний предел измерений давления, кПа (МПа).

10.6.4 Результаты поверки считают положительными, если значения приведенной к ВПИ погрешности измерений давления находятся в пределах, приведенных в таблице 1 в соответствии с исполнением расходомера, указанным в эксплуатационной документации на конкретный расходомер.

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 средств измерений или лица, представившего их на поверку положительные результаты поверки, оформляют записью в Паспорте, удостоверенной подписью поверителя и нанесением знака поверки и (или) выдают свидетельство о по-

верке, 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 средство измерений на поверку, выдается извещение о непригодности, оформленное в соответствии с приказом Минпромторга России от 31.07.2020 № 2510 «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

Начальник отдела 208
ФГБУ «ВНИИМС»

Б.А. Иполитов

Заместитель начальника отдела 208
ФГБУ «ВНИИМС»

А.М. Шаронов

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

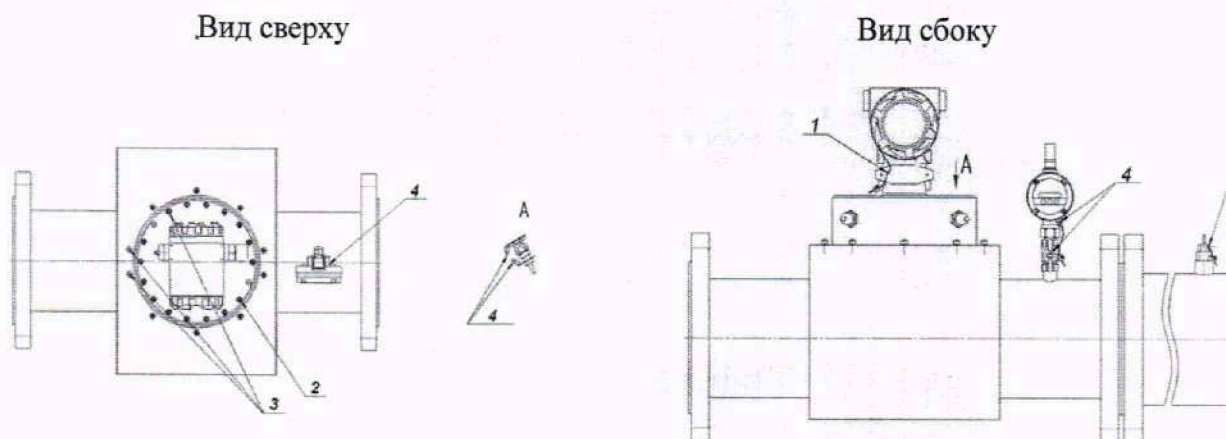


Рисунок А.1 – Схема пломбировки от несанкционированного доступа,
обозначение мест нанесения знаков поверки

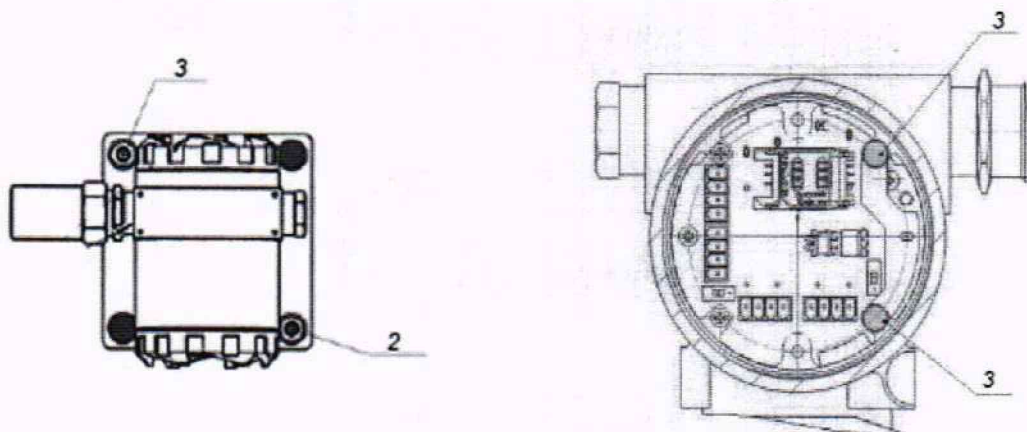


Рисунок А.2 – Схема пломбировки электронного блока от несанкционированного
доступа, обозначение мест нанесения знаков поверки

- 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.