

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



СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора

Ф.В. Булыгин

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 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 ³ /ч – стандартное исполнение – с модулем малых расходов	от 0,05 до 40 от 0,001 до 40
Номинальная вместимость МД, при 20 °С, дм ³	20, 30, 45, 50, 55, 100, 200, 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, %: - в диапазоне расхода от 0,050 до 40,0 м ³ /ч с применением МД - в диапазоне расхода от 0,050 до 40,0 м ³ /ч с применением КР (контрольных расходомеров) - в диапазоне расхода от 0,001 до 0,050 м ³ /ч с применением КР	±0,055 ±0,15 ±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 10.2	Средство измерений плотности. Диапазон измерений от 900 до 1100 кг/м ³ , пределы допускаемой абсолютной погрешности ±0,0001 г/см ³	Измеритель плотности жидкостей вибрационный ВИП-2МР, рег. № 27163-09
10.1 10.2	Средство измерений температуры. Диапазон измерений от 5 до 50 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений ±0,1 °С	Термометр лабораторный эталонный ЛТА, рег. № 69551-17
10.3	Средство измерений частоты. Диапазон измерений частоты от 1 до 100 кГц, $\delta f = \pm \delta\omega + 1/f_x \cdot t_{сч}$; $\delta f = \pm 5 \cdot 10^{-6}$	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 ±10 г, от 50 до 200 кг не более ±20 г, от 200 до 300 кг не более ±30 г, свыше 300 кг не более ±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 $\Delta = \pm (0,000151 + 2 \text{ е.м.р})$;	Калибратор токовой петли Fluke 715, рег. № 29194-05
10.2	Средство измерений массы. Пределы допускаемой погрешности весов, тре, при поверке, мг, в интервалах взвешивания от 0,5 г до 500 г включ. ±50 мг, св. 500 г до 2000 г включ. ±100 мг, св. 2000 г до 3100 г включ. ±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 поверяемое 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 $t_{ВВ}$ 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 $\rho_{ж}$ – плотность жидкости на весах в момент измерений массы, кг/м³.
 $\rho_{возд}$ – плотность воздуха, кг/м³;
 $\rho_{г}$ – плотность гирь, принимаемая равной 8000 кг/м³;
 i – индекс измерений.

10.1.3 Вычислить плотность воздуха $\rho_{возд}$, кг/м³, по формуле:

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

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

10.1.4 Массу жидкости $M_{пi}$, кг, с учетом поправки K_{Bi} на влияние выталкивающей силы окружающего воздуха вычислять по формуле:

$$M_{пi} = M_{изi} \cdot K_{Bi} \quad (3)$$

10.1.5 Объем жидкости в весовом резервуаре V_i , дм³, вычислять по формуле:

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

где i – индекс измерений объема;
 $M_{пi}$ – масса жидкости с учетом поправки, кг;
 $\rho_{ж}$ – плотность жидкости, кг/м³.

10.1.6 Вместимость МД, при 20 °С, дм³, при каждом измерений вычислить по формуле:

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

где $t_{жмi}$ – температуру жидкости в МД, °С;
 α – 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, дм³.

10.1.7 Вместимость МД, при 20 °С, дм³, 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_{Bi} вычислять по формуле:

$$\Delta K_{Bi} = \sqrt{\left(\frac{1}{\rho_{жi}} \cdot \Delta \rho_{возд} \right)^2 + \left(\frac{\rho_{воздi}}{\rho_{жi}^2} \cdot \Delta \rho_{ж} \right)^2} \quad (7)$$

где $\Delta \rho_{возд}$ – абсолютная погрешность вычисления плотности воздуха, кг/м³, вычисленная по формуле (9);

$\Delta \rho_{ж}$ – абсолютная погрешность измерения плотности жидкости, кг/м³.

Абсолютную погрешность определения вместимости МД ΔV_i , дм^3 , вычислять по формуле:

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

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

ΔK_{Bi} – абсолютная погрешность определения коэффициента K_{Bi} ;

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

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

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

где $Q_{наиб}$ – верхний предел измерений КР, м³/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 $t_{КР}$ жидкости у КР, °С;

- температура жидкости в мернике, $t_{жм}$, °С.

Вместимость МД при температуре жидкости 20 °С V_{20} , дм³, приводят к условиям поверки КР по следующей формуле для каждого измерения:

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

где V_{20} – вместимость МД при поверке, дм³;

α – коэффициент линейного расширения материала стенок МД, 1/°С

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

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

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

Измеренный КР объем $V_{КРij}$, дм³, жидкости вычисляют по формулам:

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

где $K_{КР}$ – коэффициент преобразования КР, м³/имп.;

N_{ij} – количество импульсов КР, имп.

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

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

где $V_{КРij}$ – объем, определенный по формуле (14), дм³;

V_{ij} – объем мерника, определенный по формуле (13), дм³.

Результат поверки по данному пункту считается положительным, если значение погрешности $\delta_{V_{КРij}}$ 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 $\delta_{V_{КРij}}$, %, при измерении объема жидкости вычислить по формуле:

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

где V_{KP} – значения объема жидкости, полученные по показаниям КР, дм³;

$V_{\text{Э}}$ – значения объема жидкости, полученные на эталонной установке, дм³;

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 $\rho_{\text{ж}}$, взяв пробу из весового резервуара. Значение плотности жидкости $\rho_{\text{ж}}$ определить по данным анализа, проведенного с помощью плотномера, с учетом измеренного значения ее температуры $t_{\text{ВВ}}$ 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 $K_{\text{В}i}$ по формулам (1) и (3).

Относительная погрешность вычисляется по формуле (17), где $V_{\text{Э}}$ – 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. Токковый 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 «Проверка по Modbus», кликнув по кнопке «настройки» установить шкалу (50 м³/ч). В режиме эмуляции (тестовом) в расходомере задать значение 50 м³/ч. В установке в ручном режиме задать 50 м³/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 м³/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) θ_{Σ} , % 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 $\delta_{V_{20} i}$;

$\delta_{ТВ}$ - 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 ε , % 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_{θ} , % по следующей формуле:

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

10.5.1.5 Рассчитать суммарное среднее СКО S_{Σ} , % 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 проверки 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) θ_{Σ} , % 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_{θ} , % по следующей формуле:

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

10.5.2.3 Рассчитать суммарное среднее СКО S_{Σ} , % 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) θ_{Σ} , % 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, %;

δ_{V20} - наибольшее по модулю значение $\delta_{V20} t$;

$\delta_{чи}$ – 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 ε , % по следующей формуле:

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

где

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

10.5.3.5 Рассчитать СКО НСП воспроизводимой величины S_{θ} , % по следующей формуле:

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

10.5.3.6 Рассчитать суммарное среднее СКО S_{Σ} , % 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) θ_{Σ} , % 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 ε , % 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_{θ} , % по следующей формуле:

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

10.5.4.4 Рассчитать суммарное среднее СКО S_{Σ} , % 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:

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

Результаты поверки считают положительными, если доверительные границы суммарной погрешности результата измерений $\delta v_{\text{КР ммп}}$, % 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.

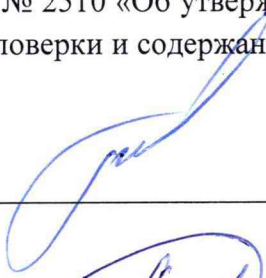
11.3 Знак поверки наносится согласно схемы обозначения мест нанесения знака поверки из описания типа на Установки поверочные расходомерные ULTRA-S.

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 см. таблицу А.4 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 см. таблицу А.8 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 ³					
Плотность жидкости, $\rho_{\text{ж}}$, кг/м ³					
Поправка на влияние выталкивающей силы воздуха, $K_{B i}$					
Масса с учетом поправки, $M_{\text{Г}}$, кг					
Вместимость мерника при условиях измерения, V_i , дм ³					
Вместимость мерника при 20 °С, V_{M20i} , дм ³					
Средняя вместимость мерника при 20 °С, \overline{V}_{20} , дм ³					
Коэффициент линейного расширения материала мерника, α , 1/°С					
Погрешность измерения массы, $\Delta M_{\text{из}}$, кг					
Погрешность измерения плотности жидкости, $\Delta \rho_{\text{ж}}$, кг/м ³					
Погрешность вычисления плотности воздуха, $\Delta \rho_{\text{возд}}$, кг/м ³					
Погрешность вычисления поправки $\Delta K_{B i}$					
Погрешность вычисления объема абсолютная, ΔV , дм ³					
Погрешность вычисления объема относительная, δ_V , %					
Пределы допускаемой абсолютной погрешности МД, $\Delta V_{\text{доп}}$, дм ³					

Относительная погрешность измерений объема _____

- Наибольшая разность между двумя значениями вместимости V_{20i} соответствует _____, дм³, что не превышает/превышает половину абсолютной погрешности $\Delta V_{\text{доп}}$ определения вместимости;

- Отклонение полученного значения вместимости \overline{V}_{20} _____, дм³ МД от данных предыдущей поверки $\overline{V}_{20 \text{ пред.}}$ _____, дм³ не превышает/превышает половину абсолютной погрешности $\Delta V_{\text{доп}}$ _____ дм³.

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 ³ /ч						
Показания расходомера на начало измерения	дм ³						
Показание весов на начало измерения	кг						
Показание расходомера на окончание измерения	дм ³						
Показание 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 ³						

измерения							
Масса воды на весовом устройстве	кг						
Объем воды, измеренный расходомером	дм ³						
Плотность воздуха	кг/м ³						
Коэффициент вытеснения	-						
Масса воды с учетом поправки	кг						
Объем воды на весовом устройстве	дм ³						
Расход установленный, Q _{ус}	м ³ /ч						
Погрешность абсолютная, Δ	дм ³						
Погрешность относительная, δ _{ВМР}	%						

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 _{чи} , %
1	100	10000			
2	1000	10000			
3	10000	10000			

Наибольшая по модулю относительная погрешность частотного входа |δ_{чи наиб}| __, %

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

№ п/п	Эталонное значение силы тока, I _{эт} , мА	Измеренное значение силы тока, I _{изм} , мА	Относительная погрешность, δ _{ТВ} , %
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_{ТВ наиб}| _____, %

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, $Q_{зад}, м^3/ч$	Расход, измеренный, $Q_{изм}, м^3/ч$	Относительная погрешность, $\delta_p, \%$	Пределы допускаемой относительной 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, м ³ /ч	Объем по КР, м ³	Объем по эталону, м ³	Относ. Погрешность, %	СКО установки $S_{xКР}$, %	Доверительные границы СКО среднего ϵ , %	НСП установки, θ_{Σ} , %	СКО НСП S_{θ} , %	Суммарное среднее СКО S_{Σ} , %	Эмпирический коэфф., К	Доверительные границы суммарной погрешности установки при использовании цифр. и частотно-импульсного входа, %	Доверительные границы суммарной погрешности установки при использовании токового 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 $S_{x_{мд}}$ при измерении объема по МД	%	
(НСП) θ_{Σ}	%	
Доверительные границы СКО среднего ε	%	
СКО НСП воспроизводимой величины S_{θ} ,	%	
Суммарное среднее СКО S_{Σ}	%	
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 $S_{x_{мд}}$ при измерении объема по МД	%	
(НСП) θ_{Σ}	%	
Доверительные границы СКО среднего ε	%	
СКО НСП воспроизводимой величины S_{θ} ,	%	
Суммарное среднее СКО S_{Σ}	%	
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:

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

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

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 (типоразмер), DN (S)	Расход задаваемый Q ₁ , м ³ /ч	Расход задаваемый Q ₂ , м ³ /ч	Расход задаваемый Q ₃ , м ³ /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 (типоразмер), DN (S)	Масса при расходе Q ₁ , кг	Масса при расходе Q ₂ , кг	Масса при расходе Q ₃ , 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 (типоразмер), DN (S)	Время при расходе Q ₁ , сек	Время при расходе Q ₂ , сек	Время при расходе Q ₃ , 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 (типоразмер), DN (S)	Время при расходе Q ₁ , сек	Время при расходе Q ₂ , сек	Время при расходе Q ₃ , сек
10	360	180	90
25	90	60	60
40	60	60	60
50	60	60	60

Приложение В
(справочное)

Схема подключения модуля малых расходов

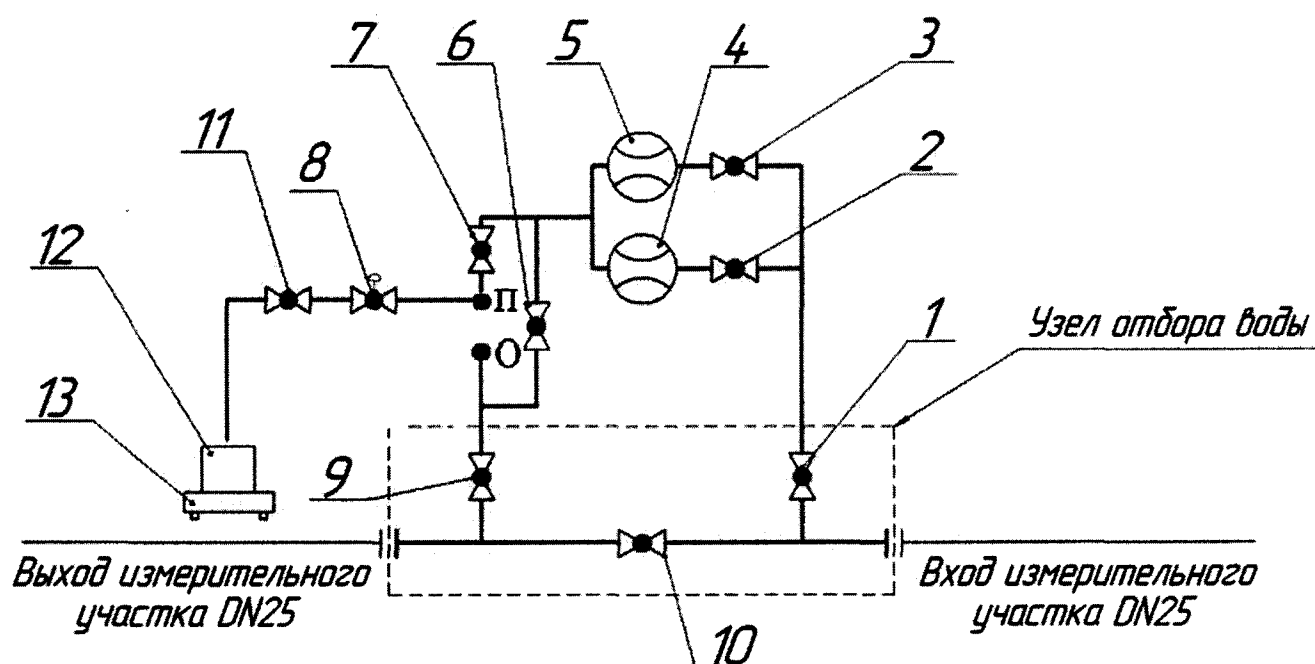


Рисунок В.1 - Гидравлическая схема подключения модуля малых расходов

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