

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧЕРЕЖДЕНИЕ  
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ» (ФГБУ «ВНИИМС»)**



**СОГЛАСОВАНО**

Заместитель директора

Ф.В. Булыгин

« 07 » 07 2023 г.

**Государственная система обеспечения единства измерений  
Установки поверочные расходомерные ULTRA-S**

**Методика поверки**

**МП 208-036-2023**

г. Москва

2023 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 Общие положения.....                                                                                                           | 3  |
| 2 Перечень операций поверки средства измерений.....                                                                              | 4  |
| 3 Требования к условиям проведения поверки.....                                                                                  | 4  |
| 4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку.....                                                                         | 4  |
| 5 Метрологические и технические требования к средствам поверки.....                                                              | 5  |
| 6 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки.....                                                                 | 6  |
| 7 Внешний осмотр средства измерений.....                                                                                         | 6  |
| 8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений.....                                                                     | 6  |
| 9 Проверка программного обеспечения средства измерений.....                                                                      | 7  |
| 10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия<br>средства измерений метрологическим требованиям..... | 7  |
| 11 Оформление результатов поверки.....                                                                                           | 19 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ А .....                                                                                                               | 20 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....                                                                                                                | 26 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ В.....                                                                                                                | 27 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Г.....                                                                                                                | 28 |

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки применяется для поверки Установок поверочных расходомерных ULTRA-S (далее – установки) используемых в качестве рабочих эталонов в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, объемного расходов жидкости, согласно Приказу Росстандарта от 26.09.2022 № 2356, для средств измерений, поверка которых осуществляется на воде, и устанавливает методику и последовательность их первичных и периодических поверок.

1.2 Реализация данной методики обеспечивает метрологическую прослеживаемость установок к ГЭТ 3-2020 (единица массы), ГЭТ 18-2014 (единица) плотности, ГЭТ 34-2020 (единица температуры), ГЭТ 1-2022 (единица частоты и времени), в соответствии с ГПС для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости, согласно Приказу Росстандарта от 26.09.2022 № 2356.

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

Таблица 1 – Метрологические требования

| Наименование характеристики                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Значение характеристики                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Диапазон воспроизводимых расходов, м <sup>3</sup> /ч<br>– стандартное исполнение<br>– с модулем малых расходов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | от 0,05 до 40<br>от 0,001 до 40                           |
| Номинальная вместимость МД, при 20 °С, дм <sup>3</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 20, 30, 45, 50, 55, 100, 200,<br>450, 500, 550, 600, 1000 |
| Пределы допускаемой относительной погрешности (доверительные границы суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единиц) объема жидкости в потоке и объемного расходов жидкости при использовании частотно-импульсных, токовых и (или) цифровых входов, %:<br>- в диапазоне расхода от 0,050 до 40,0 м <sup>3</sup> /ч с применением МД<br>- в диапазоне расхода от 0,050 до 40,0 м <sup>3</sup> /ч с применением КР (контрольных расходомеров)<br>- в диапазоне расхода от 0,001 до 0,050 м <sup>3</sup> /ч с применением КР | ±0,055<br>±0,15<br>±0,3                                   |
| Погрешность задания расходов, % не более                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | ± 3                                                       |

1.3 При определении метрологических характеристик установки используется косвенный метод определения номинальной вместимости мерника динамического (далее – МД), при 20 °С, а также прямой метод измерений объема и объемного расхода контрольных расходомеров.

## **2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

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

Таблица 2 – операции поверки

| Наименование операции                                                                                                 | Номер пункта/раздела методики поверки | Проведение операции при |                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|-----------------------|
|                                                                                                                       |                                       | Первичной поверке       | Периодической поверке |
| Внешний осмотр средства измерений                                                                                     | Раздел 7                              | Да                      | Да                    |
| Подготовка к поверке и опробование средства измерений                                                                 | Раздел 8                              | Да                      | Да                    |
| Проверка программного обеспечения средства измерений                                                                  | Раздел 9                              | Да                      | Да                    |
| Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям | Раздел 10                             | Да                      | Да                    |

2.2 Результат проверки по каждому пункту, согласно требованиям настоящей методики, считается положительным, если выполняются требования, указанные в соответствующем пункте и/или в описании типа на установки. При получении отрицательных результатов проверки на любом из этапов, установка считается не прошедшей поверку и дальнейшие процедуры по поверке не проводятся.

## **3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ**

3.1 При проведении поверки соблюдают следующие условия:

Параметры окружающей среды:

- температура: от +15 до +25 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха не более: 80 %;
- атмосферное давление: от 90 до 106,7 кПа;

Параметры рабочей жидкости:

- водопроводная вода по СанПиН 2.1.4.1074-2001.
- температура от + 15 до + 25 °С;
- давление до 0,2 МПа;
- дрейф температуры рабочей жидкости, не более: 2 °С/ч.

3.2 Наличие воздуха в установке (измерительном участке) не допускается.

## **4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ**

Проведение поверки должен выполнять персонал, отвечающий требованиям, предъявляемым к поверителям средств измерений (СИ), знающий принцип действия используемых при проведении поверки эталонов и СИ, изучивший настоящую методику поверки, руководство по эксплуатации и прошедший инструктаж по технике безопасности. Допускается проводить поверку с привлечением обученного персонала, под непосредственным руководством поверителя.

## 5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

При проведении поверки установки применяют средства измерений и эталоны, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – средства поверки

| Операции поверки требующие применения средств поверки                                                                                                                                                                               | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки                                                                                                                                                                | Перечень рекомендуемых средств поверки                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 10.1<br>10.2                                                                                                                                                                                                                        | Средство измерений плотности. Диапазон измерений от 900 до 1100 кг/м <sup>3</sup> , пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,0001$ г/см <sup>3</sup>                                                                                                   | Измеритель плотности жидкостей вибрационный ВИП-2МР, рег. № 27163-09                |
| 10.1<br>10.2                                                                                                                                                                                                                        | Средство измерений температуры. Диапазон измерений от 5 до 50 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 0,1$ °С                                                                                                                             | Термометр лабораторный эталонный ЛТА, рег. № 69551-17                               |
| 10.3                                                                                                                                                                                                                                | Средство измерений частоты. Диапазон измерений частоты от 1 до 100 кГц, $\delta f = \pm  \delta o  + 1/fx \cdot t_{сч}$ ; $\delta f = \pm 5 \cdot 10^{-6}$                                                                                                      | Частотомер электронно-счетный ЧЗ-85/5. рег. № 75631-19                              |
| 10.1                                                                                                                                                                                                                                | Средство измерений массы. Диапазон измерений от 30 до 1100 кг, пределы допускаемой абсолютной погрешности в диапазоне до 50, не более $\pm 10$ г, от 50 до 200 кг не более $\pm 20$ г, от 200 до 300 кг не более $\pm 30$ г, свыше 300 кг не более $\pm 100$ г. | Весы платформенные РВК/РФК, рег. № 63002-16                                         |
| 10.2                                                                                                                                                                                                                                | Вторичный эталон единиц объемного расхода (объема) жидкости в соответствии с приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2356 в диапазоне расходов соответствующем диапазону расходов поверяемого расходомера                                                         | Установки поверочные автоматизированные УПА рег. № 86233-22                         |
| 10.3                                                                                                                                                                                                                                | Калибратор с диапазоном воспроизведения силы тока от 0 до 24 мА, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\Delta = \pm (0,00015I + 2 \text{ е.м.р})$ ;                                                                                                       | Калибратор токовой петли Fluke 715. рег. № 29194-05                                 |
| 10.2                                                                                                                                                                                                                                | Средство измерений массы. Пределы допускаемой погрешности весов, тре, при поверке, мг, в интервалах взвешивания<br>от 0,5 г до 500 г включ. $\pm 50$ мг,<br>св. 500 г до 2000 г включ. $\pm 100$ мг,<br>св. 2000 г до 3100 г включ. $\pm 150$ мг                | Весы лабораторные электронные неавтоматического действия ВЛТЭ-3100С рег. № 69452-17 |
| 10.2                                                                                                                                                                                                                                | Секундомер механический. Диапазон измерений до 60 мин; цена деления 0,2 с; класс точности 2.                                                                                                                                                                    | Секундомер механический СОСпр-26-2-010 Рег. № 11519-11                              |
| Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице. |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                     |

## **6 ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ**

- 6.1 При проведении поверки соблюдают требования безопасности, определяемые:
- правилами безопасности труда, действующими в поверочной лаборатории;
  - правилами безопасности, действующими на предприятии;
  - правилами безопасности при эксплуатации используемых средств поверки, приведенными в их эксплуатационной документации.
- 6.2 Монтаж и демонтаж электрических цепей средств поверки должно проводиться только при отключенном питании всех устройств.

## **7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

- 7.1 При внешнем осмотре установки проверяют:
- комплектность должна соответствовать данным, указанным в эксплуатационной документации на установку;
  - табличка должна быть читаемой;
  - маркировка установки должна соответствовать данным, указанным в эксплуатационной документации. Целостность маркировочных табличек на установке не должна быть нарушена;
  - на составных частях установки отсутствуют внешние механические повреждения и дефекты покрытий, влияющих на ее работоспособность;
  - заводской номер должен соответствовать записи в эксплуатационной документации.

Результат поверки считается положительным, если внешний вид и маркировка соответствуют описанию типа и эксплуатационной документации на проверяемое средство измерений, если отсутствуют механические повреждения, влияющие на работоспособность установки, если отсутствуют дефекты, препятствующие чтению надписей и маркировки на установке.

## **8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

8.1 Перед проведением поверки установка должна быть подготовлена к работе согласно руководству по эксплуатации. Проверить герметичность соединения гидравлической системы рабочим давлением.

8.2 При опробовании определяют работоспособность установки и ее составных частей в соответствии с их эксплуатационной документацией:

- включают насос и убеждаются в поступлении потока воды в МД (при его наличии в составе установки), весовой резервуар;
- определяют работоспособность сигнализаторов уровня, клапанов и пульта управления МД (при его наличии в составе установки);
- подключают поочередно модули малых расходов и поверки ротаметров (при их наличии в составе установки);
- изменяя расход воды через каждую линию, убеждаются в соответствии показаний дисплея контрольных расходомеров (далее – КР) заданным значениям расхода.

Результат поверки считается положительным, если насос, сигнализаторы уровня, клапана,

пульт управления работоспособны, при изменении расхода через каждую линию, показания дисплея контрольных расходомеров изменяются.

## 9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Проверить соответствие идентификационных данных программного обеспечения (ПО). Для проверки соответствия идентификационных данных ПО, согласно эксплуатационной документации, необходимо запустить установку. Открыть браузер, установленный на ПК и ввести в адресной строке адрес [https://\(IP в локальной сети\): 8080/webvisu.htm](https://(IP в локальной сети): 8080/webvisu.htm). Дождаться запуска стартового окна программы. На стартовом окне выбрать кнопку «О программе». В появившемся окне представлена информация о наименовании и версии программного обеспечения.

Результаты поверки по данному пункту считаются положительными, если идентификационные данные соответствуют таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные программного обеспечения

| Идентификационные данные (признаки)                                                                        | Значение |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Идентификационное название ПО                                                                              | ULTRA-S  |
| Номер версии (идентификационный номер) ПО                                                                  | 1.X.X    |
| Примечание – X - принимает значения набора арабских цифр и не относится к метрологически значимой части ПО |          |

Полученное значение идентификационных данных ПО указать в протоколе поверки.

## 10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

### 10.1 Определение вместимости и погрешности МД (при его наличии в составе установки).

10.1.1 Подключение МД осуществить согласно руководству по эксплуатации установки. МД отсоединяют от гидравлической системы установки. В рабочий резервуар опустить погружной насос, который соединен с МД. Заполнить МД жидкостью из рабочего резервуара до срабатывания верхнего сигнализатора уровня. Далее слить жидкость из МД в весовой резервуар, установленный на весах до срабатывания нижнего сигнализатора уровня.

Записать показания весов  $M_{из}$ , температуру жидкости в МД  $t_{жм}$  и в весовом резервуаре  $t_{жв}$ , а также температуру  $t_{возд}$ , давление  $P_{возд}$  и относительную влажность ( $hr$ ) окружающей среды.

Измерить плотность жидкости  $\rho_{ж}$ , взяв пробу из весового резервуара. Значение плотности жидкости  $\rho_{ж}$  определить по данным анализа, проведенного с помощью плотномера, с учетом измеренного значения ее температуры  $t_{БВ}$  в весовом резервуаре.

Измерения повторяют пять раз ( $n = 5$ ).

10.1.2 Вычислить поправку  $K_{Bi}$  (безразмерная величина) на влияние выталкивающей силы окружающего воздуха по формуле:

$$K_{Bi} = \left( \frac{\rho_{ж}}{\rho_{г}} \right) \cdot \left( \frac{\rho_{г} - \rho_{возд}}{\rho_{ж} - \rho_{возд}} \right) \quad (1)$$

где  $\rho_{\text{ж}}$  – плотность жидкости на весах в момент измерений массы, кг/м<sup>3</sup>.  
 $\rho_{\text{возд}}$  – плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>;  
 $\rho_{\text{г}}$  – плотность гирь, принимаемая равной 8000 кг/м<sup>3</sup>;  
 $i$  – индекс измерений.

10.1.3 Вычислить плотность воздуха  $\rho_{\text{возд}}$ , кг/м<sup>3</sup>, по формуле:

$$\rho_{\text{возд}} = \frac{0,34848 \cdot P_{\text{возд}} \cdot 10 - 0,009024 \cdot (hr) \cdot e^{0,0612 \cdot t_{\text{возд}}}}{273,15 + t_{\text{возд}}} \quad (2)$$

где  $P_{\text{возд}}$  – атмосферное давление, кПа;  
 $(hr)$  – относительная влажность воздуха, %;  
 $t_{\text{возд}}$  – температура воздуха, °С.

10.1.4 Массу жидкости  $M_{\text{п}i}$ , кг, с учетом поправки  $K_{B i}$  на влияние выталкивающей силы окружающего воздуха вычислять по формуле:

$$M_{\text{п}i} = M_{\text{из}i} \cdot K_{B i} \quad (3)$$

10.1.5 Объем жидкости в весовом резервуаре  $V_i$ , дм<sup>3</sup>, вычислять по формуле:

$$V_i = 10^3 \cdot \frac{M_{\text{п}i}}{\rho_{\text{ж}}} \quad (4)$$

где  $i$  – индекс измерений объема;  
 $M_{\text{п}i}$  – масса жидкости с учетом поправки, кг;  
 $\rho_{\text{ж}}$  – плотность жидкости, кг/м<sup>3</sup>.

10.1.6 Вместимость МД, при 20 °С, дм<sup>3</sup>, при каждом измерений вычислить по формуле:

$$V_{20 i} = V_i \cdot \left[ \frac{1}{1 + \alpha \cdot (t_{\text{жм}i} - 20)} \right] \quad (5)$$

где  $t_{\text{жм}i}$  – температуру жидкости в МД, °С;  
 $\alpha$  – температурный коэффициент линейного расширения МД, 1/°С. Для МД из состава установки  $\alpha = 1,6 \cdot 10^{-5}$  1/°С;  
 $V_i$  – объем жидкости в весовом резервуаре, дм<sup>3</sup>.

10.1.7 Вместимость МД, при 20 °С, дм<sup>3</sup>, определить, как среднее арифметическое из  $n$  измерений:

$$V_{20} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V_{20i} \quad (6)$$

где  $i$  – индекс измерений объема;  
 $n$  – количество измерений.

10.1.8 Абсолютную погрешность определения коэффициента  $K_{B i}$  вычислять по формуле:

$$\Delta K_{B i} = \sqrt{\left( \frac{1}{\rho_{\text{ж}i}} \cdot \Delta \rho_{\text{возд}} \right)^2 + \left( \frac{\rho_{\text{возд}i}}{\rho_{\text{ж}i}^2} \cdot \Delta \rho_{\text{ж}} \right)^2} \quad (7)$$

где  $\Delta \rho_{\text{возд}}$  – абсолютная погрешность вычисления плотности воздуха, кг/м<sup>3</sup>, вычисленная по формуле (9);  
 $\Delta \rho_{\text{ж}}$  – абсолютная погрешность измерения плотности жидкости, кг/м<sup>3</sup>.

Абсолютную погрешность определения вместимости МД  $\Delta_{V_i}$ ,  $\text{дм}^3$ , вычислять по формуле:

$$\Delta_{V_i} = \frac{1,1 \cdot 10^3}{\rho_{ж\ i}} \sqrt{(K_{Bi} \cdot \Delta M_{из})^2 + (M_{из\ i} \cdot \Delta K_{B\ i})^2 + \left(\frac{M_{из\ i} \cdot K_{Bi} \cdot \Delta \rho_{ж\ i}}{\rho_{ж\ i}}\right)^2} \quad (8)$$

где  $\Delta M_{из}$  – абсолютная погрешность измерения массы, кг;

$\Delta K_{Bi}$  – абсолютная погрешность определения коэффициента  $K_{B\ i}$ ;

$\Delta \rho_{ж}$  – абсолютная погрешность измерения плотности жидкости,  $\text{кг/м}^3$ .

Абсолютную погрешность определения плотности воздуха  $\Delta \rho_{возд}$ ,  $\text{кг/м}^3$  вычислять по формуле:

$$\Delta \rho_{возд} = \rho_{возд} \cdot \delta \rho_{возд} \quad (9)$$

где  $\rho_{возд}$  – плотность воздуха, вычисленная по формуле (2);

$\delta \rho_{возд} = 2 \cdot 10^{-4}$  – неопределенность определения плотности воздуха в соответствии с приложением Е ГОСТ OIML R 111-1-2009.

Относительную погрешность измерений объема жидкости вычислять по формуле:

$$\delta_{V_{20\ i}} = \frac{\Delta_{V_i}}{V_{20\ i}} \cdot 100\% \quad (10)$$

Результат поверки по данному пункту считается положительным, если:

- Разность между двумя значениями вместимости  $V_{20\ i}$  не превышает половину абсолютной погрешности  $\Delta_{V\ \text{доп}}$ ;

- При периодической поверке отклонение полученного значения вместимости  $\overline{V_{20}}$  МД от данных предыдущей поверки  $\overline{V_{20\ \text{пред}}}$  не должно превышать погрешности определения вместимости МД  $\Delta_{V\ \text{доп}}$ :

$$|\overline{V_{20}} - \overline{V_{20\ \text{пред}}}| \leq \Delta_{V\ \text{доп}} \quad (11)$$

где

$$\Delta_{V\ \text{доп}} = \frac{0,02 \cdot \overline{V_{20}}}{100} \quad (12)$$

- Значение относительной погрешности измерений объема  $\delta_{V_{20\ i}}$  жидкости не должно превышать  $\pm 0,035\ \%$ .

## 10.2 Определение метрологических характеристик контрольных расходомеров

10.2.1 Определение метрологических характеристик контрольных расходомеров (далее – КР) установки.

Определение метрологических характеристик КР установки с МД проводят в условиях их эксплуатации по МД.

Определение метрологических характеристик КР установки в стандартном исполнении, проводят на Вторичном эталоне единиц объемного расхода (объема) жидкости в соответствии с приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2356 в диапазоне расходов соответствующем диапазону расходов поверяемого расходомера. КР демонтировать вместе с прямыми участками.

10.2.1.1 по МД.

Вместо поверяемого расходомера в линию установить катушку замещения, через которую будет поступать жидкость в МД. В соответствии с РЭ произвести поверку контрольного

расходомера по МД в автоматическом режиме, используя вкладку поверки контрольных расходомеров. Измерения проводить на расходах от  $Q_1$  до  $Q_3$  в соответствии с Приложением Б. В каждой точке расхода повторить измерения пять раз. Расход в каждой точке устанавливать с отклонением не более  $\pm 3,0 \%$ .

Значение коэффициента преобразования  $K_{KP}$  вычислить по формуле:

$$K_{KP} = \frac{Q_{наиб}}{3600 \cdot F_{наиб}} \quad (13)$$

где  $Q_{наиб}$  – верхний предел измерений КР,  $м^3/ч$ ;

$F_{наиб}$  – частота, соответствующая верхнему пределу измерений КР, Гц.

При каждом измерении записывать следующие значения:

- количество импульсов выходного сигнала КР,  $N_{ij}$ , имп.;
- температура  $t_{KP}$  жидкости у КР,  $^{\circ}C$ ;
- температура жидкости в мернике,  $t_{жм}$ ,  $^{\circ}C$ .

Вместимость МД при температуре жидкости  $20^{\circ}C$   $V_{20}$ ,  $дм^3$ , приводят к условиям поверки КР по следующей формуле для каждого измерения:

$$V_{ij} = \overline{V_{20}} \cdot [1 + 3 \cdot \alpha \cdot (t_{жм i} - 20)] \cdot [1 + \beta \cdot (t_{KP} - t_{жм i})] \quad (14)$$

где  $V_{20}$  – вместимость МД при поверке,  $дм^3$ ;

$\alpha$  – коэффициент линейного расширения материала стенок МД,  $1/^{\circ}C$

( $\alpha = 1,6 \cdot 10^{-5}/^{\circ}C$ );

$\beta$  – коэффициент объемного расширения жидкости,  $1/^{\circ}C$  ( $\beta = 2,6 \cdot 10^{-4}/^{\circ}C$ );

$i, j$  – индексы номера измерений и номера точки расхода.

Измеренный КР объем  $V_{KPIj}$ ,  $дм^3$ , жидкости вычисляют по формулам:

$$V_{KPIj} = 10^3 \cdot K_{KP} \cdot N_{ij} \quad (15)$$

где  $K_{KP}$  – коэффициент преобразования КР,  $м^3/имп.$ ;

$N_{ij}$  – количество импульсов КР, имп.

Погрешность КР  $\delta_{V_{KPIj}}$ , %, при измерении объема жидкости вычислить по формуле:

$$\delta_{V_{KPIj}} = \left( \frac{V_{KPIj} - V_{ij}}{V_{ij}} \right) \cdot 100\% \quad (16)$$

где  $V_{KPIj}$  – объем, определенный по формуле (14),  $дм^3$ ;

$V_{ij}$  – объем мерника, определенный по формуле (13),  $дм^3$ .

Результат поверки по данному пункту считается положительным, если значение погрешности  $\delta_{V_{KPIj}}$  для каждого измерения во всем диапазоне измерений не превышает  $\pm 0,12 \%$ .

10.2.1.2 На вторичном эталоне единиц объемного расхода (объема) жидкости в соответствии с приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2356 (далее – эталонная установка).

КР демонтировать вместе с прямыми участками и поочерёдно установить на эталонную установку. Подключить КР к эталонной установке через частотно-импульсный выход. Измерения проводить на расходах от  $Q_1$  до  $Q_3$  в соответствии с Приложением Б. В каждой точке расхода выполнить измерения три раза.

Расход в каждой точке устанавливать с отклонением не более  $\pm 3,0 \%$ .

Погрешность КР  $\delta_{V_{KPIj}}$ , %, при измерении объема жидкости вычислить по формуле:

$$\delta_{V_{KPIj}} = \left( \frac{V_{KP} - V_{\Sigma}}{V_{\Sigma}} \right)_{ij} \cdot 100\% \quad (17)$$

где  $V_{KP}$  – значения объема жидкости, полученные по показаниям КР,  $\text{дм}^3$ ;

$V_{\Sigma}$  – значения объема жидкости, полученные на эталонной установке,  $\text{дм}^3$ ;

Результат поверки по данному пункту считается положительным, если значение погрешности  $\delta_{V_{KPIj}}$  для каждого измерения во всем диапазоне измерений КР не превышает  $\pm 0,12\%$ .

#### 10.2.2 Определение метрологических характеристик КР модуля малых расходов.

Подключить модуль малых расходов к гидравлической линии согласно схеме, приведенной в Приложение В.

Измерения проводить на расходах от  $Q_1$  до  $Q_3$  в соответствии с Приложением Б. В каждой точке расхода сделать два измерения.

Измерить плотность жидкости  $\rho_{ж}$ , взяв пробу из весового резервуара. Значение плотности жидкости  $\rho_{ж}$  определить по данным анализа, проведенного с помощью плотномера, с учетом измеренного значения ее температуры  $t_{БВ}$  в весовом резервуаре.

Удалить воздух с измерительной линии путем подачи давления и открытия шаровых кранов (далее – кран) 1, 2, 3, 6, 7, 9, 11 согласно схеме, приведенной в Приложении В.

Далее перекрыть все краны и слить воду из емкости 12.

Открыть краны 1, (2 – при поверке КР DN2,5 или 3 – при поверке КР S01), 7, 11. При помощи регулирующего клапана 8 и (или) насоса установить нужный расход через КР в соответствии с Приложением Б. Закрыть кран 11.

Слить воду из емкости и настроить нулевую отметку (тару) весов с учетом массы емкости. Зафиксировать начальные значения накопленного объема КР.

Открыть кран 11 и на установленном расходе провести поверку. Время измерения и значение расхода для каждого КР приведено Приложение Б.

По прошествии установленного времени измерений перекрыть кран 11. Зафиксировать конечные значения накопленного объема на КР и массы жидкости в емкости 12 на весах 13.

Откорректировать показания весов рассчитать поправку на влияние выталкивающей силы окружающего воздуха  $K_{B\ i}$  по формулам (1) и (3).

Относительная погрешность вычисляется по формуле (17), где  $V_{\Sigma}$  – объем жидкости в емкости на весах вычисленный по формуле (4).

Результат поверки по данному пункту считается положительным, если значение погрешности КР  $\delta_{V_{KPIj}} \leq \pm 0,3\%$ .

### 10.3 Определение метрологических характеристик измерительных каналов измерительно-вычислительного комплекса (далее – ИВК)

Запустить ПО в тестовом режиме Testmodus. Выбрать в качестве КР DN25 и малый насос.

10.3.1 На частотно-импульсный вход установки подключить источник импульсов и частотомер вместо поверяемого СИ. Частотно-импульсный вход должен работать в пассивном режиме.

Задать поочередно пачку импульсов не менее 10000 единиц, с частотой следования 100 Гц, 1000 Гц, 10000 Гц, прямоугольные импульсы амплитудой 24 В. Произвести измерения частотомером и с помощью встроенного ПО установки.

Вычислить относительную погрешности частотно-импульсного входа установки по формуле:

$$\delta_{\text{чи}} = \frac{N_{\text{изм}} - N_{\text{част}}}{N_{\text{част}}} \cdot 100\% \quad (18)$$

За погрешность частотно-импульсного входа принять наибольшее по модулю полученное значение  $\delta_{\text{чи.max}}$ .

10.3.2 Подключить к токовому входу установки калибратор токовой петли и задать поочередно значения 4, 8, 12, 16, 20 мА в режиме воспроизведения силы постоянного тока. Токовый вход должен работать в пассивном режиме. На каждом значении произвести по три измерения.

Погрешность измерений по токовому входу вычислить по формуле:

$$\delta_{\text{ТВ}} = \frac{I_{\text{изм}} - I_{\text{эт}}}{I_{\text{эт}}} \cdot 100\% \quad (19)$$

За погрешность токового входа принять наибольшее по модулю полученное значение.

10.3.3 Для определения относительной погрешности по цифровому входу в качестве источника формирования входных значений использовать расходомер, имеющий частотно-импульсный и цифровой выходы.

Подключить частотный выход расходомера к частотно-импульсному входу установки, цифровой выход расходомера к цифровому входу установки.

Отключить насосы. В главном окне программы поставить галочку «Поверка по Modbus», кликнув по кнопке «настройки» установить шкалу (50 м<sup>3</sup>/ч). В режиме эмуляции (тестовом) в расходомере задать значение 50 м<sup>3</sup>/ч. В установке в ручном режиме задать 50 м<sup>3</sup>/ч и требуемое количество импульсов – 10000.

Контроллер установки в реальном времени считывает значение расхода с цифрового сигнала и преобразует его в частотный-импульсный сигнал с частотой 20 кГц и подает полученное значение в ПО установки. ПО установки производит подсчет импульсов.

Рассчитать суммарный объем, измеренный по частотному входу по следующей формуле:

$$V_{\text{чи}} = \frac{Q_{\text{уст}} \cdot N_{\text{чи}}}{3600 \cdot 1000} \quad (20)$$

где  $Q_{\text{уст}} = 50 \text{ м}^3/\text{ч}$ ,

$N_{\text{чи}}$  – количество импульсов, измеренное установкой по частотно-импульсному входу.

Рассчитать суммарный объем, измеренный по цифровому входу по следующей формуле:

$$V_{\text{ц}} = \frac{Q_{\text{уст}} \cdot N_{\text{ц}}}{3600 \cdot 20000} \quad (21)$$

где  $Q_{\text{уст}} = 50 \text{ м}^3/\text{ч}$ ,

$N_{\text{ц}}$  – количество импульсов, измеренное установкой после преобразования по цифровому входу.

Относительную погрешность измерений по цифровому входу  $\delta_{ц}$ , определяется по формуле:

$$\delta_{ц} = \frac{V_{ц} - V_{чи}}{V_{чи}} \cdot 100\% \quad (22)$$

Выполнить измерения 3 раза.

За погрешность цифрового входа принять наибольшее по модулю значение полученной погрешности.

#### 10.4 Определение погрешности задания расхода

10.4.1 На установке поочередно задать расходы  $Q_{зад}$  (40, 30; 10; 5; 1; 0,05 м<sup>3</sup>/ч).

Выждать не менее 120 с после каждого задания расхода и зафиксировать значение расхода по показаниям установки  $Q_{ус}$ .

Погрешность задания расходов рассчитать по формуле:

$$\delta_{зр} = \frac{Q_{ус} - Q_{зад}}{Q_{зад}} \cdot 100\% \quad (23)$$

Результаты поверки считают положительными, если каждое из полученных значение относительной погрешности задания расходов  $\delta_{зр}$ , не превышает  $\pm 3,0 \%$

#### 10.5 Определение пределов допускаемой относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки.

10.5.1 Определение пределов допускаемой относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единиц) объема жидкости в потоке и объемного расходов жидкости при работе по МД при использовании токового входа (при наличии МД в составе установки).

10.5.1 Определение пределов допускаемой относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единиц) объема жидкости в потоке и объемного расходов жидкости при работе по мерникам динамическим при использовании токового входа (при наличии МД в составе установки).

10.5.1.1. Рассчитать Среднее квадратическое отклонение (СКО) установки  $S_{хмд}$ , % при измерении объема по МД:

$$S_{хмд} = \frac{1}{V_{20}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (V_{20i} - \bar{V}_{20})^2}{(n-1)}} \cdot 100\% \quad (24)$$

10.5.1.2 Рассчитать неисключенную систематическую погрешность (НСП)  $\theta_{\Sigma}$ , % по следующей формуле:

$$\theta_{\Sigma} = 1,1 \sqrt{(\delta_{V_{20}})^2 + \delta_{чи}^2 + \delta_{вр}^2 + \delta_{ТВ}^2} \quad (25)$$

где

$\delta_{V_{20}}$  - наибольшее по модулю значение  $\delta_{V_{20i}}$ ;

$\delta_{ТВ}$  - наибольшее по модулю значение, полученное в п. 10.3.2;

$\delta_{вр}$  – относительная погрешность измерений времени, принимать равное 0,005%;

$\delta_{\text{чи}}$  – наибольшее по модулю значение относительной погрешности частотно-импульсного входа, %.

10.5.1.3 Рассчитать доверительные границы СКО среднего  $\varepsilon$ , % по следующей формуле:

$$\varepsilon = t_{0,95} \cdot S_{\text{хмд}} \quad (26)$$

Где  $t_{0,95}$  – коэффициент Стьюдента с доверительной вероятности  $p=0,95$ ;

10.5.1.4 Рассчитать СКО НСП воспроизводимой величины  $S_{\theta}$ , % по следующей формуле:

$$S_{\theta} = \frac{\theta_{\Sigma}}{1,1\sqrt{3}} \quad (27)$$

10.5.1.5 Рассчитать суммарное среднее СКО  $S_{\Sigma}$ , % по следующей формуле:

$$S_{\Sigma} = \sqrt{S_{\text{хмд}}^2 + S_{\theta}^2} \quad (28)$$

10.5.1.6 Рассчитать доверительные границы суммарной погрешности установки при измерении (воспроизведении единиц) объема жидкости в потоке и объемного расходов жидкости при работе по МД при использовании токового входа по следующей формуле:

$$\delta_{V_{\text{мд}}} = (K \cdot S_{\Sigma}) \quad (29)$$

где  $K = \frac{\varepsilon + \theta_{\Sigma}}{S_{\text{хмд}} + S_{\theta}}$  – эмпирический коэффициент;

Результаты поверки считают положительными, если значение  $\delta_{V_{\text{мд}}}$  рассчитанное по формуле (28) не превышает  $\pm 0,055$  %.

10.5.2. Определение пределов допускаемой относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единиц) объема жидкости в потоке и объемного расходов жидкости при работе по МД при использовании цифрового и частотно-импульсного входа (при наличии МД в составе установки).

10.5.2.1 Рассчитать неисключенную систематическую погрешность (НСП)  $\theta_{\Sigma}$ , % по следующей формуле:

$$\theta_{\Sigma} = 1,1 \sqrt{(\delta_{V_{20}})^2 + \delta_{\text{вр}}^2 + \delta_{\text{чи}}^2 + \delta_{\text{ц}}^2} \quad (30)$$

где:

$\delta_{V_{20}}$  - наибольшее по модулю значение  $\delta_{V_{20} i}$ ;

$\delta_{\text{вр}}$  – относительная погрешность измерений времени, принимать равное 0,005%.

$\delta_{\text{чи}}$  – наибольшее по модулю значение относительной погрешности частотно-импульсного входа, %;

$\delta_{\text{ц}}$  – наибольшее по модулю значение относительной погрешности цифрового входа, %.

10.5.2.2 Рассчитать СКО НСП воспроизводимой величины  $S_{\theta}$ , % по следующей формуле:

$$S_{\theta} = \frac{\theta_{\Sigma}}{1,1\sqrt{3}} \quad (31)$$

10.5.2.3 Рассчитать суммарное среднее СКО  $S_{\Sigma}$ , % по следующей формуле:

$$S_{\Sigma} = \sqrt{S_{x_{MD}}^2 + S_{\theta}^2} \quad (32)$$

где:  $S_{x_{MD}}$  – СКО установки посчитанное в п. 10.5.1.1.

10.5.2.4 Рассчитать доверительные границы суммарной погрешности установки установки при измерении (воспроизведении единиц) объема жидкости в потоке и объемного расходов жидкости при работе по МД при использовании цифрового и частотно-импульсного входа по следующей формуле:

$$\delta_{V_{MD}} = (K \cdot S_{\Sigma}) \quad (33)$$

Где  $K = \frac{\varepsilon + \theta_{\Sigma}}{S_{x_{MD}} + S_{\theta}}$  – эмпирический коэффициент;

Результаты поверки считают положительными, если значение  $\delta_{V_{MD}}$ , рассчитанное по формуле 32 не превышает  $\pm 0,055\%$ .

10.5.3 Определение пределов допускаемой относительной погрешности (доверительные границы суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единиц) объема жидкости в потоке и объемного расходов жидкости при работе по КР при использовании цифрового входа и частотно-импульсного входа.

10.5.3.1 Рассчитать арифметическое отклонение показаний установки при работе по КР

$$\delta_{V_{KPj}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \delta_{V_{KPi j}} \quad (34)$$

10.5.3.2 Рассчитать (СКО) установки  $S_{x_{KP}}$ , % при измерении объема по МД или по установке поверочной соответствующей вторичному эталону:

$$S_{x_{KP}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\delta_{V_{KPi j}} - \delta_{V_{KPj}})^2}{(n - 1)}} \quad (35)$$

10.5.3.3. Рассчитать неисключенную систематическую погрешность (НСП)  $\theta_{\Sigma}$ , % по следующим формулам:

При поверке КР по МД.

$$\theta_{\Sigma} = 1,1 \sqrt{(\delta_{V20})^2 + \delta_{вр}^2 + \delta_{чи}^2 + \delta_{ц}^2 + \delta_{кр}^2} \quad (36)$$

где

$\delta_{кр}$  – наибольшее по модулю значение погрешности расходомера при измерении объема жидкости на заданном расходе, %;

$\delta_{V20}$  – наибольшее по модулю значение  $\delta_{V20 i}$ ;

$\delta_{чи}$  – наибольшее по модулю значение относительной погрешности частотно-импульсного входа, %;

$\delta_{ц}$  – наибольшее по модулю значение относительной погрешности цифрового входа, %.

$\delta_{вр}$  – относительная погрешность измерений времени, принимать равное 0,005%.

При поверке КР на установке поверочной соответствующей вторичному эталону (далее – эталонная установка).

$$\theta_{\Sigma} = 1,1 \sqrt{\left(\frac{\theta_{уст}}{1,1}\right)^2 + \delta_{вр}^2 + \delta_{чи}^2 + \delta_{ц}^2 + \delta_{кр}^2} \quad (37)$$

где:

$\delta_{кр}$  – наибольшее по модулю значение погрешности расходомера при измерении объема жидкости на заданном расходе, %;

$\delta_{чи}$  – наибольшее по модулю значение относительной погрешности частотно-импульсного входа, %;

$\delta_{ц}$  – наибольшее по модулю значение относительной погрешности цифрового входа, %.

$\delta_{вр}$  – относительная погрешность измерений времени, принимать равное 0,005%.

$\theta_{уст}$  – значение НСП эталонной установки из протокола поверки на установку.

При отсутствии протокола поверки на эталонную установку рассчитать НСП эталонной установки по формуле:

$$\theta_{уст} = \frac{\delta_{уст}}{\sqrt{3}}. \quad (38)$$

где:  $\delta_{уст}$  – пределы допускаемой относительной погрешности (доверительные границы суммарной погрешности) установки поверочной соответствующей вторичному эталону при измерении (воспроизведении единиц) объема жидкости в потоке и объемного расходов жидкости. Если  $\delta_{уст}$  объема и объемного расхода различны, то принимать наибольшее значение.

10.5.3.4 Рассчитать доверительные границы СКО среднего  $\varepsilon$ , % по следующей формуле:

$$\varepsilon = t_{0,95} \cdot S_{хкр} \quad (39)$$

где

$t_{0,95}$  – коэффициент Стьюдента с доверительной вероятности  $p=0,95$ ;

10.5.3.5 Рассчитать СКО НСП воспроизводимой величины  $S_{\theta}$ , % по следующей формуле:

$$S_{\theta} = \frac{\theta_{\Sigma}}{1,1\sqrt{3}} \quad (40)$$

10.5.3.6 Рассчитать суммарное среднее СКО  $S_{\Sigma}$ , % по следующей формуле:

$$S_{\Sigma} = \sqrt{S_{\text{хкр}}^2 + S_{\theta}^2} \quad (41)$$

10.5.3.7 Рассчитать доверительные границы суммарной погрешности установки при измерении (воспроизведении единиц) объема жидкости в потоке и объемного расходов жидкости при работе по КР при использовании цифрового входа и частотно-импульсного входа по следующей формуле:

$$\delta_{V_{\text{кр}}} = (K \cdot S_{\Sigma}) \quad (42)$$

где:

$$K = \frac{\varepsilon + \theta_{\Sigma}}{S_{\text{хкр}} + S_{\theta}} - \text{эмпирический коэффициент}$$

Результат поверки считать положительным, если полученное значение  $\delta_{V_{\text{кр}}}$ , рассчитанное по формуле (42) не превышает  $\pm 0,15$  %.

10.5.4 Определение пределов допускаемой относительной погрешности (доверительные границы суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единиц) объема жидкости в потоке и объемного расходов жидкости при работе по контрольным расходомерам при использовании токового входа.

10.5.4.1 Рассчитать неисключенную систематическую погрешность (НСП)  $\theta_{\Sigma}$ , % по следующим формулам:

При поверке КР по МД.

$$\theta_{\Sigma} = 1,1 \sqrt{(\delta_{V_{20}})^2 + \delta_{\text{вр}}^2 + \delta_{\text{чи}}^2 + \delta_{\text{тв}}^2 + \delta_{\text{кр}}^2} \quad (43)$$

где:

$\delta_{\text{кр}}$  – наибольшее по модулю значение погрешности расходомера при измерении объема жидкости на заданном расходе, %;

$\delta_{V_{20}}$  - наибольшее по модулю значение  $\delta_{V_{20} i}$ ;

$\delta_{\text{чи}}$  – наибольшее по модулю значение относительной погрешности частотно-импульсного входа, %;

$\delta_{\text{вр}}$  – относительная погрешность измерений времени, принимать равное 0,005%;

$\delta_{\text{тв}}$  - наибольшее по модулю значение, полученное в п. 10.3.2;

При поверке КР на установке поверочной соответствующей вторичному эталону.

$$\theta_{\Sigma} = 1,1 \sqrt{\left(\frac{\theta_{\text{уст}}}{1,1}\right)^2 + \delta_{\text{вр}}^2 + \delta_{\text{чи}}^2 + \delta_{\text{тв}}^2 + \delta_{\text{кр}}^2} \quad (44)$$

где:

$\delta_{кр}$  – наибольшее по модулю значение погрешности расходомера при измерении объема жидкости на заданном расходе, %;

$\delta_{чи}$  – наибольшее по модулю значение относительной погрешности частотно-импульсного входа, %;

$\delta_{вр}$  – относительная погрешность измерений времени, принимать равное 0,005%;

$\delta_{тв}$  – наибольшее по модулю значение, полученное в п. 10.3.2;

$\theta_{уст}$  – значение НСП эталонной установки из протокола поверки на установку.

При отсутствии протокола поверки на эталонную установку рассчитать НСП эталонной установки по формуле (38).

10.5.4.2 Рассчитать доверительные границы СКО среднего  $\varepsilon$ , % по следующей формуле:

$$\varepsilon = t_{0,95} \cdot S_{хкр} \quad (45)$$

где

$t_{0,95}$  – коэффициент Стьюдента с доверительной вероятности  $p=0,95$ ;

$S_{хкр}$  – (СКО) установки, % рассчитать по формуле (35).

10.5.4.3 Рассчитать СКО НСП воспроизводимой величины  $S_{\theta}$ , % по следующей формуле:

$$S_{\theta} = \frac{\theta_{\Sigma}}{1,1\sqrt{3}} \quad (46)$$

10.5.4.4 Рассчитать суммарное среднее СКО  $S_{\Sigma}$ , % по следующей формуле:

$$S_{\Sigma} = \sqrt{S_{хкр}^2 + S_{\theta}^2} \quad (47)$$

10.5.4.5 Рассчитать доверительные границы суммарной погрешности установки при измерении (воспроизведении единиц) объема жидкости в потоке и объемного расходов жидкости при работе по контрольным расходомерам при использовании токового входа:

$$\delta_{V_{кр}} = (K \cdot S_{\Sigma}) \quad (48)$$

где:

$$K = \frac{\varepsilon + \theta_{\Sigma}}{S_{хкр} + S_{\theta}} - \text{эмпирический коэффициент.}$$

Результат поверки считать положительным, если полученное значение  $\delta_{V_{кр}}$  рассчитанное по формуле (48) не превышает  $\pm 0,15$  %.

10.5.5 Определение пределов допускаемой относительной погрешности (доверительные границы суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единиц) объема жидкости в потоке и объемного расходов жидкости при работе с модулем малых расходов. Определение суммарной погрешности производить по следующей формуле:

$$\delta v_{\text{КР мпр}} = \delta v_{\text{КРij}} \max \quad (49)$$

Результаты поверки считают положительными, если доверительные границы суммарной погрешности результата измерений  $\delta v_{\text{КР мпр}}$ , % не превышает  $\pm 0,3$  %.

#### 10.6 Проверка соответствия установки обязательному требованию к эталону.

При положительных результатах поверки, установка в зависимости от пределов допускаемой относительной погрешности (доверительные границы суммарной погрешности) при применении МД может соответствовать рабочему эталону 1-го разряда единиц объема в потоке и/или объемного расхода жидкости в соответствии с ГПС (часть 1), утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2356, при применении КР может соответствовать рабочим эталонам 2-го или 3-го разряда единиц объема в потоке и/или объемного расхода жидкости в соответствии с ГПС (часть 1), утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2356.

### 11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Рекомендуемая форма протокола приведена в приложении А.

11.2 Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

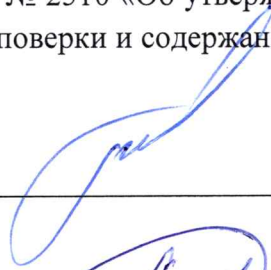
11.3 Знак поверки наносится согласно схемы обозначения мест нанесения знака поверки из описания типа на Установки поверочные расходомерные ULTRA-S.

11.4 По заявлению владельца средств измерений или лица, представившего их на поверку положительные результаты поверки, оформляют свидетельство о поверке по установленной форме в соответствии с приказом Минпромторга России от 31 июля 2020 № 2510 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

11.5 При отрицательных результатах поверки установка к эксплуатации не допускается. По заявлению владельца средства измерений или лица, предоставившего средство измерений на поверку, выдается извещение о непригодности, оформленное в соответствии с приказом Минпромторга России от 31 июля 2020 № 2510 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

Начальник отдела 208  
ФГБУ «ВНИИМС»

Ведущий инженер отдела 208  
ФГБУ «ВНИИМС»


Б.А. Иполитов

Д.П. Ломакин

**Приложение А**  
**Форма протокола поверки**

| ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ от ____ № ____                                                                              |                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                              | на __ стр.                                                                          |
| Наименование СИ                                                                                              | Установка поверочная расходомерная                                                  |
| Тип СИ                                                                                                       | ULTRA-S                                                                             |
| Рег. номер в ФИФ ОЕИ                                                                                         | -                                                                                   |
| Зав. №                                                                                                       | 01                                                                                  |
| Год выпуска                                                                                                  |                                                                                     |
| Завод-изготовитель                                                                                           | ООО «КРОНЕ-Автоматика»                                                              |
| Наименование нормативного документа, на основании которого выполнена поверка:                                | МП 208-036-2023 «ГСИ. Установки поверочные расходомерные ULTRA-S. Методика поверки» |
| Эталоны, СИ и вспомогательное оборудование при необходимости (тип, номер, срок очередной аттестации/поверки) |                                                                                     |
| Условия поверки                                                                                              |                                                                                     |
| Температура окружающего воздуха, °С                                                                          |                                                                                     |
| Атмосферное давление, кПа                                                                                    |                                                                                     |
| Относительная влажность воздуха, %                                                                           |                                                                                     |
| Температура поверочной среды, °С                                                                             |                                                                                     |

**Результаты поверки**

| п/п | Наименование операции                                                                                                | Номер пункта МП | Полученные значения                                   |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------------------------------|
| 1   | 2                                                                                                                    | 3               | 4                                                     |
| 1   | Внешний осмотр средства измерений                                                                                    | 7               | пригодно                                              |
| 2   | Подготовка к поверке и опробование                                                                                   | 8               | пригодно                                              |
| 3   | Проверка ПО СИ                                                                                                       | 9               | Номер версии ПО _____                                 |
| 4   | Определение вместимости и погрешности                                                                                | 10.1            | см. таблицу А.1                                       |
| 5   | Определение метрологических характеристик контрольных расходомеров                                                   | 10.2            | см. таблицу А.2                                       |
| 6   | Определение метрологических характеристик измерительных каналов измерительно-вычислительного комплекса (далее – ИВК) | 10.3            | см. таблицу А.3<br>см. таблицу А.4<br>см. таблицу А.5 |
| 7   | Определение погрешности задания расхода                                                                              | 10.4            | см. таблицу А.6                                       |
| 8   | Определение пределов допускаемой относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки.   | 10.5            | см. таблицу А.7<br>см. таблицу А.8<br>см. таблицу А.9 |

Таблица А.1 - результаты определения вместимости МД

| Наименование характеристики                                                               | Изм. 1 | Изм. 2 | Изм. 3 | Изм. 4 | Изм. 5 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Температура окружающей среды, $t_{\text{возд}}$ , °С                                      |        |        |        |        |        |
| Относительная влажность воздуха, ( $hr$ ), %                                              |        |        |        |        |        |
| Атмосферное давление, $P_{\text{возд}}$ , кПа                                             |        |        |        |        |        |
| Температура воды в мернике, $t_{\text{жм}}$ , °С                                          |        |        |        |        |        |
| Показания весов, $M_{\text{из}}$ , кг                                                     |        |        |        |        |        |
| Плотность воздуха, $\rho_{\text{возд}}$ , кг/м <sup>3</sup>                               |        |        |        |        |        |
| Плотность жидкости, $\rho_{\text{ж}}$ , кг/м <sup>3</sup>                                 |        |        |        |        |        |
| Поправка на влияние выталкивающей силы воздуха, $K_{B\ i}$                                |        |        |        |        |        |
| Масса с учетом поправки, $M_{\text{п}}$ , кг                                              |        |        |        |        |        |
| Вместимость мерника при условиях измерения, $V_i$ , дм <sup>3</sup>                       |        |        |        |        |        |
| Вместимость мерника при 20 °С, $V_{M20i}$ , дм <sup>3</sup>                               |        |        |        |        |        |
| Средняя вместимость мерника при 20 °С, $\overline{V}_{20}$ , дм <sup>3</sup>              |        |        |        |        |        |
| Коэффициент линейного расширения материала мерника, $\alpha$ , 1/°С                       |        |        |        |        |        |
| Погрешность измерения массы, $\Delta M_{\text{из}}$ , кг                                  |        |        |        |        |        |
| Погрешность измерения плотности жидкости, $\Delta \rho_{\text{жс}}$ , кг/м <sup>3</sup>   |        |        |        |        |        |
| Погрешность вычисления плотности воздуха, $\Delta \rho_{\text{возд}}$ , кг/м <sup>3</sup> |        |        |        |        |        |
| Погрешность вычисления поправки $\Delta K_{B\ i}$                                         |        |        |        |        |        |
| Погрешность вычисления объема абсолютная, $\Delta V$ , дм <sup>3</sup>                    |        |        |        |        |        |
| Погрешность вычисления объема относительная, $\delta_V$ , %                               |        |        |        |        |        |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности МД, $\Delta V_{\text{доп}}$ , дм <sup>3</sup>  |        |        |        |        |        |

Относительная погрешность измерений объема \_\_\_\_\_

- Наибольшая разность между двумя значениями вместимости  $V_{20i}$  соответствует \_\_\_\_\_, дм<sup>3</sup>, что не превышает/превышает половину абсолютной погрешности  $\Delta V_{\text{доп}}$  определения вместимости;
- Отклонение полученного значения вместимости  $\overline{V}_{20}$  \_\_\_\_\_, дм<sup>3</sup> МД от данных предыдущей поверки  $\overline{V}_{20 \text{ пред.}}$  \_\_\_\_\_, дм<sup>3</sup> не превышает/превышает половину абсолютной погрешности  $\Delta V_{\text{доп}}$  \_\_\_\_\_ дм<sup>3</sup>.

По пункту 10.1 методики поверки установка признается годным/не годным.

Таблица А.2. – результаты определения метрологических характеристики КР модуля малых расходов

| Номер измерения                                              |                   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--------------------------------------------------------------|-------------------|---|---|---|---|---|---|
| Расход номинальный, $Q_{\text{ном}}$                         | м <sup>3</sup> /ч |   |   |   |   |   |   |
| Показания расходомера на начало измерения                    | дм <sup>3</sup>   |   |   |   |   |   |   |
| Показание весов на начало измерения                          | кг                |   |   |   |   |   |   |
| Показание расходомера на окончание измерения                 | дм <sup>3</sup>   |   |   |   |   |   |   |
| Показания весов на окончание измерения                       | кг                |   |   |   |   |   |   |
| Время измерения по секундомеру                               | сек.              |   |   |   |   |   |   |
| Температура окружающего воздуха на конец измерений           | °С                |   |   |   |   |   |   |
| Относительная влажность воздуха                              | %                 |   |   |   |   |   |   |
| Атмосферное давление                                         | кПа               |   |   |   |   |   |   |
| Температура воды в весовом устройства на окончание измерений | °С                |   |   |   |   |   |   |
| Плотность воды при температуре                               | кг/м <sup>3</sup> |   |   |   |   |   |   |

|                                             |                   |  |  |  |  |  |  |
|---------------------------------------------|-------------------|--|--|--|--|--|--|
| измерения                                   |                   |  |  |  |  |  |  |
| Масса воды на весовом устройстве            | кг                |  |  |  |  |  |  |
| Объем воды, измеренный расходомером         | дм <sup>3</sup>   |  |  |  |  |  |  |
| Плотность воздуха                           | кг/м <sup>3</sup> |  |  |  |  |  |  |
| Коэффициент вытеснения                      | -                 |  |  |  |  |  |  |
| Масса воды с учетом поправки                | кг                |  |  |  |  |  |  |
| Объем воды на весовом устройстве            | дм <sup>3</sup>   |  |  |  |  |  |  |
| Расход установленный, Q <sub>yc</sub>       | м <sup>3</sup> /ч |  |  |  |  |  |  |
| Погрешность абсолютная, Δ                   | дм <sup>3</sup>   |  |  |  |  |  |  |
| Погрешность относительная, δ <sub>вмр</sub> | %                 |  |  |  |  |  |  |

По пункту 10.2 методики поверки установка признается годным/не годным.

Таблица А.3 – определение метрологических характеристик измерительных каналов ИВК по частотному входу

| № п/п | Частота, Гц | Количество импульсов заданное источника импульсов | Измеренное количество импульсов частотомером | Измеренное количество импульсов установкой | Погрешность относительная, δ <sub>чи</sub> , % |
|-------|-------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------|
| 1     | 100         | 10000                                             |                                              |                                            |                                                |
| 2     | 1000        | 10000                                             |                                              |                                            |                                                |
| 3     | 10000       | 10000                                             |                                              |                                            |                                                |

Наибольшая по модулю относительная погрешность частотного входа |δ<sub>чи наиб</sub>| \_\_, %

Таблица А.4 – определение метрологических характеристик измерительных каналов ИВК по токовому входу.

| № п/п | Эталонное значение силы тока, I <sub>эт</sub> , мА | Измеренное значение силы тока, I <sub>изм</sub> , мА | Относительная погрешность, δ <sub>тв</sub> , % |
|-------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| 1     | 4,000                                              |                                                      |                                                |
| 2     | 4,000                                              |                                                      |                                                |
| 3     | 4,000                                              |                                                      |                                                |
| 1     | 8,000                                              |                                                      |                                                |
| 2     | 8,000                                              |                                                      |                                                |
| 3     | 8,000                                              |                                                      |                                                |
| 1     | 12,000                                             |                                                      |                                                |
| 2     | 12,000                                             |                                                      |                                                |
| 3     | 12,000                                             |                                                      |                                                |
| 1     | 16,000                                             |                                                      |                                                |
| 2     | 16,000                                             |                                                      |                                                |
| 3     | 16,000                                             |                                                      |                                                |
| 1     | 20,000                                             |                                                      |                                                |
| 2     | 20,000                                             |                                                      |                                                |
| 3     | 20,000                                             |                                                      |                                                |

Наибольшая по модулю относительная погрешность токового входа |δ<sub>тв наиб</sub>| \_\_\_\_, %

Таблица А.5 – определение метрологических характеристик измерительных каналов ИВК по цифровому входу.

| № п/п | $N_{ци}$ | $N_{ц}$ | $V_{ци}, м^3$ | $V_{ц}, м^3$ | $\delta_{ц}, \%$ |
|-------|----------|---------|---------------|--------------|------------------|
| 1     |          |         |               |              |                  |
| 2     |          |         |               |              |                  |
| 3     |          |         |               |              |                  |

Наибольшая по модулю относительная погрешность цифрового входа  $|\delta_{ц \text{ наиб}}|$  \_\_\_\_\_, %

Таблица А.6- определение погрешности задания расходов

| Расход установленный,<br>$Q_{зад}, м^3/ч$ | Расход, измеренный,<br>$Q_{изм}, м^3/ч$ | Относительная<br>погрешность, $\delta_p, \%$ | Пределы допускаемой относительной<br>погрешности, $\delta_{p \text{ доп}}, \%$ |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
|                                           |                                         |                                              | $\pm 3,0$                                                                      |

Относительная погрешность задания расхода \_\_\_\_\_

По пункту 10.4 методики поверки установка признается годным/не годным

Таблица А.7 – Результаты расчета суммарной погрешности установки при работе с КР.

| № изм. | Установленный расход,<br>м <sup>3</sup> /ч | Объем по КР, м <sup>3</sup> | Объем по эталону, м <sup>3</sup> | Относ. Погрешность, % | СКО установки $S_{кр}$ , % | Доверительные границы СКО<br>среднего $\varepsilon$ , % | НСП установки, $\theta_z$ , % | СКО НСП<br>$S_\theta$ , % | Суммарное среднее СКО $S_z$ , % | Эмпирический коэф., К | Доверительные границы<br>суммарной погрешности<br>установки при использовании<br>цифр. и частотно-импульсного<br>входа, % | Доверительные границы<br>суммарной погрешности<br>установки при использовании<br>токавого входа, % |
|--------|--------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|-----------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|---------------------------------|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.1    |                                            |                             |                                  |                       |                            |                                                         |                               |                           |                                 |                       |                                                                                                                           |                                                                                                    |
| 1.2    |                                            |                             |                                  |                       |                            |                                                         |                               |                           |                                 |                       |                                                                                                                           |                                                                                                    |
| 1.3    |                                            |                             |                                  |                       |                            |                                                         |                               |                           |                                 |                       |                                                                                                                           |                                                                                                    |
| 1.4    |                                            |                             |                                  |                       |                            |                                                         |                               |                           |                                 |                       |                                                                                                                           |                                                                                                    |
| 1.5    |                                            |                             |                                  |                       |                            |                                                         |                               |                           |                                 |                       |                                                                                                                           |                                                                                                    |
| 2.1    |                                            |                             |                                  |                       |                            |                                                         |                               |                           |                                 |                       |                                                                                                                           |                                                                                                    |
| 2.2    |                                            |                             |                                  |                       |                            |                                                         |                               |                           |                                 |                       |                                                                                                                           |                                                                                                    |
| 2.3    |                                            |                             |                                  |                       |                            |                                                         |                               |                           |                                 |                       |                                                                                                                           |                                                                                                    |
| 2.4    |                                            |                             |                                  |                       |                            |                                                         |                               |                           |                                 |                       |                                                                                                                           |                                                                                                    |
| 2.5    |                                            |                             |                                  |                       |                            |                                                         |                               |                           |                                 |                       |                                                                                                                           |                                                                                                    |
| 3.1    |                                            |                             |                                  |                       |                            |                                                         |                               |                           |                                 |                       |                                                                                                                           |                                                                                                    |
| 3.2    |                                            |                             |                                  |                       |                            |                                                         |                               |                           |                                 |                       |                                                                                                                           |                                                                                                    |
| 3.3    |                                            |                             |                                  |                       |                            |                                                         |                               |                           |                                 |                       |                                                                                                                           |                                                                                                    |
| 3.4    |                                            |                             |                                  |                       |                            |                                                         |                               |                           |                                 |                       |                                                                                                                           |                                                                                                    |
| 3.5    |                                            |                             |                                  |                       |                            |                                                         |                               |                           |                                 |                       |                                                                                                                           |                                                                                                    |

В соответствии с пунктом \_\_\_\_\_ установка признается годной/не годной.

Таблица А.8 - Определение пределов допускаемой относительной погрешности (доверительные границы суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единиц) объема жидкости в потоке и объемного расходов жидкости при работе по МД при использовании токового входа.

|                                                                                                                                                                                                       |   |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|--|
| СКО установки $S_{\text{хмд}}$ при измерении объема по МД                                                                                                                                             | % |  |
| (НСП) $\theta_{\Sigma}$                                                                                                                                                                               | % |  |
| Доверительные границы СКО среднего $\varepsilon$                                                                                                                                                      | % |  |
| СКО НСП воспроизводимой величины $S_{\theta}$ ,                                                                                                                                                       | % |  |
| Суммарное среднее СКО $S_{\Sigma}$                                                                                                                                                                    | % |  |
| Доверительные границы суммарной погрешности установки при измерении (воспроизведении единиц) объема жидкости в потоке и объемного расходов жидкости при работе по МД при использовании токового входа | % |  |

В соответствии с пунктом 10.5.1. установка признается годной/не годной.

Таблица А.9 - Определение пределов допускаемой относительной погрешности (доверительные границы суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единиц) объема жидкости в потоке и объемного расходов жидкости при работе по МД при использовании частотно-импульсного входа и цифрового входа.

|                                                                                                                                                                                                                                     |   |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|--|
| СКО установки $S_{\text{хмд}}$ при измерении объема по МД                                                                                                                                                                           | % |  |
| (НСП) $\theta_{\Sigma}$                                                                                                                                                                                                             | % |  |
| Доверительные границы СКО среднего $\varepsilon$                                                                                                                                                                                    | % |  |
| СКО НСП воспроизводимой величины $S_{\theta}$ ,                                                                                                                                                                                     | % |  |
| Суммарное среднее СКО $S_{\Sigma}$                                                                                                                                                                                                  | % |  |
| Доверительные границы суммарной погрешности установки при измерении (воспроизведении единиц) объема жидкости в потоке и объемного расходов жидкости при работе по МД при использовании частотно-импульсного входа и цифрового входа | % |  |

В соответствии с пунктом 10.5.2. установка признается годной/не годной.

Определение пределов допускаемой относительной погрешности (доверительные границы суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единиц) объема жидкости в потоке и объемного расходов жидкости при работе с модулем малых расходов.

Определение суммарной погрешности производить по следующей формуле:

$$\delta v_{\text{кр ммп}} = \delta_{\text{ммп max}}$$

$$\delta v_{\text{кр ммп}} = \text{_____ \%}$$

В соответствии с пунктом 10.5.5 установка признается годным/не годным.

Заключение: \_\_\_\_\_

Дата поверки: \_\_\_\_\_

Поверитель \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

(подпись)

**Приложение Б**  
**(обязательное)**  
**Поверочные точки КР**

**Таблица Б.1 – поверочные точки (расходы) КР**

| Диаметр условного прохода<br>(типоразмер), DN (S) | Расход задаваемый $Q_1$ ,<br>$\text{м}^3/\text{ч}$ | Расход задаваемый $Q_2$ ,<br>$\text{м}^3/\text{ч}$ | Расход задаваемый $Q_3$ ,<br>$\text{м}^3/\text{ч}$ |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| S01                                               | 0,001                                              | 0,010                                              | 0,020                                              |
| 2,5                                               | 0,019                                              | 0,100                                              | 0,200                                              |
| 10                                                | 0,05                                               | 1,0                                                | 2,2                                                |
| 25                                                | 1,8                                                | 4                                                  | 9                                                  |
| 40                                                | 8                                                  | 14                                                 | 20                                                 |
| 50                                                | 16                                                 | 25                                                 | 40                                                 |

**Таблица Б.2 – минимальная масса, сбрасываемая на весы, в зависимости от расхода**

| Диаметр условного прохода<br>(типоразмер), DN (S) | Масса при расходе $Q_1$ ,<br>кг | Масса при расходе $Q_2$ ,<br>кг | Масса при расходе $Q_3$ ,<br>кг |
|---------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| S01                                               | 0,5                             | 1,5                             | 3                               |
| 2,5                                               | 5                               | 15                              | 30                              |

**Таблица Б.3 – минимальное время измерений в зависимости от расхода**

| Диаметр условного прохода<br>(типоразмер), DN (S) | Время при расходе $Q_1$ ,<br>сек | Время при расходе $Q_2$ ,<br>сек | Время при расходе $Q_3$ ,<br>сек |
|---------------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| S01                                               | 1800                             | 540                              | 540                              |
| 2,5                                               | 900                              | 540                              | 540                              |

**Таблица Б.4 – минимальное время измерений поверочной установкой (вторичный эталон) в зависимости от расхода**

| Диаметр условного прохода<br>(типоразмер), DN (S) | Время при расходе $Q_1$ ,<br>сек | Время при расходе $Q_2$ ,<br>сек | Время при расходе $Q_3$ ,<br>сек |
|---------------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 10                                                | 360                              | 180                              | 90                               |
| 25                                                | 90                               | 60                               | 60                               |
| 40                                                | 60                               | 60                               | 60                               |
| 50                                                | 60                               | 60                               | 60                               |

Схема подключения модуля малых расходов

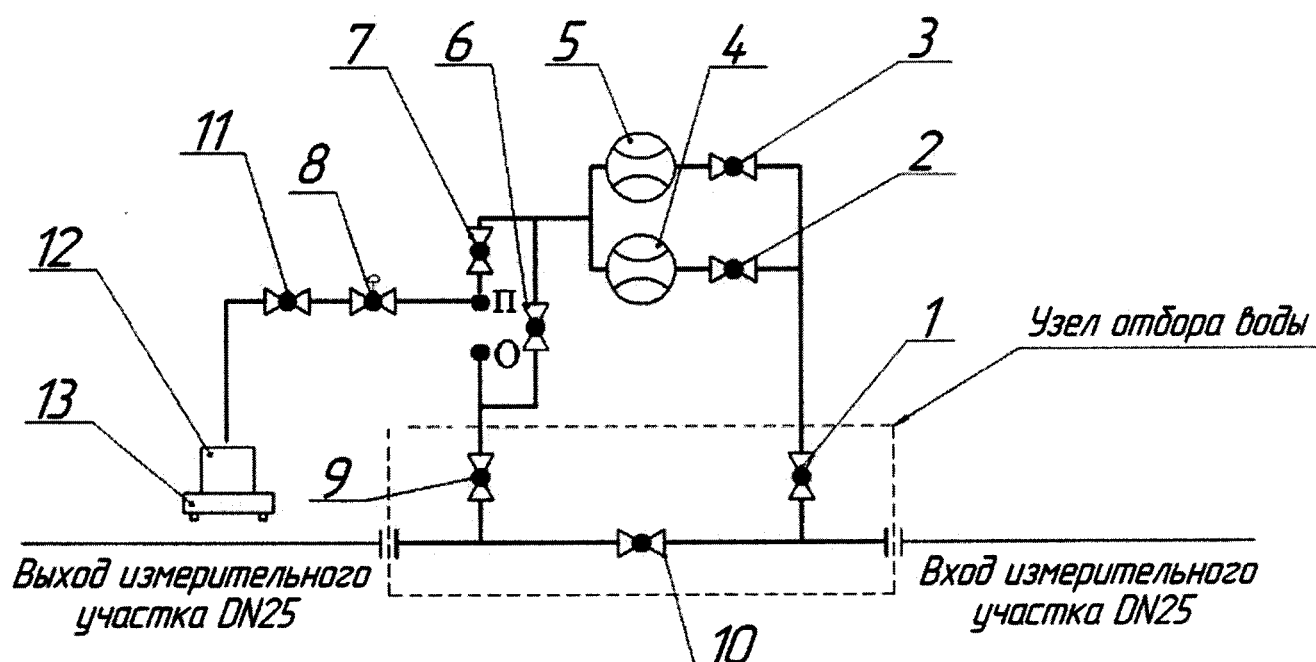


Рисунок В.1 - Гидравлическая схема подключения модуля малых расходов

Состав схемы: поз. 1, 2, 3, 6, 7, 9, 10, 11 – кран шаровый; поз. 4, 5 – контрольный расходомер; поз. 8 – регулирующий клапан, поз. 12 – емкость, поз. 13 – весы, П, О – точки подключения поверяемого расходомера.

**Приложение Г**  
**(справочное)**  
**Значения коэффициентов Стьюдента**

**Таблица Г.1 – Значения коэффициентов Стьюдента t**

| Число степеней свободы, N-1 | Доверительная вероятность |        |
|-----------------------------|---------------------------|--------|
|                             | P=0,95                    | P=0,99 |
| 3                           | 3,182                     | 5,841  |
| 4                           | 2,776                     | 4,604  |
| 5                           | 2,571                     | 4,032  |
| 6                           | 2,447                     | 3,707  |
| 7                           | 2,365                     | 2,998  |
| 8                           | 2,306                     | 3,355  |
| 9                           | 2,262                     | 3,250  |
| 10                          | 2,228                     | 3,169  |
| 12                          | 2,179                     | 3,055  |
| 14                          | 2,145                     | 2,977  |
| 16                          | 2,120                     | 2,921  |
| 18                          | 2,101                     | 2,878  |
| 20                          | 2,086                     | 2,845  |
| 22                          | 2,074                     | 2,819  |
| 24                          | 2,064                     | 2,797  |
| 26                          | 2,056                     | 2,779  |
| 28                          | 2,048                     | 2,763  |
| 30                          | 2,042                     | 2,750  |
| ∞                           | 1,960                     | 2,576  |