

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт расходомерии»
Государственный научный метрологический центр
ФГУП «ВНИИР»

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по развитию
ФГУП «ВНИИР»

 А.С. Тайбинский
« 20 » 2019 г.

ИНСТРУКЦИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений
РАСХОДОМЕРЫ-СЧЕТЧИКИ УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ УРСВ ВЗЛЕТ МР
МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 1050-1-2019

Начальник научно-
исследовательского отдела НИО-1

 Р.А. Корнеев

г. Казань
2019

Настоящая инструкция распространяется на расходомеры-счетчики ультразвуковые УРСВ ВЗЛЕТ МР (далее – расходомеры), предназначенные для измерений объемного расхода и объема жидкости в потоке и устанавливает методику, а также последовательность их первичной и периодической поверок.

Методика поверки предполагает метод непосредственного сличения (проливной метод) и (или) имитационный метод поверки (за исключением исполнений УРСВ-0XX XXX, УРСВ-3X1 и УРСВ-4XX).

Интервал между поверками – 4 года.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки выполняют следующие операции:

- внешний осмотр (пункт 6.1);
- подтверждение соответствия программного обеспечения (пункт 6.2);
- опробование (пункт 6.3);
- определение метрологических характеристик методом непосредственного сличения (пункт 6.4);
- определение метрологических характеристик имитационным методом (пункт 6.5);

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки расходомеров методом непосредственного сличения (проливным методом) применяют следующие средства поверки:

– рабочий эталон единиц объемного расхода и объема жидкости в потоке 1-го или 2-го или 3-го разряда в соответствии с ГПС (часть 1), утвержденной приказом Росстандарта от 7 февраля 2018 г. № 256. Пределы относительной погрешности эталона должны быть в три раза меньше пределов относительной погрешности расходомеров-счетчиков ультразвуковых УРСВ ВЗЛЕТ МР;

– рабочий эталон 3-го разряда единицы электрического сопротивления постоянного тока в диапазоне значений сопротивления от 400 до 1700 Ом в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 декабря 2019 г. № 3456;

– рабочий эталон 3-го разряда единицы постоянного электрического напряжения в диапазоне значений от 0,001 до 10 В в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 декабря 2019 г. №3457, с пределами допускаемой относительной погрешности не более 0,05 % (далее – эталон напряжения);

2.2 При проведении поверки расходомеров имитационным методом поверки применяют следующие средства поверки:

– рабочий эталон единицы частоты 4-го разряда в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 31 июля 2018 г. № 1621. Диапазон воспроизведения (измерения) частоты от 10 Гц до 45 МГц с пределами допускаемой относительной погрешности не более $1 \cdot 10^{-3}$ % (далее – эталон частоты);

– комплекс поверочный «ВЗЛЕТ КПИ» В64.00-00.00 ТУ (регистрационный номер 14510-12), диапазон воспроизведения (измерения) величины постоянного тока от 0 до 25 мА, пределы относительной погрешности при воспроизведении (измерении) величины постоянного тока $\pm 0,05$ %, диапазон воспроизведения (измерения) частоты следования импульсов от 0,5 до 10000 Гц, пределы допускаемой относительной погрешности при воспроизведении (измерении) частоты $\pm 0,1$ %; емкость счетчика импульсов 10^6 шт, пределы допускаемой абсолютной погрешности при воспроизведении (измерении) количества импульсов ± 1 имп; диапазон воспроизведения величины сопротивления от 50 до 2000 Ом,

пределы допускаемой относительной погрешности при воспроизведении величины сопротивления $\pm 0,02\%$ (далее – КПИ);

– рабочий эталон 3-го разряда единицы электрического сопротивления постоянного тока в диапазоне значений сопротивления от 400 до 1500 Ом в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 декабря 2019 г. № 3456 (далее – эталон сопротивления);

– нутромеры микрометрические торговой марки «SHAN», (регистрационный номер 71346-18), диапазон измерений от 150 до 4000 мм, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm (3 + N + L/50)$, где N – количество удлинителей, входящих в измеряемый размер, шт; L – измеряемый размер, мм;

– штангенциркуль по ГОСТ 166-89 (регистрационный номер 52630-13), диапазон измерений от 0 до 500 мм, основная погрешность измерения $\pm 0,05$ мм;

– рулетка по ГОСТ 7502, (регистрационный номер 36016-07), диапазон измерений от 0 до 8 м, цена деления 1 мм, КТ2;

– толщиномер ультразвуковой «ВЗЛЕТ УТ» В40.00-00.00 ТУ (регистрационный номер 18810-05), погрешность измерения толщины $\pm 0,035$ мм;

– угломер по ГОСТ 5378, (регистрационный номер 2437-03), диапазон измерений от 0 до 180°, основная погрешность $\pm 10'$.

Вспомогательные средства поверки:

– акустический стенд СА-01, СА-02, СА-03;

– генератор задержек ультразвукового сигнала В64.50-00.00;

– персональный компьютер с предустановленным программным обеспечением «Универсальный просмотрщик» и «Поверка ВЗЛЕТ МР УРСВ-XXX» с входящими в его состав программными средствами для работы с соответствующим исполнением расходомера. Программное обеспечение находится в общем доступе на сайте изготовителя АО «Взлет».

2.3 При проведении поверки средств измерений входящих в состав расходомеров по пунктам 6.4.2.1.1 и 6.4.4.1 настоящей методики поверки применяют средства поверки в соответствии методиками поверки, указанными в разделах «Поверка» их описаний типа.

2.4. При проведении поверки расходомеров по пункту 6.4.2.1.2 применяют средства поверки в соответствии с ГОСТ 8.461-2009 Термопреобразователи сопротивления из платины, меди и никеля. Методика поверки.

2.5 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик, поверяемых СИ с требуемой точностью. Метрологические характеристики (диапазон измерений единицы величины и пределы допускаемой погрешности измерений единицы величины) аналогичных средств поверки должны быть не хуже указанных в пункте 2.2 настоящей методики поверки.

2.6 Все применяемые средства поверки должны быть поверены или аттестованы в установленном порядке.

3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

3.1 При проведении поверки соблюдают требования:

- действующие на объекте, на котором производится поверка;
- правил безопасности при эксплуатации средств поверки и поверяемого средства измерения, приведенных в их эксплуатационных документах;
- инструкций по охране труда, действующих на объекте;
- правил технической эксплуатации электроустановок потребителей;
- правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей.

3.2 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую инструкцию, руководство по эксплуатации расходомера и эксплуатационные документы на средства поверки, применяемые при поверке и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

3.3 К средствам поверки и используемому при поверке оборудованию обеспечивают свободный доступ. При необходимости предусматривают лестницы и площадки, соответствующие требованиям безопасности.

3.4 Освещенность должна обеспечивать отчетливую видимость для снятия показаний с применяемых средств поверки.

3.5 При появлении течи измеряемой среды и других ситуаций, нарушающих процесс поверки, поверка должна быть прекращена.

4 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- | | |
|-----------------------------------|---------------------------|
| – температура окружающего воздуха | от плюс 15 до плюс 30 °С; |
| – температура поверочной среды | от плюс 5 до плюс 40 °С; |
| – относительная влажность воздуха | не более 80 %; |
| – атмосферное давление | от 86,0 до 106,7 кПа. |

4.2 На основании письменного заявления владельца СИ, оформленного в произвольной форме, допускается проводить периодическую поверку расходомера для меньшего числа величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений с обязательным указанием в свидетельстве о поверке информации об объеме проведенной поверки.

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

5 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

При подготовке к поверке выполняют следующие работы:

- проверяют выполнение условий пунктов 2 – 4 настоящей методики поверки;
- проверяют наличие действующего свидетельства об аттестации эталона и наличие действующего свидетельства о поверке или оттиска поверительного клейма средств поверки;
- проверяют наличие эксплуатационных документов на поверяемый расходомер и соответствие комплектности и маркировки расходомера, указанным в эксплуатационных документах;
- подготавливают к работе средства поверки и поверяемый расходомер в соответствии с их эксплуатационными документами;
- при наличии загрязнений в проточной части расходомера необходимо произвести ее очистку;
- собирают схемы в соответствии с рисунками А.1. – А.5. Приложения А.
- при отсутствии в составе эталона рабочего участка с возможностью монтажа первичных преобразователей из комплекта поверяемого расходомера, допускается использовать при проведении поверки технологический измерительный участок имеющегося типоразмера;
- при проведении поверки расходомеров методом непосредственного сличения проверяют герметичность соединений расходомера с эталоном, создавая рабочее избыточное давление эталона. Места соединений расходомера с эталоном считают герметичными, если при рабочем избыточном давлении в течение 5 минут не наблюдается течи и капель жидкости, а также отсутствует падение давления по показаниям эталона;
- при проведении поверки расходомеров методом непосредственного сличения проводят проверку на соответствие установленных в расходомере геометрических параметров измерительного участка, констант измерений влияющих на процесс измерений, данным указанным в паспорте расходомера (измерительного участка). При несоответствии данных установленных в расходомере (геометрических параметров измерительного участка, констант измерений влияющих на процесс измерений), данным указанным в паспорте расходомера

(измерительного участка) дальнейшую поверку прекращают и выдают извещение о непригодности к применению в соответствии с пунктом 7.3 настоящей методики поверки.

6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

6.1 Внешний осмотр

Визуальным осмотром проверяют отсутствие механических повреждений, влияющих на работоспособность расходомера, наличие маркировки, предусмотренной в эксплуатационных документах.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если отсутствуют механические повреждения, влияющие на работоспособность расходомера; внешний вид, комплектность и маркировка соответствуют требованиям эксплуатационных документов.

6.2 Подтверждение соответствия программного обеспечения.

Подтверждение соответствия идентификационных данных программного обеспечения (далее – ПО) расходомера возможно проводить тремя способами: визуально при включении расходомера по пункту 6.2.1 настоящей методики поверки; визуально с помощью персонального компьютера и предустановленного программного обеспечения «Универсальный просмотрщик» по пункту 6.2.2 настоящей методики поверки; визуально с помощью встроенных органов управления расходомера по пункту 6.2.3 настоящей методики поверки.

6.2.1 Подтверждение соответствия идентификационных данных программного обеспечения расходомера при включении.

Для подтверждения соответствия идентификационных данных программного обеспечения расходомера необходимо:

– осуществить подключение цепей питания расходомера в соответствии с эксплуатационными документами расходомера;

– включить расходомер. При включении расходомера встроенное программное обеспечение выполнит ряд самодиагностических проверок, в том числе проверку целостности конфигурационных данных и неизменности исполняемого кода путем расчета и публикации на встроенном индикаторе (при наличии) контрольной суммы, а также отображении наименования и номере версии программного обеспечения;

– сравнить информацию (идентификационное наименование ПО, номер версии (идентификационный номер) ПО, цифровой идентификатор ПО) отображаемую на встроенном символьном индикаторе с описанием типа и паспортом расходомера.

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

Положительный результат подтверждения соответствия идентификационных данных программного обеспечения расходомера идентификационным данным указанным в описании типа и паспорте расходомера свидетельствует об отсутствии изменений в программном обеспечении расходомера.

6.2.2 Подтверждение соответствия идентификационных данных программного обеспечения с помощью персонального компьютера и предустановленного программного обеспечения «Универсальный просмотрщик».

Для подтверждения соответствия идентификационных данных программного обеспечения расходомера необходимо:

– осуществить подключение цепей питания и подключить расходомер к персональному компьютеру с предустановленным программным обеспечением «Универсальный

просмотрщик» посредством цифрового интерфейса в соответствии с эксплуатационными документами расходомера;

- включить расходомер;

- на персональном компьютере открыть программное обеспечение «Универсальный просмотрщик». После синхронизации данных в меню программного обеспечения «Универсальный просмотрщик» выбрать вкладку «О приборе». В открывшемся диалоговом окне отобразятся следующие данные программного обеспечения: идентификационное наименование ПО, номер версии (идентификационный номер) ПО, цифровой идентификатор ПО;

- сличить информацию (идентификационное наименование ПО, номер версии (идентификационный номер) ПО, цифровой идентификатор ПО) отображаемую на мониторе персонального компьютера с описанием типа и паспортом расходомера.

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

Положительный результат подтверждения соответствия идентификационных данных программного обеспечения расходомера идентификационным данным, указанным в описании типа и паспорте расходомера свидетельствует об отсутствии изменений в программном обеспечении расходомера.

6.2.3 Подтверждение соответствия идентификационных данных программного обеспечения с помощью встроенных органов управления расходомера.

Для подтверждения соответствия идентификационных данных программного обеспечения расходомера необходимо:

- осуществить подключение цепей питания в соответствии с эксплуатационными документами расходомера;

- включить расходомер;

- оперируя кнопками управления на лицевой панели расходомера перейти в меню индикации идентификационных параметров прибора;

- сличить информацию (идентификационное наименование ПО, номер версии (идентификационный номер) ПО, цифровой идентификатор ПО) отображаемую на дисплее расходомера с описанием типа и паспортом расходомера.

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

Положительный результат подтверждения соответствия идентификационных данных программного обеспечения расходомера идентификационным данным, указанным в описании типа и паспорте расходомера свидетельствует об отсутствии изменений в программном обеспечении расходомера.

6.3 Опробование расходомера

6.3.1 При проведении поверки методом непосредственного сличения опробование проводят в следующей последовательности:

- проверяют установку показаний расходомера на нуль при отсутствии потока жидкости через расходомер. Для этого гидравлический тракт эталона, на котором установлен расходомер, полностью заполняют жидкостью и убеждаются в отсутствии движения потока жидкости. Затем необходимо вывести показания измеряемого параметра (объемного расхода

или скорости потока жидкости) на индикатор расходомера (при наличии) или персональный компьютер. Показания расходомера должны находиться в пределах $\pm 0,002$ м/с.

– эталоном воспроизводят расход жидкости в пределах диапазона измерений расходомера и проверяют наличие индикации измеряемого параметра на индикаторе расходомера (при его наличии), наличие коммуникационной связи по цифровому выходу с персональным компьютером.

Результат опробования считают положительным, если при отсутствии движения потока жидкости, показания расходомера не превышали значения $\pm 0,002$ м/с, при воспроизведении расхода жидкости показания расходомера изменялись соответственно воспроизводимому расходу, была устойчивая связь с персональным компьютером.

6.3.2 При проведении поверки имитационным методом при опробовании проверяют работоспособность расходомера. При этом контролируют результаты выполнения самодиагностических проверок при включении расходомера, отсутствие сбоев и коммуникационных ошибок и на дисплее вторичного измерительного преобразователя и при подключении к персональному компьютеру.

Результат опробования считают положительным, если самодиагностика расходомера при включении прошла успешно, в процессе эксплуатации на дисплее вторичного измерительного преобразователя не возникло индикации сбоев и ошибок, подключение и синхронизация данных при подключении вторичного измерительного преобразователя к персональному компьютеру прошла успешно.

6.4 Определение метрологических характеристик методом непосредственного сличения

При определении метрологических характеристик расходомеров проводят определение относительной погрешности при измерении объемного расхода и объема жидкости в потоке по пункту 6.4.1 настоящей методики поверки, определение абсолютной погрешности при измерении температуры по пункту 6.4.2 настоящей методики поверки (для исполнений УРСВ-5XX XXX, УРСВ-6XX XXX и УРСВ-7XX XXX) и определение приведенной погрешности при измерении давления жидкости по пункту 6.4.3 настоящей методики поверки (для исполнения УРСВ-3X2 XXX).

6.4.1 Определение метрологических характеристик расходомера при измерении объемного расхода и объема жидкости в потоке при использовании индикатора, импульсно-частотного и токового выхода.

Определение относительной погрешности расходомеров при измерении объема жидкости в потоке при использовании частотно-импульсного и токового выхода (при наличии) проводят путем сравнения показаний расходомера и эталона.

Относительную погрешность расходомеров при измерении объемного расхода и объема жидкости в потоке определяют при трех значениях объемного расхода жидкости: $0,01 \cdot Q_{\text{наиб}}$, $0,1 \cdot Q_{\text{наиб}}$ и $0,5 \cdot Q_{\text{наиб}}$, где $Q_{\text{наиб}}$ наибольшее значение диапазона измерений объемного расхода, определяют по формуле (1) или в соответствии с паспортом расходомера. Для исполнений УРСВ-XXX ХНХ (нормирование погрешности с разбиением по поддиапазнам) в качестве второй поверочной точки использовать значение объемного расхода ($Q_{\text{пер}} \leq Q < 1,1 \cdot Q_{\text{пер}}$), где $Q_{\text{пер}}$ – значение переходного объемного расхода, определяют в соответствии с паспортом расходомера. При каждом измерении обеспечивают время измерений не менее 100 секунд или набор не менее 5000 импульсов с расходомера.

Определение метрологических характеристик расходомера исполнения УРСВ-4XX XXX производят при использовании технологических измерительных участков, номинальный диаметр применяемых технологических измерительных участков (далее – ИУ) зависит от комплектации расходомера. При комплектации расходомера накладными электроакустическими преобразователями (далее – ПЭА) исполнения Н-207, установка ПЭА производится на технологический измерительный участок с номинальным диаметром DN50,

при комплектации расходомера ПЭА исполнений Н-222 или Н-228, установка ПЭА производится на технологический измерительный участок с номинальным диаметром DN150.

Значения объемного расхода устанавливают с допуском не более $\pm 10\%$. Значение $Q_{\text{наиб}}$ определяют в соответствии с паспортом расходомера или вычисляют по формуле:

$$Q_{\text{наиб}} = 2,827 \cdot 10^{-3} \cdot v_{\text{наиб}} \cdot DN^2, \quad (1)$$

где $v_{\text{наиб}}$ – максимальное значение скорости потока жидкости при измерении объемного расхода и объема жидкости в потоке, определяют в соответствии с паспортом расходомера, м/с;

DN – номинальный диаметр расходомера (для исполнений УРСВ-XXX ПХХ при расчете использовать диаметр сужения, $D_{\text{суж}}$), определяют в соответствии с паспортом расходомера, мм.

Относительную погрешность расходомера при измерении объемного расхода и объема жидкости в потоке определяют сравнением действительного значения объема V_o (объемного расхода Q_{vo}) и значения объема V_u (объемного расхода Q_{vu}), измеренного расходомером по формулам:

$$\delta_{Vij} = \frac{(V_{uij} - V_{oij})}{V_{oij}} \cdot 100\%, \quad (2)$$

$$\delta_{Qij} = \frac{(Q_{Vuij} - Q_{Voij})}{Q_{Voij}} \cdot 100\%, \quad (3)$$

где $V_u(Q_{vu})$ – значение объема (объемного расхода) жидкости по показаниям расходомера, м^3 ($\text{м}^3/\text{ч}$) (при использовании частотно-импульсного выхода определяют по формулам (4; 5), при использовании токового выхода определяют по формуле (6; 7) настоящей методики поверки);

$V_o(Q_{vo})$ – значение объема (объемного расхода) жидкости по показаниям эталона, приведенное к условиям измерений в расходомере, м^3 ($\text{м}^3/\text{ч}$) (значение объема жидкости воспроизведенного (измеренного) эталоном и приведенное к условиям измерений в расходомере определяют в соответствии с эксплуатационными документами на эталон);

ij – номер измерения и индекс поверочной точки соответственно.

При применении частотно-импульсного выхода значение объема (объемного расхода) жидкости по показаниям расходомера вычисляют по формулам:

$$V_{u\ ij} = N_{ij} \cdot K, \quad (4)$$

где N – количество импульсов, поступивших от расходомера, имп;
 K – цена импульса на выходе расходомера, $\text{м}^3/\text{имп}$.

$$Q_{u\ ij} = \frac{V_{u\ ij}}{T_{u\ ij}}, \quad (5)$$

где T_u – время измерения, ч.

При наличии аналогового токового выхода значение объемного расхода (объема) жидкости по показаниям расходомера вычисляют по формулам:

$$Q_{ij} = Q_{\text{наим}} + (Q_{\text{наиб}} - Q_{\text{наим}}) \cdot \left(\frac{I_{ij} - I_{\text{наим}}}{I_{\text{наиб}} - I_{\text{наим}}} \right) \quad (6)$$

- где I_{ij} – среднее значение силы тока генерируемое расходомером за время измерений, мА;
 $I_{\text{наим}}$ – наименьшее значение силы тока согласно паспорта расходомера, мА (принимают равным 4 мА);
 $I_{\text{наиб}}$ – наибольшее значение силы тока согласно паспорта расходомера, мА (принимают равным 20 мА).

$$V_{ui} = Q_{Vi} \cdot T_u, \quad (7)$$

Результаты определения метрологических характеристик по пункту 6.4.1 считают положительным, если относительная погрешность расходомеров при измерении объема (объемного расхода) жидкости в потоке определенная при каждом измерении не превышает пределов, указанных в описании типа и паспорте расходомера.

Метрологические характеристики расходомеров при измерении объема жидкости в потоке при использовании индикатора и цифрового интерфейса принимают равными метрологическим характеристикам расходомера при использовании частотно-импульсного или токового выхода.

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

6.4.2 Определение абсолютной погрешности при измерении температуры

Определение абсолютной погрешности при измерении температуры проводят для исполнений УРСВ-5XX XXX, УРСВ-6XX XXX и УРСВ-7XX XXX только при наличии соответствующего измерительного канала. Определение абсолютной погрешности при измерении температуры проводят в два этапа:

- определение метрологических характеристик термопреобразователей сопротивления входящих в состав расходомера по пункту 6.4.2.1 настоящей методики поверки;
- определение метрологических характеристик вторичного измерительного преобразователя при преобразовании сигнала электрического сопротивления в значение температуры по пункту 6.4.2.2 настоящей методики поверки.

6.4.2.1 Определение метрологических характеристик термопреобразователей сопротивления.

6.4.2.1.1 Определение метрологических характеристик термопреобразователей сопротивления платиновых утвержденного типа, входящих в состав расходомера, проводят при проведении их поверки в соответствии с методиками поверки, указанными в разделах «Поверка» их описаний типа и с периодичностью в соответствии с интервалами между поверками, согласно их свидетельств об утверждении типа.

Результат определения метрологических характеристик по пункту 6.4.2.1.1 считают положительным при наличии действующего свидетельства о поверке или отметки о поверке в паспорте термопреобразователя сопротивления платинового.

Применение расходомера при истечении срока поверки термопреобразователя сопротивления платинового, входящего в состав расходомера, не допускается.

6.4.2.1.2 Определение метрологических характеристик термопреобразователей сопротивления ВЗЛЕТ ТПС-Н из комплекта расходомера, производят в соответствии с ГОСТ 8.461-2009 «Термопреобразователи сопротивления из платины, меди и никеля. Методика поверки».

Результат определения метрологических характеристик по пункту 6.4.2.1.2 считают положительным, если отклонение сопротивления от номинальной статической характеристики (НСХ) с учетом расширенной неопределенности результата измерения не превышает допуск, рассчитанный по формуле:

$$\Delta t = \pm (0,15 + 0,002 \cdot |t|), \quad (8)$$

где $|t|$ – абсолютное значение измеренной температуры, °С.

6.4.2.2 Определение метрологических характеристик вторичного измерительного преобразователя при преобразовании сигнала электрического сопротивления в значение температуры.

Для определения метрологических характеристик вторичного измерительного преобразователя расходомера при преобразовании сигнала электрического сопротивления в значение температуры производят подключение КПИ или эталона электрического сопротивления в соответствии с их эксплуатационными документами. Расходомер устанавливают в режим индикации температуры. Метрологические характеристики вторичного измерительного преобразователя расходомера при преобразовании сигнала электрического сопротивления в значение температуры определяют при четырех значениях имитируемой эталоном электрического сопротивления температуры в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1 – Значения имитируемой температуры, °С.

Номер поверочной точки	Значение температуры t_d , °С
1	минус (50 ± 3)
2	плюс (30 ± 3)
3	плюс (70 ± 3)
4	плюс (130 ± 5)

При каждом значении температуры проводят не менее трех измерений и регистрируют показания расходомера. Значения необходимого электрического сопротивления вычисляют в соответствии с формулами (9) и (10) настоящей методики поверки в зависимости от диапазона.

Значение электрического сопротивления R_t , Ом, для положительного диапазона измерений температуры, вычисляют по формуле:

$$R_{ti} = R_0 \cdot (1 + A \cdot t_{di} + B \cdot t_{di}^2), \quad (9)$$

где R_t – значение электрического сопротивления соответствующее заданной температуре t_d , Ом;

R_0 – номинальное электрическое сопротивление имитируемого термопреобразователя сопротивления платинового при температуре 0 °С, Ом (определяют в соответствии с паспортом расходомера или принимают равным 500 и 1000 Ом);

t_d – действительное значение имитируемой температуры, °С;

A, B – значение постоянных коэффициентов (определяют в соответствии с пунктом 5.2 ГОСТ 6651-2009).

Значение электрического сопротивления R_t , Ом, для диапазона измерений температуры от минус 50 до 0 °С вычисляют по формуле:

$$R_{ti} = R_0 \cdot [1 + A \cdot t_{di} + B \cdot t_{di}^2 + C \cdot (t_{di} - 100^\circ\text{C}) \cdot t_{di}^3], \quad (10)$$

где C – значение постоянного коэффициента (определяют в соответствии с пунктом 5.2 ГОСТ 6651-2009).

Абсолютную погрешность расходомера при преобразовании электрического сопротивления в значение температуры, Δ_t , °С, вычисляют по формуле:

$$\Delta_{ti} = t_{ui} - t_{di} \quad (11)$$

где t_u – усредненное по трем измерениям значение температуры по показаниям расходомера, °С.

Результаты определения метрологических характеристик по пункту 6.4.2.2 считают положительными, если абсолютная погрешность вторичного измерительного преобразователя при преобразовании электрического сопротивления в значение температуры не превышает пределов $\pm (0,15+0,001 \cdot |t|)$, °С.

6.4.2.3 При положительных результатах определения метрологических характеристик расходомеров по пунктам 6.4.2.1 и 6.4.2.2 расходомер считают пригодным к применению с пределами допускаемой абсолютной погрешности при измерении температуры $\pm (0,3+0,003|t|)$.

6.4.3 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности расходомера при измерении давления жидкости

Определение приведенной к диапазону измерений погрешности расходомера при измерении давления жидкости проводят для исполнения УРСВ-3Х2 ХХХ только при наличии соответствующего измерительного канала. Определение приведенной к диапазону измерений погрешности расходомера при измерении давления жидкости проводят в два этапа:

- определение метрологических характеристик преобразователей давления входящих в состав расходомера по пункту 6.4.3.1 настоящей методики поверки;
- определение метрологических характеристик вторичного измерительного преобразователя из состава расходомера по пункту 6.4.3.2 настоящей методики поверки.

6.4.3.1 Определение метрологических характеристик преобразователей давления утвержденного типа, входящих в состав расходомера, проводят при проведении их поверки в соответствии с методиками поверки, указанными в разделах «Поверка» их описаний типа и с периодичностью в соответствии с интервалами между поверками, согласно их свидетельств об утверждении типа.

Результат определения метрологических характеристик по пункту 6.4.3.1 считают положительным при наличии действующего свидетельства о поверке или отметки о поверке в паспорте преобразователя давления входящего в состав расходомера.

Применение расходомера при истечении срока поверки преобразователя давления, входящего в состав расходомера, не допускается.

6.4.3.2 Определение метрологических характеристик вторичного измерительного преобразователя при преобразовании сигнала напряжения постоянного тока в значение давления.

Производят подключение эталона напряжения к вторичному измерительному преобразователю в соответствии с их эксплуатационными документами. Вторичный измерительный преобразователь расходомера устанавливают в режим индикации давления. С помощью эталона напряжения задают значения электрического напряжения, соответствующие диапазону измерений электрического напряжения постоянного тока расходомера. Проверку проводят при трех значениях напряжения: 0,1 от диапазона измерений напряжения, 0,5 от диапазона измерений напряжения и 0,9 от диапазона измерений напряжения (диапазон измерений электрического напряжения постоянного тока определяют в соответствии с паспортом преобразователя давления). Значения электрического напряжения постоянного тока устанавливают с допуском не более $\pm 10\%$. Проверочные точки, соответствующие вышеуказанным значениям электрического напряжения постоянного тока,

допускается выбирать в произвольном порядке. При каждом значении электрического напряжения постоянного тока проводят не менее трех измерений, регистрируют показания расходомера и вычисляют действительное значение давления $P_{э}$, МПа, по формуле:

$$P_{эij} = P_{нп} + (P_{вп} - P_{нп}) \cdot \frac{(U_{Pэij} - U_{Pнаим})}{(U_{Pнаиб} - U_{Pнаим})}, \quad (12)$$

- где $U_{Pэ}$ – значение электрического напряжения постоянного тока, воспроизведенное эталоном напряжения, В;
 $U_{Pнаиб}$ – наибольшее значение электрического напряжения постоянного тока аналогового входа расходомера (определяют в соответствии с паспортом преобразователя давления), В;
 $U_{Pнаим}$ – наименьшее значение электрического напряжения постоянного тока аналогового входа расходомера (определяют в соответствии с паспортом преобразователя давления), В;
 $P_{вп}$ – наибольшее значение давления жидкости, МПа (определяют в соответствии с паспортом преобразователя давления);
 $P_{нп}$ – наименьшее значение давления жидкости, МПа (определяют в соответствии с паспортом преобразователя давления).

Приведенную к диапазону измерений погрешность расходомера при преобразовании сигнала электрического напряжения постоянного тока в значение давления жидкости γ_p , %, вычисляют по формуле:

$$\gamma_{p ij} = \frac{P_{u ij} - P_{эij}}{P_{вп} - P_{нп}} \cdot 100, \quad (13)$$

где P_u – значение давления жидкости по показаниям расходомера, МПа.

Результаты определения метрологических характеристик по пункту 6.4.3.2 считают положительными, если приведенная к диапазону измерений погрешность расходомера при преобразовании значения электрического напряжения постоянного тока в значение давления жидкости не превышает пределов $\pm 0,3$ %.

6.4.3.3 При положительных результатах определения метрологических характеристик расходомеров по пунктам 6.4.3.1 и 6.4.3.2 расходомер считают пригодным к применению с пределами допускаемой приведенной погрешности при измерении давления жидкости $\pm (0,3 + \gamma_{пл})$.

6.5 Определение метрологических характеристик имитационным методом

При определении метрологических характеристик расходомеров имитационным методом проводят определение относительной погрешности при измерении объемного расхода и объема жидкости в потоке по пункту 6.5.1 настоящей методики поверки, определение абсолютной погрешности при измерении температуры жидкости по пункту 6.4.2 настоящей методики поверки (для исполнений УРСВ-5XX XXX, УРСВ-6XX XXX и УРСВ-7XX XXX) и определение приведенной погрешности при измерении давления жидкости по пункту 6.4.3 настоящей методики поверки (для исполнения УРСВ-3X2 XXX).

6.5.1 Определение относительной погрешности расходомеров при измерении объемного расхода и объема жидкости в потоке

Определение относительной погрешности расходомера имитационным методом проводят в два этапа:

– определение параметров первичного преобразователя расхода по пункту 6.5.1.1 настоящей методики поверки;

– определение относительной погрешности вторичного измерительного преобразователя расходомера при измерении объемного расхода и объема жидкости в потоке по пункту 6.5.1.2 настоящей методики поверки.

6.5.1.1 Определение параметров первичного преобразователя расхода

Параметры первичного преобразователя расхода определяют при первичной поверке, при выпуске из производства или при выполнении монтажа расходомера на участок действующего трубопровода на месте эксплуатации в соответствии с инструкцией по монтажу.

При определении параметров первичного преобразователя расхода в соответствии с инструкцией по монтажу определяют:

– среднее значение наружного диаметра ИУ;

– толщину стенки ИУ;

– базу прибора (расстояние между центрами излучающих поверхностей пары электроакустических преобразователей);

– осевую базу прибора (расстояние между центрами излучающих поверхностей пары электроакустических преобразователей вдоль оси ИУ).

Результат определения вышеперечисленных параметров первичного преобразователя расхода вносят в программное обеспечение расходомера.

6.5.1.2 Определение относительной погрешности вторичного измерительного преобразователя расходомера при измерении объемного расхода и объема жидкости в потоке

6.5.1.2.1 Определение относительной погрешности вторичного измерительного преобразователя при измерении объемного расхода и объема жидкости в потоке расходомеров исполнений УРСВ-1ХХ ХХХ, УРСВ-2ХХ ХХХ, УРСВ-5ХХ ХХХ, УРСВ-6ХХ ХХХ, УРСВ-7ХХ ХХХ.

Расходомер переводят в режим «Настройка» в соответствии с руководством по эксплуатации расходомера.

Вторичный измерительный преобразователь расходомера подключают к комплексу поверочному ВЗЛЕТ КПИ, персональному компьютеру с предустановленным программным обеспечением «Поверка ВЗЛЕТ МР УРСВ-ХХХ» (программное обеспечение находится в общем доступе на сайте изготовителя) и акустическому стенду СА-01 для расходомеров исполнений УРСВ-1ХХ ХХХ, УРСВ-2ХХ ХХХ, УРСВ-5ХХ ХХХ, УРСВ-6ХХ ХХХ или к акустическому стенду СА-03 для исполнений УРСВ-7ХХ ХХХ.

Запускают программное обеспечение «Поверка ВЗЛЕТ МР УРСВ-ХХХ» и производят настройку параметров связи поверяемого расходомера и КПИ с персональным компьютером. К технологическому разъему вторичного измерительного преобразователя расходомера подключают эталон частоты и производят измерение опорной частоты (периода) штатного кварцевого генератора. Значение опорной частоты штатного кварцевого генератора вторичного измерительного преобразователя расходомера должно соответствовать значению $40 \pm 1 \cdot 10^{-3}$ МГц. Измеренное значение опорной частоты записывают в паспорт и с помощью программного обеспечения «Поверка ВЗЛЕТ МР УРСВ-ХХХ» вносят в память вторичного измерительного преобразователя расходомера.

Посредством программного обеспечения «Поверка ВЗЛЕТ МР УРСВ-ХХХ» производят поверку вторичного измерительного преобразователя. Поверка производится в автоматическом режиме и включает в себя нижеизложенные операции.

Определение относительной погрешности вторичного преобразователя при измерении расхода.

С помощью временной задержки зондирующего импульса, формируемой из N-го количества периодов сигнала опорного кварцевого генератора расходомера, имитируется действительное значение эталонного расхода Q_{Voi} , вычисляемое по формуле:

$$Q_{V_{oi}} = \frac{N_i \cdot 0,45 \cdot \Pi \cdot Dn \cdot C \cdot \sqrt{U^2 + C^2}}{Z \cdot F_{кв}} \quad (14)$$

- где Z – коэффициент, зависящий от схемы установки датчиков, при имитационном методе поверки $Z=2$;
- $F_{кв}$ – измеренное значение опорной частоты штатного кварцевого генератора вторичного измерительного преобразователя расходомера, МГц;
- C – скорость ультразвука в измеряемой среде, на время поверки принимается равной 2,2 км/с;
- U – фазовая скорость, на время поверки принимается равной 3,85 км/с;
- Π – число Пи с точностью не менее 4 знаков после запятой.

Число N определяется значением необходимого расхода в поверочной точке и вычисляется по формуле:

$$N_i = \text{округл.} \left(\frac{Q_{V_{nmi}} \cdot Z \cdot F_{кв}}{0,45 \cdot \Pi \cdot Dn \cdot C \cdot \sqrt{U^2 - C^2}}; \text{целое} \right) \quad (15)$$

- где $Q_{V_{nmi}}$ – расчетное значение объемного расхода в поверочной точке, м³/ч.

Относительную погрешность вторичного измерительного преобразователя при измерении объемного расхода жидкости определяют при четырех значениях имитируемого объемного расхода жидкости: $0,05 \cdot Q_{\text{наиб}}$, $0,1 \cdot Q_{\text{наиб}}$, $0,5 \cdot Q_{\text{наиб}}$, $Q_{\text{наиб}}$, где $Q_{\text{наиб}}$ принимают равным 300 м³/ч. Определение относительной погрешности вторичного измерительного преобразователя проводят для каждого канала измерения расхода. Последовательно устанавливаются значения расхода равные $0,05 \cdot Q_{\text{наиб}}$ и $0,1 \cdot Q_{\text{наиб}}$. Время измерения – не менее 100 секунд. Для каждой точки не менее 3 раз снимаются установившиеся показания расходомера с информационных выходов, вычисляется значение абсолютной погрешности измерения расхода и производится определение смещения нуля расходомера:

$$\Delta Q_{ij} = Q_{uij} - Q_{oij}, \quad (16)$$

- где Q_u – значение объемного расхода жидкости по показаниям расходомера, м³/ч;
- Q_o – имитируемое значение эталонного расхода, м³/ч.

Определение смещения нуля H производится по формуле:

$$H = \frac{\sum_{j=1}^n (2 \cdot \Delta Q_{1j} + \Delta Q_{2j})}{3 \cdot n}, \quad (17)$$

- где ΔQ_{1j} ; ΔQ_{2j} – абсолютная погрешность измерения расхода в 1-ой и 2-ой поверочных точках, м³/ч;
- n – количество измерений.

Вычисленное значение смещения нуля вводится в программное обеспечение расходомера и производится трехкратное определение погрешности измерения расхода в вышеуказанных поверочных точках для каждого исполнения:

$$\delta_{Q_{ij}} = \frac{Q_{uij} - Q_{oij}}{Q_{oij}} \cdot 100\% \quad (18)$$

При наличии токового выхода значение объемного расхода жидкости по показаниям расходомера при использовании токового выхода вычисляют по формуле (6) настоящей методики поверки.

Определение относительной погрешности вторичного измерительного преобразователя расходомера при измерении объема жидкости проводят при помощи временной задержки зондирующего импульса, формируемой из периодов сигнала опорного кварцевого генератора расходомера. Для этого устанавливается значение расхода 300 м³/ч (расход устанавливается с допуском ± 20 %), затем обнуляются значения счетчика объема расходомера и расходомер переводится в режим измерения. Производится накопление объема. Продолжительность измерения – не менее 100 секунд. Показания расходомера снимаются не менее трех раз. Относительная погрешность вторичного измерительного преобразователя при измерении объема вычисляется по формуле:

$$\delta_{V_{ij}} = \frac{V_{u_{ij}} - V_{o_{ij}}}{V_{ij}} \cdot 100, \quad (19)$$

где V_u – значение объема жидкости по показаниям расходомера, м³ (определяют по формуле (4));
 V_o – действительное значение объема жидкости, м³.

Результаты определения метрологических характеристик по пункту 6.5.1.2.1 считают положительными, если значения относительной погрешности каждого канала расходомера при каждом измерении объемного расхода и объема не превышают пределов ± 0,2 %.

При положительном результате определения относительной погрешности вторичного измерительного преобразователя расходомера при измерении объемного расхода и объема жидкости в потоке по пункту 6.5.1.2.1 расходомер считают прошедшим поверку, при этом пределы допускаемой относительной погрешности при измерении объемного расхода и объема жидкости в потоке при использовании частотно-импульсного, токового и цифрового выходов принимают равным пределам, указанным в описании типа и паспорте расходомера.

6.5.1.2.2 Определение относительной погрешности вторичного измерительного преобразователя расходомера исполнения УРСВ-3Х2 ХХХ при измерении объемного расхода жидкости в потоке.

Расходомер переводят в режим «Настройка» посредством размыкания контактной пары в сервисном разъеме вторичного измерительного преобразователя расходомера в соответствии с руководством по эксплуатации расходомера.

Вторичный измерительный преобразователь расходомера подключают к генератору задержек ультразвукового сигнала В64.50-00.00 и персональному компьютеру с предустановленным программным обеспечением «Поверка ВЗЛЕТ МР УРСВ-3Х2». Электроакустические преобразователи, установленные на полностью заполненном жидкостью отрезке трубы акустического стенда СА-02, подключают к вторичному измерительному преобразователю расходомера в соответствии с их эксплуатационными документами.

Посредством генератора задержек ультразвукового сигнала имитируют объемный расход жидкости, соответствующий 0,05·Q_{наиб}, 0,2·Q_{наиб}, Q_{наиб}, где Q_{наиб} = 55400 м³/ч). Значение имитируемого расхода устанавливают с допуском ± 20 %. Величину задержек ультразвукового сигнала измеряют эталоном частоты в режиме измерения временных интервалов и измеренные значения заносят в программное обеспечение «Поверка ВЗЛЕТ МР УРСВ-3Х2» в соответствии с руководством по эксплуатации ПО. Значения объемного расхода жидкости в поверочных точках устанавливают последовательно. На каждом значении

проверочного расхода проводят не менее трех измерений. Время каждого измерения не менее 100 секунд.

Относительную погрешность вторичного измерительного преобразователя расходомера при измерении объемного расхода жидкости вычисляют по формуле:

$$\delta_{Q_{ij}} = \frac{Q_{uij} - Q_{oij}}{Q_{oij}} \cdot 100, \quad (20)$$

где Q_u – значение объемного расхода жидкости по показаниям расходомера при использовании интерфейсного выхода расходомера.

Q_o – действительное значение объемного расхода жидкости имитируемое генератором задержек, м³/ч (вычисляют по формуле (21) настоящей методики поверки).

Действительное значение объемного расхода жидкости, имитируемое генератором задержек в каждой проверочной точке, вычисляют по формуле:

$$Q_{oij} = 2,827 \cdot 10^{-3} \cdot DN^2 \cdot v_{ij}, \quad (21)$$

где v_{ij} – значение скорости потока жидкости имитируемое задержкой ультразвукового сигнала, м/с (определяют по формуле (22) настоящей методики поверки);

DN – номинальный диаметр (принимают равным DN1400).

Скорость потока жидкости, имитируемую в отрезке трубы, вычисляют по формуле:

$$v_{Q_{эij}} = 0,751 \cdot dT_{ij}, \quad (22)$$

где dT – величина задержки ультразвукового сигнала, мкс.

Результаты определения метрологических характеристик по пункту 6.5.1.2.2 считают положительными, если значения относительной погрешности вторичного измерительного преобразователя расходомера в при каждом измерении не превышают пределов $\pm 0,4\%$. Метрологические характеристики расходомера при измерении объема жидкости принимают равными метрологическим характеристикам расходомера при измерении объемного расхода жидкости в потоке.

При положительном результате определения относительной погрешности вторичного измерительного преобразователя расходомера при измерении объемного расхода и объема жидкости в потоке по пункту 6.5.1.2.2 расходомер считают прошедшим поверку, при этом пределы допускаемой относительной погрешности при измерении объемного расхода и объема жидкости в потоке при использовании частотно-импульсного, токового и цифрового выходов принимают равным пределам, указанным в описании типа и паспорте расходомера.

7 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

7.1 Результаты поверки, измерений и вычислений заносят в протокол поверки расходомера произвольной формы.

7.2 При положительных результатах поверки оформление результатов поверки осуществляется в соответствии с порядком проведения поверки средств измерений, предусмотренным действующим законодательством Российской Федерации.

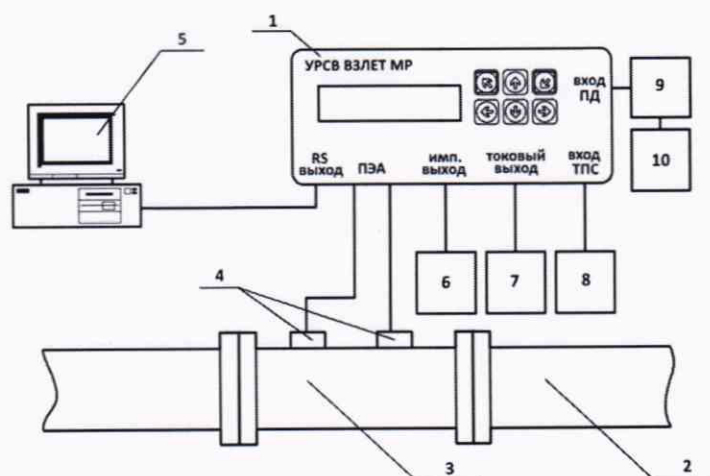
При положительных результатах поверки расходомера по заявлению владельца расходомера или лица, представившего расходомер на поверку, оформляют свидетельство о поверке, к которому прилагают протокол поверки. Наносят знак поверки на свидетельство о

поверке расходомера (при выдаче свидетельства о поверке расходомера) и (или) в паспорт расходомера, а также на свинцовые (пластмассовые) пломбы и специальную мастику, расположенные в соответствии с описанием типа.

7.3 При отрицательных результатах поверки расходомер к эксплуатации не допускают и оформляют результаты поверки в соответствии с порядком проведения поверки средств измерений, предусмотренным действующим законодательством Российской Федерации.

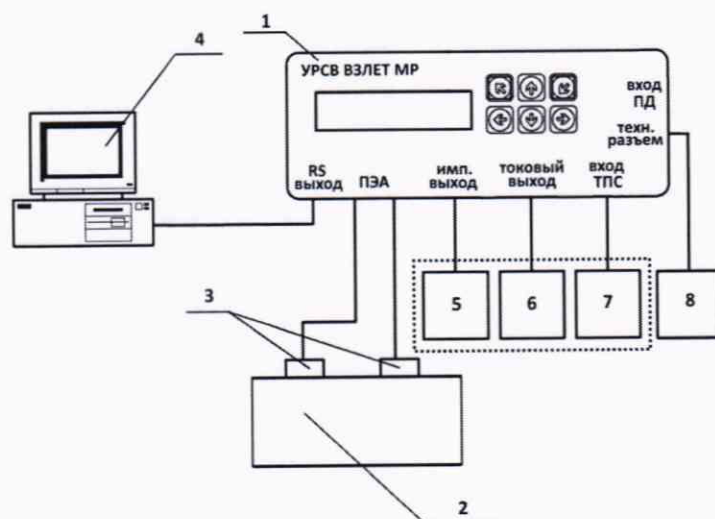
По заявлению владельца расходомера или лица, представившего расходомер на поверку, аккредитованное на поверку лицо выдает извещение о непригодности к применению средства измерений. Извещение о непригодности к применению расходомера оформляется в соответствии с порядком проведения поверки средств измерений, предусмотренным действующим законодательством Российской Федерации.

ПРИЛОЖЕНИЕ А.
(справочное)
Структурные схемы поверки расходомеров



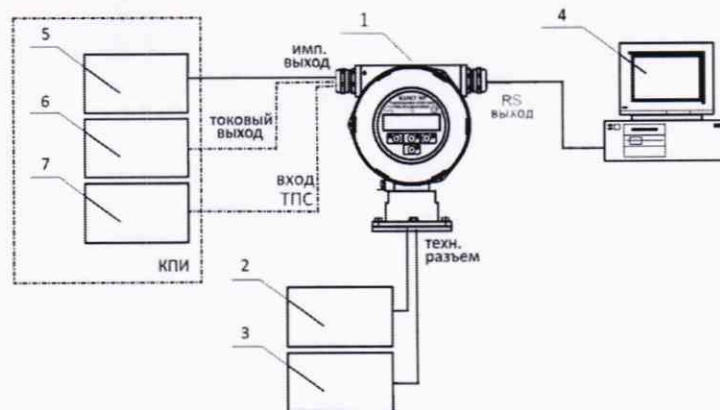
1 – вторичный измерительный преобразователь поверяемого расходомера; 2 – трубопровод эталона; 3 – измерительный участок; 4 – преобразователи электроакустические; 5 – персональный компьютер; 6 – эталон частоты; 7 – миллиамперметр; 8 – магазин сопротивлений; 9 – вольтметр универсальный; 10 – источник напряжения постоянного тока. Примечание: наличие информационных входов/выходов зависит от исполнения расходомера.

Рисунок А.1 – Структурная схема поверки расходомера методом непосредственного сличения на эталоне для исполнений УРСВ-1XX XXX, УРСВ-3Х2 XXX; УРСВ-4XX XXX; УРСВ-5XX XXX, УРСВ-6XX XXX.



1 – вторичный измерительный преобразователь поверяемого расходомера; 2 – стенд акустический СА-01; 3 – преобразователи электроакустические; 4 – персональный компьютер; 5 – модуль УСИ комплекса поверочного; 6 – модуль ИПТ комплекса поверочного; 7 – модуль ФСС комплекса поверочного; 8 – частотомер. Примечание: наличие информационных входов/выходов зависит от исполнения расходомера.

Рисунок А.2 – Структурная схема поверки расходомера имитационным методом для исполнений УРСВ-1XX XXX, УРСВ-5XX XXX, УРСВ-6XX XXX.



1 – вторичный измерительный преобразователь поверяемого расходомера; 2 – частотомер;
 3 – стенд акустический СА-01(СА-03); 4 – персональный компьютер; 5 – модуль УСИ
 комплекса поверочного; 6 – модуль ФПТ комплекса поверочного; 6 – модуль ФСС комплекса
 поверочного. Примечание: наличие информационных входов/выходов зависит от исполнения
 расходомера.

Рисунок А.5 – Структурная схема поверки расходомера имитационным методом с помощью
 комплекса поверочного «ВЗЛЕТ КПИ» (для исполнений УРСВ-2ХХ ХХХ; УРСВ-7ХХ ХХХ).