

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

И.о. директора филиала
ВНИИР – филиал ФГУП «ВНИИМ
им. Д. И. Менделеева»

А.С. Тайбинский



2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

УСТАНОВКА ПОВЕРОЧНАЯ РУОМ

Методика поверки

МП 1263-1-2021

Начальник НИО-1

Р.А. Корнеев

Тел. отдела: +7(843) 272-12-02

Казань

2021

1 Общие положения

Настоящий документ распространяется на установку поверочную РУОМ с заводским номером ЭР202005 (далее – установка), предназначенную для измерений, воспроизведения, хранения и передачи единиц массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости, и устанавливает методику и последовательность ее первичной и периодической поверок.

Прослеживаемость установки к Государственному первичному специальному эталону единиц массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости ГЭТ 63-2019 обеспечивается в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости (часть 1), утвержденной приказом Росстандарта от 07.02.2018 № 256. В методике поверки реализован следующий метод передачи единиц: непосредственное сличение.

Интервал между поверками – 1 год.

2 Перечень операций поверки

При проведении поверки выполняют следующие операции, указанные в таблице 1.

Таблица № 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер раздела	Проведение операции при	
		первичной поверки	периодической поверки
Внешний осмотр средства измерений	7	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	Да	Да
Проверка программного обеспечения	9	Да	Да
Определение метрологических характеристик средства измерений	10	Да	Да

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки соблюдают следующие условия:

Окружающая среда – воздух с параметрами:

- температура, °С от +10 до +30
- относительная влажность, % от 30 до 80
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106

Измеряемая среда – вода питьевая по СанПиН 2.1.3684-21 с параметрами:

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

Для средств поверки соблюдаются условия эксплуатации, указанные в эксплуатационных документах.

3.2 Средства измерений температуры и давления измеряемой среды, входящие в состав установки, на момент поверки установки должны иметь действующие сведения о положительных результатах поверки средств измерений, включенные в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 При проведении поверки специалисты должны соответствовать следующим требованиям:

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

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

Метрологические и технические требования к средствам поверки приведены в таблице 2

Таблица 2 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Наименование средства поверки	Характеристики
Государственный первичный специальный эталон единиц массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости ГЭТ 63-2019 (далее – ЭТ).	Изложены в федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений
Калибратор многофункциональный и коммуникатор ВЕАМЕХ МС6 (-R)	Диапазоны измерения (воспроизведения) ± 25 мА, от 1 до 20 кГц (регистрационный № 52489-13)
Частотомер электронно-счетный ЧЗ-85/3	Диапазон измерений: частот от 1 до 20 кГц; временных интервалов от 1 с до 1000 с (регистрационный № 32359-06)
Примечания: 1 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемой установки с требуемой точностью; 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 проводить поверку установки, используемую для измерений (воспроизведений) меньшего числа единиц величин (масса жидкости в потоке и/или объем жидкости в потоке и/или объемный расход жидкости и/или массовый расход жидкости) с уменьшением количества измеряемых (воспроизводимых) единиц величин на основании письменного заявления владельца установки, оформленного в произвольной форме, с соответствующим занесением информации в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.	

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки соблюдают следующие требования (условия):

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

6.2 К средствам поверки и установке обеспечивают свободный доступ.

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

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

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1.1 При внешнем осмотре устанавливают соответствие установки следующим требованиям:

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

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

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Подготовка к поверке

При подготовке к поверке выполняют следующие работы:

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

8.2 Опробование

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

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

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

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

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

Подготовка к проведению подтверждения соответствия:

- запустить ПО установки поверочной.

Определение идентификационных данных ПО:

- выбрать в основном меню программы установки поверочной пункт «Справка»;
- активизировать данный пункт меню.

На мониторе ПК отобразятся идентификационные данные ПО.

Результат подтверждения соответствия ПО считают положительным, если полученные идентификационные данные ПО установки: идентификационное наименование ПО, номер версии (идентификационный номер ПО), цифровой идентификатор 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), цифровой идентификатор 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 погрешности измерительного канала времени измерения.

Определение погрешности измерительного канала времени измерения осуществляют при помощи частотомера.

Данный пункт выполняется при применении в составе установки расходомеров.

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

Измерения проводятся при работе установки в режиме поверки СИ (допускается проводить измерения без наличия расхода измеряемой среды). При измерении задаются временные интервалы равные 30, 100 и 600 секунд.

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

Относительную погрешность измерительного канала времени измерения $\delta_{вк}$, %, для каждого измерения вычисляют по формуле:

$$\delta_{вк} = \frac{t_{уст} - t_{ч}}{t_{ч}} \cdot 100 \quad (1)$$

где $t_{уст}$ – время, измеренное установкой, с;
 $t_{ч}$ – время, измеренное частотомером, с.

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

10.2 Определение погрешности измерительного канала частотно-импульсных сигналов

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

На генераторе прямоугольных импульсов устанавливают последовательно значения частоты выходного сигнала равные 100, 5000 и 10000 Гц.

Поверка производится в режиме поверки средства измерения с импульсным сигналом. Интервал измерения выбирают так, чтобы набранное количество импульсов было не менее 10000 импульсов.

После команды «Начать измерение» АСИУК обрабатывает команду «старт», которая разрешает подсчет импульсов выбранным частотно-импульсным каналом и одновременно разрешает формирователю последовательности импульсов прохождение импульсов с генератора импульсов на выбранный частотно-импульсный канал и счетчик импульсов. После истечения необходимого интервала времени АСИУК обрабатывает команду «стоп», которая прекращает подсчет импульсов выбранным частотно-импульсным каналом и одновременно запрещает прохождение импульсов с генератора импульсов на выбранный частотно-импульсный канал и счетчик импульсов.

Набранное количество импульсов АСИУК, регистрируемое в протоколе измерения, сравнивают с количеством импульсов подсчитанное, частотомером. Измерения повторяют не менее пяти раз на каждой частоте следования импульсов.

Погрешность частотно-импульсных измерительных каналов $\delta_{чк}$, %, для каждого измерения вычисляют по формуле:

$$\delta_{чк} = \left(\frac{N_{к} - N_{э}}{N_{э}} \right) \cdot 100 \quad (2)$$

где $N_{к}$ – количество импульсов, измеренное АСИУК;
 $N_{э}$ – количество импульсов, измеренное частотомером.

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

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

10.3 Определение погрешности измерительного канала аналоговых сигналов

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

Подготавливают калибратор электрических сигналов к работе в режиме воспроизведения соответствующей аналоговой величины и подсоединяют его к входным клеммам соответствующего аналогового измерительного канала. На калибраторе последовательно устанавливают значения величины, соответствующие пяти равноудаленным точкам измерений, включая верхний и нижний значения диапазона измерений аналогового сигнала.

Допускается смещать точки измерения аналогового сигнала на значение $\pm 10\%$ от выбранной точки.

С устройства индикации установки считывают результаты измерений поверяемым измерительным каналом.

Приведенную погрешность аналоговых измерительных каналов $\delta_{ак}$, %, вычисляют по формуле (для каждого измерения):

$$\delta_{ак} = \frac{C_{аку} - C_{акз}}{C_{В} - C_{Н}} \cdot 100, \quad (3)$$

где $C_{аку}$ – значение аналогового сигнала, измеренное АСИУК;

$C_{акз}$ – значение аналогового сигнала, заданное калибратором;

$C_{В}$, $C_{Н}$ – верхний и нижний пределы диапазона измерений аналогового сигнала.

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

10.4 Определение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении массового и объемного расхода, массы и объема жидкости с помощью эталона сравнения

10.4.1 Определение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении массового и объемного расхода, массы и объема жидкости

Для каждого весового устройства, входящего в состав установки, в зависимости от его диапазона расходов, выбираются следующие контрольные точки расходов: $Q_{наим}$, $(Q_{наим} + Q_{наиб})/2$, $Q_{наиб}$, (допускается в силу особенностей установки смещать контрольные точки $\pm 10\%$). В случае если расход превышает 300 т/ч ($m^3/ч$), то точку $Q_{наиб}$ выбирают равной 300 т/ч ($m^3/ч$). В случае если наименьший расход меньше 0,1 т/ч ($m^3/ч$), то точку $Q_{наим}$ выбирают равной 0,1 т/ч ($m^3/ч$).

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

После монтажа РЭС, перед началом измерений, необходимо провести процедуру установки нуля «Zero» РЭС согласно эксплуатационному документу.

Исходя из выбранных точек расхода, поочередно устанавливают расходы с допуском $\pm 2\%$ от номинального значения.

При поверке по массе и объему жидкости в потоке, массовому и объемному расходам жидкости на каждой точке расхода соответствующего РЭС проводят не менее 7 измерений.

Определение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении массового и объемного расхода, массы и объема жидкости с помощью эталона сравнения

10.4.2 Обработка полученных результатов

10.4.2.1 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 с помощью весовых устройств 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

$$\delta(V)_{ji} = \left(\frac{V_{ji} - V_{ЭТji}}{V_{ЭТji}} \right) \cdot 100, \quad (4)$$

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

$V_{ЭТ}$ – объем жидкости в потоке по показаниям эталона, 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

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

где n – количество измерений.

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

$$S(V)_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\delta(V)_{ji} - \overline{\delta(V)}_j)^2}{n \cdot (n-1)}}, \quad (6)$$

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

$$S(V) = \sqrt{S(V)_{ЭТ}^2 + S(V)_{j \max}^2}, \quad (7)$$

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

$j \max$ – индекс наибольшего из значений.

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

$$\Theta(V) = \pm 1,1 \sqrt{\left(\frac{\Theta(V)_{ЭТ}}{1,1} \right)^2 + \overline{\delta(V)_{j \max}^2} + \delta_{ЧК}^2}, \quad (8)$$

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

$\delta_{ЧК(ак)}$ – наибольшая погрешность, %, измерительного каналов частотно-импульсных или аналоговых сигналов (измерительного канала аналоговых сигналов), полученная по п 10.2 (п.10.3).

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

$$S_{\Theta}(V) = \frac{\Theta(V)}{1,1\sqrt{3}}, \quad (9)$$

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

$$S_{\Sigma}(V) = \sqrt{S(V)^2 + S_{\Theta}(V)^2}, \quad (10)$$

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

$$K_{\Sigma}(V) = \frac{t_{0,95} \cdot S(V) + \Theta(V)}{S(V) + S_{\Theta}(V)}, \quad (11)$$

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

$$\delta_{\Sigma}(V) = \pm K_{\Sigma}(V) \cdot S_{\Sigma}(V), \quad (12)$$

Результат считают положительным, если значение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении) объема жидкости в потоке при применение весовых устройств не превышают $\pm 0,05$ % или отрицательным, если значения относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении) объема жидкости в потоке при применение весовых устройств превышают $\pm 0,05$ %. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций поверки прекращают.

10.4.2.2 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 с помощью весовых устройств 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

$$\delta(Q_V)_{ji} = \left(\frac{Q_{V_{ji}} - Q_{V_{\text{эт}ji}}}{Q_{V_{\text{эт}ji}}} \right) \cdot 100, \quad (13)$$

где $Q_{V_{ji}}$ – объемный расход жидкости по показаниям установки, м³/ч;

$Q_{V_{\text{эт}}}$ – объемный расход жидкости по показаниям эталона, м³/ч.

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

$$\overline{\delta(Q_V)_j} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \delta(Q_V)_{ji}, \quad (14)$$

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

$$S(Q_V)_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\delta(Q_V)_{ji} - \overline{\delta(Q_V)_j})^2}{n \cdot (n-1)}}, \quad (15)$$

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

$$S(Q_V) = \sqrt{S(Q_V)_{ЭГ}^2 + S(Q_V)_{j \max}^2}, \quad (16)$$

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

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

$$\Theta(Q_V) = \pm 1,1 \sqrt{\left(\frac{\Theta(Q_V)_{ЭГ}}{1,1}\right)^2 + \overline{\delta(V)_{j \max}^2} + \delta_{ЧК}^2}, \quad (17)$$

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

$\delta_{чк(ак)}$ – наибольшая погрешность, %, измерительного каналов частотно-импульсных или аналоговых сигналов (измерительного канала аналоговых сигналов), полученная по п 10.2 (п.10.3).

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

$$S_{\Theta}(Q_V) = \frac{\Theta(Q_V)}{1,1\sqrt{3}}, \quad (18)$$

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

$$S_{\Sigma}(Q_V) = \sqrt{S(Q_V)^2 + S_{\Theta}(Q_V)^2}, \quad (19)$$

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

$$K_{\Sigma}(Q_V) = \frac{t_{0,95} \cdot S(Q_V) + \Theta(Q_V)}{S(Q_V) + S_{\Theta}(Q_V)}, \quad (20)$$

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

$$\delta_{\Sigma}(Q_V) = \pm K_{\Sigma}(Q_V) \cdot S_{\Sigma}(Q_V), \quad (21)$$

Результат считают положительным, если значение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении) объемного расхода жидкости при применение весовых устройств не превышают $\pm 0,05$ % или отрицательным, если значения относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении) объемного расхода жидкости при применение весовых устройств превышают $\pm 0,05$ %. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций поверки прекращают.

10.4.2.3 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 с помощью 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

$$\delta(M)_{ji} = \left(\frac{M_{ji} - M_{\text{ЭТ}ji}}{M_{\text{ЭТ}ji}} \right) \cdot 100, \quad (22)$$

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

$M_{\text{ЭТ}}$ – масса жидкости в потоке по показаниям эталона, кг;

i – индекс измерения;

j – индекс точки расхода.

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

$$\overline{\delta(M)}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \delta(M)_{ji}, \quad (23)$$

где n – количество измерений.

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

$$S(M)_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\delta(M)_{ji} - \overline{\delta(M)_j})^2}{n \cdot (n-1)}}, \quad (24)$$

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

$$S(M) = \sqrt{S(M)_{\text{ЭТ}}^2 + S(M)_{j \max}^2}, \quad (25)$$

где $S(M)_{\text{ЭТ}}$ – СКО эталона при воспроизведении единицы массы жидкости в потоке, % (берут из паспорта на эталон);
 $j \max$ – индекс наибольшего из значений.

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

$$\Theta(M) = \pm 1,1 \sqrt{\left(\frac{\Theta(M)_{\text{ЭТ}}}{1,1}\right)^2 + \overline{\delta(M)_{j \max}^2} + \delta_{\text{ЧК}}^2}, \quad (26)$$

где $\Theta(M)_{\text{ЭТ}}$ – НСП эталона при воспроизведении единицы массы жидкости в потоке, % (берут из паспорта на эталон);
 $\delta_{\text{ЧК(ак)}}$ – наибольшая погрешность, %, измерительного каналов частотно-импульсных или аналоговых сигналов (измерительного канала аналоговых сигналов), полученная по п. 10.2 (п.10.3).

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

$$S_{\Theta}(M) = \frac{\Theta(M)}{1,1\sqrt{3}}, \quad (27)$$

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

$$S_{\Sigma}(M) = \sqrt{S(M)^2 + S_{\Theta}(M)^2}, \quad (28)$$

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

$$K_{\Sigma}(M) = \frac{t_{0,95} \cdot S(M) + \Theta(M)}{S(M) + S_{\Theta}(M)}, \quad (29)$$

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

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

$$\delta_{\Sigma}(M) = \pm K_{\Sigma}(M) \cdot S_{\Sigma}(M), \quad (30)$$

Результат считают положительным, если значение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении) массы жидкости в потоке при применение весовых устройств не превышает $\pm 0,04$ % или отрицательным, если значения относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении) массы жидкости в потоке при применение весовых устройств превышает $\pm 0,04$ %. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций поверки прекращают.

10.4.2.4 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 с помощью 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

$$\delta(Q_M)_{ji} = \left(\frac{Q_{M_{ji}} - Q_{M_{\text{эт}ji}}}{Q_{M_{\text{эт}ji}}} \right) \cdot 100, \quad (31)$$

где $Q_{M_{ji}}$ – массовый расход жидкости по показаниям эталона, т/ч;

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

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

$$\overline{\delta(Q_M)_j} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \delta(Q_M)_{ji}, \quad (32)$$

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

$$S(Q_M)_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\delta(Q_M)_{ji} - \overline{\delta(Q_M)_j})^2}{n \cdot (n-1)}}, \quad (33)$$

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

$$S(Q_M) = \sqrt{S(Q_M)_{ЭТ}^2 + S(Q_M)_{j \max}^2}, \quad (34)$$

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

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

$$\Theta(Q_M) = \pm 1,1 \sqrt{\left(\frac{\Theta(Q_M)_{ЭТ}}{1,1}\right)^2 + \overline{\delta(M)_{j \max}^2} + \delta_{ЧК}^2}, \quad (35)$$

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

$\delta_{ЧК(ак)}$ – наибольшая погрешность, %, измерительного каналов частотно-импульсных или аналоговых сигналов (измерительного канала аналоговых сигналов), полученная по п 10.2 (п.10.3).

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

$$S_{\Theta}(Q_M) = \frac{\Theta(Q_M)}{1,1\sqrt{3}}, \quad (36)$$

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

$$S_{\Sigma}(Q_M) = \sqrt{S(Q_M)^2 + S_{\Theta}(Q_M)^2}, \quad (37)$$

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

$$K_{\Sigma}(Q_M) = \frac{t_{0,95} \cdot S(Q_M) + \Theta(Q_M)}{S(Q_M) + S_{\Theta}(Q_M)}, \quad (38)$$

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

$$\delta_{\Sigma}(Q_M) = \pm K_{\Sigma}(Q_M) \cdot S_{\Sigma}(Q_M) \quad (39)$$

Результат считают положительным, если значение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении) массового расхода жидкости при применении весовых устройств не превышает $\pm 0,04$ % или отрицательным, если значения относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении) массового расхода жидкости при применении весовых устройств превышают $\pm 0,04$ %. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций поверки прекращают.

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

Определение относительной погрешности расходомеров при измерении объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости проводят путем сличения показаний расходомеров и показаний, полученных с использованием следующих способов:

- на месте эксплуатации с помощью весовых устройств, входящих в состав установки;
- непосредственным сличением с эталоном более высокой точности.

Относительную погрешность расходомеров массовых допускается проводить только при измерении массы жидкости в потоке и массового расхода жидкости.

Относительную погрешность расходомеров объемных допускается проводить только при измерении объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости.

Относительную погрешность расходомера определяют на 3 равноудаленных значениях расхода жидкости, включая наименьшую и наибольшую расходную точку для расходомера в зависимости от рабочего диапазона расходомера.

Расход задается с точностью 2 %. При каждом значении расхода проводят не менее 5 измерений. Время измерения не менее 30 с, набранное количество импульсов с расходомера за время измерения должно быть не менее 10000 импульсов.

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

Данный пункт выполняется при определении относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки с помощью расходомеров при измерении (воспроизведении единицы) объема жидкости в потоке по формуле 40 и/или при измерении (воспроизведении единицы) объемного расхода жидкости по формуле 41.

Относительную погрешность расходомеров при измерении объема жидкости в потоке δ_v , %, вычисляют по формуле:

$$\delta_v = \left(\frac{V_p - V_3}{V_3} \right) \cdot 100, \quad (40)$$

где V_p – объем жидкости в потоке измеренный расходомером, дм^3 ;
 V_3 – объем жидкости в потоке по показаниям весов, дм^3 .

Относительную погрешность при измерении объемного расхода жидкости δ_{qv} , %, вычисляют по формуле:

$$\delta_{qv} = \left(\frac{Q_{pv} - Q_3}{Q_3} \right) \cdot 100, \quad (41)$$

где Q_{pv} – объемный расход жидкости, измеренный расходомером, м³/ч;
 Q_3 – объемный расход жидкости по показаниям весов, м³/ч.

Фиксируют наибольшее полученное значение из серии измерений по формулам 40 и 41.

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

Определение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении объема жидкости в потоке и объемного расхода, при применении расходомеров проводят расчетным методом.

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

Данный пункт выполняется при определении относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки с помощью расходомеров при измерении (воспроизведении единицы) объема жидкости в потоке по формуле 42 и/или при измерении (воспроизведении единицы) объемного расхода жидкости по формуле 43.

Относительную погрешность (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении объема жидкости в потоке δ_V , %, при применении расходомеров, вычисляется по формуле:

$$\delta_V = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\delta_v^2 + \delta_{чк(ак)}^2}, \quad (42)$$

где δ_v – наибольшая погрешность, расходомеров при измерении объема жидкости в потоке, полученная по п.10.5.

$\delta_{чк(ак)}$ – наибольшая погрешность, %, измерительного каналов частотно-импульсных или аналоговых сигналов (измерительного канала аналоговых сигналов), полученная по п 10.2 (п.10.3);

Относительную погрешность (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении объемного расхода жидкости δ_{QV} , %, при применении расходомеров, вычисляется по формуле:

$$\delta_{QV} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{qv}^2 + \delta_{чк(ак)}^2 + \delta_{вк}^2}, \quad (43)$$

где δ_{qv} – наибольшая погрешность, расходомеров при измерении объемного расхода жидкости, полученная по п.10.5;

$\delta_{вк}$ – наибольшая погрешность, %, измерительного канала времени измерений, полученная по п. 10.1.

Результат считается положительным, если относительная погрешность (доверительных границ суммарной погрешности) при измерении (воспроизведении) объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости не превышает $\pm 0,2$ % или отрицательными, если относительная погрешность (доверительных границ суммарной погрешности) при измерении (воспроизведении)

объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости превышает $\pm 0,2$ %. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций поверки прекращают.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

Результаты поверки установки считают положительными, если метрологические характеристики соответствуют требованиям, указанным в таблице 3.

Таблица 3 – метрологические требования

Наименование характеристики	Значение
Диапазон воспроизводимых расходов при применении в качестве средств измерений весовых устройств, т/ч ($\text{м}^3/\text{ч}$)	от 0,005 до 600
Диапазон воспроизводимых расходов при применении в качестве средств измерений расходомеров, ($\text{м}^3/\text{ч}$)	от 0,005 до 900
Пределы допускаемой относительной погрешности (доверительные границы суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении) массы жидкости в потоке и массового расхода жидкости при применении весовых устройств, %	$\pm 0,04$
Пределы допускаемой относительной погрешности (доверительные границы суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении) объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости при применении весовых устройств, %	$\pm 0,05$
Пределы допускаемой относительной погрешности (доверительные границы суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении) объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости при применении расходомеров, %	$\pm 0,2$

При положительных результатах поверки установку при применении весовых устройств считают соответствующей вторичному эталону единиц массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости в соответствии с ГПС (часть 1 и часть 2), утвержденной приказом Росстандарта от 07.02.2018 № 256, а при применении расходомеров считают соответствующей рабочему эталону 2-го разряда единиц объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости в соответствии с ГПС (часть 1 и часть 2), утвержденной приказом Росстандарта от 07.02.2018 № 256.

12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты измерений и вычислений вносят в протокол поверки в соответствии с формой, указанной 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 РФ.

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 РФ, к которому прилагают протокол поверки. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке (при его наличии), а также на пломбы, установленные на фланцевые соединения расходомеров, входящих в состав 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 РФ.

Приложение А
обязательное

Форма протокола поверки средства измерений

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:

Таблица А.1 – Определение погрешности измерительного канала времени измерения

№ изм	t, c	$t_{уст}, c$	$t_ч, c$	$\delta_{вк}, \%$	$\max \delta_{вк}, \%$
1					
...					
i					
1					
...					
i					
1					
...					
i					

Продолжение таблицы А.6

$Q_{ном}$ м³/ч	$S(V)_j$, %	$S(QV)_j$, %	$S(V)$, %	$S(QV)$, %	$\Theta(V)$, %	$\Theta(QV)$, %	$S_{\Theta}(V)$, %	$S_{\Theta}(QV)$, %	$S_{\Sigma}(V)$, %	$S_{\Sigma}(QV)$, %	$K_{\Sigma}(V)$, %	$K_{\Sigma}(QV)$, %	$\delta_{\Sigma}(V)$, %	$\delta_{\Sigma}(QV)$, %
$Q_{ном}$ т/ч	$S(M)_j$, %	$S(QM)_j$, %	$S(M)$, %	$S(QM)$, %	$\Theta(M)$, %	$\Theta(QM)$, %	$S_{\Theta}(M)$, %	$S_{\Theta}(QM)$, %	$S_{\Sigma}(M)$, %	$S_{\Sigma}(QM)$, %	$K_{\Sigma}(M)$, %	$K_{\Sigma}(QM)$, %	$\delta_{\Sigma}(M)$, %	$\delta_{\Sigma}(QM)$, %

Результат: (положительный/отрицательный) _____

Таблица А.7 – Определение относительной погрешности расходомеров при измерении объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости

№ изм	Q_n , м³/ч	$t_{изм}$, с	K_p , имп/дм³	N_p	V_p , дм³	$V_{эт}$, дм³	$Q_{эт}$, м³/ч	$Q_{рв}$, м³/ч	δ_v , %	δ_{qv} , %	δ_v наиб %	δ_{qv} наиб %
1	1											
...												
i												
1	...											
...												
i												
1	...											
...												
i												
1	...											
...												
i												
1	j											
...												
i												

