

7
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ им. Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА»

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

СОГЛАСОВАНО

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



А.С. Тайбинский

М.П.

«07»

июля

2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений
УСТАНОВКА ПОВЕРОЧНАЯ СТАЦИОНАРНАЯ УПТПУ

Методика поверки

МП 1544-1-2023

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

г. Казань

2023 г.

1 Общие положения

Настоящая методика поверки применяется для поверки установки поверочной стационарной УППУ (далее – установка).

Прослеживаемость установки к Государственному первичному специальному эталону единиц массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости ГЭТ 63-2019 и к Государственному первичному эталону единицы массы-килограмма ГЭТ 3-2020 обеспечивается в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости (часть 1), утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2356.

В методике поверки реализованы методы передачи единиц величин сличением при помощи эталона сравнения и методом косвенных измерений.

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

Таблица 1 – Метрологические характеристики

| Наименование характеристики | Значение |
|---|---------------|
| Диапазон измерений (воспроизведения единицы) объема жидкости в потоке, м ³ | от 7,5 до 7,6 |
| Пределы допускаемой относительной погрешности (доверительные границы суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении) объема жидкости в потоке, % | ±0,06 |

2 Перечень операций поверки

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

Таблица 2 – Операции поверки

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

3 Требования к условиям проведения поверки

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

Измеряемая среда – жидкость (вода питьевая) с параметрами:

– температура, °С от +15 до +25
– давление, МПа, от 0,1 до 0,4

Окружающая среда – воздух с параметрами:

– температура, °С от +15 до +25
– относительная влажность, % от 30 до 80
– атмосферное давление, кПа от 84 до 106

Попадание воздуха в измерительный участок установок не допускается.

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

3.3 Все средства измерений, входящие в состав установки, предназначенные для измерений условий измеряемой среды на момент поверки установки должны иметь действующие сведения о положительных результатах поверки средств измерений, включенные в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 При проведении поверки специалисты должны соответствовать следующим требованиям:

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

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

Метрологические и технические требования к средствам поверки приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

| Операции поверки требующие применение средств поверки | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки | Перечень рекомендуемых средств поверки |
|---|---|--|
| 10.1 Определение погрешности измерительного канала частотно-импульсных сигналов | Средство измерений согласно ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2360, диапазон измерений от 0,1 до 10 кГц | Калибраторы многофункциональные и коммуникаторы BEAMEX MC6 (-R), регистрационный № 52489-13 (далее – калибратор) |
| 10.1 Определение погрешности измерительного канала частотно-импульсных сигналов | Рабочий эталон 4 разряда согласно ГПС, утвержденной приказом Росстандарта 26.09.2022 № 2360, диапазон измерений от 0,1 до 10 кГц | Частотомеры электронно-счетные ЧЗ-85/3, регистрационный № 32359-06 (далее – частотомер) |
| 10.2 Определение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единиц) объема жидкости в потоке сличением при помощи эталона сравнения | Вторичный эталон 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) |
| <p>Примечания:</p> <p>1 При проведении поверки установки на базе весовых устройств методом косвенных измерений, выбирают средства поверки согласно документу МИ 3665–2022 «Рекомендация. ГСИ. Установки поверочные. Методика поверки» (далее – МИ 3665-2022).</p> <p>2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью.</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 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;

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 или отрицательным, если комплектность и маркировка установки не соответствует эксплуатационным документам, на установке присутствуют внешние механические повреждения и/или дефекты, препятствующие ее применению. 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 обеспечения заявленным идентификационным данным с использованием персонального компьютера и программного обеспечения установки.

Подготовка к проведению подтверждения соответствия:

– запустить программное обеспечение установки.

Определение идентификационных данных программного обеспечения:

– выбрать в основном меню программы установки пункт «Справка»;

– активизировать данный пункт меню;

– в выпавшем подменю выбрать пункт «О программе» и активизировать его.

На мониторе установки должны отобразиться идентификационные данные программного обеспечения.

Результат подтверждения соответствия программного обеспечения считается положительным, если полученные идентификационные данные программного обеспечения установки поверочной: идентификационное наименование программного обеспечения, номер версии (идентификационный номер программного обеспечения) соответствуют идентификационным данным, указанным в разделе «Программное обеспечение» описания типа на установку поверочную стационарную УППУ или отрицательным, если полученные идентификационные данные программного обеспечения установки поверочной: идентификационное наименование программного обеспечения или номер версии (идентификационный номер программного обеспечения) не соответствуют идентификационным данным, указанным в разделе «Программное обеспечение» описания типа на установку поверочную стационарную УППУ.

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 Ж).

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

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

После команды «начать измерение» автоматизированная система измерений, управления и контроля (далее – 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 (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единицы) объема жидкости в потоке

Определение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единицы) объема жидкости в потоке выполняют сличением при помощи эталона сравнения или методом косвенных измерений.

10.2.1 Определение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единицы) объема жидкости в потоке сличением при помощи эталона сравнения

Для каждого средства измерений установки (весовые устройства), в зависимости от его диапазона расходов, выбираются следующие точки расхода: $Q_{\text{наим}}$, $(Q_{\text{наим}} + Q_{\text{наиб}})/2$, $Q_{\text{наиб}}$, (допускается в силу особенностей установки смещать точки расхода $\pm 10\%$).

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

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

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

При проверке по объему жидкости в потоке на каждой точке расхода соответствующего РЭС проводят не менее 7 измерений.

10.2.2 Определение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единицы) объема жидкости в потоке методом косвенных измерений

Выполняют операции согласно МИ 3665–2022. Полученные значения доверительных границ суммарной погрешности (относительной погрешности) установки при воспроизведении единицы объема жидкости в потоке суммируют с наибольшей погрешностью измерительного канала частотно-импульсных, полученной по пункту 11.1.

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

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

11.2.1 Определение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единицы) объема жидкости в потоке сличением при помощи эталона сравнения

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

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

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

$V_{\text{ЭС}}$ – 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

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

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 \overline{V}_j , дм^3 , вычисляют по формуле

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

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

$$S(V) = \sqrt{S(V)_{\text{ЭТ}}^2 + S(V)_{\text{ЭС}}^2 + S(V)_{j \text{ max}}^2}, \quad (6)$$

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)

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, утвержденная приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 7 февраля 2018 г. № 256.

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

$$\Theta(V) = \pm 1,1 \sqrt{\left(\frac{\Theta(V)_{\text{ЭТ}}}{1,1}\right)^2 + \Theta(V)_{\text{ЭС}}^2 + \overline{\delta(V)_{j \text{ max}}^2} + \delta_{\text{ЧК}}^2}, \quad (7)$$

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

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

$\delta_{\text{ЧК}}$ – наибольшая погрешность, %, измерительного канала частотно-импульсных, полученная по п.11.1.

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

$$S_{\Theta}(V) = \frac{\Theta(V)}{1,1\sqrt{3}}, \quad (8)$$

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

$$S_{\Sigma}(V) = \sqrt{S(V)^2 + S_{\Theta}(V)^2}, \quad (9)$$

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

$$K_{\Sigma}(V) = \frac{t_{0,95} \cdot S(V) + \Theta(V)}{S(V) + S_{\Theta}(V)}, \quad (10)$$

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

$$\delta_{\Sigma}(V) = \pm K_{\Sigma}(V) \cdot S_{\Sigma}(V), \quad (11)$$

Результат считают положительным, если значение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единицы) объема жидкости в потоке не превышает $\pm 0,06$ или отрицательным, если значение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единицы) объема жидкости в потоке превышает $\pm 0,06$. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций по поверке прекращают.

11.2.2 Определение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единиц) объема жидкости в потоке методом косвенных измерений

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

$$\delta_{\Sigma}(V) = 1,1 \cdot \sqrt{\left(\frac{\delta_{\Sigma}(V)_j}{1,1}\right)^2} + \delta_{\text{ЧК}}^2, \quad (12)$$

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

$\delta_{\text{ЧК}}$ – наибольшая погрешность, %, измерительного канала частотно-импульсных или аналоговых сигналов (измерительного канала аналоговых сигналов), полученная по пункту 5.1.

Результат считают положительным, если значение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единицы) объема жидкости в потоке не превышает $\pm 0,06$ или отрицательным, если значение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единицы) объема жидкости в потоке превышает $\pm 0,06$. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций по испытаниям прекращают.

11.3 Проверка соответствия средства измерений обязательным требованиям к эталону

При положительных результатах поверки, установку считают соответствующей рабочему эталону 1 разряда единицы объема жидкости в потоке 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.

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, к которому прилагают протокол поверки. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке (при его наличии).

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.

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: _____

Таблица № __ – Определение погрешности измерительного канала частотно-импульсных сигналов

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

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

Таблица № __ – Исходные данные

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

Таблица № __ – Результаты измерений

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

Таблица № __ – Обработка полученных данных

| $Q_{\text{ном}}, \text{м}^3/\text{ч}$ | $S(V)_j, \%$ | $S(V)_{\text{уи}j}, \%$ | $S(V), \%$ | $\Theta(V), \%$ | $S_{\Theta}(V), \%$ | $S_{\Sigma}(V), \%$ | $K_{\Sigma}(V), \%$ | $\delta_{\Sigma}(V), \%$ |
|---------------------------------------|--------------|-------------------------|------------|-----------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 1 | | | | | | | | |
| ... | | | | | | | | |
| j | | | | | | | | |

Результат: (положительный/отрицательный) _____

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

Операции по МИ 3665-2022

7.3 Определение доверительных границ суммарной погрешности (относительной погрешности) УП при воспроизведении единицы объема жидкости в потоке методом косвенных измерений (пункт 11.7.3)

$$\text{Уравнение измерений (пункт 11.7.3.1)} \quad V = \frac{M_{\text{изм}} \cdot \rho_{\text{жа}}}{(\rho_{\text{жа}} - \rho_{\text{а}}) \cdot \rho_{\text{ж}}}$$

Определение СКО и НСП измерительного канала массы жидкости, обусловленных работой ВУ (пункт 11.7.3.2)

Таблица № ____

| № точки | № изм. | $M_{\text{изм } j/s}$ КГ | $M_{T j/s}$ КГ | $\Delta(M_{\text{изм}})_{j/s}$ КГ | $\overline{\Delta(M_{\text{изм}})}_{j/s}$ КГ | $\Delta_{T j}$ КГ | $\Theta(M_{\text{изм}})_{j/s}$ КГ | $S(M_{\text{изм}})_{j/s}$ КГ |
|----------|----------|-----------------------------|-------------------|--------------------------------------|---|----------------------|--------------------------------------|---------------------------------|
| 1 | 1 | | | | | | | |
| | ... | | | | | | | |
| | <i>n</i> | | | | | | | |
| ... | 1 | | | | | | | |
| | ... | | | | | | | |
| | <i>n</i> | | | | | | | |
| <i>m</i> | 1 | | | | | | | |
| | ... | | | | | | | |
| | <i>n</i> | | | | | | | |

Определение НСП измерительного канала плотности воздуха (пункт 11.7.3.3)

Таблица № ____

| $P_{\text{а}}$ гПа | $T_{\text{а}}$ °С | $h_{\text{а}}$ % | $\rho_{\text{а}}$ кг/м ³ | $\frac{\partial \rho_{\text{а}}}{\partial T_{\text{а}}}$ | $\frac{\partial \rho_{\text{а}}}{\partial h_{\text{а}}}$ | $\frac{\partial \rho_{\text{а}}}{\partial P_{\text{а}}}$ | $\Theta(\rho_{\text{а}})$ кг/м ³ |
|-----------------------|----------------------|---------------------|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | |

Определение НСП измерительного канала плотности жидкости (пункт 11.7.3.4)

Таблица № ____

| $\rho_{\text{жа}}$ кг/м ³ | A кг/(м ³ ·°С) | B кг/(м ³ ·°С) | C кг/(м ³ ·МПа) | $\Delta(T_{\text{ж}})$ °С | $\Delta(\rho_{\text{ж}})$ МПа | $\Theta(\rho_{\text{жа}})$ кг/м ³ | $\Theta(\rho_{\text{жа}})$ кг/м ³ |
|---|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|------------------------------|----------------------------------|---|---|
| | | | | | | | |

Определение СКО и НСП измерительного канала массы жидкости, обусловленных работой переключателя потока, стабильностью расхода и режимом работы УП (пункт 11.7.3.5)

Таблица № ____

| № точки | № изм. | M_{ji} , кг | τ_{ji} , с | $Q_{M_{ji}}$, т/ч | \bar{M}_{1j} , кг | $\bar{\tau}_{1j}$, с | $\bar{Q}_{M_{1j}}$, т/ч |
|---------|--------|---------------|-----------------|--------------------|---------------------|-----------------------|--------------------------|
| 1 | 1 | | | | | | |
| | ... | | | | | | |
| | n | | | | | | |
| | № изм. | M_{ji} , кг | τ_{ji} , с | $Q_{M_{ji}}$, т/ч | \bar{M}_{2j} , кг | $\bar{\tau}_{2j}$, с | $\bar{Q}_{M_{2j}}$, т/ч |
| | 1 | | | | | | |
| | ... | | | | | | |
| | n | | | | | | |
| | № изм. | M_{ji} , кг | τ_{ji} , с | $Q_{M_{ji}}$, т/ч | \bar{M}_{3j} , кг | $\bar{\tau}_{3j}$, с | $\bar{Q}_{M_{3j}}$, т/ч |
| | 1 | | | | | | |
| | ... | | | | | | |
| | n | | | | | | |
| | № изм. | M_{ji} , кг | τ_{ji} , с | $Q_{M_{ji}}$, т/ч | \bar{M}_{4j} , кг | $\bar{\tau}_{4j}$, с | $\bar{Q}_{M_{4j}}$, т/ч |
| | 1 | | | | | | |
| | ... | | | | | | |
| | n | | | | | | |
| | № изм. | M_{ji} , кг | τ_{ji} , с | $Q_{M_{ji}}$, т/ч | \bar{M}_{5j} , кг | $\bar{\tau}_{5j}$, с | $\bar{Q}_{M_{5j}}$, т/ч |
| 1 | | | | | | | |
| ... | | | | | | | |
| n | | | | | | | |

Продолжение таблицы №

| № точки | № изм. | M_{ji} , кг | τ_{ji} , с | $Q_{M_{ji}}$, т/ч | \bar{M}_{1j} , кг | $\bar{\tau}_{1j}$, с | $\bar{Q}_{M_{1j}}$, т/ч |
|---------|---------------|-----------------|--------------------|---------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------------|
| ... | 1 | | | | | | |
| | ... | | | | | | |
| | n | | | | | | |
| | № изм. | M_{ji} , кг | τ_{ji} , с | $Q_{M_{ji}}$, т/ч | \bar{M}_{2j} , кг | $\bar{\tau}_{2j}$, с | $\bar{Q}_{M_{2j}}$, т/ч |
| | 1 | | | | | | |
| | ... | | | | | | |
| | n | | | | | | |
| | № изм. | M_{ji} , кг | τ_{ji} , с | $Q_{M_{ji}}$, т/ч | \bar{M}_{3j} , кг | $\bar{\tau}_{3j}$, с | $\bar{Q}_{M_{3j}}$, т/ч |
| | 1 | | | | | | |
| | ... | | | | | | |
| | n | | | | | | |
| | № изм. | M_{ji} , кг | τ_{ji} , с | $Q_{M_{ji}}$, т/ч | \bar{M}_{4j} , кг | $\bar{\tau}_{4j}$, с | $\bar{Q}_{M_{4j}}$, т/ч |
| | 1 | | | | | | |
| | ... | | | | | | |
| | n | | | | | | |
| № изм. | M_{ji} , кг | τ_{ji} , с | $Q_{M_{ji}}$, т/ч | \bar{M}_{5j} , кг | $\bar{\tau}_{5j}$, с | $\bar{Q}_{M_{5j}}$, т/ч | |
| 1 | | | | | | | |
| ... | | | | | | | |
| n | | | | | | | |

Продолжение таблицы №

| № точки | № изм. | M_{ji} , кг | τ_{ji} , с | $Q_{M_{ji}}$, т/ч | \bar{M}_{1j} , кг | $\bar{\tau}_{1j}$, с | $\bar{Q}_{M_{1j}}$, т/ч |
|----------|----------|---------------|-----------------|--------------------|---------------------|-----------------------|--------------------------|
| <i>m</i> | 1 | | | | | | |
| | ... | | | | | | |
| | <i>n</i> | | | | | | |
| | № изм. | M_{ji} , кг | τ_{ji} , с | $Q_{M_{ji}}$, т/ч | \bar{M}_{2j} , кг | $\bar{\tau}_{2j}$, с | $\bar{Q}_{M_{2j}}$, т/ч |
| | 1 | | | | | | |
| | ... | | | | | | |
| | <i>n</i> | | | | | | |
| | № изм. | M_{ji} , кг | τ_{ji} , с | $Q_{M_{ji}}$, т/ч | \bar{M}_{3j} , кг | $\bar{\tau}_{3j}$, с | $\bar{Q}_{M_{3j}}$, т/ч |
| | 1 | | | | | | |
| | ... | | | | | | |
| | <i>n</i> | | | | | | |
| | № изм. | M_{ji} , кг | τ_{ji} , с | $Q_{M_{ji}}$, т/ч | \bar{M}_{4j} , кг | $\bar{\tau}_{4j}$, с | $\bar{Q}_{M_{4j}}$, т/ч |
| | 1 | | | | | | |
| | ... | | | | | | |
| | <i>n</i> | | | | | | |
| | № изм. | M_{ji} , кг | τ_{ji} , с | $Q_{M_{ji}}$, т/ч | \bar{M}_{5j} , кг | $\bar{\tau}_{5j}$, с | $\bar{Q}_{M_{5j}}$, т/ч |
| | 1 | | | | | | |
| | ... | | | | | | |
| | <i>n</i> | | | | | | |

Таблица № ____

| № точки | $M_{\text{пл}j}, \text{ кг}$ | | | | | | | | | | $\overline{M_{\text{пл}j}}, \text{ кг}$ | $\Theta(M_{\text{пл}j}), \text{ кг}$ | $S(M_{\text{пл}j}), \text{ кг}$ |
|---------|------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|--------------------------------------|---------------------------------|
| | 1-2 | 1-3 | 1-4 | 1-5 | 2-3 | 2-4 | 2-5 | 3-4 | 3-5 | 4-5 | | | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | |
| ... | | | | | | | | | | | | | |
| m | | | | | | | | | | | | | |

Вычисление $\Theta(V)_j$ (пункт 11.7.3.6), $S(V)_j$ (пункт 11.7.3.6), $S_{\Theta}(V)_j$ (пункт 11.7.3.6), $S_{\Sigma}(V)_j$ (пункт 11.7.3.6), $K_{\Sigma}(V)_j$ (пункт 11.7.3.6), $\delta_{\Sigma}(V)_j$ (пункт 11.7.3.11)

Таблица № ____

| № точки | $V, \text{ м}^3$ | $\frac{\partial V}{\partial M_{\text{изм}}}$ | $\frac{\partial V}{\partial p_{\text{жа}}}$ | $\frac{\partial V}{\partial p_{\text{а}}}$ | $\frac{\partial V}{\partial p_{\text{ж}}}$ | $\Theta(V)_j, \%$ | $S(V)_j, \%$ | $S_{\Theta}(V)_j, \%$ | $S_{\Sigma}(V)_j, \%$ | $K_{\Sigma}(V)_j$ | $\delta_{\Sigma}(V)_j, \%$ |
|---------|------------------|--|---|--|--|-------------------|--------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|----------------------------|
| 1 | | | | | | | | | | | |
| ... | | | | | | | | | | | |
| m | | | | | | | | | | | |

Таблица № ____ – Обработка полученных данных

| $\delta_{\Sigma}(V)_j, \%$ | $\delta_{\text{чк}}, \%$ | $\delta_{\Sigma}(V), \%$ |
|----------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | | |

Результат: (положительный/отрицательный)

Заключение по результатам поверки (годен / негоден): _____

Подпись поверителя _____ / _____

подпись

И. О. Фамилия

Дата « ____ » _____ 20 ____ г.