

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

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

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора филиала

ВНИИР – филиала

ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»

А.С. Тайбинский

М.П.

«27»

июль

2022 г.

Государственная система обеспечения единства измерений
УСТАНОВКА ПОВЕРОЧНАЯ РАСХОДОМЕРНАЯ КАРАТ-ПРУ
Методика поверки
МП 1433-1-2022

Начальник научно-
исследовательского отдела
Р.А. Корнеев
Тел. отдела: +7(843) 272-12-02

г. Казань
2022 г.

1 Общие положения

Настоящий документ распространяется на установку поверочную расходомерную КАРАТ-ПРУ (далее – установка).

Прослеживаемость установки к Государственному первичному специальному эталону единиц массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости ГЭТ 63-2019 обеспечивается в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости (часть 1), утвержденной приказом Росстандарта от 07.02.2018 № 256. В методике поверки реализованы методы передачи единиц величин сличением при помощи эталона сравнения, непосредственным сличением и методом косвенных измерений.

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

Таблица №1

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений (воспроизведения) массового (объемного) расхода жидкости, при применении весовых устройств, т/ч ($\text{м}^3/\text{ч}$)	от 0,01 до 200
Диапазон измерений (воспроизведения) объемного расхода жидкости, при применении расходомеров, $\text{м}^3/\text{ч}$	от 0,006 до 200
Пределы допускаемой относительной погрешности (доверительные границы суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единиц) объема и массы жидкости в потоке, объемного и массового расходов жидкости при применении весовых устройств, %	$\pm 0,08$
Пределы допускаемой относительной погрешности (доверительные границы суммарной погрешности) установки в диапазоне расхода от 0,006 до 0,012 $\text{м}^3/\text{ч}$ при измерении (воспроизведении единиц) объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости при применении расходомеров, %	$\pm 0,95$
Пределы допускаемой относительной погрешности (доверительные границы суммарной погрешности) установки в диапазоне расхода от 0,012 ¹⁾ до 200 $\text{м}^3/\text{ч}$ при измерении (воспроизведении единиц) объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости при применении расходомеров, %	$\pm 0,30$
¹⁾ – включительно	

2 Перечень операций поверки

При проведении поверки выполняют следующие операции, указанные в таблице 2.

Таблица № 2 – Операции поверки

Наименование операции	Номер раздела	Проведение операции при:	
		первичной поверки	периодической поверки
Внешний осмотр средства измерений	7	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	Да	Да
Проверка программного обеспечения средства измерений	9	Да	Да
Определение метрологических характеристик средства измерений	10	Да	Да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	11	Да	Да
Примечание: Первичную поверку установки проводят сличением при помощи эталона сравнения или при применении весовых устройств сличением при помощи эталона сравнения, а при применении расходомеров непосредственным сличением.			

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки соблюдаются следующие условия, если не оговорено особо:

Измеряемая среда – жидкость (вода питьевая) с параметрами:

- температура, °C от +15 до +35
- давление, МПа, не более 0,5

Окружающая среда – воздух с параметрами:

- температура, °C от +10 до +35
- относительная влажность, % от 30 до 80
- атмосферное давление, кПа от 87 до 107

Попадание воздуха в измерительные участки установки не допускается.

3.2 Средства измерений, предназначенные для измерений условий окружающей среды и измеряемой среды, на момент поверки установки должны иметь действующие сведения о положительных результатах поверки средств измерений, включенные в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 При проведении поверки специалисты должны соответствовать следующим требованиям:

- обладать навыками работы на установке и применяемых средствах поверки;
- знать требования данного документа;
- обладать навыками работы по данному документу.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

Метрологические и технические требования к средствам поверки приведены в таблице 3

Таблица 3 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
п. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений	Вторичный эталон (далее – эталон) согласно ГПС (часть 1), утвержденной приказом Росстандарта от 07.02.2018 № 256, диапазон измерений (воспроизведения) массового (объемного) расхода жидкости от 0,1 до 200 т/ч (м³/ч). Применяется для определения относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единиц) массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости при применении весовых устройств	Установки поверочные Эрмитаж, регистрационный номер 71416-18 (далее – эталон)

1	2	3
п. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений	Рабочий эталон 2-го разряда (далее – эталон) согласно ГПС (часть 1), утвержденной приказом Росстандарта от 07.02.2018 № 256, диапазон измерений (воспроизведения) массового (объемного) расхода жидкости от 0,01 до 200 м ³ /ч. Применяется для определения относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единиц) объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости при применении расходомеров	Установки поверочные Эрмитаж, регистрационный номер 71416-18 (далее – эталон)
п. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений	Средство измерений согласно ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 31.07.2018 № 1621, диапазон измерений от 1 Гц до 20 кГц	Калибратор многофункциональный модели MC5-R, регистрационный № 22237-08 (далее – калибратор)
п. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений	Рабочий эталон 4 разряда согласно ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 31.07.2018 № 1621, диапазон частот от 1 Гц до 10 кГц; Рабочий эталон 5 разряда согласно ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 31.07.2018 № 1621 диапазон интервалов времени от 30 до 600 с	Частотомер электронно-счетный ЧЗ-85/3, регистрационный № 32359-06 (далее – частотомер)
п. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений	Диапазон измерений от 0,9 до 1,1 г/см ³ , погрешность ±0,001 г/см ³	Измеритель плотности жидкости вибрационный ВИП-2МР, регистрационный № 27163-09 (далее – плотномер)

Примечания:

1 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью;

2 Допускается проводить поверку установки, используемой для измерений (воспроизведения) меньшего числа единиц величин (масса жидкости в потоке и/или объем жидкости в потоке и/или объемный расход жидкости и/или массовый расход жидкости) и/или с меньшим диапазоном измерений (воспроизведения) единиц величин (массы и/или объема жидкости в потоке, массового и/или объемного расходов жидкости) и/или проведения поверки отдельных автономных блоков (установка на базе: весовых устройств и/или расходомеров) на основании письменного заявления владельца установки, оформленного в произвольной форме, с соответствующим занесением информации в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки соблюдают следующие требования (условия):

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

6.2 К средствам поверки и установке обеспечивают свободный доступ.

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

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

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1.1 При внешнем осмотре устанавливают соответствие установки следующим требованиям:

- комплектность и маркировка установки должны соответствовать эксплуатационным документам;
- на установке не должно быть внешних механических повреждений и дефектов, препятствующих ее применению;
- на установке должна быть возможность нанесения знака поверки в целях защиты от несанкционированного вмешательства.

7.1.2 Результат внешнего осмотра считают положительным, если комплектность и маркировка установки соответствует эксплуатационным документам, на установке отсутствуют внешние механические повреждения и дефекты, препятствующие ее применению, на установке присутствует возможность нанесения знака поверки в целях защиты от несанкционированного вмешательства или отрицательным, если комплектность и маркировка установки не соответствует эксплуатационным документам, на установке присутствуют внешние механические повреждения и/или дефекты, препятствующие ее применению и/или на установке отсутствует возможность нанесения знака поверки в целях защиты от несанкционированного вмешательства. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций поверки прекращают.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Подготовка к поверке

При подготовке к поверке выполняют следующие работы:

- проверка выполнения условий разделов 3, 4, 5 и 6 настоящего документа;
- подготовка к работе установки и средств поверки согласно их эксплуатационным документам;
- проверка герметичности соединений и узлов гидравлической системы рабочим давлением.

8.2 Опробование

При опробовании проверяют работоспособность установки путем увеличения или уменьшения расхода измеряемой среды в пределах рабочего диапазона измерений.

При подаче расхода измеряемой среды на эталоне в пределах диапазона измерений установки визуально фиксируют изменения показаний установки.

Результат опробования установки считают положительным, если при увеличении или уменьшении расхода измеряемой среды соответствующим образом меняются показания на мониторе персонального компьютера установки или отрицательным, если при увеличении или уменьшении расхода измеряемой среды соответствующим образом не меняются показания на мониторе персонального компьютера установки. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций поверки прекращают.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

При проведении поверки выполняют операцию подтверждения соответствия программного обеспечения (далее – ПО) заявленным идентификационным данным с использованием персонального компьютера и ПО установки.

Подготовка к проведению подтверждения соответствия:

– запустить ПО установки.

Определение идентификационных данных ПО:

– в рабочем окне программы выбрать вкладку «Настройка»;

– в открывшейся вкладке нажать кнопку «Показать идентификационные данные».

В открывшемся окне отобразятся идентификационные данные ПО.

Результат подтверждения соответствия ПО считается положительным, если полученные идентификационные данные ПО установки поверочной: наименование ПО, номер версии (идентификационный номер ПО), цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода) соответствуют идентификационным данным, указанным в разделе «Программное обеспечение» описания типа на установку поверочную расходомерную КАРАТ-ПРУ или отрицательным, если полученные идентификационные данные ПО установки поверочной: наименование ПО, номер версии (идентификационный номер ПО) и/или цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода) не соответствуют идентификационным данным, указанным в разделе «Программное обеспечение» описания типа на установку поверочную расходомерную КАРАТ-ПРУ. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций поверки прекращают.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Определение диапазона расхода, воспроизводимого установкой

Диапазон расхода жидкости, воспроизводимый установкой, определяется нижним и верхним значениями расхода на измерительных линиях:

– верхний предел определяется наибольшим значением расхода, зафиксированным средством измерений, входящим в состав установки;

– нижний предел определяется наименьшим значением расхода, зафиксированным средством, входящим в состав установки.

Для этого согласно руководству по эксплуатации устанавливают поочередно наименьший и наибольший расходы жидкости, и не менее 30 секунд регистрируют значение расхода по показаниям установки.

10.2 Определение погрешности измерительного канала интервалов времени измерений

Данный пункт выполняется при определении относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единиц) массового и/или объемного расходов жидкости методом косвенных измерений.

Определение погрешности измерительного канала интервалов времени измерений осуществляют при помощи частотомера.

Собирают схему, указанную в руководстве по эксплуатации на установке (Приложение В).

При определении погрешности измерительного канала интервалов времени измерений частотомер включают в режим измерений временных интервалов и синхронизируют его работу с сигналами «старт» и «стоп» установки, которые формируют интервал времени измерений.

Измерения проводятся при работе установки в режиме поверки средств измерений (допускается проводить измерения без наличия расхода жидкости). При измерении задаются временные интервалы, равные 30, 100 и 600 с.

Фиксируют показания частотомера и установки. Количество измерений должно быть не менее пяти.

10.3 Определение погрешности измерительного канала частотно-импульсных сигналов

Определение относительной погрешности измерительного канала частотно-импульсных сигналов осуществляется при помощи калибратора и частотомера.

Собирают схему, указанную в руководстве по эксплуатации на установку (Приложение В).

На калибраторе последовательно устанавливают значения частоты выходного сигнала равные 100, 5000 и 10000 Гц для высокочастотного измерительного канала и 10, 20 и 40 Гц для низкочастотного измерительного канала. Измерения проводятся при работе установки в режиме поверки средства измерений (допускается проводить измерения без наличия расхода измеряемой среды). С помощью калибратора задают пачку импульсов, количество импульсов должно быть не менее 10000 импульсов для высокочастотного измерительного канала и не менее 1000 импульсов для низкочастотного измерительного канала, время измерений не менее 30 с.

После команды «начать измерение» автоматизированная система измерений, управления и контроля (далее – АСИУК) отрабатывает команду «старт», которая разрешает подсчет импульсов выбранным измерительным каналом частотно-импульсных сигналов и одновременно разрешает прохождение импульсов с калибратора на выбранный измерительный канал частотно-импульсных сигналов и частотомер. После истечения необходимого интервала времени АСИУК отрабатывает команду «стоп», которая прекращает подсчет импульсов выбранным измерительным каналом частотно-импульсных сигналов и одновременно запрещает прохождение импульсов с калибратора на выбранный измерительный канал частотно-импульсных сигналов и частотомер.

Набранное количество импульсов проливной установкой, сравнивают с количеством импульсов по показаниям частотомера. Измерения повторяют не менее 5 раз на каждой частоте следования импульсов.

Операцию повторяют для каждого измерительного канала частотно-импульсных сигналов установки.

10.4 Определение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единиц) массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости сличением при помощи эталона сравнения и/или непосредственным сличением и/или методом косвенных измерений

Относительную погрешность (доверительные границы суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единиц) массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости при применении весовых устройств определяют по п. 10.4.1 (сличение при помощи эталона сравнения) или по п. 10.4.3 (метод косвенных измерений).

Относительную погрешность (доверительные границы суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единиц) объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости при применении расходомеров определяют по п. 10.4.2 (непосредственное сличение).

10.4.1 Определение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единиц) массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости сличением при помощи эталона сравнения

Для каждого весового устройства, входящего в состав установки в зависимости от его диапазона расходов, выбирают следующие точки расхода: $Q_{\text{наим}}$, $(Q_{\text{наим}} + Q_{\text{наиб}})/2$, $Q_{\text{наиб}}$ (допускается в силу особенностей установки смещать точки расхода $\pm 10\%$). В случае если наименьший расход меньше 0,1 т/ч ($\text{м}^3/\text{ч}$), то точку $Q_{\text{наим}}$ выбирают равной 0,1 т/ч ($\text{м}^3/\text{ч}$).

После транспортировки эталона сравнения (далее – ЭС) к месту расположения установки, устанавливают поочередно расходомеры эталона сравнения (далее – РЭС) в измерительный стол поверяемой установки. Проводят электрические соединения, запускают программное обеспечение согласно эксплуатационному документу на блок измерительный эталона сравнения.

После монтажа РЭС, перед началом измерений, необходимо провести процедуру установки нуля «Zero» РЭС согласно эксплуатационному документу (в случае применения массовых расходомеров в качестве РЭС).

Исходя из выбранных точек расхода, поочередно устанавливают расходы с допуском $\pm 5\%$ от номинального значения.

При поверке по массе и объему жидкости в потоке, массовому и объемному расходу на каждой точке расхода соответствующего РЭС проводят не менее семи измерений.

10.4.2 Определение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единиц) объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости непосредственным сличением

Для каждого расходомера, входящего в состав установки, в зависимости от его диапазона расходов, выбираются следующие точки расхода: $Q_{\text{наим}}$, $(Q_{\text{наим}} + Q_{\text{наиб}})/2$, $Q_{\text{наиб}}$ (допускается в силу особенностей установки смещать точки расхода $\pm 10\%$). В случае если наименьший расход меньше $0,01 \text{ м}^3/\text{ч}$, то точку $Q_{\text{наим}}$ выбирают равной $0,01 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Количество измерений в каждой точке расхода должно быть не менее 5. Расход устанавливается с допуском $\pm 10\%$.

Допускается для проведения поверки установки при применении расходомеров применять весовые устройства, входящие в состав установки, при условии, что установка при применении весовых устройств предварительно прошла п. 10.4.1 и п. 11.4.1 или п. 10.4.3 и 11.5.1 с положительным результатом (с необходимой для проведения поверки относительной погрешностью (доверительной границей суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении) необходимой единицы величины при применении весовых устройств).

10.4.3 Определение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единиц) массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости методом косвенных измерений

10.4.3.1 Определение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единиц) массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости при применении весовых устройств

Данный пункт выполняется при наличии на весовые устройства, входящие в состав установки, сведений о действующих положительных результатах поверки, включенных в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений, со сроком окончания не менее 10 месяцев.

Определяют относительную погрешность каждого весового устройства, входящего в состав установки (абсолютную погрешность весового устройства при измерении массы (берут из паспорта) переводят в относительную погрешность).

Определение погрешности измерительного канала массы жидкости, обусловленной работой переключателя потока

В зависимости от диапазона расхода жидкости для каждого переключателя потока, входящего в состав установки, выбирают следующие точки расхода:

наименьший ($Q_{\text{Мнаим}}$), т/ч, наибольший ($Q_{\text{Мнаиб}}$), т/ч и 0,5 от суммы наибольшего и наименьшего расходов ($0,5 \cdot (Q_{\text{Мнаиб}} + Q_{\text{Мнаим}})$), т/ч.

Допускается смещать точки расхода и количества на значение $\pm 5\%$ от выбранной точки.

Для каждой точки расхода выбирают не менее 5 (пяти) значений интервала времени измерений, в течение которого жидкость поступает в весовое устройство:

наибольшее (τ_1 , с), наименьшее (τ_5 , с), средние арифметические значения ($\tau_2 = 0,5 \cdot (\tau_1 + \tau_3)$, с), ($\tau_3 = 0,5 \cdot (\tau_1 + \tau_5)$, с) и ($\tau_4 = 0,5 \cdot (\tau_3 + \tau_5)$, с).

Для каждой точки интервала времени измерений проводят не менее 11 (одиннадцати) измерений.

Для каждой точки расхода визуально убеждаются в отсутствии разбрызгивания и перетекания переключателя потока.

При каждом измерении записывают значения массы жидкости в потоке, массового расхода жидкости и интервала времени измерений, рассчитывают их средние арифметические значения.

Определение погрешности измерительного канала плотности жидкости и воздуха.

С помощью плотномера измеряется плотность жидкости установки при 20 °С и атмосферном давлении, лабораторным способом рассчитывают значение приращения плотности жидкости на 0,1 °С и значение приращения плотности жидкости на 0,1 МПа (избыточное давление), данные значения заносят в АСИУК установки.

Проверяют выполнение условий: пределы допускаемой абсолютной погрешности средств измерений температуры и влажности окружающей среды, и атмосферного давления, при измерении: температуры окружающей среды Δ_T не более $\pm 0,4$ °С; влажности окружающей среды Δ_h не более ± 3 %, атмосферного давления Δ_{Pa} не более ± 5 гПа. При выполнении условий погрешность определения плотности воздуха приравнивают 0,0046 %.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Определение диапазона расхода, воспроизводимого установкой

Результат считается положительным, если показания средств измерений стабильны (не превышают $\pm 5\%$ от номинального значения) в каждой точке расхода, а их значения соответствуют нормированным данным диапазонов измерений или отрицательным, если показания средств измерений не стабильны (превышают $\pm 5\%$ от номинального значения) в каждой точке расхода, а их значения не соответствуют нормированным данным диапазонов измерений. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций по поверке прекращают.

11.2 Определение погрешности измерительного канала интервалов времени измерений

Данный пункт выполняется при определении относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единиц) массового и объемного расходов жидкости методом косвенных измерений.

Определение погрешности измерительного канала интервалов времени измерений $\delta_{\text{вк}ji}$ %, вычисляют по формуле

$$\delta_{\text{вк}ji} = \frac{t_{ji} - t_{\text{ЭТ}ji}}{t_{\text{ЭТ}ji}} \cdot 100 \quad (1)$$

где t – время по показаниям установки, с;
 $t_{\text{ЭТ}}$ – время по показаниям частотомера, с;
 i – индекс измерения;
 j – индекс точки.

Фиксируют наибольшее значение $\delta_{\text{вк}}$ из серии измерений.

11.3 Определение погрешности измерительного канала частотно-импульсных сигналов

Погрешность измерительного канала частотно-импульсных сигналов $\delta_{\text{чк}ji}$ %, вычисляют по формуле

$$\delta_{\text{чк}ji} = \left(\frac{N_{ji} - N_{\text{ЭТ}ji}}{N_{\text{ЭТ}ji}} \right) \cdot 100 \quad (2)$$

где N – количество импульсов по показаниям установки;
 $N_{\text{ЭТ}}$ – количество импульсов по показаниям частотомера;
 i – индекс измерения;
 j – индекс точки.

Фиксируют наибольшее значение $\delta_{\text{чк}}$ из серии измерений

11.4 Определение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единиц) массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости сличением при помощи эталона сравнения или непосредственным сличением

11.4.1 Определение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единицы) объема жидкости в потоке

Данный пункт выполняется при определении относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при применении весовых устройств и расходомеров при измерении (воспроизведении единицы) объема жидкости в потоке.

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

$$\delta(V)_{ji} = \left(\frac{V_{ji} - V_{\text{ЭТ(ЭС)}ji}}{V_{\text{ЭТ(ЭС)}ji}} \right) \cdot 100, \quad (3)$$

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

$V_{\text{ЭТ(ЭС)}}$ – объем жидкости в потоке по показаниям эталона (ЭС), дм^3 ;

i – индекс измерения;

j – индекс точки расхода.

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

$$\overline{\delta(V)}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \delta(V)_{ji}, \quad (4)$$

где n – количество измерений.

Среднее квадратическое отклонение среднего арифметического (СКО) установки при передаче единицы объема жидкости в потоке в j -ой точке расхода $S(V)_j$, %, вычисляют по формуле

$$S(V)_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\delta(V)_{ji} - \overline{\delta(V)}_j)^2}{n \cdot (n-1)}}, \quad (5)$$

Среднее арифметическое значение объема жидкости в потоке в j -ой точке расхода $\overline{V}_j$, дм^3 , вычисляют по формуле

$$\overline{V}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V_{ji}, \quad (6)$$

СКО установки при измерении объема жидкости в потоке $S(V)_{\text{уи}j}$, %, в точках расхода вычисляют по формуле

$$S(V)_{\text{уи}j} = \frac{1}{\overline{V}_j} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (V_{ji} - \overline{V}_j)^2}{n(n-1)}} \cdot 100 \quad (7)$$

СКО установки при воспроизведении единицы объема жидкости в потоке $S(V)$, %, вычисляют по формуле

$$S(V) = \sqrt{S(V)_{\text{эт}}^2 + S(V)_{\text{эс}}^2 + S(V)_{j \max}^2 + S(V)_{\text{уи}j \max}^2}, \quad (8)$$

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

$S(V)_{\text{эс}}$ – СКО ЭС при воспроизведении единицы объема жидкости потока, % (берут из паспорта на эталон или из свидетельства о поверке (протокола поверки)
 $\max$ – индекс наибольшего из значений.

Примечания:

1. Если у эталона не нормировано СКО при воспроизведении единицы объема жидкости в потоке $S(V)_{\text{эт}}$, то СКО установки при воспроизведении единицы объема жидкости в потоке $S(V)$ определяют без него.

2. При непосредственном сличении СКО ЭС при воспроизведении единицы объема жидкости потока $S(V)_{\text{эс}}$ отсутствует;

3. Значение $S(V)_{\text{эс}}$ не должно превышать 1/10 расширенной неопределенности измерений установки при воспроизведении единицы объема жидкости в потоке, указанной в Государственной поверочной схеме для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости, утвержденная приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 7 февраля 2018 г. № 256.

Неисключенную систематическую погрешность (далее – НСП) установки при воспроизведении единицы объема жидкости в потоке $\Theta(V)$, %, вычисляют по формуле

$$\Theta(V) = \pm 1,1 \sqrt{\left(\frac{\Theta(V)_{\text{эт}}}{1,1}\right)^2 + \Theta(V)_{\text{эс}}^2 + \overline{\delta(V)_{j \max}^2} + \delta_{\text{чк}}^2}, \quad (9)$$

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

$\Theta(V)_{\text{эс}}$ – НСП ЭС при воспроизведении единицы объема жидкости в потоке, %, (берут из паспорта на эталон);

$\delta_{\text{чк}}$ – наибольшая погрешность, %, измерительного канала частотно-импульсных сигналов, полученная по п.11.3.

Примечания:

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

2. При непосредственном сличении НСП ЭС при воспроизведении единицы объема жидкости в потоке $\Theta(V)_{\text{ЭС}}$ отсутствует.

СКО НСП установки при воспроизведении единицы объема жидкости в потоке $S_{\Theta}(V)$, %, вычисляют по формуле

$$S_{\Theta}(V) = \frac{\Theta(V)}{1,1\sqrt{3}}, \quad (10)$$

Суммарное СКО установки при воспроизведении единицы объема жидкости в потоке $S_{\Sigma}(V)$, %, вычисляют по формуле

$$S_{\Sigma}(V) = \sqrt{S(V)^2 + S_{\Theta}(V)^2}, \quad (11)$$

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

$$K_{\Sigma}(V) = \frac{t_{0,95} \cdot S(V) + \Theta(V)}{S(V) + S_{\Theta}(V)}, \quad (12)$$

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

Относительную погрешность (доверительные границы суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единицы) объема жидкости в потоке $\delta_{\Sigma}(V)$, %, вычисляют по формуле

$$\delta_{\Sigma}(V) = \pm K_{\Sigma}(V) \cdot S_{\Sigma}(V), \quad (13)$$

Результат считают положительным, если значения относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единицы) объема жидкости в потоке при применении весовых устройств и при применении расходомеров не превышают значений указанных в таблице 1 или отрицательным, если значения относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единицы) объема жидкости в потоке при применении весовых устройств и при применении расходомеров превышают значения указанные в таблице 1. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций по поверке прекращают.

11.4.2 Определение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единицы) объемного расхода жидкости.

Данный пункт выполняется при определении относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при применении весовых устройств и расходомеров при измерении (воспроизведении единицы) объемного расхода жидкости.

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

$$\delta(Q_V)_{ji} = \left(\frac{Q_{Vji} - Q_{V_{\text{ЭТ(ЭС)}}ji}}{Q_{V_{\text{ЭТ(ЭС)}}ji}} \right) \cdot 100, \quad (14)$$

где Q_V – объемный расход жидкости по показаниям установки, м³/ч;

$Q_{V_{\text{ЭТ(ЭС)}}}$ – объемный расход жидкости по показаниям эталона (ЭС), м³/ч;

i – индекс измерения;

j – индекс точки расхода.

Среднее арифметическое отклонение показаний установки от показаний эталона при передаче единицы объемного расхода жидкости в j -ой точке расхода, %, определяют по формуле

$$\overline{\delta(Q_V)_j} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \delta(Q_V)_{ji}, \quad (15)$$

Среднее квадратическое отклонение среднего арифметического (СКО) установки при передаче единицы объемного расхода жидкости в j -ой точке расхода $S(Q_V)_j$, %, вычисляют по формуле

$$S(Q_V)_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\delta(Q_V)_{ji} - \overline{\delta(Q_V)_j})^2}{n \cdot (n-1)}}, \quad (16)$$

Среднее арифметическое значение объемного расхода жидкости в j -ой точке расхода $\overline{Q_{Vj}}$, м³/ч, вычисляют по формуле

$$\overline{Q_{Vj}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Q_{Vji}, \quad (17)$$

СКО установки при измерении объемного расхода жидкости $S(Q_V)_{\text{уи}j}$, %, в точках расхода вычисляют по формуле

$$S(Q_V)_{\text{уи}j} = \frac{1}{\overline{Q_{Vj}}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Q_{Vji} - \overline{Q_{Vj}})^2}{n(n-1)}} \cdot 100 \quad (18)$$

СКО установки при воспроизведении единицы объемного расхода жидкости $S(Q_V)$, %, вычисляют по формуле

$$S(Q_V) = \sqrt{S(Q_V)_{\text{ЭТ}}^2 + S(Q_V)_{\text{ЭС}}^2 + S(Q_V)_{j \max}^2 + S(Q_V)_{\text{УИ } j \max}^2}, \quad (19)$$

где $S(Q_V)_{\text{ЭТ}}$ – СКО эталона при воспроизведении единицы объемного расхода жидкости, % (берут из паспорта на эталон или из свидетельства о поверке (протокола поверки);

$S(Q_V)_{\text{ЭС}}$ – СКО ЭС при воспроизведении единицы объемного расхода жидкости, % (берут из паспорта на эталон или из свидетельства о поверке (протокола поверки);
 $\max$ – индекс наибольшего из значений.

Примечания:

1. Если у эталона не нормировано СКО при воспроизведении единицы объемного расхода жидкости $S(Q_V)_{\text{ЭТ}}$, то СКО установки при воспроизведении единицы объемного расхода жидкости $S(Q_V)$ определяют без него.

2. При непосредственном сличении СКО ЭС при воспроизведении единицы объемного расхода жидкости $S(Q_V)_{\text{ЭС}}$ отсутствует;

3. Значение $S(Q_V)_{\text{ЭС}}$ не должно превышать 1/10 расширенной неопределенности измерений установки при воспроизведении единицы объемного расхода жидкости, указанной в Государственной поверочной схеме для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости, утвержденная приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 7 февраля 2018 г. № 256.

НСП установки при передаче единицы объемного расхода жидкости в j -ой точке, $\Theta(Q_V)$, %, вычисляют по формуле

$$\Theta(Q_V) = \pm 1,1 \sqrt{\left(\frac{\Theta(Q_V)_{\text{ЭТ}}}{1,1}\right)^2 + \Theta(Q_V)_{\text{ЭС}}^2 + \overline{\delta(Q_V)_{j \max}^2} + \delta_{\text{ЧК}}^2}, \quad (20)$$

где $\Theta(Q_V)_{\text{ЭТ}}$ – НСП эталона при воспроизведении единицы объемного расхода жидкости, %, (берут из паспорта на эталон);

$\Theta(Q_V)_{\text{ЭС}}$ – НСП ЭС при воспроизведении единицы объемного расхода жидкости, %, (берут из паспорта на эталон);

$\delta_{\text{ЧК}}$ – наибольшая погрешность, %, измерительного канала частотно-импульсных сигналов, полученного по п.11.3.

Примечания:

1. Допускается вместо НСП эталона при воспроизведении единицы объемного расхода жидкости $\Theta(Q_V)_{\text{ЭТ}}$, брать относительную погрешность (доверительные границы суммарной погрешности) эталона при измерении объемного расхода жидкости $\delta(Q_V)_{\text{ЭТ}}$.

2. При непосредственном сличении НСП ЭС при воспроизведении единицы объемного расхода жидкости $\Theta(Q_V)_{\text{ЭС}}$ отсутствует.

СКО НСП установки при воспроизведении единицы объемного расхода жидкости $S_{\Theta}(Q_V)$, %, вычисляют по формуле

$$S_{\Theta}(Q_V) = \frac{\Theta(Q_V)}{1,1\sqrt{3}}, \quad (21)$$

Суммарное СКО установки при воспроизведении единицы объемного расхода жидкости $S_{\Sigma}(Q_V)$, %, вычисляют по формуле

$$S_{\Sigma}(Q_V) = \sqrt{S(Q_V)^2 + S_{\Theta}(Q_V)^2}, \quad (22)$$

Коэффициент, определяемый доверительной вероятностью P ($P=0,95$) и отношением случайных погрешностей и $K_{\Sigma}(Q_V)$ НСП, вычисляют по формуле

$$K_{\Sigma}(Q_V) = \frac{t_{0,95} \cdot S(Q_V) + \Theta(Q_V)}{S(Q_V) + S_{\Theta}(Q_V)}, \quad (23)$$

Относительную погрешность (доверительные границы суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единицы) объемного расхода жидкости $\delta_{\Sigma}(Q_V)$, %, вычисляют по формуле

$$\delta_{\Sigma}(Q_V) = \pm K_{\Sigma}(Q_V) \cdot S_{\Sigma}(Q_V), \quad (24)$$

Результат считают положительным, если значения относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единицы) объемного расхода жидкости при применении весовых устройств и при применении расходомеров не превышают значений указанных в таблице 1 или отрицательным, если значения относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единицы) объемного расхода жидкости при применении весовых устройств и при применении расходомеров превышают значения указанные в таблице 1. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций по поверке прекращают.

11.4.3 Определение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единицы) массы жидкости в потоке

Данный пункт выполняется при определении относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единицы) массы жидкости в потоке при применении весовых устройств.

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

$$\delta(M)_{ji} = \left(\frac{M_{ji} - M_{\text{ЭС}ji}}{M_{\text{ЭС}ji}} \right) \cdot 100, \quad (25)$$

где M – масса жидкости в потоке по показаниям установки, кг;
 $M_{\text{ЭС}}$ – масса жидкости в потоке по показаниям эталона (ЭС), кг;
 i – индекс измерения;
 j – индекс точки расхода.

Среднее арифметическое отклонение показаний установки от показаний эталона при передаче единицы массы жидкости в потоке в j -ой точке расхода $\overline{\delta(M)}_j$, %, вычисляют по формуле

$$\overline{\delta(M)}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \delta(M)_{ji}, \quad (26)$$

где n – количество измерений.

Среднее квадратическое отклонение среднего арифметического (СКО) установки при передаче единицы массы жидкости в потоке в j -ой точке расхода $S(M)_j$, %, вычисляют по формуле

$$S(M)_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\delta(M)_{ji} - \overline{\delta(M)}_j)^2}{n \cdot (n-1)}}, \quad (27)$$

Среднее арифметическое значение массы жидкости в потоке в j -ой точке расхода $\overline{M}_j$, кг, вычисляют по формуле

$$\overline{M}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n M_{ji}, \quad (28)$$

СКО установки при измерении массы жидкости в потоке установки $S(M)_{\text{уи}j}$, %, в точках расхода вычисляют по формуле

$$S(M)_{\text{уи}j} = \frac{1}{\overline{M}_j} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (M_{ji} - \overline{M}_j)^2}{n(n-1)}} \cdot 100 \quad (29)$$

СКО установки при воспроизведении единицы массы жидкости в потоке $S(M)$, %, вычисляют по формуле

$$S(M) = \sqrt{S(M)_{\text{эт}}^2 + S(M)_{\text{эс}}^2 + S(M)_{j \max}^2 + S(M)_{\text{уи}j \max}^2}, \quad (30)$$

где $S(M)_{\text{эт}}$ – СКО эталона при воспроизведении единицы массы жидкости в потоке, % (берут из паспорта на эталон);

$S(M)_{\text{эс}}$ – СКО ЭС при воспроизведении единицы массы жидкости в потоке, % (берут из паспорта на эталон);

$\max$ – индекс наибольшего из значений.

Примечания:

1. Если у эталона не нормировано СКО при воспроизведении единицы массы жидкости в потоке $S(M)_{\text{ЭТ}}$, то СКО установки при воспроизведении единицы массы жидкости в потоке $S(M)$ определяют без него.

2. При непосредственном сличении СКО ЭС при воспроизведении единицы массы жидкости в потоке $S(M)_{\text{ЭС}}$ отсутствует;

3. Значение $S(M)_{\text{ЭС}}$ не должно превышать 1/10 расширенной неопределенности измерений установки при воспроизведении единицы массы жидкости в потоке, указанной в Государственной поверочной схеме для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости, утвержденная приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 7 февраля 2018 г. № 256.

НСП установки при воспроизведении единицы массы жидкости в потоке $\Theta(M)$, %, вычисляют по формуле

$$\Theta(M) = \pm 1,1 \sqrt{\left(\frac{\Theta(M)_{\text{ЭТ}}}{1,1}\right)^2 + \Theta(M)_{\text{ЭС}}^2 + \overline{\delta(M)}_{j \max}^2 + \delta_{\text{ЧК}}^2}, \quad (31)$$

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

$\Theta(M)_{\text{ЭС}}$ – НСП ЭС при воспроизведении единицы массы жидкости в потоке, %, (берут из паспорта на эталон);

$\delta_{\text{ЧК}}$ – наибольшая погрешность, %, измерительного канала частотно-импульсных сигналов, полученная по п.11.3.

Примечания:

1. Допускается вместо НСП эталона при воспроизведении единицы массы жидкости в потоке $\Theta(M)_{\text{ЭТ}}$, брать относительную погрешность (доверительные границы суммарной погрешности) эталона при измерении массы жидкости в потоке $\delta(M)_{\text{ЭТ}}$.

2. При непосредственном сличении НСП ЭС при воспроизведении единицы массы жидкости в потоке $\Theta(M)_{\text{ЭС}}$ отсутствует.

СКО НСП установки при воспроизведении единицы массы жидкости в потоке $S_{\Theta}(M)$, %, вычисляют по формуле

$$S_{\Theta}(M) = \frac{\Theta(M)}{1,1\sqrt{3}}, \quad (32)$$

Суммарное СКО установки при воспроизведении единицы массы жидкости в потоке $S_{\Sigma}(M)$, %, вычисляют по формуле

$$S_{\Sigma}(M) = \sqrt{S(M)^2 + S_{\Theta}(M)^2}, \quad (33)$$

Коэффициент, определяемый доверительной вероятностью P ($P=0,95$) и отношением случайных погрешностей и НСП, $K_{\Sigma}(M)$, вычисляют по формуле

$$K_{\Sigma}(M) = \frac{t_{0,95} \cdot S(M) + \Theta(M)}{S(M) + S_{\Theta}(M)}, \quad (34)$$

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

Относительную погрешность (доверительные границы суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единицы) массы жидкости в потоке $\delta_{\Sigma}(M)$, %, вычисляют по формуле

$$\delta_{\Sigma}(M) = \pm K_{\Sigma}(M) \cdot S_{\Sigma}(M), \quad (35)$$

Результат считают положительным, если значения относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единицы) массы жидкости в потоке при применении весовых устройств не превышают значений указанных в таблице 1 или отрицательным, если значения относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единицы) массы жидкости в потоке при применении весовых устройств превышают значения указанные в таблице 1. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций по поверке прекращают.

11.4.4 Определение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единицы) массового расхода жидкости.

Данный пункт выполняется при определении относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единицы) массового расхода жидкости при применении весовых устройств.

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

$$\delta(Q_M)_{ji} = \left(\frac{Q_{M_{ji}} - Q_{M_{\text{ЭС}ji}}}{Q_{M_{\text{ЭС}ji}}} \right) \cdot 100, \quad (36)$$

где Q_M – массовый расход жидкости по показаниям эталона, т/ч;

$Q_{M_{\text{ЭС}}}$ – массовый расход жидкости по показаниям эталона (ЭС), т/ч.

i – индекс измерения;

j – индекс точки расхода.

Среднее арифметическое отклонение показаний установки от показаний эталона при передаче единицы массового расхода жидкости в j -ой точке расхода, %, определяют по формуле

$$\overline{\delta(Q_M)_j} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \delta(Q_M)_{ji}, \quad (37)$$

Среднее квадратическое отклонение среднего арифметического (СКО) установки при передаче единицы массового расхода жидкости в j -ой точке расхода $S(Q_M)_j$, %, вычисляют по формуле

$$S(Q_M)_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\delta(Q_M)_{ji} - \overline{\delta(Q_M)_j})^2}{n \cdot (n-1)}}, \quad (38)$$

Среднее арифметическое значение массового расхода жидкости в j -ой точке расхода $\overline{Q_{Mj}}$, т/ч, вычисляют по формуле

$$\overline{Q_{Mj}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Q_{Mji}, \quad (39)$$

СКО установки при измерении массового расхода жидкости $S(Q_M)_{уиj}$, %, в точках расхода вычисляют по формуле

$$S(Q_M)_{уиj} = \frac{1}{\overline{Q_{Mj}}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Q_{Mji} - \overline{Q_{Mj}})^2}{n(n-1)}} \cdot 100 \quad (40)$$

СКО установки при воспроизведении единицы массового расхода жидкости $S(Q_M)$, %, вычисляют по формуле

$$S(Q_M) = \sqrt{S(Q_M)_{ЭТ}^2 + S(Q_M)_{ЭС}^2 + S(Q_M)_{j \max}^2 + S(Q_M)_{уиj \max}^2}, \quad (41)$$

где $S(Q_M)_{ЭТ}$ – СКО эталона при воспроизведении единицы массового расхода жидкости, % (берут из паспорта на эталон или из свидетельства о поверке (протокола поверки));

$S(Q_M)_{ЭС}$ – СКО ЭС при воспроизведении единицы массового расхода жидкости, % (берут из паспорта на эталон или из свидетельства о поверке (протокола поверки));

max – индекс наибольшего из значений.

Примечания:

1. Если у эталона не нормировано СКО при воспроизведении единицы массового расхода жидкости $S(Q_M)_{ЭТ}$, то СКО установки при воспроизведении единицы массового расхода жидкости $S(Q_M)$ определяют без него.

2. При непосредственном сличении СКО ЭС при воспроизведении единицы массового расхода жидкости $S(Q_M)_{ЭС}$ отсутствует;

3. Значение $S(Q_M)_{\text{ЭС}}$ не должно превышать 1/10 расширенной неопределенности измерений установки при воспроизведении единицы массового расхода жидкости, указанной в Государственной поверочной схеме для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости, утвержденная приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 7 февраля 2018 г. № 256.

НСП установки при передаче единицы массового расхода жидкости в j -ой точке, $\Theta(Q_M)$, %, вычисляют по формуле

$$\Theta(Q_M) = \pm 1,1 \sqrt{\left(\frac{\Theta(Q_M)_{\text{ЭТ}}}{1,1}\right)^2 + \Theta(Q_M)_{\text{ЭС}}^2 + \overline{\delta(Q_M)_{j\text{max}}}^2 + \delta_{\text{ЧК}}^2}, \quad (42)$$

где $\Theta(Q_M)_{\text{ЭТ}}$ – НСП эталона при воспроизведении единицы массового расхода жидкости, %, (берут из паспорта на эталон);

$\Theta(Q_M)_{\text{ЭС}}$ – НСП ЭС при воспроизведении единицы массового расхода жидкости, %, (берут из паспорта на эталон);

$\delta_{\text{ЧК}}$ – наибольшая погрешность, %, измерительного канала частотно-импульсных сигналов, полученных по п.11.3.

Примечания:

1. Допускается вместо НСП эталона при воспроизведении единицы массового расхода жидкости $\Theta(Q_M)_{\text{ЭТ}}$, брать относительную погрешность (доверительные границы суммарной погрешности) эталона при измерении массового расхода жидкости $\delta(Q_M)_{\text{ЭТ}}$.

2. При непосредственном сличении НСП ЭС при воспроизведении единицы массового расхода жидкости $\Theta(Q_M)_{\text{ЭС}}$ отсутствует.

СКО НСП установки при воспроизведении единицы массового расхода жидкости $S_{\Theta}(Q_M)$, %, вычисляют по формуле

$$S_{\Theta}(Q_M) = \frac{\Theta(Q_M)}{1,1\sqrt{3}}, \quad (43)$$

Суммарное СКО установки при воспроизведении единицы массового расхода жидкости $S_{\Sigma}(Q_M)$, %, вычисляют по формуле

$$S_{\Sigma}(Q_M) = \sqrt{S(Q_M)^2 + S_{\Theta}(Q_M)^2}, \quad (44)$$

Коэффициент, определяемый доверительной вероятностью P ($P=0,95$) и отношением случайных погрешностей и $K_{\Sigma}(Q_M)$ НСП, вычисляют по формуле

$$K_{\Sigma}(Q_M) = \frac{t_{0,95} \cdot S(Q_M) + \Theta(Q_M)}{S(Q_M) + S_{\Theta}(Q_M)}, \quad (45)$$

Относительную погрешность (доверительные границы суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единицы) массового расхода жидкости $\delta_{\Sigma}(Q_M)$, %, вычисляют по формуле

$$\delta_{\Sigma}(Q_M) = \pm K_{\Sigma}(Q_M) \cdot S_{\Sigma}(Q_M) \quad (46)$$

Результат считают положительным, если значения относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единицы) массового расхода жидкости при применении весовых устройств не превышают значений указанных в таблице 1 или отрицательным, если значения относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единицы) массового расхода жидкости при применении весовых устройств превышают значения указанные в таблице 1. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций по поверке прекращают.

11.5 Определение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единиц) массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости методом косвенных измерений

11.5.1 Определение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единиц) массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости при применении весовых устройств

Данный пункт выполняется при наличии на весовые устройства, входящие в состав установки, сведений о действующих положительных результатах поверки, включенных в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений, со сроком окончания не менее 10 месяцев.

Относительную погрешность весового устройства $\delta_{\text{ву}}$, %, вычисляют по формуле

$$\delta_{\text{ву}} = \frac{\Delta}{M_{\text{наим}}} \cdot 100, \quad (47)$$

где Δ – абсолютная погрешность весового устройства в интервалах взвешивания, кг (берут из паспорта на весовое устройство);

$M_{\text{наим}}$ – наименьшая взвешиваемая масса весового устройства (берут из руководства по эксплуатации на установку), кг.

Определение погрешности измерительного канала массы жидкости, обусловленных работой переключателя потока

Составляют десять систем уравнений, каждая из которых состоит из двух линейных алгебраических уравнений с двумя неизвестными

$$1-2 \begin{cases} \overline{M}_{1j} = \overline{Q}_{M1j} \cdot \overline{\tau}_{1j} - M_{пп1j} \\ \overline{M}_{2j} = \overline{Q}_{M2j} \cdot \overline{\tau}_{2j} - M_{пп2j} \end{cases}, \quad (48)$$

$$1-3 \begin{cases} \overline{M}_{1j} = \overline{Q}_{M1j} \cdot \overline{\tau}_{1j} - M_{пп1j} \\ \overline{M}_{3j} = \overline{Q}_{M3j} \cdot \overline{\tau}_{3j} - M_{пп3j} \end{cases}, \quad (49)$$

$$1-4 \begin{cases} \overline{M}_{1j} = \overline{Q}_{M1j} \cdot \overline{\tau}_{1j} - M_{пп1j} \\ \overline{M}_{4j} = \overline{Q}_{M4j} \cdot \overline{\tau}_{4j} - M_{пп4j} \end{cases}, \quad (50)$$

$$1-5 \begin{cases} \overline{M}_{1j} = \overline{Q}_{M1j} \cdot \overline{\tau}_{1j} - M_{пп1j} \\ \overline{M}_{5j} = \overline{Q}_{M5j} \cdot \overline{\tau}_{5j} - M_{пп5j} \end{cases}, \quad (51)$$

$$2-3 \begin{cases} \overline{M}_{2j} = \overline{Q}_{M2j} \cdot \overline{\tau}_{2j} - M_{пп2j} \\ \overline{M}_{3j} = \overline{Q}_{M3j} \cdot \overline{\tau}_{3j} - M_{пп3j} \end{cases}, \quad (52)$$

$$2-4 \begin{cases} \overline{M}_{2j} = \overline{Q}_{M2j} \cdot \overline{\tau}_{2j} - M_{пп2j} \\ \overline{M}_{4j} = \overline{Q}_{M4j} \cdot \overline{\tau}_{4j} - M_{пп4j} \end{cases}, \quad (53)$$

$$2-5 \begin{cases} \overline{M}_{2j} = \overline{Q}_{M2j} \cdot \overline{\tau}_{2j} - M_{пп2j} \\ \overline{M}_{5j} = \overline{Q}_{M5j} \cdot \overline{\tau}_{5j} - M_{пп5j} \end{cases}, \quad (54)$$

$$3-4 \begin{cases} \overline{M}_{3j} = \overline{Q}_{M3j} \cdot \overline{\tau}_{3j} - M_{пп3j} \\ \overline{M}_{4j} = \overline{Q}_{M4j} \cdot \overline{\tau}_{4j} - M_{пп4j} \end{cases}, \quad (55)$$

$$3-5 \begin{cases} \overline{M}_{3j} = \overline{Q}_{M3j} \cdot \overline{\tau}_{3j} - M_{пп3j} \\ \overline{M}_{5j} = \overline{Q}_{M5j} \cdot \overline{\tau}_{5j} - M_{пп5j} \end{cases}, \quad (56)$$

$$4-5 \begin{cases} \overline{M}_{4j} = \overline{Q}_{M4j} \cdot \overline{\tau}_{4j} - M_{пп4j} \\ \overline{M}_{5j} = \overline{Q}_{M5j} \cdot \overline{\tau}_{5j} - M_{пп5j} \end{cases}. \quad (57)$$

Для решения систем уравнений принимают допущения, что массы жидкости, не попавшие в ВУ, для $\overline{\tau}_{1j}$, $\overline{\tau}_{2j}$, $\overline{\tau}_{3j}$, $\overline{\tau}_{4j}$ и $\overline{\tau}_{5j}$ равны ($M_{пп1j} = M_{пп2j} = M_{пп3j} = M_{пп4j} = M_{пп5j}$), а в системах уравнений 1-2, 1-3, 1-4 и 1-5 значение $\overline{Q}_{M1}$ «истинное», где искомые величины определяют путем подстановки $\overline{Q}_{M1}$ во второе уравнение каждой системы, в системах уравнений 2-3, 2-4 и 2-5 значение $\overline{Q}_{M2}$ «истинное», где искомые величины определяют путем подстановки $\overline{Q}_{M2}$ во второе уравнение каждой системы, в системах уравнений 3-4 и 3-5 значение $\overline{Q}_{M3}$ «истинное», где искомые величины определяют путем подстановки $\overline{Q}_{M3}$ во второе уравнение каждой системы; в системе уравнений 4-5 значение $\overline{Q}_{M4}$ «истинное», где искомую величину определяют путем подстановки $\overline{Q}_{M4}$ во второе уравнение данной системы.

Массу жидкости, не попавшую в весовое устройство, в j-ой точке $\overline{M}_{\text{пп}j}$, кг, вычисляют по формулам

$$\overline{M}_{\text{пп}j} = \frac{M_{\text{пп}(1-2)j} + M_{\text{пп}(1-3)j} + M_{\text{пп}(1-4)j} + M_{\text{пп}(1-5)j} + \dots + M_{\text{пп}(4-5)j}}{10}, \quad (58)$$

$$M_{\text{пп}(1-2)j} = \overline{Q}_{M1j} \cdot \overline{\tau}_{2j} - \overline{M}_{2j}, \quad (59)$$

$$M_{\text{пп}(1-3)j} = \overline{Q}_{M1j} \cdot \overline{\tau}_{3j} - \overline{M}_{3j}, \quad (60)$$

$$M_{\text{пп}(1-4)j} = \overline{Q}_{M1j} \cdot \overline{\tau}_{4j} - \overline{M}_{4j}, \quad (61)$$

$$M_{\text{пп}(1-5)j} = \overline{Q}_{M1j} \cdot \overline{\tau}_{5j} - \overline{M}_{5j}, \quad (62)$$

$$M_{\text{пп}(2-3)j} = \overline{Q}_{M2j} \cdot \overline{\tau}_{3j} - \overline{M}_{3j}, \quad (63)$$

$$M_{\text{пп}(2-4)j} = \overline{Q}_{M2j} \cdot \overline{\tau}_{4j} - \overline{M}_{4j}, \quad (64)$$

$$M_{\text{пп}(2-5)j} = \overline{Q}_{M2j} \cdot \overline{\tau}_{5j} - \overline{M}_{5j}, \quad (65)$$

$$M_{\text{пп}(3-4)j} = \overline{Q}_{M3j} \cdot \overline{\tau}_{4j} - \overline{M}_{4j}, \quad (66)$$

$$M_{\text{пп}(3-5)j} = \overline{Q}_{M3j} \cdot \overline{\tau}_{5j} - \overline{M}_{5j}, \quad (67)$$

$$M_{\text{пп}(4-5)j} = \overline{Q}_{M4j} \cdot \overline{\tau}_{5j} - \overline{M}_{5j}. \quad (68)$$

Погрешность измерительного канала массы жидкости $\delta_{\text{пп}}$, %, обусловленную работой переключателя потока, вычисляют по формуле

$$\delta_{\text{пп}j} = \frac{\overline{M}_{\text{пп}j}}{M_{\text{наим}j}} \cdot 100 \quad (69)$$

Фиксируется наибольшее полученное значение $\delta_{\text{пп}}$, % из серии измерений.

Определение погрешности измерительного канала плотности жидкости и воздуха

Относительную погрешность измерения плотности жидкости при атмосферном давлении

$\delta_{\text{ПЖА}}$, %, вычисляют по формуле

$$\delta_{\text{ПЖА}} = \frac{1,1 \cdot \sqrt{A^2 \cdot \frac{\Delta_{t_{\text{ж}}}^2}{1,1} + \frac{\Delta_{\rho_{\text{ж}}}^2}{1,1}}}{P_{\text{ж}_{\text{наим}}}} \cdot 100 \quad (70)$$

где A – значение приращения плотности жидкости на 0,1 °С;

$\Delta_{t_{\text{ж}}}$ – абсолютная погрешность измерения температуры жидкости установки;

$\Delta_{\rho_{\text{ж}}}$ – абсолютная погрешность средства измерений плотности жидкости;

$\Delta_{t_{\text{ж}}}, \Delta_{\rho_{\text{ж}}}$ – значения погрешностей указаны в эксплуатационных документах на конкретное средство измерений;

$P_{\text{ж}_{\text{наим}}}$ – наименьшее значение плотности жидкости, кг/м³.

Примечание:

Значение приращения A определяется в соответствии с таблицей зависимости плотности жидкости от температуры лабораторным способом.

Фиксируют рассчитанное значение $\delta_{\text{ПЖА}}$.

Относительную погрешность измерения плотности жидкости при избыточном давлении в трубопроводе $\delta_{\text{ПЖД}}$, %, вычисляют по формуле

$$\delta_{\text{ПЖД}} = \frac{1,1 \cdot \sqrt{B^2 \cdot \frac{\Delta_{t_{\text{ж}}}^2}{1,1} + C^2 \cdot \frac{\Delta_{P_{\text{ж}}}^2}{1,1} + \frac{\Delta_{\rho_{\text{ж}}}^2}{1,1}}}{P_{\text{ж}_{\text{наим}}}} \cdot 100 \quad (71)$$

где B – значение приращения плотности жидкости на 0,1 °С;

C – значение приращения плотности жидкости на 0,1 МПа;

$\Delta_{t_{\text{ж}}}$ – абсолютная погрешность измерения температуры жидкости установки;

$\Delta_{P_{\text{ж}}}$ – абсолютная погрешность измерения избыточного давления жидкости установки;

$\Delta_{\rho_{\text{ж}}}$ – абсолютная погрешность средства измерений плотности жидкости;

$\Delta_{t_{\text{ж}}}, \Delta_{P_{\text{ж}}}, \Delta_{\rho_{\text{ж}}}$ – значения погрешностей указаны в эксплуатационных документах на конкретное средство измерений;

$P_{\text{ж}_{\text{наим}}}$ – наименьшее значение плотности жидкости, кг/м³.

Примечание:

Значения приращений B и C определяются в соответствии с таблицей зависимости плотности жидкости от температуры и давления лабораторным способом.

Фиксируют рассчитанное значение $\delta_{\text{ПЖД}}$.

Погрешность определения плотности воздуха $\delta_{\text{ПВ}}$ приравнивают 0,0046 % (пределы допускаемой абсолютной погрешности средств измерений температуры и влажности окружающей среды, и атмосферного давления, при измерении: температуры окружающей среды Δ_T не более $\pm 0,4^\circ\text{C}$; влажности окружающей среды Δ_h не более $\pm 3\%$, атмосферного давления Δ_{Pa} не более ± 5 гПа).

Относительную погрешность (доверительные границы суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единицы) массы в потоке жидкости в потоке $\delta_\Sigma(M)$, %, вычисляют по формуле

$$\delta_\Sigma(M) = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{\text{ВУ}}^2 + \delta_{\text{ЧК}}^2 + \delta_{\text{ПП}}^2 + \delta_{\text{ПВ}}^2 + \delta_{\text{ПЖА}}^2} \quad (72)$$

где $\delta_{\text{ВУ}}$ – наибольшая погрешность, %, весовых устройств, полученная по формуле 47;

$\delta_{\text{ЧК}}$ – наибольшая погрешность, %, измерительного канала частотно-импульсных сигналов, полученных по п.11.3;

$\delta_{\text{ПП}}$ – наибольшая погрешность, %, измерительного канала массы жидкости, обусловленная работой переключателя потока, полученная по формуле 69;

$\delta_{\text{ПВ}}$ – погрешность определения плотности воздуха, равная 0,0046 %;

$\delta_{\text{ПЖА}}$ – относительная погрешность измерения плотности жидкости при атмосферном давлении, %, полученная по формуле 70.

Результат считают положительным, если значение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единицы) массы жидкости в потоке при применении весовых устройств не превышает значение указанное в таблице 1 или отрицательным, если значение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единицы) массы жидкости в потоке при применении весовых устройств превышает значение указанное в таблице 1.

Относительную погрешность (доверительные границы суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единицы) массового расхода жидкости $\delta_\Sigma(Q_M)$, %, вычисляют по формуле

$$\delta_\Sigma(Q_M) = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{\text{ВУ}}^2 + \delta_{\text{ЧК}}^2 + \delta_{\text{ПП}}^2 + \delta_{\text{ВК}}^2 + \delta_{\text{ПВ}}^2 + \delta_{\text{ПЖА}}^2} \quad (73)$$

где $\delta_{\text{ВУ}}$ – наибольшая погрешность, %, весовых устройств, полученная по формуле 47;

$\delta_{\text{ЧК}}$ – наибольшая погрешность, %, измерительного канала частотно-импульсных сигналов, полученных по п.11.3;

$\delta_{\text{ПП}}$ – наибольшая погрешность, %, измерительного канала массы жидкости, обусловленная работой переключателя потока, полученная по формуле 69;

$\delta_{\text{ВК}}$ – наибольшая погрешность, %, измерительного канала времени измерений, полученная по п.11.2;

$\delta_{\text{ПВ}}$ – погрешность определения плотности воздуха, равная 0,0046 %;

$\delta_{\text{ПЖА}}$ – относительная погрешность измерения плотности жидкости при атмосферном давлении, %, полученная по формуле 70.

Результат считают положительным, если значение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единицы) массового расхода жидкости при применении весовых устройств не превышает значение указанное в таблице 1 или отрицательным, если значение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единиц) массового расхода жидкости при применении весовых устройств превышает значение указанное в таблице 1.

Относительную погрешность (доверительные границы суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единицы) объема жидкости в потоке $\delta_{\Sigma}(V)$, %, вычисляют по формуле

$$\delta_{\Sigma}(V) = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{\text{ВУ}}^2 + \delta_{\text{ЧК}}^2 + \delta_{\text{ПП}}^2 + \delta_{\text{ПВ}}^2 + \delta_{\text{ПЖД}}^2} \quad (74)$$

где $\delta_{\text{ВУ}}$ – наибольшая погрешность, %, весовых устройств, полученная по формуле 47;

$\delta_{\text{ЧК}}$ – наибольшая погрешность, %, измерительного канала частотно-импульсных сигналов, полученных по п.11.3;

$\delta_{\text{ПП}}$ – наибольшая погрешность, %, измерительного канала массы жидкости, обусловленная работой переключателя потока, полученная по формуле 69;

$\delta_{\text{ПВ}}$ – погрешность определения плотности воздуха, равная 0,0046 %;

$\delta_{\text{ПЖД}}$ – относительная погрешность измерения плотности жидкости при избыточном давлении в трубопроводе, %, полученная по формуле 71.

Результат считают положительным, если значение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единицы) объема жидкости в потоке при применении весовых устройств не превышает значение указанное в таблице 1 или отрицательным, если значение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единицы) объема жидкости в потоке при применении весовых устройств превышает значение указанное в таблице 1.

Относительную погрешность (доверительные границы суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единицы) объемного расхода жидкости $\delta_{\Sigma}(Q_V)$, %, вычисляют по формуле

$$\delta_{\Sigma}(Q_V) = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{\text{ВУ}}^2 + \delta_{\text{ЧК}}^2 + \delta_{\text{ПП}}^2 + \delta_{\text{ВК}}^2 + \delta_{\text{ПВ}}^2 + \delta_{\text{ПЖД}}^2} \quad (75)$$

где $\delta_{\text{ВУ}}$ – наибольшая погрешность, %, весовых устройств, полученная по формуле 48;

$\delta_{\text{ЧК}}$ – наибольшая погрешность, %, измерительного канала частотно-импульсных сигналов, полученных по п.11.3;

$\delta_{\text{ПП}}$ – наибольшая погрешность, %, измерительного канала массы жидкости, обусловленная работой переключателя потока, полученная по формуле 69;

$\delta_{\text{ВК}}$ – наибольшая погрешность, %, измерительного канала времени измерений, полученная по п.11.2;

$\delta_{\text{ПВ}}$ – погрешность определения плотности воздуха, равная 0,0046 %;

$\delta_{\text{ПЖД}}$ – относительная погрешность измерения плотности жидкости при избыточном давлении в трубопроводе, %, полученная по формуле 71.

Результат считают положительным, если значение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единицы) объемного расходов жидкости при применении весовых устройств не превышает значение указанное в таблице 1 или отрицательным, если значение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единиц) объемного расходов жидкости при применении весовых устройств превышает значение указанное в таблице 1.

11.6 Проверка соответствия средства измерений обязательным требованиям к эталону

При положительных результатах поверки установка в зависимости от пределов допускаемой относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности), указанных в паспорте на установку, при применении весовых устройств соответствует рабочему эталону 1 разряда единиц массы жидкости в потоке и/или объема жидкости в потоке и/или массового расхода жидкости и/или объемного расхода жидкости в соответствии с ГПС (часть 1), утвержденной приказом Росстандарта от 07.02.2018 № 256, при применении расходомеров соответствует рабочему эталону 3 разряда единиц объема жидкости в потоке и/или объемного расхода жидкости в соответствии с ГПС (часть 1), утвержденной приказом Росстандарта от 07.02.2018 № 256.

12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты измерений и вычислений вносят в протокол поверки (рекомендуемая форма, указана в Приложении А).

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

12.2 При положительных результатах поверки по заявлению заказчика оформляют свидетельство о поверке, подтверждающее соответствие установки обязательным требованиям к эталонам в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений., к которому прилагают протокол поверки. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке (при его наличии), а также на пломбы, которыми пломбируются фланцевые соединения расходомеров установки или специальную мастику, расположенную на монтажных винтах крепления расходомеров установки.

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

Приложение А

Форма протокола поверки средства измерений (Рекомендуемая)

ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ № ____

Стр. ____ из ____

Наименование средства измерений: _____
Тип, модель, изготовитель: _____
Заводской номер: _____
Наименование и адрес заказчика: _____
Методика поверки: _____
Место проведения поверки: _____
Поверка выполнена с применением: _____
Условия проведения поверки:
Температура окружающей среды: _____
Атмосферное давление: _____
Относительная влажность: _____

Результаты поверки:

- 1 Внешний осмотр средства измерений: (положительный/отрицательный, пункт 7) _____
- 2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений: (положительный/отрицательный, пункт 8) _____
- 3 Проверка программного обеспечения: (положительный/отрицательный, пункт 9) _____
- 4 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям:
Определение диапазона расхода, воспроизводимого установкой
Наименьший зафиксированный расход при применении в качестве средств измерений _____
Наибольший зафиксированный расход при применении в качестве средств измерений _____

Таблица А.1 – Определение погрешности измерительного канала интервалов времени измерений

№ изм	t , с	t , с	$t_{ЭТ}$, с	$\delta_{ВК}$, %	$\max \delta_{ВК}$, %
1					
...					
i					
1					
...					
i					
1					
...					
i					

Таблица А.2 – Определение погрешности измерительного канала частотно-импульсных сигналов

№ изм	Количество импульсов измеренных частотомером	(F=...Гц)		
		1 канал	...	n канал
1				
...				
i				
$\max \delta_{чк}$, %				

Определение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единиц) массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости сличением при помощи эталона сравнения или непосредственным сличением

Таблица А.3 – Исходные данные

$\delta_{чк}$, (%)	$\Theta(Q_V)_{ЭТ}$, (%)	$\Theta(V)_{ЭТ}$, (%)	$\Theta(M)_{ЭТ}$, (%)	$\Theta(Q_M)_{ЭТ}$, (%)	$S(Q_V)_{ЭТ}$, (%)	$S(V)_{ЭТ}$, (%)	$S(M)_{ЭТ}$, (%)	$S(Q_M)_{ЭТ}$, (%)	$\Theta(Q_V)_{ЖС}$, (%)	$\Theta(V)_{ЖС}$, (%)	$\Theta(M)_{ЖС}$, (%)	$\Theta(Q_M)_{ЖС}$, (%)	$S(Q_V)_{ЖС}$, (%)	$S(V)_{ЖС}$, (%)	$S(M)_{ЖС}$, (%)	$S(Q_M)_{ЖС}$, (%)

Таблица А.4 – Результаты измерений

№ изм.	$Q_{\text{ном}},$ м³/ч (т/ч)	$t_{\text{уст}},$ с	$t_{\text{эт}},$ с	$t_{\text{ж}},$ °С	$P_{\text{ж}},$ МПа	$P_{\text{атм}},$ кПа	$T_{\text{атм}},$ °С	$\varphi_{\text{атм}},$ %	$V,$ дм³	$V_{\text{эт}},$ дм³	$M,$ кг	$M_{\text{эт}},$ кг	$Q_V,$ м³/ч	$Q_{V\text{эт}},$ м³/ч	$Q_M,$ т/ч	$Q_{M\text{эт}},$ т/ч
1	1															
...																
i																
1	...															
...																
i																
1	j															
...																
i																

Таблица А.5 – Обработка полученных данных

№ изм.	$Q_{\text{ном}},$ м³/ч	$\delta(V),$ %	$\delta(Q_V),$ %	$\delta(M),$ %	$\delta(Q_M),$ %	$\bar{V}_j,$ дм³	$\bar{Q}_{Vj},$ м³/ч	$\bar{M}_j,$ кг	$\bar{Q}_{Mj},$ т/ч	$\delta(\bar{V}),$ %	$\delta(\bar{Q}_V),$ %	$\delta(\bar{M}),$ %	$\delta(\bar{Q}_M),$ %
1	1												
...													
i													
1	...												
...													
i													
1	j												
...													
i													

Продолжение таблицы А.5

$Q_{\text{ном}}$ м³/ч	$S(V)_j,$ %	$S(Q_V)_j,$ %	$S(V)_{\text{уи}},$ %	$S(Q_V)_{\text{уи}},$ %	$S(V),$ %	$S(Q_V),$ %	$\Theta(V),$ %	$\Theta(Q_V),$ %	$S_{\Theta}(V),$ %	$S_{\Theta}(Q_V),$ %	$S_{\Sigma}(V),$ %	$S_{\Sigma}(Q_V),$ %	$K_{\Sigma}(V),$ %	$K_{\Sigma}(Q_V),$ %	$\delta_{\Sigma}(V),$ %	$\delta_{\Sigma}(Q_V),$ %
1																
...																
j																
$Q_{\text{ном}}$ т/ч	$S(M)_j,$ %	$S(Q_M)_j,$ %	$S(M)_{\text{уи}},$ %	$S(Q_M)_{\text{уи}},$ %	$S(M),$ %	$S(Q_M),$ %	$\Theta(M),$ %	$\Theta(Q_M),$ %	$S_{\Theta}(M),$ %	$S_{\Theta}(Q_M),$ %	$S_{\Sigma}(M),$ %	$S_{\Sigma}(Q_M),$ %	$K_{\Sigma}(M),$ %	$K_{\Sigma}(Q_M),$ %	$\delta_{\Sigma}(M),$ %	$\delta_{\Sigma}(Q_M),$ %
1																
...																
j																

Результат: (положительный/отрицательный) _____

Определение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единиц) массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости непосредственным сличением

Таблица А.6 – Исходные данные

$\delta_{\text{чк}},$ %	$\Theta(Q_V)_{\text{эт}},$ (%)	$\Theta(V)_{\text{эт}},$ (%)	$S(Q_V)_{\text{эт}},$ (%)	$S(V)_{\text{эт}},$ (%)

Таблица А.7 – Результаты измерений

№ изм.	$Q_{\text{ном}},$ м³/ч	$t_{\text{уст}},$ с	$t_{\text{эт}},$ с	$t_{\text{ж}},$ °C	$P_{\text{ж}},$ МПа	$P_{\text{атм}},$ кПа	$T_{\text{атм}},$ °C	$\varphi_{\text{атм}},$ %	$V,$ дм³	$V_{\text{эт}},$ дм³	$Q_V,$ м³/ч	$Q_{V\text{эт}},$ м³/ч
1	1											
...												
i												
1	...											
...												
i												
1	j											
...												
i												

Таблица А.8 – Обработка полученных данных

№ изм.	$Q_{\text{ном}},$ м³/ч	$\delta(V),$ %	$\delta(Q_V),$ %	$\bar{V}_j,$ дм³	$\bar{Q}_{Vj},$ м³/ч	$\delta(\bar{V}),$ %	$\delta(\bar{Q}_V),$ %
1	1						
...							
i							
1	...						
...							
i							
1	j						
...							
i							

Продолжение таблицы А.8

$Q_{ном}$ м ³ /ч	$S(V)_i$, %	$S(Q_V)_i$, %	$S(V)_{уи,j}$, %	$S(Q_V)_{уи,j}$, %	$S(V)$, %	$S(Q_V)$, %	$\Theta(V)$, %	$\Theta(Q_V)$, %	$S_{\Theta}(V)$, %	$S_{\Theta}(Q_V)$, %	$S_{\Sigma}(V)$, %	$S_{\Sigma}(Q_V)$, %	$K_{\Sigma}(V)$, %	$K_{\Sigma}(Q_V)$, %	$\delta_{\Sigma}(V)$, %	$\delta_{\Sigma}(Q_V)$, %
1																
...																
j																

Результат: (положительный/отрицательный) _____

Определение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единиц) массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости методом косвенных измерений

Определение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единиц) массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости при применении весовых устройств

Таблица А.9 – Определение относительной погрешности весовых устройств

Весовое устройство	Δ , кг	$M_{наим}$, кг	$\delta_{ву}$, %
1			
2			

Определение погрешности измерительного канала массы жидкости, обусловленных работой переключателя потока

Таблица А.10 – Результаты измерений

№ изм.	τ , с	M , кг	Q_M , т/ч	$\overline{M}$, кг	τ , с	$\overline{Q_M}$, т/ч
1						
...						
i						
№ изм.	τ , с	M , кг	Q_M , т/ч	$\overline{M}$, кг	τ , с	$\overline{Q_M}$, т/ч
1						
...						
i						
№ изм.	τ , с	M , кг	Q_M , т/ч	$\overline{M}$, кг	τ , с	$\overline{Q_M}$, т/ч
1						
...						
i						
№ изм.	τ , с	M , кг	Q_M , т/ч	$\overline{M}$, кг	τ , с	$\overline{Q_M}$, т/ч
1						
...						
i						
№ изм.	τ , с	M , кг	Q_M , т/ч	$\overline{M}$, кг	τ , с	$\overline{Q_M}$, т/ч
1						
...						
i						

Таблица А.11 – Обработка полученных данных

$M_{пп}, \text{кг}$										$\overline{M}_{пп}, \text{кг}$	$\delta_{пп}, \%$
1-2	1-3	1-4	1-5	2-3	2-4	2-5	3-4	3-5	4-5		

Таблица А.12 – Определение относительной погрешности (доверительные границы суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении) массы жидкости в потоке и массового расхода жидкости

$\delta_{пжа}, \%$	$\delta_{вк}, \%$	$\delta_{чк}, \%$	$\delta_{ву}, \%$	$\delta_{пп}, \%$	$\delta_{пв}, \%$	$\delta_{\Sigma}(M), \%$	$\delta_{\Sigma}(Q_M), \%$

Таблица А.13 – Определение относительной погрешности (доверительные границы суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении) объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости

$\delta_{пжд}, \%$	$\delta_{вк}, \%$	$\delta_{чк}, \%$	$\delta_{ву}, \%$	$\delta_{пп}, \%$	$\delta_{пв}, \%$	$\delta_{\Sigma}(V), \%$	$\delta_{\Sigma}(Q_V), \%$

Результат: (положительный/отрицательный) _____

Заключение по результатам поверки (годен / негоден): _____

Подпись поверителя _____ / _____
подпись И. О. Фамилия

Дата « ____ » _____ 20 ____ г.