

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт расходомерии»

Государственный научный метрологический центр

ФГУП «ВНИИР»

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по развитию

ФГУП «ВНИИР»

А.С. Тайбинский

2017 г.



ИНСТРУКЦИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений

Установки поверочные горячеводные автоматизированные УПГА

Методика поверки

МП 0599-1-2017

г. Казань

2017

Настоящая инструкция распространяется на установки поверочные горячеводные автоматизированные УПГА (далее – установка), предназначенные для измерений, воспроизведения, хранения и передачи единиц массового и объемного расходов, массы и объема протекающей жидкости, и устанавливает методику и последовательность ее первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками – 1 год.

1 ОПЕРАЦИИ ПО ПОВЕРКЕ

При проведении поверки выполняют следующие операции:

- внешний осмотр (п.6.1);
- опробование (п.6.2);
- определение метрологических характеристик (п.6.3).

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки применяют следующие средства поверки:

- государственный первичный эталон единиц массового и объемного расходов жидкости ГЭТ 63-2013 (для установок, класса точности А, В или С);
- государственный первичный специальный эталон единицы объемного и массового расходов воды ГЭТ 119-2010 (для установок, класса точности А, В или С);
- вторичный эталон по ГОСТ 8.142-2013 и (или) ГОСТ 8.374-2013 (для установок, класса точности В, С);
- рабочий эталон 1 разряда по ГОСТ 8.142-2013 и (или) ГОСТ 8.374-2013 (для установок, класса точности С);
- калибратор многофункциональный модели MC5-R диапазоны измерения ± 500 мВ; ± 50 В, ± 100 мА, 0,0028 Гц – 50 кГц, 0 – 9999999 имп, 0 – 4000 Ом;
- частотомер электронно-счетный ЧЗ-85/3, диапазон измеряемых частот от 0,001 Гц до 20 кГц, временных интервалов от 1 с до 1000 с; (регистрационный № 32359-06)
- измеритель плотности жидкостей вибрационный ВИП-2МР (регистрационный № 27163-09).

2.2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью.

3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

3.1 При проведении поверки соблюдают требования:

- правил эксплуатации электроустановок потребителей;
- правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей;
- правил безопасности при эксплуатации средств поверки, установок, приведенных в их эксплуатационных документах.

3.2 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую инструкцию, руководство по эксплуатации установки и средств поверки и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки соблюдают следующие условия:

Окружающая среда с параметрами:

- | | |
|---|--------------|
| – температура окружающей среды, °С | (20 ± 5) |
| – относительная влажность окружающей среды, % | от 30 до 80 |
| – атмосферное давление, кПа | от 86 до 107 |

Измеряемая среда - вода по СанПиН 2.1.4.1074-2001 с параметрами:

- температура, °C (20 ± 5)
- давление, МПа, не более 0,8
- изменение температуры измеряемой среды в процессе одного измерения, °C, не более ± 0,2
- изменение давления измеряемой среды в процессе поверки, МПа, не более ± 0,05

Попадание воздуха в измерительный участок установок не допускается.

4.2 Все средства измерений, предназначенные для измерений условий измеряемой и окружающей сред, входящие в состав установки, перед началом поверки должны иметь действующие свидетельства о поверке и срок окончания действия свидетельств о поверке должен быть не менее 10 месяцев.

4.3 Допускается проводить периодическую поверку установок поверочных горячеводных автоматизированных УПГА используемых для измерений (воспроизведения) меньшего числа величин (массового и объемного расходов, массы и объема протекающей жидкости), и/или меньшем диапазоне воспроизведения (массового и объемного расходов, массы и объема протекающей жидкости) при применении весоизмерительного устройства и/или расходомеров электромагнитных, с уменьшением количества воспроизводимых единиц и диапазонов воспроизведения соответствующих единиц на основании письменного заявления владельца средства измерений, оформленного в произвольной форме, с соответствующим занесением величин и диапазона в свидетельство о поверке.

4.4 Калибраторы температуры фирмы «ООО НПП «ЭЛЕМЕР», фирмы «WIKA Alexander Wiegand SE & Co. KG», фирмы «Fluke Corporation, Hart Scientific Division», США., при условии, что входят в состав установки, должны иметь действующее свидетельство о поверке в соответствии с требованиями документа, указанного в разделе «Поверка» описания типа на конкретное средство измерения. Срок окончания действия свидетельств о поверке должен быть не менее 10 месяцев.

5 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

При подготовке к поверке выполняют следующие работы:

- проверка выполнения условий п.2 – п.4 настоящей инструкции;
- подготовка к работе установки и средств поверки согласно их эксплуатационных документов;
- проверка герметичности фланцевых соединений и узлов гидравлической системы рабочим давлением. Систему считают герметичной, если при рабочем давлении в течение 5 минут не наблюдается течи и капель поверочной жидкости, а также отсутствует падение давления по манометру (преобразователю давления);
- удаление воздуха из трубопроводов системы согласно руководству по эксплуатации установки;
- определить плотность измеряемой среды установки при 20 °C и занести полученный результат в систему управления, сбора и обработки информации установки (только для установок, имеющих в своем составе весовые устройства).

6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

6.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре устанавливают соответствие установки следующим требованиям:

- комплектность, маркировка должны соответствовать эксплуатационной документации;
- на установке не должно быть внешних механических повреждений, влияющих на ее работоспособность.

6.2 Опробование

При опробовании определяют работоспособность установки и ее составных частей в соответствии с их эксплуатационными документами. При этом, изменяя расход измеряемой среды,

убеждаются по показаниям расходомеров входящих в состав установки (далее расходомеры) в изменении их значений.

6.3 Определение метрологических характеристик

6.3.1.1 Диапазон воспроизведения расхода установки определяется нижним и верхним значениями воспроизводимого установкой расхода воды на соответствующих измерительных линиях:

– верхний предел определяется наибольшим значением расхода, зафиксированным средством измерения расхода наибольшего номинального диаметра, находящимся в соответствующей линии установки;

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

Для этого согласно руководства по эксплуатации устанавливают поочередно минимальный и максимальный расходы измеряемой среды в измерительных линиях установки, и не менее 100 секунд регистрируют значение расхода по индикатору средства измерений.

Результат считается положительным, если показания средств измерений стабильны в каждой точке расхода, а их среднеарифметические значения соответствуют нормированным данным диапазонов измерений для каждой измерительной линии.

6.3.1.2 Определение относительной погрешности канала измерения временных интервалов

Частотомер включают в режим измерения временных интервалов и синхронизируют его работу с сигналами «старт» и «стоп» установки. Запускают программу оператора установки в тестовом режиме или режиме поверки задают временные интервалы измерений равные 30 и 600 с.

Фиксируют показания установки и частотомера. Результаты измерений временных интервалов системы управления, сбора и обработки информации далее (ССОИ), сравнивают с результатом показаний частотомера и оценивают абсолютную погрешность. Количество измерений должно быть не менее семи.

Абсолютную погрешность канала измерения временных интервалов, $\Delta\tau_k$, с, вычисляют по формуле:

$$\Delta\tau_{k\,ji} = \tau_{ji} - \tau_{ч\,ji} \quad (1)$$

где τ – время измерения установки, с;

$\tau_{ч}$ – время измерения по показаниям частотомера, с.

Относительную погрешность канала измерения временных интервалов, Θ_τ , %, вычисляют по формуле:

$$\Theta_\tau = \frac{\Delta\tau_{k\,ji}}{\tau_{ч\,ji}} \cdot 100\% \quad (2)$$

Относительная погрешность измерительного канала времени не должна превышать $\pm 0,005\%$ на всех временных интервалах.

6.3.2 Определение погрешности измерительных каналов поверяемых средств измерений с частотно-импульсными выходными сигналами

Работу частотомера в режиме счета импульсов синхронизируют сигналами «старт», «стоп», предусмотренных в ССОИ которые формируют интервал измерения.

На генераторе прямоугольных импульсов устанавливают последовательно значения частоты выходного сигнала равные 100, 1000 и 10000 Гц.

Программу оператора запускают в режиме поверки средства измерения с импульсным сигналом. Задают интервал измерения не менее 100с. Набранное количество импульсов ССОИ регистрируемое в протоколе измерения сравнивают с количеством импульсов подсчитанное частотомером. Измерения повторяют не менее трех раз на каждой частоте.

Относительную погрешность частотно-импульсных измерительных каналов δ_k , %, вычисляют по формуле:

$$\delta_{к\text{ чи}} = \left(\frac{N_k - N_{\text{э}}}{N_{\text{э}}} \right) \cdot 100\% \quad (3)$$

где N_k – количество импульсов, измеренное ССОИ, имп;
 $N_{\text{э}}$ – количество импульсов, измеренное частотомером, имп.

Относительная погрешность измерительных каналов поверяемых средств измерений с частотно-импульсным выходным сигналом не должна превышать $\pm 0,005$ %.

6.3.3 Определение погрешности аналоговых измерительных каналов поверяемых средств измерений с токовым выходным сигналом

При определении погрешности аналоговых измерительных каналов поверяемых средств измерений с токовым выходным сигналом собирают схему, указанную на рисунке 1.

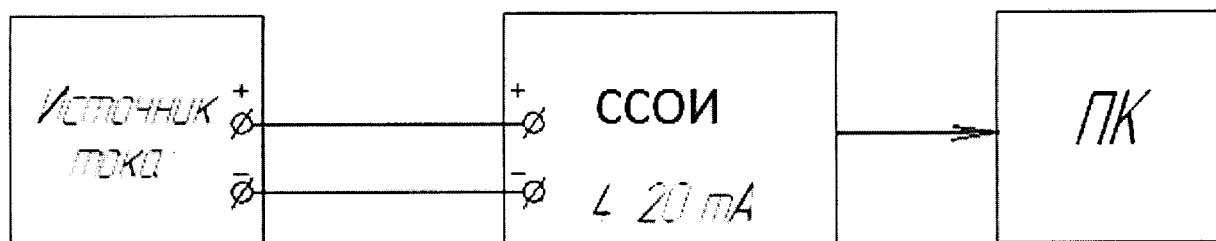


Рисунок 1

На выходе источника постоянного тока (калибраторе) поочередно устанавливают значения тока, соответствующие 4, 8, 12, 16 и 19.8 мА. При каждом значении входного тока регистрируют показания дисплея $I_{\text{изм}}$.

Приведенная относительная погрешность аналоговых измерительных каналов средств измерений с токовым выходным сигналом, %, вычисляют по формулам:

$$\delta_{к\text{ А}} = \left(\frac{I_{\text{изм}} - I_{\text{э}}}{I_n} \right) \cdot 100\% \quad (4)$$

где $I_{\text{изм}}$ – значение тока, измеренное ССОИ, мА;
 $I_{\text{э}}$ – эталонное значение тока (заданное с калибратора), мА;
 I_n – диапазон измерения тока (мА).

Приведенная относительная погрешность аналоговых измерительных каналов средств измерений с токовым выходным сигналом не должна превышать $\pm 0,02$ %.

6.3.4 Определение относительной погрешности установки при измерении массового и объемного расхода, массы и объема жидкости при помощи эталона сравнения

Для каждого эталонного средства измерения установки (весовые устройства для установок класса точности А и В или расходомеры для установок класса точности С), в зависимости от его диапазона расходов, выбираются следующие контрольные точки расходов: $Q_{\text{наим}}$, $0,5Q_{\text{наиб}}$, $Q_{\text{наиб}}$.

Если установка в своем составе имеет весовые устройства и расходомеры, то погрешность расходомеров определяется по п.6.3.5 настоящей методики.

6.3.4.1 Определение коэффициентов преобразования расходомеров эталона сравнения (РЭС) на поверяемой установке

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 (в случае применения массовых расходомеров в качестве РЭС).

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

При поверке по массе и массовому расходу на каждой точке расхода соответствующего РЭС проводят по 7 измерений для класса точности установки «А» и по 5 для всех остальных классов точности установок и после каждого измерения заносят в ПО ЭС следующие данные:

$N_{KЭij}$ – количество импульсов с РЭС, измеренные поверяемой установкой, имп;

$M_{KЭij}$ – масса жидкости по показаниям поверяемой установки, кг;

$\tau_{KЭij}$ – время, измеренное поверяемой установкой, с;

$T_{ЖКЭij}$ – температура рабочей жидкости, измеренная поверяемой установкой, °С;

При поверке по объему и объемному расходу на каждой точке расхода соответствующего РЭС проводят по 7 измерений для класса точности установки «А» и по 5 для всех остальных установок и после каждого измерения заносят в ПО ЭС следующие данные:

$N_{KЭij}$ – количество импульсов с РЭС, измеренные поверяемой установкой, имп;

$V_{KЭij}$ – объем жидкости по показаниям поверяемой установки, дм³;

$\tau_{KЭij}$ – время, измеренное поверяемой установкой, с;

$T_{ЖКЭij}$ – температура рабочей жидкости, измеренная поверяемой установкой, °С;

$\rho_{KЭij}$ – плотность жидкости, измеренная поверяемой установкой, кг/м³;

$\rho_{ЭСij}$ – плотность жидкости, измеренная плотномером из состава ЭС, кг/м³.

Допускается поверку по массе и массовому расходу и объему и объемному расходу проводить одновременно, если поверяемая установка позволяет выводить все необходимые данные.

6.3.4.2 Обработка полученных результатов

6.3.4.2.1 Обработка результатов измерений при поверке по массе и массовому расходу жидкости

Массовый расход жидкости, измеренный поверяемой установкой, т/ч вычисляется по формуле:

$$Q_{МКЭij} = \frac{M_{KЭij}}{\tau_{ij}} \cdot 3,6 \quad (5)$$

где $M_{КЭ_j}$ – масса жидкости по показаниям поверяемой установки, кг
 τ_{ij} – время, измеренное поверяемой установкой, с

Массовый расход и масса жидкости, измеренный РЭС, т/ч вычисляются по формуле:

$$Q_{M \text{ ЭС}_{ij}} = \frac{M_{\text{ЭС}_{ij}}}{\tau_{\text{ЭС}_{ij}}} \cdot 3,6 \quad (6)$$

$$M_{\text{ЭС}_{ij}} = \frac{N_{\text{ЭС}_{ij}}}{K_{\text{ЭС}_i}} \quad (7)$$

где $M_{\text{ЭС}_{ij}}$ – масса жидкости по показаниям РЭС, кг
 $\tau_{\text{ЭС}_{ij}}$ – время, измеренное БИЕС, с

Неисключенная систематическая погрешность (НСП) поверяемой установки при измерении массового расхода и массы жидкости вычисляется следующим образом:

$$S_{\Theta_{Q_{M \text{ КЭ}}}} = \frac{\Theta_{Q_{M \text{ КЭ}}}}{1,1\sqrt{3}} \quad (8)$$

$$S_{\Theta_{M \text{ КЭ}}} = \frac{\Theta_{M \text{ КЭ}}}{1,1\sqrt{3}} \quad (9)$$

$$\Theta_{Q_{M \text{ КЭ}}} = 1,1 \sqrt{\left(\frac{\Theta_{Q_{M \text{ ГЭТ}}}}{1,1} \right)^2 + \Theta_{\text{ПДЭСМ}}^2 + \Theta_{Q_M}^2} \quad (10)$$

$$\Theta_{M \text{ КЭ}} = 1,1 \sqrt{\left(\frac{\Theta_{M \text{ ГЭТ}}}{1,1} \right)^2 + \Theta_{\text{ПДЭСМ}}^2 + \Theta_M^2} \quad (11)$$

где $\Theta_{\text{ГЭТ}}$ – НСП ГЭТ, %;

ГЭТ – эталон от которого передаются единицы массового и объемного расхода (массы и объема) жидкости по ГОСТ 8.142 и ГОСТ 8.374;

$\Theta_{\text{ПДЭСМ}}$ – НСП определения коэффициента преобразования ЭС в поддиапазоне, %;

Θ_{Q_M} – НСП измерения массового расхода жидкости на поверяемой установке (максимальное значение (по модулю) из средних арифметических значений отклонения в точках расхода, измеренного поверяемой установкой и ЭС), %;

Θ_M – НСП измерения массы жидкости на поверяемой установке (максимальная по модулю) из средних арифметических отклонений между коэффициентами преобразования РЭС, определенными на поверяемой установке и ГЭТ для каждой точки расхода), %

Отклонение измерения массового расхода жидкости в точке расхода, % определяется по формуле:

$$\delta_{MQ_j} = \frac{Q_{M \text{ КЭ}_j} - Q_{M \text{ ЭС}_j}}{Q_{M \text{ ЭС}_j}} \cdot 100 \quad (12)$$

Отклонение между коэффициентами преобразования РЭС, определенными на поверяемой установке и ГЭТ, % определяется по формулам:

$$\delta_M = \frac{K_{KЭ_j} - \bar{K}_{ЭC_j}}{\bar{K}_{ЭC_j}} \cdot 100 \quad (13)$$

$$\bar{K}_{ЭC_j} = \frac{(\bar{K}_{ЭC2k_j} - \bar{K}_{ЭC1k_j})}{2} \quad (14)$$

где $\bar{K}_{ЭC_j}$ – средний коэффициент преобразования РЭС в точке расхода

Среднее квадратичное отклонение (СКО) поверяемой установки при измерении массового расхода жидкости определяется по формуле:

$$S_{Q_M KЭ} = \sqrt{S_{Q_M ГЭТ}^2 + S_{ЭC}^2 + S_{Q_M KЭ}^2} \quad (15)$$

где, $S_{ЭC}$ – максимальное СКО коэффициента преобразования ЭС в точке расхода на ГЭТ;

$S_{Q_M ГЭТ}$ – СКО ГЭТ при измерении массового расхода жидкости;

$S_{Q_M KЭ}$ – СКО измерения массового расхода калибруемого эталона, %.

СКО измерения массового расхода поверяемой установки в точках расхода, %:

$$S_{Q_M KЭ_j} = \frac{1}{Q_{KЭ M_j}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Q_{KЭ M_j} - \bar{Q}_{KЭ M_j})^2}{n(n-1)}} \cdot 100 \quad (15)$$

СКО поверяемой установки при измерении массы жидкости вычисляется по формулам:

$$S_{M KЭ} = \sqrt{S_{ЭC}^2 + S_{M ГЭТ}^2 + S_{KЭ}^2} \quad (16)$$

$S_{M ГЭТ}$ – СКО ГЭТ при измерении массы жидкости;

$S_{KЭ}$ – СКО коэффициента преобразования РЭС на поверяемой установке, %:

$$S_{KЭ_j} = \frac{1}{K_{KЭ_j}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (K_{KЭ_j} - \bar{K}_{KЭ_j})^2}{n(n-1)}} \cdot 100 \quad (17)$$

Суммарное СКО поверяемого эталона при измерении массового расхода и массы жидкости, %, вычисляется по формулам:

$$S_{\Sigma Q_M} = \sqrt{S_{Q_M KЭ}^2 + S_{Q_M KЭ}^2} \quad (18)$$

$$S_{\Sigma M} = \sqrt{S_{\Theta M \text{ КЭ}}^2 + S_{M \text{ КЭ}}^2} \quad (19)$$

Суммарная погрешность поверяемой установки при измерении массового расхода и массы жидкости, %, вычисляется по формулам:

$$\Delta_{QM} = K_{QM} \cdot S_{\Sigma QM} \quad (20)$$

$$\Delta_M = K_M \cdot S_{\Sigma M} \quad (21)$$

$$K_M = \frac{t \cdot S_{M \text{ КЭ}} + \Theta_{M \text{ КЭ}}}{S_{M \text{ КЭ}} + S_{\Theta_{M \text{ КЭ}}}^2} \quad (22)$$

$$K_{QM} = \frac{t \cdot S_{QM \text{ КЭ}} + \Theta_{QM \text{ КЭ}}}{S_{QM \text{ КЭ}} + S_{\Theta_{QM \text{ КЭ}}}^2} \quad (23)$$

t – коэффициент Стьюдента при $P=0,95$;

6.3.4.2.2 Обработка результатов измерений единицы объемного расхода и объема протекающей жидкости

Объемный расход жидкости, измеренный поверяемой установкой, $\text{м}^3/\text{ч}$ вычисляют по формуле:

$$Q_{KЭ V_{ij}} = \frac{V_{KЭ ij}}{\tau_{KЭ ij}} \cdot 3,6 \quad (24)$$

Объемный расход жидкости, измеренный РЭС, $\text{м}^3/\text{ч}$ вычисляют по формуле:

$$Q_{ЭС V_{ij}} = \frac{V_{ЭС ij}}{\tau_{ЭС ij}} \cdot 3,6 \quad (25)$$

где $V_{ЭС ij}$ – объем жидкости, измеренный ЭС, дм^3 , вычисляют по формуле:

$$V_{ЭС ij} = \frac{M_{ЭС ij}}{\rho_{ЭС ij}} \quad (26)$$

где, $\rho_{ЭС ij}$ – плотность жидкости измеренная ЭС, $\text{кг}/\text{м}^3$;
 $M_{ЭС ij}$ – масса жидкости по показаниям РЭС, кг .

НСП поверяемой установки при измерении объемного расхода и объема жидкости определяют по формулам:

$$U_{B_{QV \text{ КЭ}}} = \frac{\Theta_{QV \text{ КЭ}}}{\sqrt{3}} \quad (27)$$

$$U_{B_{V_{KЭ}}} = 1,1 \cdot \frac{\Theta_{V_{KЭ}}}{\sqrt{3}} \quad (28)$$

$$\Theta_{Q_{V_{KЭ}}} = 1,1 \cdot \sqrt{\Theta_{B_{ГЭТ}}^2 + \Theta_{ПД_{ЭС}}^2 + \delta_{Q_V}^2} \quad (29)$$

$$\Theta_{V_{KЭ}} = 1,1 \cdot \sqrt{\Theta_{B_{ГЭТ}}^2 + \theta_{ПД_{ЭС}}^2 + \delta_V^2} \quad (30)$$

где, $\Theta_{B_{ГЭТ}}$ – систематическая погрешность при измерении объемного расхода жидкости ГЭТ, %.

$\Theta_{ПД_{ЭС}}$ – систематическая погрешность коэффициента преобразования ЭС в поддиапазоне, %

Θ_M – систематическая погрешность при измерении объемного расхода жидкости на поверяемой установке (максимальная из средних арифметических погрешностей объемного расхода измеренная РЭС поверяемой установкой и БИЭС эталона сравнения для каждой точки расхода), %

Погрешность измерения объемного расхода жидкости, % в точке расхода определяется:

$$\delta_{Q_j} = \frac{Q_{KЭ_{V_j}} - Q_{ЭС_{V_j}}}{Q_{ЭС_{V_j}}} \cdot 100 \quad (31)$$

Погрешность измерения объема протекающей жидкости, % в точке расхода определяется:

$$\delta_{V_j} = \frac{V_{KЭ_j} - V_{ЭС_j}}{V_{ЭС_j}} \cdot 100 \quad (32)$$

$$V_{ЭС_{ij}} = \frac{M_{ЭС_{ij}}}{\rho_{ЭС_{ij}}} \quad (33)$$

где, $V_{ЭС_i}$ – объем жидкости измеренный ЭС, дм^3 ;

$V_{KЭ}$ – объем жидкости измеренный поверяемой установкой, дм^3 ;

$M_{ЭС_{ij}}$ – масса жидкости по показаниям РЭС, кг.

СКО поверяемой установки при измерении объемного расхода жидкости:

$$U_{A_{Q_{V_{KЭ}}}} = \sqrt{S_{ЭС}^2 + S_{ГЭТ}^2 + S_{Q_{VKV}}^2} \quad (34)$$

где $S_{ЭС}$ – максимальное СКО коэффициента преобразования ЭС в точке расхода на ГЭТ ($S_{KЭС_{2K_j}} \leq 0,008 \%$);

$S_{ГЭТ}$ – СКО ГЭТ при измерении объемного расхода жидкости, %;

$S_{Q_{VKV}}$ – СКО измерения объемного расхода калибруемого эталона, % вычисляется по формуле:

$$S_{Q_{V_{KЭ}}} = \frac{1}{Q_{V_{KЭ}}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Q_{V_{JKЭ}} - \overline{Q_{V_{JKЭ}}})^2}{n-1}} \cdot 100 \quad (35)$$

СКО поверяемой установки при измерении объема жидкости:

$$U_{A_{V_{KЭ}}} = \sqrt{S_{ЭС}^2 + S_{ГЭТ}^2 + S_{KЭ}^2} \quad (36)$$

где, $S_{ЭС}$ - максимальное СКО коэффициента преобразования ЭС в точке расхода на ГЭТ ($S_{K_{ЭС2Kj}} \leq 0,008 \%$);

$S_{ГЭТ}$ - СКО ГЭТ при измерении объема жидкости, %;

$S_{KЭ}$ - СКО коэффициента преобразования РЭС на поверяемой установке, %

Суммарное СКО поверяемого эталона при измерении массового расхода и массы жидкости, %, вычисляется по формулам:

$$S_{\Sigma Q_V} = \sqrt{S_{\Theta V_{KЭ}}^2 + S_{Q_V_{KЭ}}^2} \quad (37)$$

$$S_{\Sigma V} = \sqrt{S_{\Theta V_{KЭ}}^2 + S_{V_{KЭ}}^2} \quad (38)$$

Суммарная погрешность поверяемой установки при измерении массового расхода и массы жидкости, %, вычисляется по формулам:

$$\Delta_{Q_V} = K_{Q_V} \cdot S_{\Sigma Q_V} \quad (39)$$

$$\Delta_V = K_V \cdot S_{\Sigma V} \quad (40)$$

$$K_V = \frac{t \cdot S_{V_{KЭ}} + \Theta_{V_{KЭ}}}{S_{V_{KЭ}} + S_{\Theta V_{KЭ}}^2} \quad (41)$$

$$K_{Q_M} = \frac{t \cdot S_{Q_V_{KЭ}} + \Theta_{Q_V_{KЭ}}}{S_{Q_V_{KЭ}} + S_{\Theta Q_V_{KЭ}}^2} \quad (42)$$

t – коэффициент Стьюдента при $P=0,95$;

Результаты считаются положительными, если относительная (суммарная) погрешность установки при измерении массы, объема, массового и объемного расхода протекающей жидкости не превышает следующих значений, указанных в таблице 1:

№	Исполнение установки, согласно описанию типа	Погрешность, %			
		по массе	по массовому расходу	по объему	по объемному расходу
1	Для установок класса точности А	±0,04	±0,05	±0,045	±0,055
2	Для установок класса точности В	±0,06	±0,065	±0,07	±0,075
3	Для установок класса точности С с расходомерами объемными	—	—	±0,15; ±0,2; ±0,3;*	±0,15; ±0,2; ±0,3;*
4	Для установок класса точности С с расходомерами массовыми	±0,065; ±0,08*	±0,065; ±0,08*	±0,065; ±0,08*	±0,065; ±0,08*

* – конкретное значение указывается в руководстве по эксплуатации на установку

6.3.5 Определение относительной погрешности установки при измерении массы (объема) массового (объемного) расхода жидкости при применении расходомеров входящих в состав установки (только для установок класса точности А и В)

Определение относительной погрешности расходомеров производится при помощи весовых устройств, входящих в состав установки и при температурах измеряемой среды 20±10 °С и 80±5 °С.

В случае, когда на установке в качестве расходомеров используют массовые расходомеры, то их погрешность определяется только по массе и массовому расходу.

В случае, когда на установке в качестве расходомеров используют объемные расходомеры, то их погрешность определяется только по объему и объемному расходу.

Определение относительной погрешности расходомеров при измерении массы (объема) массового (объемного) проводят путем сличения показаний расходомеров и показаний установки с использованием весовых устройств.

Относительную погрешность расходомеров определяют на 5 равноудаленных значениях расхода жидкости, включая минимальную и максимальную расходную точку для расходомера.

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

Относительную погрешность при измерении массы (объема) $\delta_{m(v)}$, %, вычисляют по формуле:

$$\delta_{m(v)} = \left(\frac{M(V)_p - M(V)_э}{M(V)_э} \right) \cdot 100\% \quad (39)$$

где, V_p – масса (объем) по показаниям расходомера, кг (дм³);

$V_э$ – масса (объем) по показаниям установки, кг (дм³).

Массу (объем) по показаниям расходомера, $M(V)_p$, кг (дм³), вычисляется по следующей формуле:

$$M(V)_p = \left(\frac{N_p}{K_p} \right) \quad (40)$$

где, N_p – количество импульсов по показаниям установки, имп;

K_p – коэффициент преобразования расходомера, имп/кг(дм³).

Относительную погрешность при измерении массового (объемного) расхода $\delta_{qm(v)}$, %, вычисляют по формуле:

$$\delta_{qm(v)} = \left(\frac{Q_{pm(v)} - Q_{эм(v)}}{Q_{эм(v)}} \right) \cdot 100\% \quad (41)$$

где, $Q_{pm(v)}$ – массовый (объемный) расход по показаниям расходомера, т/ч ($m^3/ч$);
 $Q_{эм(v)}$ – массовый (объемный) расход по показаниям установки, т/ч ($m^3/ч$);

Массовый (объемный) расход по показаниям расходомера, $Q_{pm(v)}$, т/ч ($m^3/ч$), вычисляется по следующей формуле:

$$Q_{pm(v)} = \left(\frac{M(V)_p}{t_{изм}} \cdot 3,6 \right) \quad (42)$$

где, $t_{изм}$ – время измерения, с;

Результаты испытаний считаются положительными, если значения относительной погрешности при измерении массы (объема) и массового (объемного) расхода жидкости не превышают значений указанных в руководстве по эксплуатации.

6.4 Подтверждение соответствия программного обеспечения СИ

При проведении поверки выполняют операцию подтверждения соответствия программного обеспечения заявленным идентификационным данным с использованием ПК и программного обеспечения установки.

Подготовка к проведению подтверждения соответствия:

- запустить программное обеспечение установки поверочной.

Определение идентификационных данных программного обеспечения:

- выбрать в основном меню программы установки поверочной пункт «Справка»;
- активизировать данный пункт меню;
- в выпавшем подменю выбрать пункт «О программе» и активизировать его.

На мониторе ПК 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 установки поверочные горячеводные автоматизированные УПГА.

7.ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.

7.1 Результаты поверки, измерений и вычислений вносят в протокол поверки установки произвольной формы.

7.2 При положительных результатах поверки установки оформляют свидетельство о поверке в соответствии с формой, утвержденной приказом Минпромторга России № 1815 от 02.07.2015, к которому прилагают протокол поверки. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке, а также на пломбы, установленные на фланцевые соединения расходомеров установки.

7.3 При отрицательных результатах поверки установку к применению не допускают, свидетельство аннулируют и выдают извещение о непригодности с указанием причин в соответствии с процедурой, утвержденной приказом Минпромторга России № 1815 от 02.07.2015.