

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



21 июня 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

УСТАНОВКИ ПОВЕРОЧНЫЕ СТАЦИОНАРНЫЕ СПРУТ

Методика поверки

МП 1648-1-2024

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 стационарные СПРУТ (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 (далее – ГПС).

В методике поверки реализованы методы передачи единиц величин сличением при помощи эталона сравнения и непосредственным сличением.

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

Таблица 1 – Метрологические требования

Наименование характеристики	Значение характеристики
Диапазон измерений (воспроизведения) объемного расхода жидкости при применении в качестве средств измерений весовых устройств ¹⁾ , м ³ /ч	от 0,01 до 360
Диапазон измерений (воспроизведения) объемного расхода жидкости при применении в качестве средств измерений расходомеров ¹⁾ , м ³ /ч	от 0,01 до 360
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 0,099 включ. до 0,3)
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 0,15 включ. до 0,3)
¹⁾ – конкретное значение указывается в эксплуатационных документах на установку	

2 Перечень операций поверки средства измерений

При проведении поверки средства измерений (далее – поверка) выполняют 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 (вода питьевая) с параметрами:

- температура, °C от +10 до +30
- избыточное давление, МПа, не более 1,0

Окружающая среда – воздух с параметрами:

- температура, °C от +10 до +30
- относительная влажность, % от 30 до 85
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106,7.

Попадание воздуха в измерительный участок установок не допускается.

3.2 Средства измерений, предназначенные для измерений условий окружающей среды и измеряемой среды, на момент поверки установки должны быть поверены, сведения о положительных результатах поверки должны быть опубликованы в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

3.3 Условия поверки должны соответствовать требованиям данного раздела, требованиям эксплуатационной документации поверяемой установки, требованиям эксплуатационной документации применяемых средств поверки.

3.4 Если срок периодической поверки средств измерений из состава установки наступает до срока периодической поверки установки, или появилась необходимость проведения внеочередной поверки средств измерений, то поверяется только это средство измерений, при этом внеочередную поверку установки не проводят.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

При проведении поверки специалисты должны соответствовать следующим требованиям:

- обладать навыками работы на применяемых средствах измерений;
- 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, необходимым для проведения поверки, перечень рекомендуемых для применения средств поверки приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Метрологические и технические требования к средствам поверки, перечень средств поверки, рекомендуемых для применения при поверке

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 (для установки, применяемой в качестве эталона 1-го или 2-го разряда) или рабочий эталон 1-го разряда (для установки, применяемой в качестве 2-го разряда) согласно ГПС (часть 1), утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2356) с необходимым диапазоном расходов	Установки поверочные Эрмитаж, регистрационный номер 71416-18 (далее – эталон)

1	2	3
п. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений	Средство измерений согласно ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2360, диапазон измерений от 10 Гц до 7 кГц Рабочий эталон согласно ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 01.10.2018 № 2091, диапазон измерений ± 25 мА (при наличии канала силы постоянного электрического тока) Рабочий эталон единицы постоянного электрического напряжения согласно ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3457, в диапазоне значений от 0,5 до 10 В с доверительными границами (относительной погрешностью) не более $\pm 0,025$ % (при наличии канала силы постоянного электрического напряжения)	Калибраторы-измерители унифицированных сигналов эталонные «ЭЛЕМЕР-ИКСУ-3000», регистрационный номер 85582-22 (далее – калибратор)
п. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений	Рабочий эталон единицы частоты 5 разряда согласно ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2360, диапазон частот от 100 до 10000 Гц, с возможностью счета импульсов в необходимом количестве	Частотомеры электронно-счетные ЧЗ-85/3, регистрационный № 32359-06 (далее – частотомер)
<p>Примечания:</p> <p>1 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;</p> <p>2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью;</p> <p>3 Допускается проводить поверку установки, используемой для измерений (воспроизведения) меньшего числа единиц величин (объем жидкости в потоке и/или объемный расход жидкости) и/или с меньшим диапазоном измерений (воспроизведения) единиц величин (объема жидкости в потоке, объемного расхода жидкости) и/или поверку отдельных автономных блоков из состава установки (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.</p>		

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 и способных оказать влияние на результаты измерений (поверки);
- на установке должна быть возможность нанесения знака поверки в целях защиты от несанкционированного вмешательства (при наличии в составе установки расходомеров).

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 определения идентификационных данных ПО установки необходимо:

- запустить ПО установки;
- считать с монитора ПК идентификационные данные ПО;
- сравнить полученные данные с идентификационными данными ПО, указанными в разделе «Программное обеспечение» описания типа на установку.

Результат подтверждения соответствия ПО считают положительным, если полученные идентификационные данные ПО установки: идентификационное наименование ПО и 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 и 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 частотно-импульсных сигналов

Данный пункт выполняется при наличии измерительных каналов 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 4)

На калибраторе устанавливают последовательно значения частоты выходного сигнала равные 100, 5000 и 10000 Гц (для расходомера берут его наименьшее, среднее и наибольшее значение рабочей частоты из эксплуатационных документов).

Измерения проводятся в режиме поверки средства измерений с частотно-импульсным сигналом. Интервал измерения выбирают так, чтобы набранное количество импульсов было не менее 10000 (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 АСИУК, сравнивают с количеством импульсов по показаниям частотомера. Измерения повторяют не менее пяти раз на каждой частоте следования импульсов.

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

Обработку результатов измерений проводят по 11.2.

10.3 Определение погрешности измерительного канала аналоговых сигналов

Данный пункт выполняется при наличии измерительного канала аналоговых сигналов.

Собирают схему, указанную в руководстве по эксплуатации на установку (Приложение 4).

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.

С устройства индикации установки считывают результаты измерений выбранного канала.

Операцию повторяют для каждого измерительного канала аналоговых сигналов установки.

Обработку результатов измерений проводят по 11.3.

10.4 Определение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единиц) объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости сличением при помощи эталона сравнения и/или непосредственным сличением

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

Для каждого средства измерений установки (весовые устройства и/или расходомеры), в зависимости от его диапазона расходов, выбирают следующие точки расхода: $Q_{\text{наим}}$, $(Q_{\text{наим}} + Q_{\text{наиб}})/2$, $Q_{\text{наиб}}$ (допускается смещать точки расхода +10 % от $Q_{\text{наим}}$, ± 10 % от $(Q_{\text{наим}} + Q_{\text{наиб}})/2$, -10 % от $Q_{\text{наиб}}$). В случае если расход превышает 300 м³/ч, то точку $Q_{\text{наиб}}$ выбирают равной 300 м³/ч. В случае если наименьший расход меньше 0,1 м³/ч, то точку $Q_{\text{наим}}$ выбирают равной 0,1 м³/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 объему жидкости в потоке и объемному расходу в каждой точке расхода соответствующего РЭС проводят не менее пяти 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 смещать точки расхода $+10\%$ от $Q_{\text{наим}}$, $\pm 10\%$ от $(Q_{\text{наим}} + Q_{\text{наиб}})/2$, -10% от $Q_{\text{наиб}}$).

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

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. 10.4.1 и п. 11.4 (с необходимой для проведения поверки относительной погрешностью (доверительной границей суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении) необходимой единицы величины при применении весовых устройств).

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 для каждой измерительной линии 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 для каждой измерительной линии. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций по поверке прекращают.

11.2 Определение погрешности измерительного канала частотно-импульсных сигналов

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

Данный пункт выполняется при наличии измерительных каналов частотно-импульсных сигналов.

Отклонение показаний измерительного канала частотно-импульсных сигналов от показаний частотомера $\delta_{\text{чк } j}$, %, вычисляют по формуле

$$\delta_{\text{чк } j} = \left(\frac{N_{ji} - N_{\text{эт } ji}}{N_{\text{эт } ji}} \right) \cdot 100, \quad (1)$$

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

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

$$\overline{\delta_{\text{чк } j}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \delta_{\text{чк } ji}, \quad (2)$$

где n – количество измерений.

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

$$S_{\text{чк } j} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\delta_{\text{чк } ji} - \overline{\delta_{\text{чк } j}})^2}{n \cdot (n-1)}}. \quad (3)$$

СКО с учетом влияния частотомера $S_{\text{чк}}$, %, вычисляют по формуле

$$S_{\text{чк}} = \sqrt{S_{\text{чк } \text{эт}}^2 + S_{\text{чк } j \text{ max}}^2}, \quad (4)$$

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

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

$$\Theta_{\text{чк}} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\Theta_{\text{чк } \text{эт}}^2 + \delta_{\text{чк } j \text{ max}}^2}, \quad (5)$$

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

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

11.3 Определение погрешности измерительного канала аналоговых сигналов

Данный пункт выполняется при наличии канала аналоговых сигналов.

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

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

$$\delta_{AKji} = \left(\frac{I_{ji} - I_{ЭТji}}{I_{ЭТji}} \right) \cdot 100, \quad (6)$$

где I_{ji} – значение аналогового сигнала по показаниям установки;
 $I_{ЭТji}$ – значение аналогового сигнала по показаниям калибратора;
 i – индекс измерения;
 j – индекс точки.

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

$$\overline{\delta_{AKj}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \delta_{AKji}, \quad (7)$$

где n – количество измерений.

СКО измерительного канала аналоговых сигналов в j -ой точке S_{AKj} , %, вычисляют по формуле

$$S_{AKj} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\delta_{AKji} - \overline{\delta_{AKj}})^2}{n \cdot (n-1)}}. \quad (8)$$

СКО с учетом влияния калибратора S_{AK} , %, вычисляют по формуле

$$S_{AK} = \sqrt{S_{AKЭТ}^2 + S_{AKj\max}^2}, \quad (9)$$

где $S_{AKЭТ}$ – СКО калибратора при измерении (воспроизведении единицы) постоянного электрического тока (напряжения), % (берут из паспорта на калибратор или из свидетельства о поверке (протокола поверки);
max – индекс наибольшего из значений.

Примечание – Если у калибратора не нормировано СКО при измерении (воспроизведении единицы) постоянного электрического тока (напряжения) $S_{AKЭТ}$, то СКО при измерении (воспроизведении единицы) постоянного электрического тока (напряжения) S_{AK} определяют без него.

НСП измерительного канала аналоговых сигналов Θ_{AK} , %, вычисляют по формуле

$$\Theta_{AK} = \pm 1,1 \sqrt{\Theta_{AK \text{ ЭТ}}^2 + \delta_{AKj \text{ max}}^2}, \quad (10)$$

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

Примечание – Если у калибратора не нормировано НСП при измерении (воспроизведении единицы) постоянного электрического тока (напряжения) $\Theta_{AK \text{ ЭТ}}$, то допускается брать вместо НСП пределы допускаемой относительной погрешности калибратора при измерении (воспроизведении единицы) постоянного электрического тока (напряжения) $\delta_{AK \text{ ЭТ}}$.

11.4 Определение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единиц) объема жидкости в потоке и объемного расхода 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/или 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

$$\delta(V)_{ji} = \left(\frac{V_{ji} - V_{\text{ЭТ(ЭС)ji}}}{V_{\text{ЭТ(ЭС)ji}}} \right) \cdot 100, \quad (11)$$

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

$$\overline{\delta(V)}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \delta(V)_{ji}, \quad (12)$$

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

$$S(V)_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\delta(V)_{ji} - \overline{\delta(V)}_j)^2}{n \cdot (n-1)}}. \quad (13)$$

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

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

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 в 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 11.2 (11.3);
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 в 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.

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

$$\Theta(V) = \pm 1,1 \sqrt{\left(\frac{\Theta(V)_{\text{ЭТ}}}{1,1}\right)^2 + \Theta(V)_{\text{ЭС}}^2 + \overline{\delta(V)_{j \max}}^2 + \left(\frac{\Theta_{\text{ЧК(АК)}}}{1,1}\right)^2}, \quad (15)$$

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);

$\Theta_{\text{ЧК(АК)}}$ – наибольшее значение НСП измерительного канала частотно-импульсных или аналоговых сигналов (измерительного канала аналоговых сигналов), полученное по 11.2 (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

$$S_{\Theta}(V) = \frac{\Theta(V)}{1,1\sqrt{3}}. \quad (16)$$

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

$$S_{\Sigma}(V) = \sqrt{S(V)^2 + S_{\Theta}(V)^2}. \quad (17)$$

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

$$K_{\Sigma}(V) = \frac{t_{0,95} \cdot S(V) + \Theta(V)}{S(V) + S_{\Theta}(V)}, \quad (18)$$

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

$$\delta_{\Sigma}(V) = \pm K_{\Sigma}(V) \cdot S_{\Sigma}(V). \quad (19)$$

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 и/или 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/или расходомеров 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 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

$$\delta(Q_V)_{ji} = \left(\frac{Q_{Vj} - Q_{V_{\text{ЭТ(ЭС)}}j}}{Q_{V_{\text{ЭТ(ЭС)}}j}} \right) \cdot 100, \quad (20)$$

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

$$\overline{\delta(Q_V)_j} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \delta(Q_V)_{ji}. \quad (21)$$

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

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

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

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

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));

$S_{\text{ЧК(АК)}}$ – наибольшее значение СКО измерительного канала частотно-импульсных или аналоговых сигналов (измерительного канала аналоговых сигналов), полученное по 11.2 (11.3);
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.

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

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

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), полученное по 11.2 (11.3).

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;

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

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

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

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

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

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

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

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

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

11.5 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 эксплуатационных документах на установку, при применении весовых устройств соответствует рабочему эталону 1 разряда/2 разряда единиц объема жидкости в потоке и/или объемного расхода жидкости в соответствии с ГПС (часть 1), утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2356, при применении расходомеров соответствует рабочему эталону 2 разряда (часть 1) единиц объема жидкости в потоке 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), а также на свинцовые (пластмассовые) пломбы, установленные на фланцевые соединения 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 СКО измерительного канала частотно-импульсных сигналов и НСП измерительного канала частотно-импульсных сигналов

Таблица А.1. Определение SЧК измерительного канала частотно-импульсным сигналами и SЧК измерительного канала								
№ изм.	Канал	N	$N_{ЭТ}$	$\delta_{чк}, \%$	$\bar{\delta}_{чк}, \%$	$S_{чк_j}, \%$	$S_{чк}, \%$	$\Theta_{чк}, \%$
1	1							
...								
i								
1	...							
...								
i								
1	n							
...								
i								
1	1							
...								
i								
1	...							
...								
i								
1	n							
...								
i								

Таблица А.2 – Определение СКО измерительного канала аналоговых сигналов и НСП измерительного канала аналоговых сигналов

Таблица А.2 Определение СКО измерительного канала аналогового или цифрового ИЧДТ измерительного канала аналогового										
№ изм.	Канал	$I_{ЭТ}$	I	$\delta_{AK}, \%$	$\overline{\delta_{AK}}, \%$	$S_{AKj}, \%$	$S_{AK}, \%$	$\Theta_{AK}, \%$		
1	1									
...										
i										
1	...									
...										
i										
1	n									
...										
i										
1	1									
...										
i										
1	...									
...										
i										
1	n									
...										
i										

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

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

Таблица А.3 – Результаты измерений

№ изм.	$Q_{ном},$ $м^3/ч$	$t_{уст},$ с	$t_{ст},$ с	$t_{ж},$ °C	$P_{ж},$ МПа	$P_{атм},$ кПа	$T_{атм},$ °C	$\varphi_{атм},$ %	$V,$ $дм^3$	$V_{эт},$ $дм^3$	$Q_{V},$ $м^3/ч$	$Q_{Vэт},$ $м^3/ч$
1	1											
...												
i												
1	...											
...												
i												
1	j											
...												
i												

Таблица А.4 – Обработка полученных данных

№ изм.	$Q_{ном},$ $м^3/ч$	$\delta(V),$ %	$\delta(Q_V),$ %	$\delta(\bar{V}),$ %	$\delta(\bar{Q_V}),$ %
1	1				
...					
i					
1	...				
...					
i					
1	j				
...					
i					

Продолжение таблицы А.4

$Q_{ном}$ м ³ /ч	$S(V)$, %	$S(Q_T)$, %	$S(V)$, %	$S(Q_T)$, %	$\Theta(V)$, %	$\Theta(Q_T)$, %	$S_{\Theta}(V)$, %	$S_{\Theta}(Q_T)$, %	$S_{\Sigma}(V)$, %	$S_{\Sigma}(Q_T)$, %	$K_{\Sigma}(V)$, %	$K_{\Sigma}(Q_T)$, %	$\delta_{\Sigma}(V)$, %	$\delta_{\Sigma}(Q_T)$, %
1														
...														
<i>j</i>														

Результат: (положительный/отрицательный) _____

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

Таблица А.5 – Результаты измерений

№ изм.	$Q_{ном}$, м ³ /ч	$t_{уст}$, с	$t_{тп}$, с	$t_{ж}$, °C	$P_{ж}$, МПа	$P_{атм}$, кПа	$T_{атм}$, °C	$\Phi_{атм}$, %	V , дм ³	$V_{эт}$, дм ³	Q_V , м ³ /ч	$Q_{V,эт}$, м ³ /ч
1	1											
...												
<i>i</i>												
1	...											
...												
<i>i</i>												
1	<i>j</i>											
...												
<i>i</i>												

Таблица А.6 – Обработка полученных данных

№ изм.	$Q_{ном}$, м ³ /ч	$\delta(V)$, %	$\delta(Q_T)$, %	$\delta(V)$, %	$\delta(Q_T)$, %
1	1				
...					
<i>i</i>					
1	...				
...					
<i>i</i>					
1	<i>j</i>				
...					
<i>i</i>					

Продолжение таблицы А.6

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

Результат: (положительный/отрицательный) _____

Заключение по результатам поверки (годен / негоден): _____

Подпись поверителя _____ / _____
подпись И. О. Фамилия

Дата « ____ » _____ 20 ____ г.