

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 по  
развитию ВНИИР – филиала  
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

\_\_\_\_\_ А.С. Тайбинский



М.П.

«13» октября 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений  
УСТАНОВКИ ПОВЕРОЧНЫЕ ПЕРЕДВИЖНЫЕ УЭМ-01

Методика поверки

МП 1377-1-2021

Начальник ИИО-1

\_\_\_\_\_ Р.А. Корнеев

Тел. отдела: +7 (843) 272-12-02

Казань

2021

## 1 Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на установки поверочные передвижные УЭМ-01 (далее – установки) предназначенные для измерений, воспроизведения, хранения и передачи единиц массового расхода жидкости и массы жидкости в потоке, и устанавливает методику и последовательность их первичной и периодической поверок.

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, часть 2), утвержденной Приказом Росстандарта от 07.02.2018 № 256. В методике поверки реализованы следующие методы передачи единиц: непосредственное сличение.

## 2 Перечень операций поверки

Перечень операций при проведении первичной и периодической поверки представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень операций при проведении первичной и периодической поверки

Наименование операции	Номер раздела	Проведение операции при	
		первичной поверки	периодической поверки
Внешний осмотр средства измерений	7	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	Да	Да
Проверка программного обеспечения средства измерений	9	Да	Да
Определение метрологических характеристик средства измерений	10	Да	Да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	11	Да	Да

## 3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки соблюдают следующие условия:

3.1.1 Измеряемая среда – жидкость (вода питьевая, нефть, нефтепродукты) с параметрами:  
– температура, °С от плюс 5 до плюс 45;  
– избыточное давление, МПа, не более 1,6;

3.1.2 Окружающая среда установки – воздух с параметрами:  
– температура окружающей среды, °С от плюс 5 до плюс 45;  
– относительная влажность окружающей среды, % от 30 до 80;  
– атмосферное давление, кПа от 84 до 106.

3.2 Средства измерений, входящие в состав установок, должны иметь действующие свидетельства о поверке. Сведения о поверке указанных средств измерений должны быть внесены в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений аккредитованным лицом, проводившим поверку.

#### 4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 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 приведены в таблице 2

Таблица 2 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п.8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений п. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений	Вторичный эталон согласно ГПС (часть 1 или часть 2), утвержденной приказом Росстандарта от 07.02.2018 № 256 (далее – эталон) с диапазоном измерений (воспроизведения) от 0,01 до 2000 т/ч (м <sup>3</sup> /ч) и доверительными границами суммарной погрешности при измерении объема и массы жидкости не более $\pm 0,055$ %	Установки поверочные ЭЛЕМЕР-ПУ, рег. № 85095-22
п.8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений п. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений	Диапазоны измерения от 1 Гц до 20 кГц с пределами допускаемой основной погрешности $\pm 0,01$ % показания	Калибраторы многофункциональные МСx-R, рег. № 22237-08
п.8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений п. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений	Рабочий эталон 4 разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 31.07.2018 № 1621	Частотомер электронно-счетный ЧЗ-85/3, рег. № 32359-06
<b>Примечания</b> 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; 2 Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице. 3 Допускается проводить поверку установки, используемых для измерений (воспроизведений) меньшего числа величин (массы жидкости в потоке и/или объема жидкости в потоке и/или массового расхода жидкости и/или объемного расхода жидкости) с уменьшением количества измеряемых единиц на основании письменного заявления владельца средства измерений, оформленного в произвольной форме, с соответствующим занесением информации в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.		

## **6 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки**

### **6.1 При проведении поверки соблюдают следующие требования:**

- 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.

### **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:**

- состав, комплектность и маркировка установки должны соответствовать эксплуатационным документам;
- на установке не должно быть внешних механических повреждений, влияющих на ее работоспособность;
- возможность нанесения пломбировки на установку 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, влияющие на ее работоспособность, присутствует возможность нанесения пломбировки на установку в целях защиты от несанкционированного вмешательства или отрицательным, если комплектность и маркировка установки не соответствует эксплуатационным документам, на установке присутствуют внешние механические повреждения, влияющие на ее работоспособность, отсутствует возможность нанесения пломбировки на установку в целях защиты от несанкционированного вмешательства. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций по поверке 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 настоящей методике;
- 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 и ее составных частей в соответствии с их эксплуатационными документами. При этом, изменяя расход жидкости, убеждаются по показаниям установки в изменении значений расхода жидкости. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций по поверке прекращают.

Результат опробования установки считают положительным, если при изменении расхода жидкости изменяются значения расхода жидкости по показаниям установки или отрицательным, если при изменении расхода жидкости не изменяются значения расхода жидкости по показаниям установки. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций по поверке прекращают.

## **9 Проверка программного обеспечения средства измерений**

При проведении поверки выполняют операцию подтверждения соответствия программного обеспечения заявленным идентификационным данным с использованием программного обеспечения установки. С показывающего устройства считывают номер версии программного обеспечения и цифровой идентификатор программного обеспечения.

Результат подтверждения соответствия программного обеспечения считается положительным, если полученные идентификационные данные программного обеспечения установки (номер версии (идентификационный номер программного обеспечения) и цифровой идентификатор) соответствуют идентификационным данным, указанным в разделе «Программное обеспечение» описания типа на установки или отрицательным, если полученные идентификационные данные программного обеспечения установки (номер версии (идентификационный номер программного обеспечения) и цифровой идентификатор) не соответствуют идентификационным данным, указанным в разделе «Программное обеспечение» описания типа на установки. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций по поверке прекращают.

## **10 Определение метрологических характеристик средства измерений**

### **10.1 Определение погрешности измерительного канала частотно-импульсных сигналов**

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

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

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).

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

После команды «начать измерение» АСИУК обрабатывает 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 обрабатывает 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 5 раз на каждой частоте следования импульсов.

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

**10.2 Определение относительной погрешности установки при измерении массы жидкости в потоке и/или объема жидкости в потоке и/или массового расхода жидкости и/или объемного расхода жидкости методом непосредственного сличения.**

**10.2.1** Относительную погрешность установки при измерении массового расхода жидкости и массы жидкости в потоке определяют в трех точках для каждого расходомера, входящего в состав установки. Выбирают следующие точки расхода: наименьший ( $Q_{\text{наим}}$ ), т/ч, наибольший ( $Q_{\text{наиб}}$ ), т/ч и 0,5 от суммы наибольшего и наименьшего расходов ( $0,5 \cdot (Q_{\text{наиб}} + Q_{\text{наим}})$ ), т/ч.

**10.2.2** Расход устанавливается с допуском  $\pm 5\%$ .

**10.2.3** Количество измерений в каждой точке расхода должно быть не менее 7.

## **11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям**

### **11.1 Определение погрешности измерительного канала частотно-импульсных сигналов**

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

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

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

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

Примечание: погрешность измерительного канала частотно-импульсных сигналов  $\delta_{\text{чк}}$ , %, равна погрешности измерительного канала частотно-импульсных сигналов к которым подключаются расходомеры, входящие в состав установки  $\delta_{\text{рчк}}$ , %.

11.2 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 с эталоном.

11.2.1 Определение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки 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

$$\delta(V)_{ji} = \left( \frac{V_{ji} - V_{\text{эт}ji}}{V_{\text{эт}ji}} \right) \cdot 100, \quad (2)$$

где  $V$  – объем жидкости в потоке по показаниям установки,  $\text{дм}^3$ ;  
 $V_{\text{эт}}$  – объем жидкости в потоке по показаниям эталона,  $\text{дм}^3$ ;  
 $i$  – 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

$$\overline{\delta(V)}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \delta(V)_{ji}, \quad (3)$$

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

$$S(V)_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\delta(V)_{ji} - \overline{\delta(V)}_j)^2}{n \cdot (n-1)}}. \quad (4)$$

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

$$\bar{V}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V_{ji}. \quad (5)$$

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

$$S(V)_{\text{уи}j} = \frac{1}{V_j} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (V_{ji} - \bar{V}_j)^2}{n(n-1)}} \cdot 100. \quad (6)$$

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

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

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);

$\max$  – индекс наибольшего из значений.

Примечания:

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.

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

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

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

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

Примечания:

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  $\delta(V)_{\text{эт}}$ .

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 значения относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единицы) объема жидкости в потоке не превышает  $\pm 0,066\%$ , или отрицательным, если значения относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единицы) объема жидкости в потоке превышает  $\pm 0,066\%$ . При отрицательном результате выполнение дальнейших операций по поверке прекращают.

11.2.2 Определение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки 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

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

где  $Q_V$  – объемный расход жидкости по показаниям установки, м<sup>3</sup>/ч;

$Q_{V_{эт}}$  – объемный расход жидкости по показаниям эталона, м<sup>3</sup>/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

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



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

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

Среднее арифметическое значение объемного расхода жидкости в  $j$ -ой точке расхода  $\overline{Q_{Vj}}$ , м<sup>3</sup>/ч, вычисляют по формуле

$$\overline{Q_{Vj}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Q_{Vji}. \quad (16)$$

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

$$S(Q_V)_{\text{изм}j} = \frac{1}{Q_{Vj}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Q_{Vji} - \overline{Q_{Vj}})^2}{n(n-1)}} \cdot 100. \quad (17)$$

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

$$S(Q_V) = \sqrt{S(Q_V)_{\text{ЭТ}}^2 + S(Q_V)_{j \text{ max}}^2 + S(Q_V)_{\text{изм}j \text{ max}}^2}, \quad (18)$$

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)).

Примечания:

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

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

$$\Theta(Q_V) = \pm 1,1 \sqrt{\left(\frac{\Theta(Q_V)_{\text{ЭТ}}}{1,1}\right)^2 + \overline{\delta(Q_V)_{j \text{ max}}}^2 + \delta_{\text{ЧК}}^2}, \quad (19)$$

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

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

Примечания:

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  $\delta(Q_V)_{ЭТ}$ .

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

$$S_{\Theta}(Q_V) = \frac{\Theta(Q_V)}{1,1\sqrt{3}}. \quad (20)$$

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

$$S_{\Sigma}(Q_V) = \sqrt{S(Q_V)^2 + S_{\Theta}(Q_V)^2}. \quad (21)$$

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

$$K_{\Sigma}(Q_V) = \frac{t_{0,95} \cdot S(Q_V) + \Theta(Q_V)}{S(Q_V) + S_{\Theta}(Q_V)}. \quad (22)$$

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

$$\delta_{\Sigma}(Q_V) = \pm K_{\Sigma}(Q_V) \cdot S_{\Sigma}(Q_V). \quad (23)$$

Результат считают положительным, если значения относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единицы) объемного расхода жидкости не превышает  $\pm 0,066\%$ , или отрицательным, если значения относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единицы) объемного расхода жидкости превышает  $\pm 0,066\%$ . При отрицательном результате выполнение дальнейших операций по поверке прекращают.

11.2.3 Определение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки 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

$$\delta(M)_{ji} = \left( \frac{M_{ji} - M_{ЭТji}}{M_{ЭТji}} \right) \cdot 100, \quad (24)$$

где  $M$  – масса жидкости в потоке по показаниям установки, 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

$$\overline{\delta(M)}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \delta(M)_{ji}, \quad (25)$$

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

$$S(M)_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\delta(M)_{ji} - \overline{\delta(M)}_j)^2}{n \cdot (n-1)}}. \quad (26)$$

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

$$\overline{M}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n M_{ji}. \quad (27)$$

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

$$S(M)_{\text{УИ}j} = \frac{1}{\overline{M}_j} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (M_{ji} - \overline{M}_j)^2}{n(n-1)}} \cdot 100. \quad (28)$$

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

$$S(M) = \sqrt{S(M)_{\text{ЭТ}}^2 + S(M)_{j \text{ max}}^2 + S(M)_{\text{УИ}j \text{ max}}^2}, \quad (29)$$

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

**Примечания:**

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

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

$$\Theta(M) = \pm 1,1 \sqrt{\left(\frac{\Theta(M)_{\text{ЭТ}}}{1,1}\right)^2 + \overline{\delta(M)_{j \max}^2} + \delta_{\text{ЧК}}^2}, \quad (30)$$

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

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

Примечания:

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

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

$$S_{\Theta}(M) = \frac{\Theta(M)}{1,1\sqrt{3}}. \quad (31)$$

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

$$S_{\Sigma}(M) = \sqrt{S(M)^2 + S_{\Theta}(M)^2}. \quad (32)$$

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

$$K_{\Sigma}(M) = \frac{t_{0,95} \cdot S(M) + \Theta(M)}{S(M) + S_{\Theta}(M)}, \quad (33)$$

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

$$\delta_{\Sigma}(M) = \pm K_{\Sigma}(M) \cdot S_{\Sigma}(M). \quad (34)$$

Результат считают положительным, если значения относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единицы) массы жидкости в потоке не превышает  $\pm 0,066\%$ , или отрицательным, если значения относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единицы) массы жидкости в потоке превышает  $\pm 0,066\%$ . При отрицательном результате выполнение дальнейших операций по проверке прекращают.

11.2.4 Определение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки 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

$$\delta(Q_M)_{ji} = \left( \frac{Q_{M_{ji}} - Q_{M_{эт_{ji}}}}{Q_{M_{эт_{ji}}}} \right) \cdot 100, \quad (35)$$

где  $Q_M$  – массовый расход жидкости по показаниям эталона, т/ч;  
 $Q_{M_{эт}}$  – массовый расход жидкости по показаниям эталона, т/ч;  
 $i$  – индекс измерения;  
 $j$  – индекс точки расхода.

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

$$\overline{\delta(Q_M)_j} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \delta(Q_M)_{ji}. \quad (36)$$

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

$$S(Q_M)_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\delta(Q_M)_{ji} - \overline{\delta(Q_M)_j})^2}{n \cdot (n-1)}}. \quad (37)$$

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

$$\overline{Q_{M_j}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Q_{M_{ji}}. \quad (38)$$

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

$$S(Q_M)_{уи_j} = \frac{1}{Q_{M_j}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Q_{M_{ji}} - \overline{Q_{M_j}})^2}{n(n-1)}} \cdot 100. \quad (39)$$

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

$$S(Q_M) = \sqrt{S(Q_M)_{ЭТ}^2 + S(Q_M)_{j \max}^2 + S(Q_M)_{УИj \max}^2}, \quad (40)$$

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)).

Примечания:

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.

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

$$\Theta(Q_M) = \pm 1,1 \sqrt{\left(\frac{\Theta(Q_M)_{ЭТ}}{1,1}\right)^2 + \overline{\delta(Q_M)_{j \max}^2} + \delta_{ЧК}^2}, \quad (41)$$

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

$\delta_{ЧК}$  – наибольшая погрешность измерительного канала частотно-импульсных сигналов, %.

Примечания:

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  $\delta(Q_M)_{ЭТ}$ .

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

$$S_{\Theta}(Q_M) = \frac{\Theta(Q_M)}{1,1\sqrt{3}}. \quad (42)$$

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

$$S_{\Sigma}(Q_M) = \sqrt{S(Q_M)^2 + S_{\Theta}(Q_M)^2}. \quad (43)$$

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

$$K_{\Sigma}(Q_M) = \frac{t_{0,95} \cdot S(Q_M) + \Theta(Q_M)}{S(Q_M) + S_{\Theta}(Q_M)}. \quad (44)$$

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

$$\delta_{\Sigma}(Q_M) = \pm K_{\Sigma}(Q_M) \cdot S_{\Sigma}(Q_M). \quad (45)$$

Результат считают положительным, если значения относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единицы) массового расхода жидкости не превышает  $\pm 0,066\%$ , или отрицательным, если значения относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единицы) массового расхода жидкости превышает  $\pm 0,066\%$ . При отрицательном результате выполнение дальнейших операций по поверке прекращают.

#### 11.3 Проверка соответствия средства измерений обязательным требованиям к эталону

При положительных результатах поверки установка может соответствовать 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 и/или часть 2), утвержденной приказом Росстандарта от 07.02.2018 № 256, утвержденной приказом Росстандарта от 07.02.2018 № 256.

## 12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты измерений и вычислений заносят в протокол поверки установки согласно форме протокола, указанной в Приложении А.

12.2 При положительных результатах поверки установки оформляют свидетельство о поверке, подтверждающее соответствие установки обязательным требованиям к эталонам в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации в области единства измерений, к которому прилагают протокол поверки. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке, а также на пломбы, установленные на фланцевые соединения расходомеров, входящих в состав установки.

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

12.3 При отрицательных результатах поверки установку к применению не допускают, выдают извещение о непригодности с указанием причин в соответствии с действующим законодательством РФ в области единства измерений.

Приложение А  
(рекомендуемое)

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 и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям:



Таблица А.1 – Определение погрешности измерительного канала частотно-импульсных сигналов

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

Таблица А.2 – Исходные данные

$\delta_{чк(АК)}$ , %	$\Theta(QV)_{эт}$ , (%)	$\Theta(V)_{эт}$ , (%)	$\Theta(M)_{эт}$ , (%)	$\Theta(QM)_{эт}$ , (%)	$S(QV)_{эт}$ , (%)	$S(V)_{эт}$ , (%)	$S(M)_{эт}$ , (%)	$S(QM)_{эт}$ , (%)

Таблица А.3 – Результаты измерений

№ изм.	$Q_{ном}$ , м <sup>3</sup> /ч (т/ч)	$t_{уст}$ , с	$t_{эт}$ , с	$t_{ж}$ , °С	$P_{ж}$ , МПа	$P_{атм}$ , кПа	$T_{атм}$ , °С	$\Phi_{атм}$ , %	$V$ , дм <sup>3</sup>	$V_{эт}$ , дм <sup>3</sup>	$M$ , кг	$M_{эт}$ , кг	$Q_V$ , м <sup>3</sup> /ч	$Q_{Vэт}$ , м <sup>3</sup> /ч	$Q_M$ , т/ч	$Q_{Mэт}$ , т/ч
1	1															
...																
<i>i</i>																
1	...															
...																
<i>i</i>																
1	<i>j</i>															
...																
<i>i</i>																

Таблица А.4 – Обработка полученных данных

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

Продолжение таблицы А.4

$Q_{ном},$ м <sup>3</sup> /ч	$S(V)_j,$ %	$S(Q_V)_j,$ %	$S(V)_{uji}$ <sub><i>j</i></sub> %	$S(Q_V)_{uji}$ <sub><i>j</i></sub> %	$S(V),$ %	$S(Q_V),$ %	$\Theta(V),$ %	$\Theta(Q_V),$ %	$S_{\Theta}(V),$ %	$S_{\Theta}(Q_V),$ %	$S_{\Sigma}(V),$ %	$S_{\Sigma}(Q_V),$ %	$K_{\Sigma}(V)$ %	$K_{\Sigma}(Q_V)$ %	$\delta_{\Sigma}(V),$ %	$\delta_{\Sigma}(Q_V),$ %
1																
...																
<i>j</i>																
$Q_{ном},$ т/ч	$S(M)_j,$ %	$S(Q_M)_j,$ %	$S(M)_{uji}$ <sub><i>j</i></sub> %	$S(Q_M)_{uji}$ <sub><i>j</i></sub> %	$S(M),$ %	$S(Q_M),$ %	$\Theta(M),$ %	$\Theta(Q_M),$ %	$S_{\Theta}(M),$ %	$S_{\Theta}(Q_M),$ %	$S_{\Sigma}(M),$ %	$S_{\Sigma}(Q_M),$ %	$K_{\Sigma}(M)$ %	$K_{\Sigma}(Q_M)$ %	$\delta_{\Sigma}(M),$ %	$\delta_{\Sigma}(Q_M),$ %
1																
...																
<i>j</i>																

Результат: (положительный/отрицательный) \_\_\_\_\_

Заключение по результатам поверки (годен / негоден): \_\_\_\_\_

Подпись поверителя \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
подпись И. О. Фамилия

« \_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.