

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ
И МЕТРОЛОГИИ

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы»

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора

по производственной метрологии

ФГБУ «ВНИИМС»



А.Е. Коломин

« 05 » 10 2022 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Установки поверочные УПМ

Методика поверки

МП 208-042-2022

г. Москва
2022 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Общие положения.....	3
2 Перечень операций поверки	4
3 Требования к условиям проведения поверки средства измерений.....	4
4 Метрологические и технические требования к средствам поверки	5
5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки	10
6 Внешний осмотр	10
7 Подготовка к поверке	11
8 Опробование.....	11
9 Проверка программного обеспечения	11
10 Определение метрологических характеристик СИ	12
11 Подтверждение соответствия СИ метрологическим требованиям.....	28
12 Оформление результатов поверки	29
Приложение А (справочное).....	30
Приложение Б (справочное)	31
Приложение В (обязательное)	33

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки применяется для поверки установок поверочных УПМ (далее – установки), изготавливаемых ООО «ИПФ» Нептун» (г. Киров) и используемых в качестве рабочих эталонов единиц массы и (или) объема жидкостей в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений массы и (или) объема жидкости или в качестве рабочих средств измерений массы и (или) объема, средних значений температуры, плотности и вязкости жидкостей (в зависимости от модификации и исполнения установки).

1.2 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведённые в описании типа и в эксплуатационной документации, часть (раздел) «Свидетельство о приемке».

1.3 Метрологические характеристики установок при применении их в качестве рабочих эталонов и в качестве рабочих средств измерений не отличаются.

1.4 При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки в зависимости от состава и модификации установок обеспечивается передача следующих единиц величин:

- массы в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 04 июля 2022 г. № 1622 и подтверждающей прослеживаемость к государственному первичному эталону единицы массы (килограмма) ГЭТ 3-2020;

- объема жидкости в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 г. № 2356 и подтверждающей прослеживаемость к государственному первичному эталону единицы объема жидкости ГЭТ 216-2018;

- плотности жидкости в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 01 ноября 2019 г. № 2603 и подтверждающей прослеживаемость к государственному первичному эталону единицы плотности ГЭТ 18-2014;

- температуры жидкости в соответствии с государственной поверочной схемой по ГОСТ 8.558-2009 и подтверждающей прослеживаемость к государственному первичному эталону единицы температуры ГЭТ 34-2020.

Для единиц величин, у которых не проводится экспериментальное определение метрологических характеристик при поверке установки, прослеживаемость подтверждается сведениями о положительных результатах поверки средств измерений этих величин из состава установки, содержащихся в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

1.5 При определении метрологических характеристик установок используется:

- метод непосредственного сравнения значений объема жидкости и (или) массы, измеренных поверяемой установкой, с соответствующими значениями объема жидкости, измеренного эталонным мерником, и (или) массы, воспроизведенной эталонными гирями;

- и (или) метод косвенных измерений объема и (или) массы жидкости по известным зависимостям этих величин от плотности жидкости, измеренной плотномером.

1.6 Допускается проведение поверки отдельных (автономных) измерительных блоков установки, реализующий только массовый или только объемный методы измерений. Такими отдельными (автономными) измерительными блоками являются:

- 1) весовое устройство;
- 2) мерник с верхним и (или) нижним наливом.

1.7 Поверка установок в сокращённом объёме (1.6) должна проводиться на основании письменного заявления владельца установки или лица, представившего установку на поверку, оформленного в произвольной форме, с указанием применяемых величин (методов: только массового или только объемного метода измерений) и (или) за исключением средней температуры жидкости.

Примечания

1) При пользовании настоящей методикой поверки целесообразно проверить действие ссылочных документов.

2) Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящей методикой поверки следует руководствоваться заменяющим (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3) Допускается замена отдельных автономных измерительных блоков из состава установки, представленных средствами измерений утвержденного типа, на аналогичные. Сведения о положительных результатах поверки таких средств измерений должны быть опубликованы в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений. При этом внеочередную поверку установки допускается не проводить.

2 Перечень операций поверки

2.1 Для поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операции при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1	2	3	4
1 Внешний осмотр	да	да	6
2 Опробование	да	да	8
3 Проверка программного обеспечения	да	да	9
4 Определение метрологических характеристик СИ	да	да	10
5 Подтверждение соответствия СИ метрологическим требованиям	да	да	11
6 Оформление результатов	да	да	12

2.2 При получении отрицательного результата в процессе выполнения любой из операций поверки установку признают непригодной и ее поверку прекращают.

3 Требования к условиям проведения поверки средства измерений

3.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

а) при определении неисклѐченной систематической погрешности и среднего квадратического отклонения весового устройства:

- окружающая среда.....воздух с параметрами:
 - температура, °С.....от плюс 15 до плюс 25;
 - относительная влажность, %.....от 30 до 80;
 - атмосферное давление, кПа.....от 84 до 106;

- изменение температуры окружающего воздуха в процессе одного измерения, не более, °C±0,5.
- б) при определении относительной погрешности (вместимости) мерников:
 - **окружающая среда**.....**воздух** с параметрами:
 - температура, °C.....от плюс 15 до плюс 25;
 - относительная влажность, %от 30 до 80;
 - атмосферное давление, кПа.....от 84 до 106;
 - изменение температуры окружающего воздуха во время поверки мерника для установок с пределами допускаемой относительной погрешности при измерении объёма жидкости мерниками, °C, не более:
 - от ±0,03 % до ±0,10 % включительно±0,5;
 - свыше ±0,10 %±1;
 - изменение атмосферного давления во время поверки мерника для установок с пределами допускаемой относительной погрешности при измерении объёма жидкости мерниками:
 - от ±0,03 % до ±0,10 % включительно, °C, не более.... ±1,4 кПа (±10 мм рт. ст.);
 - свыше ±0,10 %, °C, не болеене нормируется.
- в) **измеряемая среда** **вода** питьевая по СанПиН 1.2.3685-21,
..... **вода** дистиллированная по ГОСТ Р 58144-2018
..... с параметром:
 - температура, °C.....от плюс 15 до плюс 25;
 - изменение температуры воды во время поверки мерника для установок с пределами допускаемой относительной погрешности при измерении объёма жидкости мерниками:
 - от ±0,03 % до ±0,10 % включительно, °C, не более ±0,5;
 - свыше ±0,10 %, °C, не более ±2.

Примечания

1 Допускается использовать воду подземных и поверхностных источников, используемых для централизованного водоснабжения населения, а также нецентрализованного водоснабжения.

2 При использовании при поверке установки в качестве измеряемой среды воды питьевой или воды из подземных и поверхностных источников, её плотность следует измерять средством измерения, соответствующим (метрологическим и техническим) требованиям, указанным в разделе 4.

3 Плотность дистиллированной воды определять по ГСССД 2-77 «Вода. Плотность при атмосферном давлении и температурах от 0 до 100 °C» (Приложение А).

3.2 Условия поверки должны соответствовать требованиям данного раздела, требованиям эксплуатационной документации поверяемой установки, требованиям эксплуатационной документации применяемых для поверки эталонов, средств измерений и вспомогательных технических средств.

4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1 Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимым для проведения поверки, перечень рекомендуемых для применения средств поверки приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Метрологические и технические требования к средствам поверки, перечень рекомендуемых для применения средств поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
Пункты 7.1, 10.3, 10.4, 10.5 Контроль условий поверки (при подготовке и при проведении поверки)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 15°C до 25 °C с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,5$ °C	Термогигрометр ИВА-6Н-Д, рег. № 46434-11
Пункты 7.1, 10.3, 10.4, 10.5 Контроль условий поверки (при подготовке и при проведении поверки)	Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 % до 80 % с абсолютной погрешностью не более $\pm 3\%$	Термогигрометр ИВА-6Н-Д, рег. № 46434-11
	Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84 до 106 кПа (от 840 до 1060 гПа) с абсолютной погрешностью не более $\pm 1,4$ кПа (14 гПа)	Термогигрометр ИВА-6Н-Д, рег. № 46434-11
	Средства измерений температуры измеряемой среды ¹⁾ в диапазоне измерений от 15°C до 25 °C с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,5$ °C	Термометр лабораторный электронный ЛТ-300, рег. № 61806-15
Пункты 8.1, 8.2 Проверка герметичности и опробование	Средства измерения интервалов времени в диапазоне измерений 30 минут с абсолютной погрешностью не более $\pm 1,8$ с	Секундомер электронный «Интеграл С-01», рег. № 44154-20
Пункт 10.1.1 Определение абсолютной погрешности, неисключённой систематической (НСП) и случайной (СКО) составляющих погрешности весового устройства	Рабочие эталоны единицы массы, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда согласно Государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Росстандарта от 04.07.2022 № 1622, в диапазоне номинальных значений от 1 до 10 кг ²⁾ ;	Рабочий эталон единицы массы 3 разряда – набор гирь (1 kg – 10 kg) F ₂ , рег. № 52768-13;

Продолжение таблицы 3

1	2	3
Пункт 10.1.1 Определение абсолютной погрешности, неисключённой систематической (НСП) и случайной (СКО) составляющих погрешности весового устройства (окончание)	Рабочие эталоны единицы массы, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 4 разряда согласно Государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Росстандарта от 04.07.2022 № 1622, с номинальным значением 20 кг <i>и (или) комплект средств:</i> – рабочий эталон единицы массы, соответствующий требованиям к эталонам не ниже 3 разряда согласно Государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Росстандарта от 04.07.2022 № 1622, в диапазоне номинальных значений от 1 до 10 кг²⁾; – рабочий эталон единицы массы, соответствующий требованиям к эталонам не ниже 3 разряда согласно Государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Росстандарта от 04.07.2022 № 1622, с номинальным значением массы 20 кг; – компаратор массы со значением сравниваемых масс 20 кг и СКО не более 133 мг³⁾; – гири 20 кг в качестве балластного груза⁴⁾.	Рабочие эталоны единицы массы 4 разряда – Гири образцовые IV разряда параллелепипедной формы ГО-20, рег. № 811-66, 811-08, 58048-14 <i>и (или) комплект средств:</i> – рабочий эталон единицы массы 3 разряда – гиря эталонная класса точности F₂, рег. № 58048-14; – компараторы массы МС-30К, рег. № 50151-12; XPR26003LC, рег. № 70168-18; весы-компараторы МСП-21К, рег. № 42987-09; весы лабораторные ВМ24001, рег. № 36468-07; – гири 20 кг в качестве балластного груза⁴⁾.
Пункт 10.2 Определение абсолютной погрешности установки при измерении средней температуры жидкости	Рабочий эталон единицы температуры 3 разряда⁵⁾ по ГОСТ 8.558-2009 – средства измерений температуры в диапазоне измерений от плюс 15 °C до плюс 25 °C, с абсолютной погрешностью не более ±0,05 °C, ±0,1 °C, ±0,15 °C, ±0,20 °C, ±0,25 °C⁶⁾.	Рабочий эталон единицы температуры 3 разряда – термометр лабораторный электронный ЛТА-Э⁵⁾, рег. № 69551-17
Пункт 10.3.1. Определение вместимости и относительной погрешности мерника, входящего в состав установки (метод по перечислению 1 – взвешивание воды на эталонных весах, косвенные измерения, пункт 10.3.1.2)	Средство измерения массы – весы неавтоматического действия⁷⁾ с наибольшим пределом взвешивания от 8 до 6000 кг⁸⁾ специального, высокого или среднего⁸⁾ класса точности по ГОСТ OIMLR 76-1.	Весы напольные высокоточные взрывозащищённые IFXS4-300LI-L, рег. № 85756-22

Продолжение таблицы 3

1	2	3
Пункт 10.3.1.3 Определение вместимости мерника, входящего в состав установки, объёмным методом (прямые измерения)	Рабочие эталоны единицы объёма жидкости, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 1 разряда⁹⁾ согласно Государственной поверочной схеме (часть 3), утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2356, со значениями номинальных вместимостей от 10 до 1000 дм³ и относительной погрешностью номинальной вместимости не более $\pm 0,02\%$, $0,05\%$⁹⁾; Рабочие эталоны единицы объёма жидкости 2 разряда⁹⁾ согласно Государственной поверочной схеме (часть 3), утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2356 – со значениями номинальных вместимостей от 10 до 2000 дм³ и относительной погрешностью номинальной вместимости не более $\pm 0,1\%$⁹⁾; Колбы стеклянные эталонные 1-го, 2-го класса точности по ГОСТ 1770-74 со значениями номинальных объемов от 0,05 до 1 дм³	Рабочий эталон единицы объёма жидкости 1 разряда – Мерник металлический эталонный 1 разряда М1р, рег. № 62847-15; Рабочий эталон единицы объёма жидкости 2 разряда – Мерник металлический эталонный 2-го разряда, рег. № 56453-14 Колбы 1-го и 2-го класса точности, $V_{\text{ном.}} = (0,05 - 1) \text{ дм}^3$ по ГОСТ 1770-74, рег. № 4783-04
Пункты 10.4.1, 10.4.2 Определение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении массы или объёма жидкости косвенным методом с использованием средства измерений плотности жидкости	Средство измерения плотности жидкости ¹⁰⁾ в диапазоне измерений от 950 до 1050 кг/м ³ с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,1 \text{ кг/м}^3$	Измеритель плотности жидкостей вибрационный ВИП-2МР, рег. № 27163-09
Пункт 10.5.1 Определение относительной погрешности установки при измерении средней плотности жидкости с использованием средства измерения плотности жидкости	Средство измерения плотности жидкости ¹⁰⁾ в диапазоне измерений от 950 до 1050 кг/м ³ с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,1 \text{ кг/м}^3$	Измеритель плотности жидкостей вибрационный ВИП-2МР, рег. № 27163-09

Продолжение таблицы 3

1	2	3
¹⁾ Применяется в качестве средства измерения температуры измеряемой среды при отсутствии канала измерения температуры в составе установки или при его наличии в случае исключения операции поверки канала измерения температуры в составе установки в рамках сокращенной поверки установки по заявлению владельца установки или лица, представившего ее в поверку. ²⁾ Применяется для поверки установок в составе которых имеются весовые устройства с наибольшим пределом измерения массы жидкости (Max) 10 кг и менее. ³⁾ Допускаемые значения СКО компаратора могут быть иными в зависимости от цикла взвешивания и их числа в соответствии с требованиями Государственной поверочной схемы, утвержденной приказом Росстандарта от 04.07.2022 № 1622. ⁴⁾ Балластный груз – гири класса точности M_1 или любые другие с номинальным значением массы каждой гири 20 кг и общей массой, соответствующей наибольшему пределу измерения весового устройства установки, с учетом массы мерника или резервуара (если применимо) (допускается в качестве балластного груза использовать специально изготовленный набор металлических изделий постоянной массы (дисков, колец, стержней, пластин квадратной, прямоугольной, круглой, любой другой формы и геометрии) с номинальной массой по 20 кг без нормирования погрешности, конструкция (форма) которых обеспечивает удобное, рациональное расположение груза на конструктивных элементах (платформе) весового устройства (мерника в составе установки, расположенном на весовом устройстве) и возможность передачи единицы массы от рабочих эталонов единицы массы 3 разряда согласно государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Росстандарта от 04.07.2022 № 1622). Количество гирь определяется номинальными значениями массы гирь и наибольшим пределом измерения массы весовым устройством установки, с учетом массы мерника или резервуара (если применимо). ⁵⁾ Применяется при поверке канала измерения температуры в составе установки (при наличии), допускается также применять в качестве средства измерения температуры измеряемой среды; ⁶⁾ Показатели точности средства измерений температуры, применяемого в качестве эталона при поверке канала измерения температуры в составе установки, определяются требованием, указанным в Примечании 3. ⁷⁾ Применяется при поверке установок в части определения вместимости мерника, его погрешности, не имеющих в своем составе весового устройства или имеющих весовое устройство, не соответствующее требованию, указанному в Примечании 2. ⁸⁾ Наибольший предел взвешивания применяемых весов определяется суммой номинальной вместимости мерника в массовом эквиваленте и его собственной массой (или массой вспомогательного резервуара); показатели точности весов определяются требованием, указанным в Примечании 2. ⁹⁾ Применяются при определении вместимости и погрешности мерника (при наличии) в составе установки по эталонным мерникам 1 или 2 разряда в зависимости от номинальной вместимости, пределов нормируемой допускаемой относительной погрешности установки при измерении объема жидкости с учетом требования, указанного в Примечании 2. ¹⁰⁾ Применяется при использовании при поверке установки в качестве измеряемой среды воды по 3.1, перечисление в), кроме дистиллированной (10.4.1, 10.4.3), и в случае определения относительной погрешности установки при измерении средней плотности жидкости методом по 10.5, 1)		

Примечания

- 1 Соотношение между пределами допускаемой погрешности применяемого эталона единицы массы и поверяемого средства измерений массы в составе установки должно быть не более 0,33 (1:3).
- 2 Соотношение основных суммарных погрешностей (полученных в результате расчёта или в виде пределов допускаемых погрешностей) применяемого эталона единицы объема жидкости (эталонного мерника или весов в объемном эквиваленте) и поверяемого мерника в составе установки в точке, соответствующей его номинальной вместимости, должно быть не более 0,5 (1:2).
- 3 Соотношение между границами доверительной погрешности (пределами допускаемой погрешности) применяемого рабочего эталона единицы температуры и установки при измерении температуры жидкости должно быть не более 0,5 (1:2).

Окончание таблицы 3

1	2	3
4	На момент поверки средства измерений, входящие в состав установки, за исключением средств измерений, поверяемых в составе установки, и поверка которых может быть совмещена с поверкой установки, могут быть поверены отдельно. Поверка должна быть подтверждена сведениями о положительных результатах поверки, содержащихся в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений. В этом случае поверку данных средств измерений в составе установки (если применимо) проводить не требуется.	
5	На момент поверки применяемые средства измерений должны быть поверены, эталоны единиц величин – аттестованы или поверены с учетом требований государственных поверочных схем (в качестве эталонов).	
6	Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, поверенные средства измерений утвержденного типа, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.	

5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

5.1 При проведении поверки должны выполняться следующие требования безопасности:

- правил эксплуатации электроустановок потребителей в соответствии с приказом Минэнерго России от 13 января 2003 года № 6;
- правил техники безопасности, действующих на месте проведения поверки;
- правил безопасности, приведённых в эксплуатационных документах средств поверки и установки.

5.2 К средствам поверки и установке должен быть обеспечен свободный доступ.

5.3 Освещённость должна обеспечивать отчётливую видимость средств поверки и установки, а также снятие показаний с них.

5.4 При появлении течи измеряемой среды и других ситуаций, нарушающих процесс проведения поверки, поверка должна быть прекращена или приостановлена до устранения неисправностей.

6 Внешний осмотр

Результаты внешнего осмотра считаются положительными, если выполняются следующие требования:

- комплектность должна соответствовать данным, указанным в эксплуатационной документации на установку;
- надписи на маркировочной табличке должны быть чёткими;
- не должна быть нарушена целостность защитного заземления;
- внешние неисправности в электрических соединениях между составными частями установки должны отсутствовать;
- на установке не должно быть внешних механических повреждений, влияющих на её работоспособность.

При наличии в составе установки мерников дополнительно проверяют:

- чёткость изображений, надписей на маркировочной табличке (при наличии), числовых отметок, рисок на шкале горловины мерника или уровнемерной трубки;
- отсутствие дефектов на прозрачной части горловины мерника или уровнемерной трубке, препятствующих наблюдению за уровнем жидкости;
- возможность опломбирования регулируемых шкал и сливных кранов мерников.

7 Подготовка к поверке

7.1 Проконтролировать условия проведения поверки на соответствие разделу 3.

7.2 Подготавливают к работе эталоны и средства измерений, применяемые при поверке, в соответствии с их эксплуатационной документацией.

7.3 Подготавливают установку к работе в соответствии с указаниями, изложенными в эксплуатационной документации.

7.4 В зоне проведения работ проверить отсутствие посторонних предметов, материалов, возможность безопасного перемещения специалисту, осуществляющему поверку, среди оборудования.

7.5 Проверить отчётливость видимости применяемых средств поверки и возможность снятия показаний с них.

7.6 При необходимости подготовить лестницы и площадки, соответствующие требованиям безопасности, или проверить наличие и исправность предусмотренных лестниц, площадок, ограждений.

7.7 Провести подготовку к работе поверяемой установки и средств поверки согласно их эксплуатационным документам (проверить и при необходимости подать электрическое питание на средства поверки и поверяемую установку; выдержать время температурной стабилизации до- и (или) после подачи электрического питания (при наличии таких требований)).

7.8 Обеспечить вертикальность положения горловины мерника в составе установки (при наличии) и/или горизонтальность положения платформы весового устройства в составе установки (при наличии) с помощью соответствующих устройств (приспособлений) и средств контроля согласно эксплуатационной документации на установку.

8 Опробование

8.1 Опробование установок проводят путём заполнения мерника (резервуара) установки водой до отметки номинальной вместимости (или по показаниям весового устройства) и выдержки в течение 20 минут, при этом проверяют работу запорной арматуры, герметичность соединений, наличие показаний измеряемых величин.

8.2 После заполнения мерника (резервуара) до отметки номинальной вместимости и последующей выдержки в течение 20 минут на поверхности установки не должны появляться капли, запотевание и протекание. После проведения опробования воду из мерника (резервуара) установки сливают.

8.3 Результат опробования считают положительным, если:

- отсутствуют каплепадение, запотевание и протекание;
- запорная арматура герметична, её работа соответствует предусмотренной эксплуатационной документацией;
- имеются показания измеренных величин, предусмотренных эксплуатационной документацией на установку для конкретной модификации.

8.4 При отрицательном результате выполнение дальнейших операций по поверке прекращают.

9 Проверка программного обеспечения

Для проверки ПО необходимо вывести на дисплей компьютера идентификационные данные ПО в соответствии с руководством по эксплуатации.

Результаты поверки по данному пункту считаются положительными, если идентификационные данные ПО соответствуют указанным в таблице 4 и в эксплуатационной документации на установку (часть «Свидетельство о приемке»).

Таблица 4 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование	UPM
Номер версии (идентификационный номер)	не ниже 1.xxx ¹⁾

¹⁾ Диапазон значений от 1.000 до 1.999. Конкретный номер версии ПО указывается в эксплуатационной документации на установку (часть «Свидетельство о приемке»).

10 Определение метрологических характеристик СИ

10.1 Определение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении массы жидкости весовым устройством (методом прямых измерений)

Допускается при проведении поверки установок в сокращённом объеме (1.6), имеющих в своём составе весовое устройство и мерник, реализующие только массовый или только объемный методы прямых измерений соответственно, операцию поверки по данному пункту не проводить. При этом выполнение операций поверки по пункту 10.3 «Определение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении объёма жидкости при помощи мерника (методом прямых измерений)» является обязательным.

Поверка установки в сокращённом объёме (1.6) проводится на основании письменного заявления владельца установки или лица, представившего установку на поверку, оформленного в произвольной форме, с указанием применяемых величин (полученных только массовым или только объемным методом измерений).

10.1.1 Предварительно определяют абсолютную погрешность, неисключённую систематическую (НСП) и случайную (СКО) составляющие погрешности весового устройства в трёх точках, соответствующих его наименьшему, средней точке диапазона и наибольшему пределу взвешивания с допускаемым отклонением не более $\pm 5\%$, последовательным нагружением балластным грузом (определение (характеристика) балластного груза и требования к нему приведены в таблице 3, сноска ⁴⁾ при соблюдении следующих условий:

- а) количество измерений (i) должно быть не менее пяти в каждой точке нагружения;
- б) при проведении поверки нагрузка должна постепенно возрастать при нагружении или постепенно уменьшаться при разгрузении;
- в) при размещении грузов (гирь) на вспомогательной установочной или подвесных платформах, нагрузку распределяют равномерно и симметрично относительно весоизмерительных датчиков (или по грузоприёмной платформе весов) на столько, на сколько это возможно.

За результат (СКО, НСП весового устройства) принимают наибольшие значения СКО и НСП в сериях измерений.

Абсолютную погрешность весового устройства $\Delta_{\text{ВУ}}$, %, определяют при каждом i -м измерении в каждой j -й точке нагружения по формуле

$$\Delta_{\text{ВУ}ij} = M_{\text{ВУ}ij} - M_{\text{Г}j}, \quad (1)$$

где $M_{\text{ВУ}ij}$ – значение массы по показаниям весового устройства установки при i -м измерении в j -й точке нагружения, кг;

$M_{\text{Г}j}$ – значение общей массы гирь (рабочих эталонов единицы массы) или суммарной массы балластного груза в j -й точке нагружения, кг.

При отличии географической широты и (или) высоты над уровнем моря в месте проведения поверки установки и месте её последней эксплуатации из-за изменения значения ускорения свободного падения значение измеренной массы может оказаться за пределами допускаемой погрешности. В этом случае при расчёте погрешности весового устройства $\Delta_{\text{ВУ}}$

следует ввести поправочный коэффициент k_g . Тогда абсолютную погрешность весового устройства Δ_{Bij} , %, определяют по формуле

$$\Delta_{Bij} = M_{Bij} \cdot k_g - M_{П}, \quad (2)$$

где k_p – поправочный коэффициент, учитывающий отличие ускорений свободного падения в месте поверки и месте эксплуатации установки, рассчитывается по формуле

$$k_g = \frac{k_n}{k_э}, \quad (3)$$

где k_n – значение ускорения свободного падения в месте поверки (с точностью до 0,0001 м/с²), м/с² (по запросу регионального центра метрологии Росстандарта);

$k_э$ – значение ускорения свободного падения в месте эксплуатации (с точностью до 0,0001 м/с²), м/с².

Вместо использования поправочного коэффициент k_p возможно провести градуировку весового устройства установки. Порядок проведения градуировки весового устройства установки приведен в эксплуатационной документации на установку. После данной процедуры абсолютную погрешность весового устройства Δ_{Bij} , %, определяют по формуле (1).

Примечания

1 При определении абсолютной погрешности весового устройства и применении в качестве средства поверки набора, указанного таблице 3, сноска ⁴⁾, балластный груз следует предварительно поэлементно пронумеровать и с помощью компаратора массы (или весов с функцией компарирования) и гири класса точности F₂ номинальной массой 20 кг, определить действительную массу каждого груза (гирь).

2 Допускается гирю класса точности F₂ номинальной массой 20 кг заменять аналогичной гирей более высокого класса точности.

3 Допускается гирю класса точности F₂ номинальной массой 20 кг заменять комбинацией гирь класса точности F₂ суммарной массой 20 кг. Количество гирь при этом должно быть не более трёх.

4 Если для нагружения весового устройства балластным грузом (гирями) требуется снятие (демонтаж) мерника (резервуара) с платформы (с весоизмерительных датчиков) весового устройства, то массу этого мерника (резервуара) необходимо компенсировать, установив на весовое устройство груз массой, приблизительно равный массе мерника (резервуара) в сборе за вычетом приблизительной массы вспомогательной платформы (при наличии), устанавливаемой на весовое устройство вместо мерника (резервуара), и обнулив показания весового устройства установки перед нагружением.

10.1.1.1 Среднее квадратическое отклонение (далее – СКО) результата измерения массы в j -й точке, %, вычисляют по формуле

$$S_{Bij} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (M_{Bij} - \overline{M_{Bij}})^2}{(n-1)}} \cdot \frac{100}{\overline{M_{Bij}}}; \quad (4)$$

где $\overline{M_{Bij}}$ – среднее значение результатов измерений массы гирь в j -й точке нагружения весовым устройством установки, кг, рассчитывается по формуле

$$\overline{M_{Bij}} = \frac{\sum_{i=1}^n M_{Bij}}{n}, \quad (5)$$

где n – количество измерений в j -й точке нагружения.

За СКО весового устройства принимается наибольшее значение СКО из рассчитанных по формуле (4).

10.1.1.2 Среднее значение неисключённой систематической погрешности (далее – НСП) измерения массы весовым устройством в j -й точке нагружения $\overline{\theta}_{BYj}$, кг, есть среднее значение абсолютной погрешности в j -й серии измерений, и которая рассчитывается по формуле

$$\overline{\theta}_{BYj} = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta_{BYij}}{n}, \quad (6)$$

где Δ_{BYij} – значение абсолютной погрешности i -го измерения массы гирь весовым устройством установки в j -й точке нагружения, кг, рассчитывается по формуле (1) или (2).

За НСП весового устройства принимается наибольшее значение НСП из рассчитанных по формуле (6).

10.1.2 Относительную погрешность (доверительные границы суммарной погрешности) установки при измерении массы жидкости весовым устройством определяют в точке, соответствующей номинальной вместимости мерника (резервуара).

Уравнение измерений имеет вид

$$M_{изм} = M_{BY} + \rho_a \cdot V_{изм.мерн.}, \quad (7)$$

где $M_{изм}$ – результат измерения массы жидкости установкой (с учётом выталкивающей силы воздуха), кг;

M_{BY} – показания весового устройства, кг;

ρ_a – рассчитанная с учётом параметров окружающей среды плотность воздуха (по формуле (13)), кг/м³;

$V_{изм.мерн.}$ – объём жидкости в мернике (резервуаре), м³.

10.1.2.1 НСП установки при измерении массы жидкости весовым устройством $\Theta_{MBY[kz]}$, кг, вычисляют по формуле

$$\Theta_{MBY[kz]} = 1,1 \cdot \sqrt{\left(\frac{\Theta_{Г_{эт}}}{1,1}\right)^2 + \Theta_{BY}^2 + (V_{изм.мерн.} \cdot \Theta_{\rho_a})^2 + (\rho_a \cdot \Theta_{V_{мерн.}})^2}, \quad (8)$$

где $\Theta_{Г_{эт}}$ – НСП эталона единицы массы (по результатам последней поверки (калибровки) эталонных гирь) или комплекта средств: балластного груза, эталонной гири номинальной массой 20 кг и компаратора массы, применяемого при определении СКО и НСП весового устройства установки согласно 10.1.1.1, 10.1.1.2, в точке нагружения, соответствующей Max весового устройства, кг;

Примечание – Допускается за НСП эталона единицы массы принять значение предела допускаемой погрешности по ГОСТ OIML R 111-1-2009 (в килограммах) в зависимости от класса точности используемых гирь, т.е., например, при использовании гирь класса точности M_1 по ГОСТ OIML R 111-1-2009 или комплекта средств: балластного груза, гири номинальной массой 20 кг класса точности F_2 и компаратора массы, $\Theta_{Г_{эт}} = 0,01 \cdot \delta_{Г} \cdot M_{\Sigma Г}$ (кг), где $\delta_{Г}$ – пределы допускаемой относительной погрешности гирь в процентах для соответствующего класса точности по ГОСТ OIML R 111-1-2009 (например, для гирь класса точности M_1 : $\delta_{Г} = 0,005 \%$, а при использовании поверенных гирь класса точности F_2 или комплекта средств: балластного груза, гири номинальной массой 20 кг класса точности F_1 и компаратора массы – $\delta_{Г} = 0,0015 \%$); $M_{\Sigma Г}$ – суммарная масса гирь, нагруженных на весовое устройство, кг.

$V_{изм.мерн.}$ – объём жидкости, измеренный мерником установки (при расчёте погрешности допускается принять равным номинальному значению, указанному в эксплуатационной документации на установку), м³;

$\Theta_{ВУ}$ – НСП весового устройства, рассчитанная согласно 10.1.1.2, кг;

$\Theta_{V_{\text{мерн.}}}$ – НСП мерника (допускается указывать доверительные границы, указанные в эксплуатационной документации на установку), м³;

Θ_{ρ_a} – НСП определения плотности воздуха, кг/м³, рассчитывают по формуле

$$\Theta_{\rho_a} = 1,1 \cdot \sqrt{(\delta_F \cdot \rho_a)^2 + A^2 \cdot \frac{\Delta_{P_a}^2}{1,1} + B^2 \cdot \frac{\Delta_{t_a}^2}{1,1} + C^2 \cdot \frac{\Delta_{h_r}^2}{1,1}}, \quad (9)$$

где δ_F – относительная неопределенность формулы расчёта плотности воздуха ($\delta_F = 0,0002$ при использовании аппроксимации для вычисления плотности воздуха по Приложению Е ГОСТ OIML R 111-1-2009), %;

Δ_{P_a} – пределы допускаемой абсолютной погрешности средства измерения атмосферного давления, кПа;

Δ_{t_a} – пределы допускаемой абсолютной погрешности средства измерения температуры воздуха, °C;

Δ_{h_r} – пределы допускаемой абсолютной погрешности средства измерения относительной влажности воздуха, %;

A, B, C – коэффициенты влияния погрешностей измерений соответствующих единиц величин на результат измерения плотности воздуха; определяются частными производными плотности воздуха по соответствующей влияющей величине. Допускается принять по ГОСТ OIML R 111-1-2009

$$A = \frac{\partial \rho_a}{\partial P_a} = 1 \cdot 10^{-5} \cdot \rho_a, [\text{Па}^{-1}]; \quad (10)$$

$$B = \frac{\partial \rho_a}{\partial t_a} = -3,4 \cdot 10^{-3} \cdot \rho_a, [\text{K}^{-1}]; \quad (11)$$

$$C = \frac{\partial \rho_a}{\partial h_r} = -1 \cdot 10^{-2} \cdot \rho_a, \quad (12)$$

где ρ_a – плотность воздуха, кг/м³, принимаемая как функция от температуры, атмосферного давления и относительной влажности, и рассчитываемая по формуле (ГОСТ OIML R 111-1-2009, Приложение Е)

$$\rho_a = \frac{0,34848 \cdot P_a - 0,009024 \cdot h_r \cdot e^{0,0612 \cdot t_a}}{273,15 + t_a}, \quad (13)$$

где P_a, h_r, t_a – измеренные значения атмосферного давления (мбар или гПа), относительной влажности, % и температуры, °C окружающего воздуха средствами измерений соответствующих единиц величин.

10.1.2.2 СКО НСП установки при измерении массы жидкости $S_{\Theta_{MBV}}$, %, вычисляют по формуле

$$S_{\Theta_{MBV}} = \frac{\Theta_{MBV} [\%]}{1,1 \cdot \sqrt{3}}, \quad (14)$$

где $\Theta_{MBY}[\%]$ – НСП установки при измерении массы жидкости весовым устройством, выраженная в процентах, рассчитывается по формуле

$$\Theta_{MBY}[\%] = \Theta_{MBY[kg]} \cdot \frac{100}{\overline{M}_{BY}}, \quad (15)$$

где $\Theta_{MBY[kg]}$ – НСП установки при измерении массы жидкости весовым устройством, рассчитанная по формуле (8), кг;

$\overline{M}_{BY}$ – среднее значение массы жидкости, измеренной весовым устройством установки в точке, соответствующей номинальному значению вместимости мерника (здесь: при расчёте погрешности допускается принять соответствующей номинальному значению вместимости мерника, указанному в эксплуатационной документации на установку), кг.

Коэффициент $K_{\Sigma MBY}$, отн., определяемый доверительной вероятностью P ($P=0,95$) и отношением случайной составляющей погрешности и НСП, вычисляют по формуле

$$K_{\Sigma MBY} = \frac{t_{0,95} \cdot S_{BY} + \Theta_{MBY}[\%]}{S_{BY} + S_{\Theta_{MBY}}}, \quad (16)$$

где $t_{0,95}$ – коэффициент Стьюдента при $P = 0,95$, зависящий от количества измерений и степеней свободы (для числа измерений $n = 5$ при доверительной вероятности $P = 0,95$ коэффициент Стьюдента $t_{0,95} = 2,776$);

S_{BY} – значение СКО результата измерения массы в точке нагружения весового устройства, соответствующей номинальному значению вместимости мерника, указанному в эксплуатационной документации на установку, и рассчитанного по формуле (4).

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

$$S_{\Sigma MBY} = \sqrt{S_{BY}^2 + S_{\Theta_{MBY}}^2}. \quad (17)$$

Доверительные границы суммарной погрешности установки при измерении массы жидкости весовым устройством $\delta_{\Sigma MBY}$, %, вычисляют по формуле

$$\delta_{\Sigma MBY} = K_{\Sigma MBY} \cdot S_{\Sigma MBY}. \quad (18)$$

10.1.2.3 Результат поверки по данной операции считается положительным, если доверительные границы суммарной погрешности установки при измерении массы жидкости весовым устройством $\delta_{\Sigma MBY}$ не превышают значений, указанных в эксплуатационной документации на установку (часть «Свидетельство о приемке»).

10.1.2.4 При отрицательном результате выполнение дальнейших операций по поверке прекращают.

10.2 Определение абсолютной погрешности установки при измерении средней температуры жидкости

При проведении поверки установки в сокращённом объеме (1.6) операции поверки по данному пункту выполняют при наличии у установки функции измерения средней температуры измеряемой среды. Допускается на основании письменного заявления владельца установки или лица, представившего установку на поверку, оформленного в произвольной форме, операцию поверки по данному пункту не проводить.

10.2.1 Для определения абсолютной погрешности установки при измерении средней температуры жидкости необходимо:

а) заполнить мерник (резервуар) измеряемой средой до отметки номинальной вместимости или до перелива при горловине с водосливом;

б) по истечении 10 минут выдержки измерить температуру среды в мернике эталонным средством измерения температуры с учётом его тепловой инерционности, погрузив в измеряемую среду чувствительный элемент эталона, результат измерения зафиксировать в протоколе;

в) считать значение температуры жидкости, измеренной установкой, результат измерения зафиксировать в протоколе;

г) повторить действия по перечислениям б), в) два раза.

Примечание – Данную операцию допускается совмещать с определением вместимости мерника в составе установки.

10.2.2 Абсолютную погрешность установки при измерении средней температуры жидкости $\Delta_{иср}$, °С, определяют по формуле

$$\Delta_{иср} = \frac{\sum_{i=1}^n (t_{изм.} - t_э)}{n}, \quad (19)$$

где $t_{изм.}$ – значение температуры, измеренной установкой, °С;

$t_э$ – значение температуры, измеренной эталоном единицы температуры, °С;

i – порядковый номер измерения;

n – количество измерений ($n = 3$).

10.2.3 Результат поверки по данной операции считается положительным, если абсолютная погрешность установки при измерении средней температуры жидкости не превышает значений, указанных в эксплуатационной документации на установку (часть «Свидетельство о приемке»).

10.2.4 При отрицательном результате выполнение дальнейших операций по поверке прекращают.

10.3 Определение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении объёма жидкости при помощи мерника (методом прямых измерений)

Допускается при проведении поверки установок в сокращённом объеме (1.6), имеющих в своём составе весовое устройство и мерник, реализующие только массовый или только объёмный методы прямых измерений соответственно, операцию поверки по данному пункту не проводить. При этом выполнение операций поверки по пункту 10.1 «Определение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении массы жидкости весовым устройством (методом прямых измерений)» является обязательным.

Поверка установки в сокращённом объёме (1.6) проводится на основании письменного заявления владельца установки или лица, представившего установку на поверку, оформленного в произвольной форме, с указанием применяемых величин (полученных только массовым или только объёмным методом измерений).

Для определения относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении объёма жидкости при помощи мерника (методом прямых измерений) предварительно определяют вместимость и относительную погрешность мерника, входящего в состав установки.

10.3.1 Определение вместимости и относительной погрешности мерника, входящего в состав установки

10.3.1.1 Вместимость мерника определяют одним из двух методов:

1) методом взвешивания воды в мернике весовым устройством в составе установки или на эталонных весах, не входящим в состав установки (косвенные измерения);

2) объёмным методом с помощью эталонного мерника с более высокими показателями точности (метод прямых измерений).

10.3.1.2 Определение вместимости мерника методом взвешивания воды в мернике весовым устройством в составе установки (или на эталонных весах) (косвенные измерения)

10.3.1.2.1 Для определения вместимости мерника в составе установки методом взвешивания воды в поверяемом мернике весовым устройством (на эталонных весах) предварительно следует проверить выполнение требования в части соотношения основных погрешностей (полученных в результате расчёта или в виде пределов допускаемых погрешностей) весового устройства (эталонных весов) в объёмном эквиваленте и поверяемого мерника в составе установки в точке, соответствующей его номинальной вместимости, которое должно быть не более указанного в разделе 4 (не более 0,5 (1:2)).

НСП установки при измерении массы жидкости весовым устройством (на эталонных весах) в объёмном эквиваленте $\Theta_{M-V_{\text{экв.}}[M^3]}$, M^3 , вычисляют по формуле

$$\Theta_{M-V_{\text{экв.}}[M^3]} = 1,1 \cdot \sqrt{\left(\frac{1}{1,1 \cdot \rho_{\text{ж}}} \cdot \Theta_{MBY[\text{кг}]} \right)^2 + \left(\frac{M_{\text{изм.}, BY}}{\rho_{\text{ж}}^2} \cdot \Theta_{\rho_{\text{ж}}} \right)^2}, \quad (20)$$

где $M_{\text{изм.}, BY}$ – масса жидкости, измеренная весовым устройством установки (на эталонных весах) (здесь – при расчёте погрешности допускается принять численно равной соответствующей номинальному значению вместимости мерника, указанному в эксплуатационной документации на установку), кг;

$\Theta_{MBY[\text{кг}]}$ – НСП установки при измерении массы жидкости весовым устройством (на эталонных весах), кг, рассчитанная по формуле (8);

$\rho_{\text{ж}}$ – плотность воды при атмосферном давлении, принимаемая как функция от температуры, $\text{кг}/\text{м}^3$;

$\Theta_{\rho_{\text{ж}}}$ – НСП измерения плотности воды (допускается принять по абсолютной величине предел допускаемой абсолютной погрешности применяемого средства измерений плотности), $\text{кг}/\text{м}^3$.

НСП установки при измерении массы жидкости весовым устройством (на эталонных весах) в объёмном эквиваленте, выраженную в процентах, $\Theta_{M-V_{\text{экв.}}[\%]}$, %, вычисляют по формуле

$$\Theta_{M-V_{\text{экв.}}[\%]} = \Theta_{M-V_{\text{экв.}}[M^3]} \cdot \frac{100}{V_{\text{изм.}, \text{мерн.}}}, \quad (21)$$

где $V_{\text{изм.}, \text{мерн.}}$ – объём жидкости, измеренный мерником установки (при расчёте погрешности допускается принять равным номинальному значению, указанному в эксплуатационной документации на установку), M^3 .

Примечание – При использовании метода взвешивания, перед определением вместимости мерника следует произвести градуировку весового устройства (эталонных весов). Порядок проведения градуировки весового устройства (эталонных весов) приведен в эксплуатационной документации на установку.

Уравнение измерения имеет вид

$$V_t = M_{BY} \cdot \frac{1}{\rho_{\text{ж}} - \rho_a}, \quad (22)$$

где M_{BY} – показания весового устройства, кг;

$\rho_{\text{ж}}$ – плотность воды при атмосферном давлении и температуре t , $\text{кг}/\text{м}^3$ (см. Примечания к 3.1);

ρ_a – плотность воздуха, принимаемая как функция от температуры, атмосферного давления и относительной влажности, и рассчитываемая по формуле (13), $\text{кг}/\text{м}^3$.

10.3.1.2.2 Для определения вместимости мерника, не имеющего шкалы, для случая, когда предел взвешивания эталонных весов позволяет взвешивать воду непосредственно в поверяемом мернике, в составе установки методом взвешивания воды в поверяемом мернике весовым устройством (на эталонных весах) необходимо выполнить следующие действия:

а) измерить температуру окружающего воздуха и атмосферное давление в помещении, предназначенном для проведения поверки, а также температуру воды в резервуаре, и провести оценку данных величин на соответствие допускаемым значениям, указанным в 3.1, перечисления б), в); результаты измерений зарегистрировать в протоколе;

б) смочить мерник, заполнив его водой до отметки номинальной вместимости или до перелива при горловине с водосливом;

в) слить воду из мерника, открыв сливной кран, или установив мерник в положение «горловина снизу»; после слива воды из поверяемого мерника сплошной струей выдержать время 1 минуту на слив капель и закрыть сливной кран или вернуть мерник в положение «горловина сверху»;

г) пустой смоченный мерник установить на весы, проконтролировать вертикальность горловины по уровню или отвесу, при необходимости выполнить регулировку и обнулить их;

д) заполнить мерник водой до отметки номинальной вместимости или до перелива при горловине с водосливом;

е) по истечении 10 минут выдержки измерить температуру воды в мернике и зарегистрировать в протоколе поверки температуру t системы «вода-мерник» (далее – система), принимая температуру мерника равной температуре воды; восстановить уровень воды на отметке номинальной вместимости;

ж) произвести измерение массы $M_{\text{ву}}$ заполненного мерника и занести в протокол результат измерений;

з) слить воду из мерника, открыв сливной кран, или установив мерник в положение «горловина снизу»; после слива воды из поверяемого мерника сплошной струей выдержать время 1 минуту на слив капель и закрыть сливной кран или вернуть мерник в положение «горловина сверху»;

и) повторить действия по перечислениям а), г), д), е), ж), з);

к) по результатам двух измерений массы рассчитать вместимости мерника при температуре t по формуле (22) и действительные вместимости мерника, соответствующие температуре 20 °С при первом $V_{20(1)}$ и втором $V_{20(2)}$ измерениях, по формуле (27);

л) проверить выполнение условия (28);

м) рассчитать действительную вместимость мерника по результатам двух измерений по формуле (30) и относительную погрешность по формуле (31).

10.3.1.2.3 В случае, когда предел взвешивания эталонных весов не позволяет взвешивать воду непосредственно в поверяемом мернике, взвешивание следует проводить в несколько приемов (не более 50), используя установленную на весах вспомогательную ёмкость (ёмкость, предназначенную для взвешивания сливаемых доз воды из поверяемого мерника). В этом случае следует выполнить следующие действия:

а) установить на весы вспомогательную ёмкость и обнулить их;

б) выполнить действия по перечислениям а), б), в), д), е) пункта 10.3.1.2.2;

в) заполнить вспомогательную ёмкость водой из поверяемого мерника, взвесить её, результат измерения зарегистрировать в протоколе. Взвешивание проводить с выполнением условий поверки по изменению температуры воды и воздуха, а также требований 3.1 б);

г) слить воду из вспомогательной ёмкости;

д) повторить операции по перечислениям а), б), в) данного пункта до полного слива воды из мерника. По окончании слива последней дозы сплошной струей выполняют выдержку на слив капель в течение 1 мин и закрывают сливной кран.

е) при выполнении взвешивания по дозам массу слитой из мерника воды $M_{ВУ}$, кг, определяют, как сумму масс доз при каждом взвешивании, по формуле

$$M_{ВУ} = \sum_{i=1}^m M_{ВУi}, \quad (23)$$

где m – количество взвешенных доз;

i – порядковый номер дозы;

$M_{ВУi}$ – показания весов при измерении массы i -й дозы.

ж) выполнить расчёты по перечислениям к) – м) пункта 10.3.1.2.2.

10.3.1.2.4 Вместимость мерника со шкалой на горловине на любой отметке шкалы определяют, как сумму (разность) номинальной вместимости мерника и вместимости его горловины от отметки номинальной вместимости до выбранной отметки.

Суммируют вместимости при выбранной отметке, расположенной выше отметки номинальной вместимости. Разность используют при выбранной отметке, расположенной ниже отметки номинальной вместимости.

Для определения вместимости мерника со шкалой на горловине на любой отметке шкалы следует выполнить следующие действия:

а) определить вместимость мерника на отметке номинальной вместимости по перечислениям а) – м) пункта 10.3.1.2.2 или по перечислениям а) – е) пункта 10.3.1.2.3;

б) определить вместимость горловины. Для этого необходимо предварительно обнулить весовое устройство с установленным на него пустым смоченным мерником, затем заполнить его водой выше отметки конечного значения шкалы (верхняя отметка шкалы), по истечении 10 минут выдержки измерить температуру воды в мернике и зарегистрировать температуру t системы, принимая температуру мерника равной температуре воды;

в) слить воду из поверяемого мерника до отметки конечного значения шкалы и произвести взвешивание. Результат измерения $M_{Гкон.}$ зафиксировать в протоколе поверки;

г) слить (отобрать) воду из поверяемого мерника от отметки конечного значения шкалы до отметки номинальной вместимости и произвести взвешивание. Результат измерения $M_{Гном.}$ зафиксировать в протоколе поверки;

д) слить (отобрать) воду из поверяемого мерника от отметки номинальной вместимости до отметки начального значения шкалы и произвести взвешивание. Результат измерения $M_{Гнач.}$ зафиксировать в протоколе поверки;

е) рассчитать массы каждой порции слитой воды $M_{Г+}$ как разность $M_{Гкон.}$ и $M_{Гном.}$, а $M_{Г-}$ – как разность $M_{Гном.}$ и $M_{Гнач.}$.

Примечания

1 Для определения вместимости горловины поверяемого мерника при относительно небольшой вместимости и возможности снять его с платформы весового устройства допускается взвешивать порции воды $M_{Г+}$ и $M_{Г-}$, слитые из мерника во вспомогательную ёмкость, установленную на весовое устройство;

2 Допускается определять вместимость горловины методом налива.

ж) полученные при измерениях значения массы воды $M_{Г+}$ и $M_{Г-}$ перевести в значения объёма при температуре 20 °С – $V_{Г20+}$ и $V_{Г20-}$, используя формулы (22), (27).

з) определить цену деления шкалы горловины, как частное от деления вместимости горловины на число делений, по формуле (32).

10.3.1.3 Определение вместимости мерника, входящего в состав установки, объёмным методом (прямые измерения)

10.3.1.3.1 Вместимость мерника, входящего в состав установки, не имеющего шкалы, объёмным методом определяют с помощью мерника с более высокими показателями точности, используемого в качестве эталона единицы объёма, и (или) эталонных колб, мерных стаканов, пипеток.

Предварительно следует проверить выполнение требования в части соотношения основных погрешностей (полученных в результате расчёта или в виде пределов допускаемых погрешностей) мерника, используемого в качестве эталона единицы объёма, и поверяемого мерника в составе установки в точке, соответствующей его номинальной вместимости, которое должно быть не более указанного в разделе 4 (0,5 (1:2)).

Для определения вместимости мерника, входящего в состав установки, объёмным методом необходимо выполнить следующие действия:

а) измерить температуру окружающего воздуха и атмосферное давление в помещении, предназначенном для проведения поверки, а также температуру воды в резервуаре; результаты измерений зафиксировать в протоколе;

б) перед заполнением эталонный и поверяемый мерники установить по уровню или отвесу, обеспечив вертикальность горловины;

в) после заполнения эталонного или поверяемого мерника убедиться, что уровень воды окончательно установлен, а после опорожнения мерников убедиться, что вода полностью удалена; для этого после слива сплошной струей выполнить выдержку на слив каплей 1 минуту и закрывают сливной кран; мерники без сливного крана вернуть в положение «горловина сверху»;

г) если в поверяемом по методу налива мернике или в эталонном мернике при поверке по методу слива установившийся уровень воды не совпадает с отметкой вместимости, то с помощью эталонных колб и (или) мерных стаканов и (или) пипеток долить (отлить) воду до совмещения её уровня с отметкой вместимости;

д) определить вместимость мерника V_t , дм³, при температуре t по формуле

$$V_t = V_{энт} \pm \Delta V_{Кэнт}, \quad (24)$$

где $V_{энт}$ – объём воды из эталонного мерника при температуре t , дм³;

$+\Delta V_{Кэнт}$ – объём добавленной воды дм³;

$-\Delta V_{Кэнт}$ – объём отобранной воды дм³.

Объём воды из эталонного мерника при температуре t , дм³, рассчитывается по формуле

$$V_{энт} = \sum_{i=1}^m \left(\frac{V_{Мэнт(20)}}{n} \right), \quad (25)$$

где i – номер измерения применяемым в качестве эталона мерником;

m – количество измерений с помощью мерника, применяемого в качестве эталона;

$V_{Мэнт(20)}$ – действительная вместимость мерника, применяемого в качестве эталона, при температуре плюс 20 °С, дм³;

n – коэффициент, учитывающий изменение вместимости мерника от изменения его температуры, по таблице Б.1 приложения Б).

Объём добавленной или отобранной воды, $+\Delta V$ или $-\Delta V$ соответственно, дм³, рассчитывается по формуле

$$\pm \Delta V_{Кэнт} = \sum_{j=1}^k \left(\pm \Delta V_j \cdot (1 + 3 \cdot \alpha_{Кэ} \cdot (t_{Кj} - 20)) \right), \quad (26)$$

где j – номер измерения добавленного (отобранного) объёма воды с помощью эталонных колб (пипеток);

k – количество измерений с помощью эталонных колб;

$+\Delta V$ – объём добавленной воды эталонной колбой, дм³;

$-\Delta V$ – объём отобранной воды эталонной колбой, дм³;

$\alpha_{Кэ}$ – коэффициент линейного расширения материалов стенок эталонной колбы (для боросиликатного стекла по таблице Б.2 приложения Б), °С⁻¹;

$t_{Кj}$ – температура воды в эталонной колбе, °С.

е) действительную вместимость поверяемого мерника, соответствующую температуре 20 °С, рассчитать по формуле

$$V_{20} = n \cdot V_t. \quad (27)$$

Вместимость поверяемого мерника определяют дважды. Разность между результатами двух измерений вместимости поверяемого мерника не должна превышать половины значения его допускаемой абсолютной погрешности

$$|V_{20(1)} - V_{20(2)}| \leq 0,5 \cdot \Delta V_{\text{доп.}}, \quad (28)$$

где $V_{20(1)}$ – действительная вместимость мерника, соответствующая температуре 20 °С, при первом измерении, дм^3 ;

$V_{20(2)}$ – действительная вместимость мерника, соответствующая температуре 20 °С, при втором измерении, дм^3 ;

$\Delta V_{\text{доп.}}$ – значение допускаемой абсолютной погрешности мерника на отметке номинальной вместимости, дм^3 .

Допускаемую абсолютную погрешность $\Delta V_{\text{доп.}}$, дм^3 , мерника на отметке номинальной вместимости определяют по формуле

$$\Delta V_{\text{доп.}} = \frac{\delta \cdot V_{\text{ном}}}{100}, \quad (29)$$

где δ – пределы (абсолютное значение) допускаемой относительной (приведённой) погрешности мерника, %;

$V_{\text{ном}}$ – номинальная вместимость мерника, дм^3 .

Действительную вместимость мерника по результатам двух измерений определяют по формуле

$$V_{20(1,2)} = \frac{V_{20(1)} + V_{20(2)}}{2}. \quad (30)$$

Относительную погрешность δ , %, поверяемого мерника вычисляют по формуле

$$\delta = \frac{V_{\text{ном}} - V_{20(1,2)}}{V_{20(1,2)}} \cdot 100. \quad (31)$$

Примечание – В случае совпадения результатов определения действительной вместимости мерника V_{20} при первом измерении с результатами предыдущей поверки допускается второе измерение не проводить. Действительная вместимость мерника принимается по результатам первого измерения.

10.3.1.3.2 Вместимость входящего в состав установки мерника со шкалой объёмным методом на любой отметке шкалы определяют, как сумму (разность) номинальной вместимости мерника и вместимости его горловины от отметки номинальной вместимости до выбранной отметки.

Суммируют вместимости при выбранной отметке, расположенной выше отметки номинальной вместимости. Разность используют при выбранной отметке, расположенной ниже отметки номинальной вместимости.

Для определения вместимости входящего в состав установки мерника со шкалой объёмным методом на любой отметке шкалы необходимо выполнить следующие действия:

а) определить вместимость мерника на отметке номинальной вместимости по 10.3.1.3.1;

б) определить вместимость горловины. Для чего заполнить поверяемый мерник водой выше отметки конечного значения шкалы (верхняя отметка шкалы), по истечении 10 минут

выдержки измерить температуру воды в мернике и зарегистрировать температуру t системы, принимая температуру мерника равной температуре воды;

в) слить воду из мерника до отметки конечного значения шкалы;

г) через эталонные колбы, мерные стаканы, пипетки слить (отобрать) воду из мерника во вспомогательную ёмкость от отметки конечного значения шкалы до отметки номинальной вместимости. Значение слитого объёма воды зарегистрировать;

д) через эталонные колбы, мерные стаканы, пипетки слить (отобрать) воду из поверяемого мерника от отметки номинальной вместимости до отметки начального значения шкалы и зарегистрировать значение слитого объёма воды;

Примечание – Допускается определять вместимость горловины методом налива.

е) полученные при измерениях значения объёма воды при температуре t перевести в значения объёма при температуре плюс 20 °С;

ж) определить цену деления шкалы горловины, как частное от деления вместимости горловины на число делений по формуле

$$C = \frac{V_{г20+} + V_{г20-}}{k}, \quad (32)$$

где $V_{г20+}$ – вместимость горловины мерника от отметки конечного значения шкалы до отметки номинальной вместимости, дм^3 ;

$V_{г20-}$ – вместимость горловины мерника от отметки номинальной вместимости до отметки начального значения шкалы, дм^3 ;

k – число делений шкалы в указанном промежутке.

10.3.2 Относительную погрешность (доверительные границы суммарной погрешности) установки при измерении объёма жидкости при помощи мерника (методом прямых измерений) определяют в точке, соответствующей номинальной вместимости мерника.

10.3.2.1 Уравнение измерений имеет вид

$$V_{изм} = V_{20(1,2)} \cdot (1 + 3 \cdot \alpha_M \cdot (t - 20)), \quad (33)$$

где $V_{изм}$ – результат измерения установкой объёма жидкости при помощи мерника при температуре t , дм^3 ;

$V_{20(1,2)}$ – действительная вместимость мерника, соответствующая температуре 20 °С и рассчитанная одним из способов, описанных в 10.3.1.2 и 10.3.1.3, дм^3 ;

α_M – коэффициент линейного расширения материала стенок мерника (Приложение Б), $^{\circ}\text{C}^{-1}$.

10.3.2.2 НСП установки при измерении объёма жидкости при помощи мерника $\Theta_{V_{мерн.}[\%]}$, %, вычисляют по формуле

$$\Theta_{V_{мерн.}[\%]} = 1,1 \cdot \sqrt{\left(\frac{\Theta_{V-ЭТ}}{1,1}\right)^2 + \left[(3 \cdot \alpha_M (t - 20) + 1) \cdot \Theta_{мерн.}\right]^2 + \left(3 \cdot \alpha_M \cdot V_{20(1,2)} \cdot \Theta_t\right)^2 \cdot \frac{100}{V_{мерн.}}}, \quad (34)$$

где $\Theta_{V-ЭТ}$ – НСП эталонного средства измерений объёма жидкости в зависимости от способа, используемого при определении вместимости мерника: НСП установки при измерении массы жидкости весовым устройством в объёмном эквиваленте $\Theta_{М-В_{экв.}[м^3]}$, рассчитанной по формуле (20), или НСП эталонного мерника с более высокими показателями точности $\Theta_{V-ЭТ(мерн.)[м^3]}$ (допускается принять равной по абсолютной величине допускаемому пределу абсолютной погрешности мерника (при нормировании), применяемого в качестве эталона единицы объёма), м^3 ;

$\Theta_{мерн.}$ – НСП поверяемого мерника, входящего в состав установки, м^3 (за НСП принять абсолютную погрешность мерника, рассчитанную по формуле $\Delta = V_{ном} - V_{20(1,2)}$);

$\Theta_{t[^\circ\text{C}]}$ – НСП измерения температуры (допускается принять в абсолютном выражении предел допускаемой абсолютной погрешности используемого термометра Δ_t), $^\circ\text{C}$;

$V_{20(1,2)}$ – действительная вместимость мерника, соответствующая температуре $20\text{ }^\circ\text{C}$, по результатам двух измерений при определении вместимости мерника объёмным методом (10.3.1.3.1), м^3 .

10.3.2.3 СКО НСП установки при измерении объёма жидкости мерником S_{Θ_V} , %, вычисляют по формуле

$$S_{\Theta_V} = \frac{\Theta_{V_{\text{мерн.}}[\%]}}{1,1 \cdot \sqrt{3}}. \quad (35)$$

Если вместимость, относительная погрешность мерника была определена методом взвешивания воды в мернике весовым устройством (косвенным методом), то коэффициент $K_{\Sigma V}$, отн., определяемый доверительной вероятностью P ($P=0,95$) и отношением случайных погрешностей и НСП, и суммарное СКО установки при воспроизведении единицы объёма жидкости, %, вычисляют по формулам

$$K_{\Sigma V} = \frac{t_{0,95} \cdot S_{BY} + \Theta_{V_{\text{мерн.}}[\%]}}{S_{BY} + S_{\Theta_V}}, \quad (36)$$

$$S_{\Sigma V} = \sqrt{S_{BY}^2 + S_{\Theta_V}^2}. \quad (37)$$

Если вместимость, относительная погрешность мерника была определена объёмным методом (методом прямых измерений) с помощью мерника с более высокими показателями точности, используемого в качестве эталона единицы объёма, и (или) эталонной мерной посуды (например, эталонных колб), то коэффициент $K_{\Sigma V}$, отн., определяемый доверительной вероятностью P ($P=0,95$) и отношением случайных погрешностей и НСП, и суммарное СКО установки при воспроизведении единицы объёма жидкости, %, вычисляют по формулам

$$K_{\Sigma V} = \frac{\Theta_{V_{\text{мерн.}}[\%]}}{S_{\Theta_V}}, \quad (38)$$

$$S_{\Sigma V} = S_{\Theta_V}. \quad (39)$$

Доверительные границы суммарной погрешности установки при измерении объёма жидкости при помощи мерника $\delta_{\Sigma V_{\text{мерн.}}}$, %, вычисляют по формуле

$$\delta_{\Sigma V_{\text{мерн.}}} = K_{\Sigma V} \cdot S_{\Sigma V}, \quad (40)$$

10.3.2.4 Результат поверки по данной операции считается положительным, если доверительные границы суммарной погрешности установки при измерении объёма жидкости при помощи мерника $\delta_{\Sigma V_{\text{мерн.}}}$ не превышают значений, указанных в эксплуатационной документации на установку (часть «Свидетельство о приемке»).

10.3.2.5 При отрицательном результате выполнение дальнейших операций по поверке прекращают.

10.4 Определение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении массы или объёма жидкости косвенным методом с использованием средства измерений плотности жидкости

Операции поверки по данному пункту проводят при наличии мерника или весового устройства при нормировании указанных в эксплуатационной документации показателей

точности установки при измерении массы или объёма жидкости косвенным методом с использованием средства измерения плотности жидкости.

10.4.1 Измерение объёма жидкости весовым устройством (косвенным методом) с использованием средства измерений плотности жидкости

Уравнение измерения объёма жидкости весовым устройством в составе установки косвенным методом с использованием средства измерения плотности жидкости, м^3 , имеет вид

$$V_{(M_{BY})t} = \frac{M_{BYt}}{\rho_{жt}}, \quad (41)$$

где M_{BYt} – результат измерения массы жидкости при температуре t весовым устройством в составе установки с учётом выталкивающей силы воздуха, кг;

$\rho_{жt}$ – результат измерения плотности жидкости при температуре t (приведенный к температуре t) средством измерения плотности жидкости, кг/м^3 .

10.4.1.1 Относительную погрешность (доверительные границы суммарной погрешности) установки при измерении объёма жидкости весовым устройством в составе установки косвенным методом с использованием средства измерения плотности жидкости $\delta_{V(M_{BY})}$, %, вычисляют по формуле

$$\delta_{V(M_{BY})} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{\Sigma M_{BY}}^2 + \delta_{\rho_{ж}}^2 + \delta_{\text{доп. } \Delta t_{ж}}^2}. \quad (42)$$

где $\delta_{\Sigma M_{BY}}$ – доверительные границы суммарной погрешности установки (рассчитанной по формуле (18)) при измерении массы жидкости весовым устройством в составе установки, %;

$\delta_{\rho_{ж}}$ – пределы допускаемой относительной погрешности измерения плотности воды в процентном выражении используемым средством измерения плотности жидкости (определяется как частное от деления абсолютного значения пределов допускаемой абсолютной погрешности используемого плотномера $\Delta_{\rho_{ж}}$ на минимальное значение плотности воды в данном температурном диапазоне $\rho_{ж\text{min}}$ (принять равной 997 кг/м^3), т.е. $\Delta_{\rho_{ж}} \cdot 100 / \rho_{ж\text{min}}$), %;

$\delta_{\text{доп. } \Delta t_{ж}}$ – дополнительная погрешность определения плотности воды, обусловленная погрешностью измерения её температуры, %, и которую вычисляют по формуле

$$\delta_{\text{доп. } \Delta t_{ж}} = E_t \cdot \frac{\Delta_t}{\rho_{ж\text{min}}} \cdot 100, \quad (43)$$

где Δ_t – абсолютное значение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения температуры жидкости установкой или используемым средством измерения температуры жидкости, $^{\circ}\text{C}$ (указано в эксплуатационной документации на установку или в описании типа средства измерения температуры);

E_t – коэффициент влияния на результат измерения плотности воды, обусловленный погрешностью измерения температуры воды при этом, $\frac{\text{кг/м}^3}{^{\circ}\text{C}}$ (принять $E_t = 0,21$);

$\rho_{ж\text{min}}$ – минимальное значение плотности воды в данном температурном диапазоне, кг/м^3 (принять равной 997 кг/м^3).

10.4.1.2 Результат поверки по данной операции считается положительным, если относительная погрешность (доверительные границы суммарной погрешности) установки при измерении объёма жидкости весовым устройством в составе установки косвенным методом с использованием средства измерения плотности жидкости не превышает значений, указанных в эксплуатационной документации на установку (часть «Свидетельство о приемке»).

10.4.1.3 При отрицательном результате выполнение дальнейших операций по поверке прекращают.

10.4.2 Измерение массы жидкости при помощи мерника (косвенным методом) с использованием средства измерений плотности жидкости

Уравнение измерения массы жидкости при помощи мерника в составе установки косвенным методом с использованием средства измерений плотности жидкости $M_{(V_{\text{мерн.}})_t}$, кг, имеет вид

$$M_{(V_{\text{мерн.}})_t} = V_{\text{мерн.},t} \cdot \rho_{\text{ж},t}, \quad (44)$$

где $V_{\text{мерн.},t}$ – результат измерения объема жидкости при помощи мерника в составе установки при температуре t , м³;

$\rho_{\text{ж},t}$ – результат измерения плотности жидкости при температуре t (приведенный к температуре t) средством измерения плотности жидкости, кг/м³.

10.4.2.1 Относительную погрешность (доверительные границы суммарной погрешности) установки при измерении массы жидкости при помощи мерника в составе установки косвенным методом с использованием средства измерения плотности жидкостей вычисляют по формуле

$$\delta_{M(V_{\text{мерн.}})} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{\Sigma V_{\text{мерн.}}}^2 + \delta_{\rho_{\text{ж}}}^2 + \delta_{\text{доп. } \Delta t_{\text{ж}}}^2}, \quad (45)$$

где $\delta_{\Sigma V_{\text{мерн.}}}$ – доверительные границы суммарной погрешности установки (рассчитанной по формуле (40)) при измерении объема жидкости при помощи мерника, %;

$\delta_{\rho_{\text{ж}}}$ – пределы допускаемой относительной погрешности измерения плотности воды в процентном выражении используемым средством измерения плотности жидкости (определяется как частное от деления абсолютного значения пределов допускаемой абсолютной погрешности используемого плотномера $\Delta_{\rho_{\text{ж}}}$ на минимальное значение плотности воды в данном температурном диапазоне $\rho_{\text{ж},\text{min}}$ (принять равной 997 кг/м³), т.е. $\Delta_{\rho_{\text{ж}}} \cdot 100 / \rho_{\text{ж},\text{min}}$), %;

$\delta_{\text{доп. } \Delta t_{\text{ж}}}$ – дополнительная погрешность определения плотности воды, обусловленная погрешностью измерения её температуры, %, и которую вычисляют по формуле (43).

10.4.2.2 Результат поверки по данной операции считается положительным, если относительная погрешность (доверительные границы суммарной погрешности) установки при измерении массы жидкости при помощи мерника в составе установки косвенным методом с использованием средства измерения плотности жидкости не превышает значений, указанных в эксплуатационной документации на установку (часть «Свидетельство о приемке»).

10.4.2.3 При отрицательном результате выполнение дальнейших операций по поверке прекращают.

10.5 Определение относительной погрешности установки при измерении средней плотности жидкости

Операции поверки по данному пункту выполняют при наличии у установки функции измерения средней плотности жидкости (т.е. при наличии весового устройства и мерника в составе установки и нормировании указанных в эксплуатационной документации (часть «Свидетельство о приемке») показателей точности установки при измерении средней плотности жидкости).

Относительную погрешность установки при измерении средней плотности жидкости определяют одним из двух методов:

1) методом непосредственного сличения результатов измерений плотности жидкости установкой с результатами измерений средством измерений плотности жидкости (плотномером, пикнометром) с более высокими показателями точности (прямые измерения);

при этом соотношение между пределами допускаемой погрешности применяемого средства измерений плотности жидкости и установки при измерении плотности жидкости должно быть не более 0,5 (1:2);

2) расчетным методом (косвенные измерения).

10.5.1 Определение относительной погрешности установки при измерении средней плотности жидкости с использованием средства измерения плотности жидкости

Примечание – Данную операцию допускается совмещать с определением вместимости мерника в составе установки.

10.5.1.1 Для определения относительной погрешности установки при измерении средней плотности жидкости необходимо:

а) произвести измерения параметров окружающей среды: атмосферного давления (мбар или гПа), относительной влажности (%) и температуры (°C) окружающего воздуха соответствующими средствами измерений и ввести измеренные значения в программу установки;

б) заполнить мерник (резервуар) измеряемой средой до отметки номинальной вместимости;

в) по истечении 10 минут выдержки произвести измерение плотности жидкости $\rho_{жуст.}$ на установке при данной температуре, результат измерения и значение температуры при этом зафиксировать в протоколе;

Примечание – Если измерения температуры жидкости производятся не установкой, а отдельным средством измерений температуры, то ее значение следует вводить в программу вручную, после чего активировать процесс измерения плотности жидкости установкой.

г) отобрать пробу жидкости, налитой в мерник, и произвести измерение ее плотности $\rho_{жСИ}$ средством измерений плотности жидкости при той же температуре процесса, что была при выполнении действий по перечислению в), результат измерения и значение температуры зафиксировать в протоколе;

д) произвести еще две пары измерений по перечислениям в)-г).

10.5.1.2 Относительную погрешность установки при измерении средней плотности жидкости $\delta_{\rho_{жуст.}}$, %, определяют по формуле

$$\delta_{\rho_{жуст.}} = \frac{\rho_{жуст.i} - \rho_{жСИi}}{\rho_{жСИi}} \cdot 100, \quad (46)$$

где $\rho_{жуст.i}$ – результат i -го измерения средней плотности жидкости установкой при температуре t , кг/м³;

$\rho_{жСИi}$ – результат i -го измерения плотности жидкости средством измерения плотности при температуре t , кг/м³;

i – порядковый номер пары измерений по перечислениям в)-г): «плотность, измеренная установкой-плотность, измеренная плотномером».

10.5.1.3 Результат поверки по данной операции считается положительным, если относительная погрешность установки при измерении средней плотности жидкости не превышает значений, указанных в эксплуатационной документации на установку (часть «Свидетельство о приемке»).

При отрицательном результате выполнение дальнейших операций по поверке прекращают.

10.5.2 Определение относительной погрешности установки при измерении средней плотности жидкости расчетным методом

10.5.2.1 Относительную погрешность при измерении средней плотности жидкости $\rho_{ж\text{уст.}}$ вычисляют по формуле

$$\delta_{\rho_{жс}} = \sqrt{\delta_{\Sigma M_{ВУ}}^2 + \delta_{\Sigma V_{\text{мерн.}}}^2}, \quad (47)$$

где $\delta_{\Sigma M_{ВУ}}$ – доверительные границы суммарной погрешности установки (рассчитанной по формуле (18) при измерении массы жидкости весовым устройством в составе установки, %;

$\delta_{\Sigma V_{\text{мерн.}}}$ – доверительные границы суммарной погрешности установки (рассчитанной по формуле (40) при измерении объема жидкости при помощи мерника, %.

10.5.2.2 Результат поверки по данной операции считается положительным, если относительная погрешность установки при измерении средней плотности жидкости не превышает значений, указанных в эксплуатационной документации на установку (часть «Свидетельство о приемке»).

10.5.2.3 При отрицательном результате выполнение дальнейших операций по поверке прекращают.

11 Подтверждение соответствия СИ метрологическим требованиям

11.1 При подтверждении соответствия установки метрологическим требованиям руководствуются процедурами, описанными в разделе 10.

11.1.1 Критерием, устанавливающим положительные результаты поверки установки, является выполнение соответствующих положительному результату условий, указанных в методике поверки, по каждой выполненной операции поверки (разделы 6, 8, 9, 10), и установление соответствия метрологических характеристик (параметров) установки, определенных в разделе 10, метрологическим требованиям (требуемым характеристикам, параметрам), установленным при утверждении типа средства измерений и указанным в его описании типа и эксплуатационной документации (часть «Свидетельство о приемке»), по итогам сравнения данных характеристик.

11.1.2 Критерием, устанавливающим отрицательные результаты поверки установки, является не выполнение соответствующих положительному результату условий, указанных в методике поверки по любой из выполненных операций поверки (разделы 6, 8, 9, 10), и установление несоответствия метрологических характеристик (параметров) установки, определенных в разделе 10, метрологическим требованиям (требуемым характеристикам, параметрам), установленным при утверждении типа средства измерений и указанным в его описании типа и эксплуатационной документации (часть «Свидетельство о приемке»), по итогам сравнения данных характеристик.

11.2 В случае применения установки в качестве эталона критерием, устанавливающим соответствие установки обязательным требованиям к эталону, установленным Государственной поверочной схемой для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости, являются положительные результаты выполнения всех процедур, описанных в разделах 6, 8, 9, 10, и в зависимости от доверительных границ суммарных погрешностей (пределов допускаемых относительных погрешностей), установленных при утверждении типа средства измерений и указанных в эксплуатационных документах (часть «Свидетельство о приемке»), установка может соответствовать вторичному эталону, рабочему эталону 1, 2 разряда единиц массы и/или объема жидкости в потоке.

12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты поверки (измерений и вычислений) оформляют протоколом произвольной формы.

12.2 Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, передачи сведений в него и внесения изменений в данные сведения, предоставления содержащихся в нем документов и сведений, предусмотренным частью 3 статьи 20 Федерального закона № 102-ФЗ, в сроки, согласованные с лицом, представляющим установку в поверку, но не превышающие максимально допустимые, установленные приказом Минпромторга России от 31.07.2020 № 2510.

12.3 При проведении поверки установок в сокращенном объеме информация об объеме проведенной поверки передается в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, передачи сведений в него и внесения изменений в данные сведения, предоставления содержащихся в нем документов и сведений, предусмотренным частью 3 статьи 20 Федерального закона № 102-ФЗ.

12.4 По заявлению владельца установки или лица, представившего ее на поверку, положительные результаты поверки (критерий по 11.1.1), удостоверяют свидетельством о поверке, оформленным в соответствии с действующими нормативными документами в области обеспечения единства измерений. Знак поверки на СИ наносится в соответствии с Приложением В.

12.5 По заявлению владельца установки или лица, представившего ее на поверку, в случае отрицательных результатов поверки (критерий по 11.1.2) установку к эксплуатации не допускают и выдают извещение о непригодности к применению, оформленное в соответствии с действующими нормативными документами в области обеспечения единства измерений.

Разработали:

Начальник отдела 208 ФГБУ «ВНИИМС»

Ведущий инженер ФГБУ «ВНИИМС»

Б.А. Иполитов

А.А. Сулин

Приложение А
(справочное)

Значения плотности нормальной, деаэрированной, дистиллированной (ГОСТ 6709-72) воды
(ГСССД 190-2000 «Вода. Плотность при атмосферном давлении и температурах
от 0 до 100 °С»)

Таблица А.1 – Значения плотности воды

$t, ^\circ\text{C}$	$\rho, \text{кг/м}^3$									
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
10	999,699	999,691	999,682	999,672	999,663	999,654	999,644	999,635	999,625	999,615
11	999,605	999,595	999,584	999,574	999,563	999,553	999,542	999,531	999,520	999,509
12	999,497	999,486	999,474	999,462	999,451	999,439	999,426	999,414	999,402	999,389
13	999,377	999,364	999,351	999,338	999,325	999,312	999,299	999,285	999,272	999,258
14	999,244	999,230	999,216	999,202	999,188	999,173	999,159	999,144	999,129	999,114
15	999,099	999,084	999,069	999,054	999,038	999,022	999,007	998,991	998,975	998,958
16	998,943	998,926	998,910	998,894	998,877	998,860	998,843	998,826	998,809	998,792
17	998,775	998,757	998,740	998,722	998,704	998,686	998,668	998,650	998,632	998,614
18	998,595	998,577	998,558	998,539	998,520	998,502	998,482	998,463	998,444	998,425
19	998,405	998,385	998,366	998,346	998,326	998,306	998,286	998,265	998,245	998,224
20	998,204	998,183	998,162	998,141	998,120	998,099	998,078	998,057	998,035	998,014
21	997,992	997,971	997,949	997,927	997,905	997,883	997,860	997,838	997,816	997,793
22	997,770	997,747	997,725	997,702	997,679	997,656	997,632	997,609	997,585	997,562
23	997,538	997,515	997,491	997,467	997,443	997,419	997,394	997,370	997,345	997,321
24	997,296	997,272	997,247	997,222	997,197	997,172	997,146	997,121	997,096	997,070
25	997,045	997,019	996,993	996,967	996,941	996,915	996,889	996,863	996,836	996,810
26	996,783	996,757	996,730	996,703	996,676	996,649	996,622	996,595	996,568	996,540
27	996,513	996,485	996,458	996,430	996,402	996,374	996,346	996,318	996,290	996,262
28	996,233	996,205	996,176	996,148	996,119	996,090	996,061	996,032	996,003	995,974
29	995,945	995,915	995,886	995,856	995,827	995,797	995,767	995,737	995,707	995,677
30	995,647	995,617	995,586	995,556	995,526	995,495	995,464	995,433	995,403	995,372

Приложение Б

(справочное)

Поправочный коэффициент n

Таблица Б.1 – Поправочный коэффициент n

Температура мерника или воды, °С	Поправочный коэффициент n			
	сталь	латунь	медь	алюминий
15,0	1,00018	1,00032	1,00026	1,00036
15,1	1,00018	1,00031	1,00026	1,00035
15,2	1,00017	1,00030	1,00025	1,00035
15,3	1,00017	1,00030	1,00024	1,00034
15,4	1,00017	1,00029	1,00023	1,00033
15,5	1,00016	1,00028	1,00023	1,00033
15,6	1,00016	1,00028	1,00023	1,00032
15,7	1,00015	1,00027	1,00022	1,00031
15,8	1,00015	1,00026	1,00022	1,00030
15,9	1,00015	1,00026	1,00021	1,00030
16,0	1,00014	1,00026	1,00021	1,00029
16,1	1,00014	1,00025	1,00020	1,00028
16,2	1,00014	1,00025	1,00020	1,00027
16,3	1,00013	1,00024	1,00019	1,00027
16,4	1,00013	1,00023	1,00019	1,00026
16,5	1,00013	1,00023	1,00018	1,00025
16,6	1,00012	1,00022	1,00018	1,00024
16,7	1,00012	1,00022	1,00018	1,00024
16,8	1,00012	1,00021	1,00018	1,00023
16,9	1,00011	1,00020	1,00016	1,00022
17,0	1,00011	1,00019	1,00016	1,00021
17,1	1,00011	1,00018	1,00015	1,00021
17,2	1,00010	1,00018	1,00015	1,00020
17,3	1,00010	1,00017	1,00014	1,00019
17,4	1,00010	1,00016	1,00014	1,00019
17,5	1,00009	1,00016	1,00013	1,00018
17,6	1,00009	1,00015	1,00012	1,00017
17,7	1,00008	1,00014	1,00012	1,00016
17,8	1,00008	1,00014	1,00011	1,00015
17,9	1,00008	1,00013	1,00011	1,00014
18,0	1,00007	1,00013	1,00010	1,00014
18,1	1,00007	1,00012	1,00009	1,00012
18,2	1,00007	1,00011	1,00009	1,00012
18,3	1,00006	1,00011	1,00008	1,00012
18,4	1,00006	1,00010	1,00008	1,00011
18,5	1,00006	1,00009	1,00008	1,00010
18,6	1,00005	1,00009	1,00007	1,00009
18,7	1,00005	1,00008	1,00007	1,00009
18,8	1,00005	1,00008	1,00006	1,00008
18,9	1,00004	1,00007	1,00005	1,00007
19,0	1,00004	1,00006	1,00005	1,00006
19,1	1,00004	1,00006	1,00004	1,00006
19,2	1,00003	1,00005	1,00004	1,00005
19,3	1,00003	1,00004	1,00003	1,00004
19,4	1,00002	1,00004	1,00003	1,00004
19,5	1,00002	1,00003	1,00002	1,00003
19,6	1,00002	1,00003	1,00002	1,00002
19,7	1,00001	1,00002	1,00001	1,00001
19,8	1,00001	1,00001	1,00001	1,00001
19,9	1,00000	1,00001	1,00001	1,00001
20,0	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000

Температура мерника или воды, °С	Поправочный коэффициент n			
	сталь	латунь	медь	алюминий
20,1	0,99999	0,99999	0,99999	0,99999
20,2	0,99999	0,99999	0,99999	0,99998
20,3	0,99998	0,99998	0,99998	0,99997
20,4	0,99998	0,99998	0,99997	0,99996
20,5	0,99998	0,99997	0,99997	0,99996
20,6	0,99997	0,99996	0,99996	0,99995
20,7	0,99997	0,99996	0,99996	0,99994
20,8	0,99997	0,99995	0,99995	0,99994
20,9	0,99996	0,99994	0,99995	0,99993
21,0	0,99996	0,99994	0,99994	0,99992
21,1	0,99996	0,99993	0,99994	0,99991
21,2	0,99995	0,99993	0,99993	0,99990
21,3	0,99995	0,99992	0,99993	0,99990
21,4	0,99995	0,99991	0,99992	0,99989
21,5	0,99994	0,99991	0,99992	0,99989
21,6	0,99994	0,99990	0,99991	0,99988
21,7	0,99994	0,99989	0,99991	0,99987
21,8	0,99993	0,99988	0,99990	0,99986
21,9	0,99993	0,99988	0,99989	0,99986
22,0	0,99993	0,99987	0,99989	0,99985
22,1	0,99993	0,99987	0,99989	0,99984
22,2	0,99992	0,99986	0,99988	0,99984
22,3	0,99992	0,99985	0,99988	0,99983
22,4	0,99992	0,99984	0,99987	0,99982
22,5	0,99991	0,99984	0,99987	0,99981
22,6	0,99991	0,99983	0,99986	0,99981
22,7	0,99991	0,99983	0,99985	0,99980
22,8	0,99990	0,99982	0,99985	0,99979
22,9	0,99990	0,99982	0,99984	0,99978
23,0	0,99990	0,99981	0,99984	0,99978
23,1	0,99989	0,99980	0,99983	0,99977
23,2	0,99989	0,99980	0,99983	0,99976
23,3	0,99989	0,99979	0,99983	0,99976
23,4	0,99988	0,99978	0,99982	0,99975
23,5	0,99988	0,99978	0,99981	0,99974
23,6	0,99988	0,99977	0,99981	0,99973
23,7	0,99987	0,99977	0,99980	0,99973
23,8	0,99987	0,99976	0,99980	0,99972
23,9	0,99987	0,99975	0,99979	0,99971
24,0	0,99986	0,99974	0,99979	0,99971
24,1	0,99986	0,99974	0,99979	0,99970
24,2	0,99985	0,99973	0,99978	0,99969
24,3	0,99985	0,99973	0,99977	0,99968
24,4	0,99985	0,99972	0,99977	0,99968
24,5	0,99984	0,99971	0,99977	0,99967
24,6	0,99984	0,99971	0,99976	0,99967
24,7	0,99984	0,99970	0,99976	0,99966
24,8	0,99983	0,99969	0,99975	0,99964
24,9	0,99982	0,99969	0,99975	0,99964
25,0	0,99982	0,99968	0,99974	0,99964

Приложение Б
(окончание)

Поправочный коэффициент n , учитывающий изменение вместимости мерника в зависимости от его температуры t , рассчитывают по формуле

$$n = \frac{1}{1 + \beta \cdot (t - 20)}, \quad (\text{Б.1})$$

где β_M – коэффициент объёмного расширения материала, из которого изготовлен мерник, $1/^\circ\text{C}$ ($\beta_M = 3 \cdot \alpha_M$, где α_M – линейный коэффициент расширения материала, из которого изготовлен мерник, $1/^\circ\text{C}$).

Таблица Б.2 – Коэффициент линейного расширения α для мерной посуды (колбы)

Материал стенок колбы	Коэффициент линейного расширения α , $^\circ\text{C}^{-1}$
Боросиликатное стекло	$1,00 \cdot 10^{-5}$
Примечание – Допускается использовать значение линейного расширения материала стенок мерной посуды, указанное в её документации.	

Значения температурного коэффициента линейного расширения материала стенок мерника α_M могут быть рассчитаны в зависимости от температуры t , $^\circ\text{C}$, по формуле (ГОСТ 8.586.1-2005)]:

$$\alpha_M = 10^{-6} \cdot \left[\alpha_0 + \alpha_1 \cdot \frac{t}{1000} + \alpha_2 \cdot \left(\frac{t}{1000} \right)^2 \right], \quad (\text{Б.2})$$

где α_0 , α_1 , α_2 – постоянные коэффициенты, определяемые в соответствии с таблицей Б.3, отн.

Таблица Б.3

Марка стали		Значения постоянных коэффициентов		
ГОСТ (СНГ)	AISI (США)	α_0	α_1	α_2
08X18H10	304	15,325	11,250	0
08X18H10T	321	15,470	10,500	0

Приложение В (обязательное)

Схема пломбировки

Пломбирование установок осуществляется с помощью проволоки и пластмассовых (свинцовых) пломб, которыми пломбируются регулируемые шкалы и сливные краны мерников (при наличии) с нанесением знака поверки на пломбы давлением.

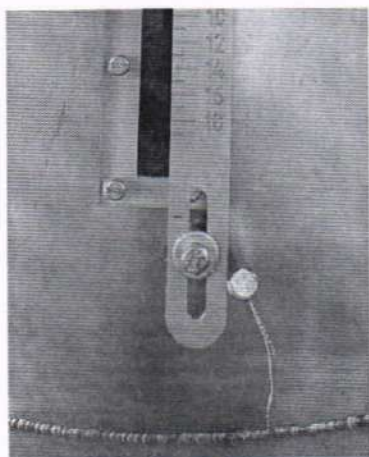


Рисунок В.1 – Схемы пломбирования от несанкционированного доступа, обозначение мест нанесения знака поверки на регулируемые шкалы (при наличии) и сливные краны мерников установок поверочных УПМ