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.

«4» октября 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

УСТАНОВКИ ПОВЕРОЧНЫЕ «ВЗЛЕТ ПУ»

Методика поверки

МП 1697-1-2024

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

г. Казань

2024 г.

1 Общие положения

Настоящий документ распространяется на установки поверочные «ВЗЛЕТ ПУ» (далее – установки).

Прослеживаемость установок 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 26.09.2022 № 2356.

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 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение		
1	2		
Диапазон измерений (воспроизведения) объемного расхода жидкости при применении в качестве средств измерений расходомеров[1)], $м^3/ч$	от 0,001 до 4000		
Диапазон измерений (воспроизведения) массового и объемного расхода жидкости при применении в качестве средств измерений весовых устройств[1)], т/ч	от 0,001 до 4000		
Диапазон измерений (воспроизведения) объемного расхода жидкости при применении в качестве средств измерений мерников[1)], $м^3/ч$	от 0,001 до 4000		
Индекс точности установки	1	2	3
Пределы допускаемой относительной погрешности (доверительные границы суммарной погрешности) установок при измерении (воспроизведении единиц) массы жидкости в потоке и массового расхода жидкости при применении весовых устройств[1)], %	от ±0,040 до ±0,055	от ±0,055 до ±0,10	–
Пределы допускаемой относительной погрешности (доверительные границы суммарной погрешности) установок при измерении (воспроизведении единиц) объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости при применении весовых устройств[1)], %	от ±0,040 до ±0,055	От ±0,055 до ±0,10	–
Пределы допускаемой относительной погрешности (доверительные границы суммарной погрешности) установок при измерении (воспроизведении единиц) объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости при применении мерников[1)], %	от ±0,040 до ±0,055	От ±0,055 до ±0,10	от ±0,10 до ±0,30
Пределы допускаемой относительной погрешности (доверительные границы суммарной погрешности) установок при измерении (воспроизведении единиц) объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости при применении расходомеров[1)], %	от ±0,10 до ±0,20	от ±0,20 до ±0,30	от ±0,30 до ±0,50
[1)] – конкретное значение указано в паспорте на установку			

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 поверке	периодической поверке
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

3 Требования к условиям проведения поверки

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

Измеряемая среда – жидкость с параметрами:

– температура, °С[1)] от +10 до +30

– давление, МПа от 0,1 до 1,0

Окружающая среда – воздух с параметрами:

– температура, °С[1)] от +10 до +30

– относительная влажность, % от 30 до 80

– атмосферное давление, кПа от 84 до 107

Попадание воздуха в измерительный участок установок не допускается.

Примечание: [1)] – для установок с индексом точности 1 температура окружающего воздуха и измеряемой среды – от +15 °С до +25 °С.

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

При проведении поверки специалисты должны соответствовать следующим требованиям:

– знать требования руководства по эксплуатации на установку и на применяемые средства поверки;

– знать требования данного документа.

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	Изложены в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (ГЭТ 63-2019) (для установок с индексом точности 1)	Государственный первичный специальный эталон единиц массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости ГЭТ 63-2019 (далее – эталон)
п. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений	Вторичный эталон (далее – эталон) согласно ГПС (часть 1), утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2356 с необходимым диапазоном расходов (для установок с индексом точности 2)	Установки поверочные ВЗЛЕТ ПУ, регистрационный номер 47543-11 (далее – эталон)
п. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений	Рабочий эталон 1-го разряда (далее – эталон) согласно ГПС (часть 1), утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2356) с необходимым диапазоном расходов (для установок с индексом точности 3)	Установки поверочные ВЗЛЕТ ПУ, регистрационный номер 47543-11 (далее – эталон)
п. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений	Средство измерений согласно ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2360, диапазон измерений от 1 Гц до 20 кГц	Калибратор многофункциональный модели MC5-R, регистрационный № 22237-08 (далее – калибратор)

1	2	3
п. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений	Рабочий эталон 4 разряда согласно ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2360, диапазон частот от 1 Гц до 10 кГц; Рабочий эталон 5 разряда согласно ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2360 диапазон интервалов времени от 30 до 600 с	Частотомер электронно-счетный Ч3-85/3, регистрационный №32359-06 (далее – частотомер)
п. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений	Рабочий эталон единицы массы 4 разряда согласно ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 04.07.2022 № 1622 (далее – эталон массы)	Гири класса точности М1
п. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений	Средство измерений согласно ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 01.11.2019, диапазон измерений от 0,65 до 1,2 г/см^3, погрешность ±0,0001 г/см^3	Измеритель плотности жидкости вибрационный ВИП-2МР, регистрационный № 27163-09 (далее – плотномер)

Примечания:

1 Допускается вместо рабочего эталона единицы массы 4-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений массы, утвержденной приказом Росстандарта от 04.07.2022 № 1622 использовать следующий набор средств поверки: рабочий эталон единицы массы 3 разряда с номинальным значением 20 кг в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений массы, утвержденной приказом Росстандарта от 04.07.2022 № 1622, компаратор массы на 20 кг с среднеквадратическим отклонением ±0,11 г и балластный груз с номинальной массой 20 кг и в количестве, необходимым для выполнения пункта 10.6.1 (далее – балластный груз);

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

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

4 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 и/или мерников) на основании письменного заявления владельца установки, оформленного в произвольной форме, с соответствующим занесением информации в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений;

5 При проведении поверки установки на базе весовых устройств методом косвенных измерений (для рабочих эталонов 1 разряда/2 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 26.09.2022 № 2356), выбирают средства поверки согласно документу МИ 3665–2022 «Рекомендация. ГСИ. Установки поверочные. Методика поверки» (далее – МИ 3665-2022).

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 жидкости и других ситуаций, нарушающих процесс проведения поверки, поверка должна быть прекращена или приостановлена до устранения неисправностей.

7 Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре устанавливают соответствие установки следующим требованиям:

– внешний вид установки должен соответствовать описанию и изображению, приведенному в описании типа;

– 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.

Результат внешнего осмотра считают положительным, если внешний вид установки соответствует описанию и изображению, приведенному в описании типа, 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 внешний вид установки не соответствует описанию и изображению, приведенному в описании типа и/или комплектность и маркировка установки не соответствуют 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.

– удаление воздуха из трубопроводов установки после заполнения жидкостью согласно руководству по эксплуатации установки.

8.2 Опробование

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

При подаче расхода жидкости на эталоне в пределах диапазона измерений установки фиксируют изменения показаний установки.

Результат опробования установки считают положительным, если при увеличении или уменьшении расхода жидкости соответствующим образом меняются показания установки или

отрицательным, если при увеличении или уменьшении расхода жидкости соответствующим образом не меняются показания установки. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций поверки прекращают.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

Операцию подтверждения соответствия программного обеспечения (далее – ПО) заявленным идентификационным данным выполняют с использованием персонального компьютера (далее – ПК), входящего в состав установки, и ПО установки.

Для подтверждения соответствия программного обеспечения ПО установки необходимо:

– запустить ПО установки, после запуска будет произведен расчет контрольной суммы ПО и на начальном экране программы будет отображено название ПО, номер версии и рассчитанная контрольная сумма (цифровой идентификатор ПО);

– сравнить полученные данные с идентификационными данными ПО, указанными в разделе «Программное обеспечение» описания типа на установки.

Результат подтверждения соответствия ПО считают положительным, если полученные идентификационные данные ПО установки: идентификационное наименование ПО, номер версии (идентификационный номер ПО) соответствуют идентификационным данным, указанным в разделе «Программное обеспечение» описания типа на установку или отрицательным, если полученные идентификационные данные ПО установки: идентификационное наименование ПО, номер версии (идентификационный номер ПО) не соответствуют идентификационным данным, указанным в разделе «Программное обеспечение» описания типа на установку. 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 (суммой показаний средств измерений) расхода, находящимся в соответствующей линии установки;

– нижний предел определяется наименьшим значением расхода, зафиксированным средством измерений расхода наименьшего номинального диаметра, находящимся в соответствующей линии установки.

Для этого согласно руководству по эксплуатации устанавливают поочередно наименьший и наибольший расходы жидкости в измерительных линиях установки, 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, исключением является определение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки, применяемой в качестве эталона 1 разряда/2 разряда в соответствии с ГПС (часть 1), при измерении (воспроизведении единиц) массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости при применении весовых устройств.

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

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

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

Данный пункт выполняется при наличии 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 Б).

На калибраторе устанавливают последовательно значения частоты выходного сигнала равные 100, 5000 и 10000 Гц.

Измерения проводятся в режиме поверки средства измерений с частотно-импульсным сигналом. Интервал измерений выбирают так, чтобы набранное количество импульсов было не менее 10000 (время измерения не менее 30 с).

После команды «начать измерение» измерительный аппаратно-программный комплекс (далее – ИАПК) 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 ИАПК 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 ИАПК сравнивают с количеством импульсов по показаниям частотомера. Измерения повторяют не менее 5 раз на каждой частоте следования импульсов.

Операцию проводят для каждого измерительного канала частотно-импульсных сигналов установки (при определении пределов допускаемой относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единиц) массы и/или объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости при применении расходомеров методом косвенных измерений проверяют измерительные каналы частотно-импульсных сигналов, к которым подключаются расходомеры, входящие в состав установки $\delta_{\Sigma РС\,ЧК}$).

10.4 Определение погрешности измерительного канала аналоговых сигналов

Данный пункт выполняется при наличии канала аналоговых сигналов.

Определение относительной погрешности измерительного канала аналоговых сигналов осуществляется при помощи калибратора.

Предварительно активируют первый измерительный канал аналоговых сигналов и выбирают тип сигнала, диапазон измерений.

Подготавливают калибратор к работе в режиме воспроизведения соответствующей аналоговой величины и подсоединяют его к входным клеммам соответствующего измерительного канала аналоговых сигналов. На калибраторе последовательно устанавливают значения величины, соответствующие точкам измерений 20 %, 40 %, 60 %, 80 %, 100 % от верхнего значения предела измерений аналогового сигнала. На каждой точке проводят не менее 5 измерений.

Допускается смещать: точку измерений 20 % от верхнего значения предела измерений аналогового сигнала на значение +10 % от выбранной точки; точки измерений 40 %, 60 %, 80 % от верхнего значения предела измерений аналогового сигнала на значение ±10 % от выбранной точки; точку измерений 100 % от верхнего значения предела измерений аналогового сигнала на значение -10 % от выбранной точки.

Измерения проводятся в режиме поверки средства измерений. Время измерения не менее 30 с.

С устройства индикации установки считывают результаты измерений выбранного канала.

Операцию повторяют для каждого измерительного канала аналоговых сигналов установки.

10.5 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

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 средства измерений установки (весовые устройства и/или расходомеры и/или мерники), в зависимости от его диапазона расходов, выбираются следующие точки расхода: $Q_{наим}$, $(Q_{наим}+ Q_{наиб})/2$, $Q_{наиб}$ (допускается в силу особенностей установки смещать точки расхода +10 % от $Q_{наим}$, ±10 % от $(Q_{наим}+ Q_{наиб})/2$, –10 % от $Q_{наиб}$). В случае если расход превышает 300 т/ч ($м^3$/ч), то точку $Q_{наиб}$ выбирают равной 300 т/ч ($м^3$/ч). В случае если наименьший расход меньше 0,1 т/ч ($м^3$/ч), то точку $Q_{наим}$ выбирают равной 0,1 т/ч ($м^3$/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 ±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 7 измерений для установок с индексом точности 1, не менее 5 измерений для установок с индексом точности 2-3.

10.5.2 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

Для каждого расходомера, входящего в состав установки, в зависимости от его диапазона расходов, выбираются следующие точки расхода: $Q_{наим}$, $(Q_{наим}+ Q_{наиб})/2$, $Q_{наиб}$ (допускается в силу особенностей установки смещать точки расхода +10 % от $Q_{наим}$, ±10 % от $(Q_{наим}+ Q_{наиб})/2$, –10 % от $Q_{наиб}$).

Количество измерений в каждой точке расхода должно быть не менее 5. Расход устанавливается с допуском ±5 %.

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. 10.5.1 и п. 11.5 или п. 10.5.3.1 и 11.6.1 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).

10.5.3 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

10.5.3.1 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 только при наличии весовых устройств в составе установки. Для установок, применяемых в качестве эталона 1 разряда/2 разряда в соответствии с ГПС (часть 1), выполняют операции по пунктам 10.5.3.1.1, для установок, применяемых в качестве эталона 1 разряда/2 разряда в соответствии с ГПС (часть 1), выполняют операции по пункту 10.5.3.1.2.

Выполняют поверку установки согласно МИ 3665–2022. Определяют 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 с учетом влияния измерительного канала частотно-импульсных или аналоговых сигналов (измерительного канала аналоговых сигналов).

10.5.3.2 Определение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единиц) объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости при применении расходомеров

Данный пункт выполняется при наличии расходомеров в составе установки.

Определение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единиц) объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости при применении расходомеров проводят путем сличения показаний расходомеров и показаний, полученных непосредственным сличением с эталоном (далее – ЭТ), более высокой точности (доверительные границы суммарной погрешности эталона должны быть меньше пределов относительной погрешности средства измерений не менее чем в три раза).

Относительную погрешность расходомера определяют на 3 равноудаленных точках расхода, включая наименьшую и наибольшую точки расхода для расходомера в зависимости от рабочего диапазона расходомера, указанного в паспорте установки.

Расход задается с точностью ±5 %. При каждом значении расхода проводят не менее 5 измерений. Время измерений не менее 30 с.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Определение диапазона расхода, воспроизводимого установкой

Результат считается положительным, если показания средств измерений стабильны (не превышают ±5% от номинального значения) в каждой точке расхода, а их значения соответствуют нормированным данным диапазонов измерений для каждой измерительной линии или отрицательным, если показания средств измерений не стабильны (превышают ±5% от номинального значения) в каждой точке расхода, а их значения не соответствуют нормированным данным диапазонов измерений для каждой измерительной линии. 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/или объемного расходов жидкости методом косвенных измерений, исключением является определение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки, применяемой в качестве эталона 1 разряда/2 разряда в соответствии с ГПС (часть 1), при измерении (воспроизведении единиц) массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости при применении весовых устройств.

Погрешность измерительного канала интервалов времени измерений $\delta_{вкji}$, %, вычисляют по формуле

$$\delta_{вкji} = \frac{t_{ji} - t_{эТji}}{t_{эТji}} \cdot 100, \quad (1)$$

где t – время по показаниям установки, с;

$t_{эТ}$ – время по показаниям частотомера, с;

i – индекс измерения;

j – индекс точки.

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

11.3 Определение погрешности измерительного канала частотно-импульсных сигналов

11.3.1 Определение среднего квадратического отклонения (далее – СКО) измерительного канала частотно-импульсных сигналов и неисключенной систематической погрешности (далее – НСП) измерительного канала частотно-импульсных сигналов

Отклонение показаний измерительного канала частотно-импульсных сигналов от показаний частотомера $\delta_{ЧК(РС\ ЧК)ji}$ %, вычисляют по формуле

$$\delta_{ЧК(РС\ ЧК)ji} = \left(\frac{N_{ji} - N_{ЭТji}}{N_{ЭТji}} \right) \cdot 100, \quad (2)$$

где N – количество импульсов по показаниям установки;

$N_{ЭТ}$ – количество импульсов по показаниям частотомера;

i – индекс измерения;

j – индекс точки.

Среднее арифметическое отклонение показаний измерительного канала частотно-импульсных сигналов от показаний частотомера $\overline{\delta_{ЧК(РС\ ЧК)\ j}}$, %, вычисляют по формуле

$$\overline{\delta_{ЧК(РС\ ЧК)\ j}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} \delta_{ЧК(РС\ ЧК)\ ji}, \quad (3)$$

где n – количество измерений.

СКО измерительного канала частотно-импульсных сигналов в j-ой точке $S_{ЧК(РС\ ЧК)\ j}$, % вычисляют по формуле

$$S_{ЧК(РС\ ЧК)\ j} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} \left(\delta_{ЧК(РС\ ЧК)ji} - \overline{\delta_{ЧК(РС\ ЧК)\ j}} \right)^2}{n \cdot (n-1)}}. \quad (4)$$

СКО с учетом влияния частотомера $S_{ЧК(РС\ ЧК)}$, %, вычисляют по формуле

$$S_{ЧК(РС\ ЧК)} = \sqrt{S^2_{ЧК\ ЭТ} + S^2_{ЧК(РС\ ЧК)\ j\,max}}, \quad (5)$$

где $S_{ЧК\ ЭТ}$ – СКО частотомера при измерении (воспроизведении единицы) импульсов, % (берут из паспорта на частотомер или из свидетельства о поверке (протокола поверки);

max – индекс наибольшего из значений.

Примечание:

1. Если у частотомера не нормировано СКО при измерении (воспроизведении единицы) импульсов $S_{\text{чк эт}}$, то СКО при измерении (воспроизведении единицы) импульсов $S_{\text{чк}}$ определяют без него.

НСП измерительного канала частотно-импульсных сигналов $\Theta_{\text{чк(рс чк)}}$, %, вычисляют по формуле

$$\Theta_{\text{чк(рс чк)}} = \pm 1{,}1\sqrt{\Theta^2_{\text{чк эт}} + \overline{\delta_{\text{чк(рс чк) } j\max}}^{\,2}}, \tag{6}$$

где $\Theta_{\text{чк эт}}$ – НСП частотомера при измерении (воспроизведении единицы) импульсов, %, (берут из паспорта на частотомер).

Примечание:

1. Если у частотомера не нормировано НСП при измерении (воспроизведении единицы) импульсов $\Theta_{\text{чк эт}}$, то допускается вместо НСП брать пределы допускаемой относительной погрешности частотомера при измерении (воспроизведении единицы) импульсов $\delta_{\text{чк эт}}$.

Фиксируют значения $S_{\text{чк(рс чк)}}$, $\Theta_{\text{чк(рс чк)}}$ из серии измерений.

11.3.2 Определение относительной погрешности измерительного канала частотно-импульсных сигналов.

Данный пункт выполняется только при поверке установки методом косвенных измерений.

СКО НСП измерительного канала частотно-импульсных сигналов $S_{\Theta_{\text{чк(рс чк)}}}$, %, вычисляют по формуле

$$S_{\Theta_{\text{чк(рс чк)}}} = \frac{\Theta_{\text{чк(рс чк)}}}{1{,}1\sqrt{3}}. \tag{7}$$

Суммарное СКО измерительного канала частотно-импульсных сигналов $S_{\Sigma\ \text{чк(рс чк)}}$, %, вычисляют по формуле

$$S_{\Sigma\ \text{чк(рс чк)}} = \sqrt{S^2_{\Theta_{\text{чк(рс чк)}}} + S^2_{\text{чк(рс чк)}}} \tag{8}$$

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

$$K_{\Sigma\ \text{чк(рс чк)}} = \frac{t_{0,95} \cdot S_{\text{чк(рс чк)}} + \Theta_{\text{чк(рс чк)}}}{S_{\text{чк(рс чк)}} + S_{\Theta_{\text{чк(рс чк)}}}}, \tag{9}$$

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

Относительную погрешность (доверительные границы суммарной погрешности) измерительного канала частотно-импульсных сигналов $\delta_{\Sigma\ \text{чк(рс чк)}}$, %, вычисляют по формуле

$$\delta_{\Sigma\ \text{ЧК(РС ЧК)}} = \pm K_{\Sigma\ \text{ЧК(РС ЧК)}} \cdot S_{\Sigma\ \text{ЧК(РС ЧК)}} \quad (10)$$

Фиксируют значение $\delta_{\Sigma\ \text{ЧК(РС ЧК)}}$.

11.4 Определение погрешности измерительного канала аналоговых сигналов

11.4.1 Определение СКО измерительного канала аналоговых сигналов и НСП измерительного канала аналоговых сигналов

Отклонение показаний измерительного канала аналоговых сигналов от показаний калибратора %, вычисляют по формуле

$$\delta_{\text{АК}ji} = \left(\frac{I_{ji} - I_{\text{ЭТ}ji}}{I_{\text{ЭТ}ji}} \right) \cdot 100 \quad (11)$$

где I_{ji} – значение аналогового сигнала по показаниям установки;

$I_{\text{ЭТ}ji}$ –значение аналогового сигнала по показаниям калибратора;

i – индекс измерения;

j – индекс точки.

Среднее арифметическое отклонение показаний измерительного канала аналоговых сигналов от показаний калибратора $\overline{\delta_{\text{АК}\ j}}$, %, вычисляют по формуле

$$\overline{\delta_{\text{АК}\ j}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} \delta_{\text{АК}ji}, \quad (12)$$

где n – количество измерений.

СКО измерительного канала аналоговых сигналов в j-ой точке $S_{\text{АК}j}$, %, вычисляют по формуле

$$S_{\text{АК}j} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} \left(\delta_{\text{АК}ji} - \overline{\delta_{\text{АК}\ j}} \right)^2}{n \cdot (n-1)}}. \quad (13)$$

СКО с учетом влияния калибратора $S_{\text{АК}}$, %, вычисляют по формуле

$$S_{\text{АК}} = \sqrt{S^2_{\text{АК ЭТ}} + S^2_{\text{АК}j\,\max}}, \quad (14)$$

где $S_{\text{АК ЭТ}}$ – СКО калибратора при измерении (воспроизведении единицы) постоянного тока, % (берут из паспорта на калибратор или из свидетельства о поверке (протокола поверки);

max – индекс наибольшего из значений.

Примечание:

1. Если у калибратора не нормировано СКО при измерении (воспроизведении единицы) постоянного тока $S_{АК\,ЭТ}$, то СКО при измерении (воспроизведении единицы) постоянного тока $S_{АК}$ определяют без него.

НСП измерительного канала аналоговых сигналов $\Theta_{АК}$, %, вычисляют по формуле

$$\Theta_{АК} = \pm 1{,}1\sqrt{\Theta^2_{АК\,ЭТ} + \overline{\delta_{АК_j\,max}}^2}, \tag{15}$$

где $\Theta_{АК\,ЭТ}$ – НСП калибратора при измерении (воспроизведении единицы) постоянного тока, %, (берут из паспорта на калибратор).

Примечание:

1. Если у калибратора не нормировано НСП при измерении (воспроизведении единицы) постоянного тока $\Theta_{АК\,ЭТ}$, то допускается брать вместо НСП пределы допускаемой относительной погрешности калибратора при измерении (воспроизведении единицы) постоянного тока $\delta_{АК\,ЭТ}$.

Фиксируют значения $S_{АК}$, $\Theta_{АК}$ из серии измерений.

11.4.2 Определение относительной погрешности измерительного канала аналоговых сигналов

Данный пункт выполняется только при поверке установки методом косвенных измерений.

СКО НСП измерительного канала аналоговых сигналов $S_{\Theta_{АК}}$, %, вычисляют по формуле

$$S_{\Theta_{АК}} = \frac{\Theta_{АК}}{1{,}1\sqrt{3}} \tag{16}$$

Суммарное СКО измерительного канала аналоговых сигналов $S_{\Sigma_{АК}}$, %, вычисляют по формуле

$$S_{\Sigma\,АК} = \sqrt{S^2_{\Theta_{АК}} + S^2_{АК}} \tag{17}$$

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

$$K_{\Sigma\,АК} = \frac{t_{0,95} \cdot S_{АК} + \Theta_{АК}}{S_{АК} + S_{\Theta_{АК}}}, \tag{18}$$

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

Относительную погрешность (доверительные границы суммарной погрешности) измерительного канала аналоговых сигналов $\delta_{\Sigma\ АК}$, %, вычисляют по формуле

$$\delta_{\Sigma\ АК} = \pm K_{\Sigma\ АК} \cdot S_{\Sigma\ АК} \tag{19}$$

где I_{ji} – значение аналогового сигнала по показаниям установки;

$I_{эт\,ji}$ –значение аналогового сигнала по показаниям калибратора;

i – индекс измерения;

j – индекс точки.

Фиксируют значение $\delta_{\Sigma\ АК}$.

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 сличением при помощи эталона сравнения или непосредственным сличением

11.5.1 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/или расходомеров и/или мерников 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

$$\delta(V)_{ji} = \left(\frac{V_{ji} - V_{ЭТ(ЭС)ji}}{V_{ЭТ(ЭС)ji}} \right) \cdot 100, \tag{20}$$

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

$V_{ЭТ(ЭС)}$ – 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

$$\overline{\delta(V)}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} \delta(V)_{ji}, \tag{21}$$

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

$$S(V)_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(\delta(V)_{ji} - \overline{\delta(V)_j}\right)^2}{n\cdot(n-1)}}. \quad (22)$$

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

$$S(V) = \sqrt{S(V)^2_{\text{ЭТ}} + S(V)^2_{\text{ЭС}} + S(V)^2_{j\,\max} + S^2_{\text{ЧК(АК)}}}, \quad (23)$$

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 потоке, % (берут из паспорта на эталон или из свидетельства о поверке (протокола поверки);

$S_{\text{ЧК(АК)}}$ – наибольшее значение СКО измерительного канала частотно-импульсных или аналоговых сигналов (измерительного канала аналоговых сигналов), полученное по формуле 5 (14);

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 потоке $S(V)_{\text{ЭС}}$ 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, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26.09.2022 № 2356;

4. Для установок с индексом точности 1, при определении $S_{\text{ЧК(АК)}}$, вычисляют только наибольшую погрешность, %, измерительного канала частотно-импульсных сигналов.

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

$$\Theta(V) = \pm 1{,}1\sqrt{\left(\frac{\Theta(V)_{\text{ЭТ}}}{1{,}1}\right)^2 + \Theta(V)^2_{\text{ЭС}} + \overline{\delta(V)_{j\,\max}}^2 + \left(\frac{\Theta_{\text{ЧК(АК)}}}{1{,}1}\right)^2}, \quad (24)$$

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

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

$\Theta_{ЧК(АК)}$ – наибольшее значение НСП измерительного канала частотно-импульсных или аналоговых сигналов (измерительного канала аналоговых сигналов), полученное по формуле 6 (15).

Примечания:

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

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

3. Для установок с индексом точности 1, при определении $\Theta_{ЧК(АК)}$, вычисляют только наибольшую погрешность, %, измерительного канала частотно-импульсных сигналов.

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

$$S_{\Theta}(V) = \frac{\Theta(V)}{1,1\sqrt{3}}. \quad (25)$$

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

$$S_{\Sigma}(V) = \sqrt{S(V)^2 + S_{\Theta}(V)^2}. \quad (26)$$

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

$$K_{\Sigma}(V) = \frac{t_{0,95} \cdot S(V) + \Theta(V)}{S(V) + S_{\Theta}(V)}, \quad (27)$$

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

$$\delta_{\Sigma}(V) = \pm K_{\Sigma}(V) \cdot S_{\Sigma}(V). \quad (28)$$

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/или расходомеров и/или мерников 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/или расходомеров и/или мерников превышают значения, указанные в таблице 1. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций по поверке прекращают.

11.5.2 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/или расходомеров и/или мерников 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

$$\delta(Q_V)_{ji} = \left(\frac{Q_{V_{ji}} - Q_{V_{ЭТ(ЭС)ji}}}{Q_{V_{ЭТ(ЭС)ji}}} \right) \cdot 100, \quad (29)$$

где Q_V – объемный расход жидкости по показаниям установки, м^3/ч;

$Q_{V_{ЭТ(ЭС)}}$ – объемный расход жидкости по показаниям эталона (ЭС), м^3/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

$$\overline{\delta(Q_V)_j} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} \delta(Q_V)_{ji}. \quad (30)$$

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

$$S(Q_V)_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} \left(\delta(Q_V)_{ji} - \overline{\delta(Q_V)_j} \right)^2}{n \cdot (n-1)}}. \quad (31)$$

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

$$S(Q_V) = \sqrt{S(Q_V)^2_{ЭТ} + S(Q_V)^2_{ЭС} + S(Q_V)^2_{j\,max} + S^2_{ЧК(АК)}}, \quad (32)$$

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

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

$S_{ЧК(АК)}$ – наибольшее значение СКО измерительного канала частотно-импульсных или аналоговых сигналов (измерительного канала аналоговых сигналов), полученное по формуле 5 (14);

max – индекс наибольшего из значений.

Примечания:

1. Если у эталона не нормировано СКО при воспроизведении единицы объемного расхода жидкости $S(Q_V)_{ЭТ}$, 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 $S(Q_V)_{ЭС}$ отсутствует;

3. Значение $S(Q_V)_{ЭС}$ 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, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26.09.2022 № 2356;

4. Для установок с индексом точности 1, при определении $S_{ЧК(АК)}$, вычисляют только наибольшую погрешность, %, измерительного канала частотно-импульсных сигналов.

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

$$\Theta(Q_V) = \pm 1{,}1\sqrt{\left(\frac{\Theta(Q_V)_{ЭТ}}{1{,}1}\right)^2 + \Theta(Q_V)^2{}_{ЭС} + \overline{\delta(Q_V)_{j\,max}}^2 + \left(\frac{\Theta_{ЧК(АК)}}{1{,}1}\right)^2}, \quad (33)$$

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

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

$\Theta_{ЧК(АК)}$ – наибольшее значение НСП измерительного канала частотно-импульсных или аналоговых сигналов (измерительного канала аналоговых сигналов), полученная по формуле 6 (15).

Примечания:

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

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

3. Для установок с индексом точности 1, при определении $\Theta_{ЧК(АК)}$, вычисляют только наибольшую погрешность, %, измерительного канала частотно-импульсных сигналов.

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

$$S_\Theta(Q_V) = \frac{\Theta(Q_V)}{1{,}1\sqrt{3}}. \quad (34)$$

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

$$S_\Sigma(Q_V) = \sqrt{S(Q_V)^2 + S_\Theta(Q_V)^2}. \quad (35)$$

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

$$K_\Sigma(Q_V) = \frac{t_{0,95} \cdot S(Q_V) + \Theta(Q_V)}{S(Q_V) + S_\Theta(Q_V)}. \quad (36)$$

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

$$\delta_\Sigma(Q_V) = \pm K_\Sigma(Q_V) \cdot S_\Sigma(Q_V). \quad (37)$$

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

11.5.3 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 применении весовых устройств при измерении (воспроизведении единицы) массы жидкости в потоке.

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

$$\delta(M)_{ji} = \left(\frac{M_{ji} - M_{ЭТ(ЭС)ji}}{M_{ЭТ(ЭС)ji}} \right) \cdot 100, \quad (38)$$

где M – масса жидкости в потоке по показаниям установки, кг;

$M_{ЭТ(ЭС)}$ – 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

$$\overline{\delta(M)}_j = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\delta(M)_{ji}, \tag{39}$$

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

$$S(M)_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(\delta(M)_{ji} - \overline{\delta(M)}_j\right)^2}{n\cdot(n-1)}}. \tag{40}$$

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

$$S(M) = \sqrt{S(M)^2_{ЭТ} + S(M)^2_{ЭС} + S(M)^2_{j\,max} + S^2_{ЧК(АК)}}, \tag{41}$$

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

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

$S_{ЧК(АК)}$ – наибольшее значение СКО измерительного канала частотно-импульсных или аналоговых сигналов (измерительного канала аналоговых сигналов), полученное по формуле 5 (14);

max – индекс наибольшего из значений.

Примечания:

1. Если у эталона не нормировано СКО при воспроизведении единицы массы жидкости в потоке $S(M)_{ЭТ}$, 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 $S(M)_{ЭС}$ отсутствует;

3. Значение $S(M)_{ЭС}$ 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, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26.09.2022 № 2356;

4. Для установок с индексом точности 1, при определении $S_{ЧК(АК)}$, вычисляют только наибольшую погрешность, %, измерительного канала частотно-импульсных сигналов.

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

$$\Theta(M) = \pm 1{,}1\sqrt{\left(\frac{\Theta(M)_{ЭТ}}{1{,}1}\right)^2 + \Theta(M)^2{}_{ЭС} + \overline{\delta(M)_{j\max}}^2 + \left(\frac{\Theta_{ЧК(АК)}}{1{,}1}\right)^2}, \qquad (42)$$

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

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

$\Theta_{ЧК(АК)}$ – наибольшее значение НСП измерительного канала частотно-импульсных или аналоговых сигналов (измерительного канала аналоговых сигналов), полученное по формуле 6 (15).

Примечания:

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

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

3. Для установок с индексом точности 1, при определении $\Theta_{ЧК(АК)}$, вычисляют только наибольшую погрешность, %, измерительного канала частотно-импульсных сигналов.

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

$$S_{\Theta}(M) = \frac{\Theta(M)}{1{,}1\sqrt{3}}. \qquad (43)$$

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

$$S_{\Sigma}(M) = \sqrt{S(M)^2 + S_{\Theta}(M)^2}. \qquad (44)$$

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

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

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

$$\delta_{\Sigma}(M)=\pm K_{\Sigma}(M)\cdot S_{\Sigma}(M). \tag{46}$$

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.

11.5.4 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 применении весовых устройств при измерении (воспроизведении единицы) массового расхода жидкости.

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

$$\delta(Q_M)_{ji}=\left(\frac{Q_{M_{ji}}-Q_{M_{\text{ЭТ(ЭС)}ji}}}{Q_{M_{\text{ЭТ(ЭС)}ji}}}\right)\cdot 100, \tag{47}$$

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

$Q_{M_{\text{ЭТ(ЭС)}}}$ – 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

$$\overline{\delta(Q_M)_j}=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\delta(Q_M)_{ji}. \tag{48}$$

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

$$S(Q_M)_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(\delta(Q_M)_{ji} - \overline{\delta(Q_M)_j}\right)^2}{n\cdot(n-1)}}. \quad (49)$$

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

$$S(Q_M) = \sqrt{S(Q_M)^2_{ЭТ} + S(Q_M)^2_{ЭС} + S(Q_M)^2_{j\,max} + S^2_{ЧК(АК)}}, \quad (50)$$

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));

$S_{ЧК(АК)}$ – наибольшее значение СКО измерительного канала частотно-импульсных или аналоговых сигналов (измерительного канала аналоговых сигналов), полученное по формуле 5 (14);

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 $S(Q_M)_{ЭС}$ 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, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26.09.2022 № 2356;

4. Для установок с индексом точности 1, при определении $S_{ЧК(АК)}$, вычисляют только наибольшую погрешность, %, измерительного канала частотно-импульсных сигналов.

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

$$\Theta(Q_M) = \pm 1{,}1\sqrt{\left(\frac{\Theta(Q_M)_{ЭТ}}{1{,}1}\right)^2 + \Theta(Q_M)^2_{ЭС} + \overline{\delta(Q_M)_{j\,max}}^2 + \left(\frac{\Theta_{ЧК(АК)}}{1{,}1}\right)^2}, \quad (51)$$

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

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

$\Theta_{ЧК(АК)}$ – наибольшее значение НСП измерительного канала частотно-импульсных или аналоговых сигналов (измерительного канала аналоговых сигналов), полученное по формуле 6 (15).

Примечания:

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

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

3. Для установок с индексом точности 1, при определении $\Theta_{ЧК(АК)}$, вычисляют только наибольшую погрешность, %, измерительного канала частотно-импульсных сигналов.

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

$$S_\Theta(Q_M) = \frac{\Theta(Q_M)}{1{,}1\sqrt{3}}. \quad (52)$$

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

$$S_\Sigma(Q_M) = \sqrt{S(Q_M)^2 + S_\Theta(Q_M)^2}. \quad (53)$$

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

$$K_\Sigma(Q_M) = \frac{t_{0,95} \cdot S(Q_M) + \Theta(Q_M)}{S(Q_M) + S_\Theta(Q_M)}. \quad (54)$$

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

$$\delta_\Sigma(Q_M) = \pm K_\Sigma(Q_M) \cdot S_\Sigma(Q_M). \quad (55)$$

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.

11.6 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

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

11.6.1 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 определении относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки, применяемой в качестве эталона 1 разряда/2 разряда в соответствии с ГПС (часть 1), при применении весовых устройств (только при наличии весовых устройств в составе установки) при измерении (воспроизведении единицы) массы жидкости в потоке по формуле 56 и/или при измерении (воспроизведении единицы) массового расхода жидкости по формуле 57 и/или при измерении (воспроизведении единицы) объема жидкости в потоке по формуле 58 и/или при измерении (воспроизведении единицы) объемного расхода жидкости по формуле 59.

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

$$\delta_{\Sigma}(M) = 1{,}1 \cdot \sqrt{\left(\frac{\delta_{\Sigma}(M)_j}{1{,}1}\right)^2 + \delta^2_{\Sigma ЧК(АК)}}, \qquad (56)$$

где $\delta_{\Sigma}(M)_j$ – наибольшая доверительная погрешность границы суммарной погрешности (относительная погрешность) при воспроизведении единицы массы жидкости в потоке, %, полученная по формуле 43 МИ 3665-2022;

$\delta_{\Sigma ЧК(АК)}$ – наибольшая погрешность, %, измерительного канала частотно-импульсных или аналоговых сигналов (измерительного канала аналоговых сигналов), полученная по п.11.3 (п.11.4).

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. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций по поверке прекращают.

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

$$\delta_{\Sigma}(Q_M) = 1{,}1 \cdot \sqrt{\left(\frac{\delta_{\Sigma}(Q_M)_j}{1{,}1}\right)^2 + \delta^2_{\Sigma\,ЧК(АК)}}, \quad (57)$$

где $\delta_{\Sigma}(Q_M)_j$ – наибольшая доверительная погрешность границы суммарной погрешности (относительная погрешность) при воспроизведении единицы массового расхода жидкости, %, полученная по формуле 91 МИ 3665-2022;

$\delta_{\Sigma\,ЧК(АК)}$ – наибольшая погрешность, %, измерительного канала частотно-импульсных или аналоговых сигналов (измерительного канала аналоговых сигналов), полученная по п.11.3 (п.11.4).

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 единицы) массового расхода жидкости при применении весовых устройств превышает значение, указанное в таблице 1. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций по поверке прекращают.

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

$$\delta_{\Sigma}(V) = 1{,}1 \cdot \sqrt{\left(\frac{\delta_{\Sigma}(V)_j}{1{,}1}\right)^2 + \delta^2_{\Sigma\,ЧК(АК)}}, \quad (58)$$

где $\delta_{\Sigma}(V)_j$ – наибольшая доверительная погрешность границы суммарной погрешности (относительная погрешность) при воспроизведении единицы объема жидкости в потоке, %, полученная по формуле 136 МИ 3665-2022;

$\delta_{\Sigma\,ЧК(АК)}$ – наибольшая погрешность, %, измерительного канала частотно-импульсных или аналоговых сигналов (измерительного канала аналоговых сигналов), полученная по п.11.3 (п.11.4).

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. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций по поверке прекращают.

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

$$\delta_{\Sigma}(Q_V) = 1{,}1 \cdot \sqrt{\left(\frac{\delta_{\Sigma}(Q_V)_j}{1{,}1}\right)^2 + \delta^2_{\Sigma ЧК(АК)}}, \quad (59)$$

где $\delta_{\Sigma}(Q_V)_j$ – наибольшая доверительная погрешность границы суммарной погрешности (относительная погрешность) при воспроизведении единицы объемного расхода жидкости, %, полученная по формуле 186 МИ 3665-2022;

$\delta_{\Sigma ЧК(АК)}$ – наибольшая погрешность, %, измерительного канала частотно-импульсных или аналоговых сигналов (измерительного канала аналоговых сигналов), полученная по п.11.3 (п.11.4).

Результат считают положительным, если значение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единицы) объемного 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 единицы) объемного расхода жидкости при применении весовых устройств превышает значение, указанное в таблице 1. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций по поверке прекращают.

11.6.2 Определение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единиц) объема жидкости в потоке и объемного расходов жидкости при применении расходомеров

Данный пункт выполняется при наличии расходомеров в составе установки.

11.6.2.1 Определение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единиц) объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости при применении расходомеров

11.6.2.1.1 Определение относительной погрешности расходомеров при измерении объема жидкости в потоке

Данный пункт выполняется при определении относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единиц) объема жидкости в потоке и/или объемного расхода жидкости при применении расходомеров.

Относительную погрешность расходомеров при измерении объема жидкости в потоке в j-ой точке расхода при i-ом измерении $\delta(V)_{РС\,ji}$, % вычисляют по формуле

$$\delta(V)_{РС\,ji} = \left(\frac{V_{ji} - V_{ЭТji}}{V_{ЭТji}}\right) \cdot 100, \quad (60)$$

где V – объем жидкости в потоке, измеренный расходомером, дм^3;

$V_{ЭТ}$ – объем жидкости в потоке по показаниям ЭТ, дм^3;

i – индекс измерения;

j – индекс точки расхода.

Фиксируют наибольшее полученное значение из серии измерений.

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

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

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

$$\delta_{\Sigma}(V) = \pm 1{,}1 \cdot \sqrt{\delta(V)_{ЭТ}^2 + \delta(V)_{РС}^2 + \delta_{\Sigma ЧК(АК)}^2 + \delta_{\Sigma РС\,ЧК}^2}, \qquad (61)$$

где $\delta(V)_{ЭТ}$ – относительная погрешность (доверительные границы суммарной погрешности, расширенная неопределенность измерений) эталона при измерении (воспроизведении единицы) объема жидкости в потоке, %;

$\delta(V)_{РС}$ – наибольшая погрешность расходомеров при измерении объема жидкости в потоке, %;

$\delta_{\Sigma ЧК(АК)}$ – наибольшая погрешность, %, измерительного канала частотно-импульсных или аналоговых сигналов (измерительного канала аналоговых сигналов), полученная по п.11.3 (п.11.4);

$\delta_{\Sigma РС\,ЧК}$ – наибольшая погрешность, %, измерительного канала частотно-импульсных сигналов (к которым подключаются расходомеры, входящие в состав установки), полученная по п.11.3.

Результат считают положительным, если относительная погрешность (доверительные границы суммарной погрешности) при измерении (воспроизведении единицы) объема жидкости в потоке при применении расходомеров не превышает значения, указанные в таблице 1 или отрицательным, если относительная погрешность (доверительные границы суммарной погрешности) при измерении (воспроизведении единицы) объема жидкости в потоке при применении расходомеров превышает значения, указанные в таблице 1. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций по поверке прекращают.

11.6.2.1.3 Определение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единицы) объемного расхода жидкости при применении расходомеров

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

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

$$\delta_{\Sigma}(Q_V) = \pm 1{,}1 \cdot \sqrt{\delta(Q_V)_{ЭТ}^2 + \delta(V)_{РС}^2 + \delta_{\Sigma ЧК(АК)}^2 + \delta_{ВК}^2 + \delta_{\Sigma РС\,ЧК}^2}, \qquad (62)$$

где $\delta(Q_V)_{ЭТ}$ – относительная погрешность (доверительные границы суммарной погрешности, расширенная неопределенность измерений) эталона при измерении (воспроизведении единицы) объемного расхода жидкости, %;

$\delta(V)_{РС}$ – наибольшая погрешность расходомеров при измерении объемного расхода жидкости, %;

$\delta_{\Sigma ЧК(АК)}$ – наибольшая погрешность, %, измерительного канала частотно-импульсных или аналоговых сигналов (измерительного канала аналоговых сигналов), полученная по п.11.3 (п.11.4);

$\delta_{ВК}$ – наибольшая погрешность, %, измерительного канала времени измерений, полученная по п. 11.3;

$\delta_{\Sigma РС\,ЧК}$ – наибольшая погрешность, %, измерительного канала частотно-импульсных сигналов (к которым подключаются расходомеры, входящие в состав установки), полученная по п.11.1.

Результат считается положительным, если относительная погрешность (доверительные границы суммарной погрешности) при измерении (воспроизведении единицы) объемного расхода жидкости при применении расходомеров не превышает значения, указанные в таблице 1 или отрицательным, если относительная погрешность (доверительные границы суммарной погрешности) при измерении (воспроизведении единицы) объемного расхода жидкости при применении расходомеров превышает значения, указанные в таблице 1. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций по поверке прекращают.

11.7 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 может соответствовать вторичному эталону или 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 26.09.2022 № 2356, при применении расходомеров может соответствовать рабочему эталону 2 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 26.09.2022 № 2356, при применении мерников может соответствовать вторичному эталону или 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 26.09.2022 № 2356.

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), на пломбы, установленные на фланцевые соединения расходомеров.

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 СКО измерительного канала частотно-импульсных сигналов и НСП измерительного канала частотно-импульсных сигналов

f, Гц	№ изм.	Канал	N	$N_{эт}$	$\delta_{чк}$, %	$\overline{\delta_{чк}}$, %	$S_{чкj}$, %	$S_{чк}$, %	$\Theta_{чк}$, %
	1	1							
	…								
	i								
	1	…							
	…								
	i								
	1	n							
	…								
	i								
	1	1							
	…								
	i								
	1	…							
	…								
	i								
	1	n							
	…								
	i								

Таблица А.3 – Определение относительной погрешности измерительного канала частотно-импульсных сигналов.

$S_{\Theta ЧК}$, %	$S_{\Sigma ЧК}$, %	$K_{\Sigma ЧК}$, %	$\delta_{\Sigma ЧК}$, %

Таблица А.4 – Определение СКО измерительного канала аналоговых сигналов и НСП измерительного канала аналоговых сигналов

№ изм.	Канал	$I_{ЭТ}$	I	$\delta_{АК}$, %	$\overline{\delta_{АК}}$, %	$S_{АК\,j}$, %	$S_{АК}$, %	$\Theta_{АК}$, %
1	1							
…								
i								
1	…							
…								
i								
1	n							
…								
i								
1	1							
…								
i								
1	…							
…								
i								
1	n							
…								
i								

Таблица А.5 – Определение относительной погрешности измерительного канала аналоговых сигналов

$S_{\Theta АК}$, %	$S_{\Sigma АК}$, %	$K_{\Sigma АК}$, %	$\delta_{\Sigma АК}$, %

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

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

Таблица А.6 – Результаты измерений

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

Таблица А.7 – Обработка полученных данных

№ изм.	$Q_{ном}$, м³/ч (т/ч)	$\delta(V)$, %	$\delta(Q_V)$, %	$\delta(M)$, %	$\delta(Q_M)$, %	$\overline{\delta(V)}$, %	$\overline{\delta(Q_V)}$, %	$\overline{\delta(M)}$, %	$\overline{\delta(Q_M)}$, %
1	1								
…									
i									
1	…								
…									
i									
1	*j*								
…									
i									

Продолжение таблицы А.7

$Q_{ном}$ м³/ч	$S(V)_j$, %	$S(Q_V)_j$, %	$S(V)$, %	$S(Q_V)$, %	$\Theta(V)$, %	$\Theta(Q_V)$, %	$S_\Theta(V)$, %	$S_\Theta(Q_V)$, %	$S_\Sigma(V)$, %	$S_\Sigma(Q_V)$, %	$K_\Sigma(V)$ %	$K_\Sigma(Q_V)$ %	$\delta_\Sigma(V)$, %	$\delta_\Sigma(Q_V)$, %
1														
…														
j														
$Q_{ном}$ т/ч	$S(M)_j$, %	$S(Q_M)_j$, %	$S(M)$, %	$S(Q_M)$, %	$\Theta(M)$, %	$\Theta(Q_M)$, %	$S_\Theta(M)$, %	$S_\Theta(Q_M)$, %	$S_\Sigma(M)$, %	$S_\Sigma(Q_M)$, %	$K_\Sigma(M)$ %	$K_\Sigma(Q_M)$ %	$\delta_\Sigma(M)$, %	$\delta_\Sigma(Q_M)$, %
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.8 – Результаты измерений

№ изм.	$Q_{ном}$, м³/ч (т/ч)	$t_{уст}$, с	$t_{эт}$, с	$t_ж$, °С	$P_ж$, МПа	$P_{атм}$, кПа	$T_{атм}$, °С	$\varphi_{атм}$, %	V, дм³	$V_{эт}$, дм³	Q_V, м³/ч	$Q_{Vэт}$, м³/ч
1	1											
…												
i												
1	…											
…												
i												
1	*j*											
…												
i												

Таблица А.9 – Обработка полученных данных

№ изм.	$Q_{ном}$, м³/ч (т/ч)	$\delta(V)$, %	$\delta(Q_V)$, %	$\overline{\delta(V)}$, %	$\overline{\delta(Q_V)}$, %
1	1				
…					
i					
1	…				
…					
i					
1	*j*				
…					
i					

Продолжение таблицы А.9

$Q_{ном}$, м³/ч	$S(V)_i$, %	$S(Q_V)_i$, %	$S(V)$, %	$S(Q_V)$, %	$\Theta(V)$, %	$\Theta(Q_V)$, %	$S_\Theta(V)$, %	$S_\Theta(Q_V)$, %	$S_\Sigma(V)$, %	$S_\Sigma(Q_V)$, %	$K_\Sigma(V)$ %	$K_\Sigma(Q_V)$ %	$\delta_\Sigma(V)$, %	$\delta_\Sigma(Q_V)$, %
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.10 – Обработка полученных данных

$\delta_{\Sigma ЧК(АК)}$, %	$\delta_\Sigma(V)_j$, %	$\delta_\Sigma(V)$, %	$\delta_\Sigma(Q_v)_j$, %	$\delta_\Sigma(Q_v)$, %	$\delta_\Sigma(M)_j$, %	$\delta_\Sigma(M)$, %	$\delta_\Sigma(Q_M)_j$, %	$\delta_\Sigma(Q_M)$, %

Результат: (положительный/отрицательный) _____

Определение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единиц) объема жидкости в потоке и объемного расходов жидкости при применении расходомеров

Таблица А.11 – Результаты измерений

№ изм	$Q_н$, м³/ч	t, с	$t_{эт}$, с	V, дм³	$V_{эт}$, дм³	$\delta(V)_{рс}$, %	$\delta(M)_{рс}$, %	$\delta_Σ(V)$, %	$\delta_Σ(Q_V)$, %
1	1								
…									
i									
1	…								
…									
i									
1	*j*								
…									
i									

Результат: (положительный/отрицательный) _____

Заключение по результатам поверки (годен / негоден): _____

Подпись поверителя _____ / _____
подпись И. О. Фамилия

Дата «____» _____ 20____ г.