

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И
МЕТРОЛОГИИ

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт расходомерии»
Государственный научный метрологический центр
ФГУП «ВНИИР»

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора ФГУП «ВНИИР»
по развитию



А.С. Тайбинский

М.П.

2018 г.

ИНСТРУКЦИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений

УСТАНОВКИ ПОВЕРОЧНЫЕ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ ОБЪЕМА ИЛИ МАССЫ
СЖИЖЕННЫХ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ГАЗОВ УПМ-СГ

Методика поверки

МП 0742-1-2018

Начальник научно-
исследовательского отдела

Р.А. Корнеев

Тел. отдела: 272-12-02

г. Казань
2018 г.

Настоящая инструкция распространяется на установки поверочные сжиженных углеводородных газов УПМ-СГ (далее – установки), предназначенные для измерений, хранения и передачи единиц массы и (или) объема жидкости, и устанавливает методику и последовательность их первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками – 1 год.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки выполняют следующие операции:

- внешний осмотр (пункт 6.1);
- опробование (пункт 6.2);
- подтверждение соответствия программного обеспечения (пункт 6.3);
- определение метрологических характеристик (пункт 6.4);

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки установки применяют следующие средства поверки:

– рабочий эталон единицы массы 4 разряда по ГОСТ 8.021–2015 «Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений массы» с номинальными значениями от 0,5 до 1000 кг, являющимися гирями класса точности M_1 по ГОСТ OIMLR 111-1 (далее – гири);

– рабочий эталон единицы объема жидкости 1-го разряда в соответствии с частью 3 приказа № 256 от 07.02.2018 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости» с номинальным значением 10 дм³ и (или) 100 дм³ (далее – эталон 1-го разряда);

– колбы стеклянные эталонные 1-го класса точности с номинальной вместимостью 0,05; 0,25; 0,5; 1 дм³ по ГОСТ 1770-74 «Посуда мерная лабораторная стеклянная. Цилиндры, мензурки, колбы, пробирки. Общие технические условия» (далее – колбы эталонные);

– термометр лабораторный электронный ЛТ-300 (регистрационный номер 61806-15) с пределами допускаемой основной абсолютной погрешности $\pm 0,05$ °С с диапазоном измерений температуры от плюс 10 до плюс 30 °С;

– рабочий эталон единицы плотности 1 разряда по ГОСТ 8.024-2002 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений плотности» с диапазоном значений соответствующим плотности измеряемой среды и пределом абсолютной погрешности $\pm 0,05$ кг/м³;

– измеритель влажности и температуры ИВТМ-7 (регистрационный номер 15500-12) с каналом измерения атмосферного давления. Диапазон измерений температуры от плюс 10 до плюс 30 °С с пределами допускаемой абсолютной погрешности по каналу температуры $\pm 0,2$ °С, диапазон измерений влажности от 30 до 90 % с пределами допускаемой основной абсолютной погрешности по каналу относительной влажности ± 2 %, диапазон измерений давления от 84 до 106 кПа с пределами допускаемой абсолютной погрешности по каналу атмосферного давления $\pm 0,5$ кПа;

– секундомер электронный «Интеграл С-01» (регистрационный номер 44154-16) с пределами допускаемой основной абсолютной погрешности измерений интервалов времени не более $\pm (9,61 \cdot 10^{-6} \cdot T_x + 0,01)$, где T_x – значение измеренного интервала времени (далее – секундомер).

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

2.3 При определении метрологических характеристик установок модели 500 и 1000 допускается вместо рабочего эталона единицы массы 4 разряда по ГОСТ 8.021–2015 с номинальными значениями от 0,5 до 1000 кг использование следующего набора средств поверки: рабочий эталон единицы массы 2 разряда по ГОСТ 8.021–2015 с номинальным

значением 20 кг, являющийся гирей класса точности F₁, компаратором массы на 20 кг со среднеквадратическим отклонением ± 0,033 г (далее – компаратор) и балластный груз с известной плотностью массой 20 кг в количестве 25 и 50 штук соответственно.

2.4 Все применяемые в качестве средств поверки эталоны единиц величин должны быть аттестованы; средства измерений должны иметь действующий знак поверки и (или) свидетельство о поверке и (или) запись в паспорте (формуляре) средства измерений, заверенной подписью поверителя и знаком поверки.

2.5 Манометры и термометры, входящие в состав установок, поверяются по методикам поверки в соответствии со своими описаниями типа и интервалами между поверок.

3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

3.1 При проведении поверки соблюдают требования:

- правил технической эксплуатации электроустановок потребителей;
- правил безопасности при эксплуатации средств поверки, приведенных в их эксплуатационных документах;
- инструкций по охране труда, действующих на объекте.

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

3.3 К средствам поверки и используемому при поверке оборудованию обеспечивают свободный доступ.

3.4 Освещенность должна обеспечивать отчетливую видимость применяемых средств поверки, снятие показаний с приборов.

3.5 При появлении течи измеряемой среды и других ситуаций, нарушающих процесс поверки, поверка должна быть прекращена.

4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

4.1 Окружающая среда с параметрами:

- | | |
|---------------------------------------|-----------------------|
| – температура окружающего воздуха, °С | от плюс 15 до плюс 25 |
| – относительная влажность, % | от 30 до 80 |
| – атмосферное давление, кПа | от 84 до 106,7 |

4.2 Измеряемая среда – вода питьевая по СанПин 2.1.4.1074-2001.

- | | |
|------------------------------------|-----------------------|
| – температура измеряемой среды, °С | от плюс 15 до плюс 25 |
|------------------------------------|-----------------------|

4.3 Изменение температуры воды и окружающего воздуха при определении метрологических характеристик установки при измерении объема за время одного измерения вместимости мерника установки не должно превышать ±0,5 °С. Контроль изменения температуры воды и окружающего воздуха производится с применением термометра с диапазоном измерений от плюс 10 до плюс 30 °С и абсолютной погрешностью ±0,05 °С.

5 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

При подготовке к поверке выполняют следующие работы:

- проверяют наличие действующих свидетельств об аттестации эталонов, а также информации о поверке средств измерений применяемых в качестве средств поверки;
- средства поверки и установку выдерживают при температуре, указанной в разделе 4, не менее трех часов, если время их выдержки не указано в их эксплуатационных документах;
- устанавливают установку по уровню или отвесу в соответствии с руководством по эксплуатации установки, обеспечив ее вертикальность;
- подготавливают к работе средства поверки и установку в соответствии с их эксплуатационными документами.

6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

6.1 Внешний осмотр

6.1.1 При внешнем осмотре установки определяют:

– отсутствие видимых повреждений, препятствующих правильному снятию показаний;

– комплектность установок;

– наличие маркировки установки.

6.1.2 Результаты поверки считают положительными, если на установке отсутствуют видимые повреждения, препятствующие правильному снятию показаний, комплектность и маркировка установки соответствуют требованиям ее эксплуатационных документов.

6.2 Опробование

При опробовании установки проводят заполнение мерника, входящего в состав установки, водой до отметки номинальной вместимости и выдержку в течение не менее 20 минут, при этом проверяют герметичность соединений. Для установок модификации МВТ также проверяют наличие показаний на цифровом табло преобразователя весоизмерительного ТВИ-024.

Результаты опробования считаются положительными, если по истечению 20 минут уровень воды в мернике не изменился, на поверхности мерника не появились капли воды, не наблюдается запотевание корпуса мерника, отсутствуют каплепадения на запорной арматуре установки, на цифровом табло преобразователя весоизмерительного ТВИ-024 отображаются показания массы, качественно соответствующие массе налитой воды в мерник установки (для модификации МВТ).

6.3 Подтверждение соответствия программного обеспечения

Подтверждение соответствия программного обеспечения заявленным идентификационным данным проводят для установок модификации МВТ.

Подают питание на установку. После включения преобразователь весоизмерительный ТВИ-024 выполнит самодиагностическую проверку целостности данных, затем на цифровом табло кратковременно отобразится номер версии программного обеспечения.

Результат подтверждения соответствия программного обеспечения считается положительным, если полученные идентификационные данные программного обеспечения установки (номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения) соответствуют идентификационным данным, указанным в разделе «Программное обеспечение» описания типа на установку.

6.4 Определение метрологических характеристик установок

Определение метрологических характеристик установок модификации МВТ проводят по пунктам 6.4.1, 6.4.2 данной инструкции. Определение метрологических характеристик установок модификации М проводят по пункту 6.4.2 данной инструкции.

6.4.1 Определение относительной погрешности установки при измерении массы

6.4.1.1 Определение погрешности весоизмерительного устройства

Абсолютную погрешность весоизмерительного устройства определяют последовательным нагружением гирь или балластным грузом. Балластный груз должен быть пронумерован, действительную массу каждого балластного груза определяют по компаратору сличением с рабочим эталоном единицы массы 2 разряда по ГОСТ 8.021–2015 с номинальным значением 20 кг, являющимся гирей класса точности F₁.

Гири или балластный груз размещают на площадку для размещения гирь равномерно и симметрично. Количество измерений должно быть не менее пяти на каждой точке измерений (для модели 10: 2,5, 5, 10 кг; для модели 25: 2,5, 10, 25 кг; для модели 150: 100, 120, 150 кг; для модели 500: 125, 300, 500 кг; для модели 1000: 250, 500, 1000 кг). Снятие показаний с

преобразователя весоизмерительного ТВИ-024 производят через 30 с после установки комплекта гирь или балластного груза.

Абсолютную погрешность весоизмерительного устройства $\Delta M_{\epsilon ij}$, кг, определяют по формуле:

$$\Delta M_{\epsilon ij} = M_{\epsilon ij} - M_z \cdot \left(1 + \frac{\rho_{\epsilon ij}}{\rho_z} \right), \quad (1)$$

- где M_{ϵ} – масса по показаниям преобразователя весоизмерительного ТВИ-024, кг;
 M_z – масса гирь или балластного груза, кг;
 j, i – индексы точки измерения и номера измерения;
 ρ_{ϵ} – плотность воздуха, кг/м³ (определяют в соответствии с ГОСТ OIML 111 или по формуле (8) настоящей инструкции);
 ρ_z – плотность гирь (принимают равным 8000 кг/м³ или определяют в соответствии с паспортом гирь или балластного груза);

Среднеарифметическое значение массы по показаниям преобразователя весоизмерительного, $M_{\epsilon j}$, кг, вычисляют по формуле:

$$M_{\epsilon j} = \frac{1}{n_j} \sum_{i=1}^{n_j} M_{\epsilon ij} \quad (2)$$

где n_j – количество измерений в j точке измерения.

Для каждой точки расхода проводят исключение измерений, не удовлетворяющих критерию Граббса. Определяют среднее квадратическое отклонение случайной составляющей погрешности измерений в j -ой точке диапазона измерений, S_{0j} , по формуле:

$$S_{0j} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta M_{\epsilon ij} - M_{\epsilon j})^2}{n_j - 1}}, \quad (3)$$

Вычисляют критерий Граббса G_1 и G_2 по формулам:

$$G_1 = \left| \frac{\Delta M_{\epsilon j \max} - M_{\epsilon j}}{S_{0j}} \right|, \quad (4)$$

$$G_2 = \left| \frac{M_{\epsilon j} - \Delta M_{\epsilon j \min}}{S_{0j}} \right|, \quad (5)$$

где $\Delta M_{\epsilon j \max}$ – максимальное значение абсолютной погрешности преобразователя весоизмерительного ТВИ-024 в j точке измерений, кг;

$\Delta M_{\epsilon j \min}$ – минимальное значение абсолютной погрешности преобразователя весоизмерительного ТВИ-024 в j точке измерений, кг.

Производят сравнение определенных G_1 и G_2 со значением коэффициента G_T , определенным в соответствии с таблицей 1. Если $G_1 > G_T$, то $\Delta M_{\epsilon j \max}$ исключают как маловероятное значение. Если $G_2 > G_T$, то $\Delta M_{\epsilon j \min}$ исключают как маловероятное значение.

Таблица 1 – Критические значения для критерия Граббса (ГОСТ Р 8.736-2011 «ГСИ. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения»)

n_j	3	4	5	6	7	8	9	10	11
G_T	1,155	1,481	1,715	1,887	2,020	2,126	2,215	2,290	2,355

Далее вновь проводят вычисление $\Delta M_{\theta j}$, $S_{\theta j}$ и процедуру проверки измерений, не удовлетворяющих критерию Граббса.

Количество измерений, не удовлетворяющих критериям Граббса в каждой точке измерений должно быть не более 1. Количество измерений, удовлетворяющих критериям Граббса в каждой точке измерений должно быть не менее 5.

Среднее квадратическое отклонение результата измерений в каждой точке $S_{\theta j}$, кг, вычисляют по формуле:

$$S_{\theta j} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (M_{\theta ji} - M_{\theta j})^2}{n_j \cdot (n_j - 1)}}, \quad (6)$$

Неисключенную систематическую составляющую погрешности весоизмерительного устройства для каждой точки $\Theta_{\theta j}$, кг, вычисляют по формуле:

$$\Theta_{\theta j} = \Delta M_{\theta j \max}, \quad (7)$$

где $\Delta M_{\theta j \max}$ – максимальное значение абсолютной погрешности преобразователя весоизмерительного ТВИ-024.

6.4.1.2 Определение погрешности измерений плотности воздуха

Плотность воздуха ρ_a , кг/м³, определяется по формуле:

$$\rho_a = \frac{(0,34848 \cdot P_a - 0,009024 \cdot hr \cdot e^{0,0612 \cdot t_a})}{273,15 + t_a}, \quad (8)$$

где P_a – атмосферное давление, кПа;
 hr – относительная влажность воздуха, %;
 t_a – температура окружающего воздуха, °С.

Неисключенную систематическую погрешность измерений плотности воздуха Θ_{ρ_a} , кг/м³, вычисляют по формуле:

$$\Theta_{\rho_a} = 1,1 \cdot \sqrt{\left(\frac{\partial \rho_a}{\partial P_a}\right)^2 \cdot \Delta_{P_a}^2 + \left(\frac{\partial \rho_a}{\partial hr}\right)^2 \cdot \Delta_{hr}^2 + \left(\frac{\partial \rho_a}{\partial t_a}\right)^2 \cdot \Delta_{t_a}^2}, \quad (9)$$

где Δ_{t_a} – абсолютная погрешность средства измерений температуры окружающего воздуха, °С;
 Δ_{hr} – абсолютная погрешность средства измерений относительной влажности окружающего воздуха, %;
 Δ_{P_a} – абсолютная погрешность средства измерений атмосферного давления, гПа;
 $\frac{\partial \rho_a}{\partial P_a}$, $\frac{\partial \rho_a}{\partial hr}$, $\frac{\partial \rho_a}{\partial t_a}$ – частные производные плотности воздуха по ее составляющим (определяются по формулам (10)–(12)).

$$\frac{\partial \rho_a}{\partial P_a} = \frac{0,34848}{t_a + 273,15}, \quad (10)$$

$$\frac{\partial \rho_a}{\partial hr} = \frac{0,009024 \cdot e^{0,0612 \cdot t_a}}{t_a + 273,15}, \quad (11)$$

$$\frac{\partial \rho_a}{\partial t_a} = \frac{0,0005522688 \cdot hr \cdot e^{0,0612 \cdot t_a}}{t_a + 273,15} - \frac{0,34848 - 0,00902 \cdot hr \cdot e^{0,0612 \cdot t_a}}{(t_a + 273,15)^2}. \quad (12)$$

Неисключенная систематическая погрешность измерений плотности воздуха не должна превышать $0,005 \text{ кг/м}^3$.

При дальнейших расчетах неисключенную систематическую погрешность измерений плотности воздуха допускается принимать равной $0,005 \text{ кг/м}^3$.

6.4.1.3 Определение неисключенной систематической погрешности и среднего квадратического отклонения установки при измерении массы

Неисключенную систематическую погрешность установки при измерении массы $\Theta_{\text{ВУ}j} \%$, вычисляют по формулам:

$$\Theta_{\text{ВУ}j} = \frac{\Theta_{\text{ВУ}\Delta j}}{M_{\text{В}j}} \cdot 100, \quad (13)$$

$$\Theta_{\text{ВУ}\Delta j} = 1,1 \cdot \sqrt{\left(\frac{\partial \Delta M_{\text{с}j}}{\partial M_{\text{с}j}}\right)^2 \cdot \Theta_{\text{с}j}^2 + \left(\frac{\partial \Delta M_{\text{с}j}}{\partial M_{\text{з}j}}\right)^2 \cdot \Theta_{M_{\text{з}}}^2 + \left(\frac{\partial \Delta M_{\text{с}j}}{\partial \rho_{\text{с}j}}\right)^2 \cdot \Theta_{\rho_{\text{с}}}^2}, \quad (14)$$

где $\Theta_{\text{ВУ}\Delta j}$ – систематическая составляющая погрешности установки при измерении массы;

$\Theta_{M_{\text{з}}}$ – систематическая составляющая пределов погрешности гирь, кг. Определяется в соответствии со свидетельством о поверке или паспортом гирь. При отсутствии вышеуказанных данных принимать равной средней абсолютной погрешности гирь, $\Delta M_{\text{з}j \text{ ср}}$, в j -ой точке измерения по формуле (18);

$\frac{\partial \Delta M_{\text{с}}}{\partial M_{\text{з}}}$, $\frac{\partial \Delta M_{\text{с}}}{\partial M_{\text{с}}}$, $\frac{\partial \Delta M_{\text{с}}}{\partial \rho_{\text{с}}}$ – частные производные абсолютной погрешности преобразователя весоизмерительного ТВИ-024 по ее составляющим (определяются по формулам (15)-(17)).

$$\frac{\partial \Delta M_{\text{с}}}{\partial M_{\text{з}}} = -\frac{\rho_{\text{с}}}{\rho_{\text{з}}} - 1, \quad (15)$$

$$\frac{\partial \Delta M_{\text{с}}}{\partial M_{\text{с}}} = 1, \quad (16)$$

$$\frac{\partial \Delta M_{\text{с}}}{\partial \rho_{\text{с}}} = -\frac{M_{\text{з}}}{\rho_{\text{з}}}. \quad (17)$$

Средняя абсолютная погрешность гирь, $\Delta M_{\text{з}j \text{ ср}}$, в j -ой точке измерения определяется по формуле:

$$\Delta M_{\text{з}j \text{ ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n (M_{\text{с}j} \cdot \Delta M_{\text{з}j})}{\sum_{i=1}^n M_{\text{с}j}}, \quad (18)$$

где ΔM_{2j} – абсолютная погрешность гири в соответствии с паспортом.

Среднее квадратическое отклонение установки при измерении массы, S_{BYj} , %, вычисляют по формуле:

$$S_{BYj} = \frac{S_{aj}}{M_{Bj}} \cdot 100. \quad (19)$$

6.4.1.4 Относительную погрешность весового устройства при измерении массы δ_{BYj} , %, вычисляют по формуле:

$$\delta_{BYj} = S_{\Sigma j} \cdot K, \quad (20)$$

$$K = \frac{\Theta_{BYj} + \varepsilon_j}{S_{\Theta j} + S_{BYj}} \quad (21)$$

$$\varepsilon_j = t_{0,95} \cdot S_{BYj}, \quad (22)$$

$$S_{\Sigma j} = \sqrt{S_{\Theta j}^2 + S_{BYj}^2}, \quad (23)$$

$$S_{\Theta j} = \frac{\Theta_{BYj}}{\sqrt{3}}, \quad (24)$$

где ε_j – граница случайной составляющей погрешности, %;

$t_{0,95}$ – коэффициент Стьюдента при доверительной вероятности $P = 0,95$ и количестве измерений n (определяют в соответствии с Приложением Д ГОСТ Р 8.736-2011).

Результат поверки считают положительным, если относительная погрешность установки при измерении массы, δ_{BYj} , не превышает $\pm 0,04$ %.

6.4.2 Определение относительной погрешности установки при измерении объема

6.4.2.1 Определение относительной погрешности мерника металлического эталонного 2-го разряда

Вместимость мерника эталонного 2-го разряда (далее – мерник) определяют объемным методом, заполняя его водой, объем которой предварительно измерен рабочим эталоном единицы объема жидкости 1-го разряда (метод налива), или выливая из него воду в эталон 1-го разряда (метод слива). Непосредственно перед заполнением должны быть смочены в первом случае – мерник, а во втором случае – эталон 1-го разряда.

Если вместимость поверяемого мерника превышает вместимость эталона 1-го разряда, применяют многократное использование эталона 1-го разряда или колб. Эталон 1-го разряда в этом случае должен иметь такую вместимость, чтобы число измерений не превышало 40.

Измеряют температуру воды в мернике, эталоне 1-го разряда и колбах после каждого налива, записывают их значения. Измерение температуры в мернике и эталоне 1 разряда проводят по истечению 10 мин выдержки после каждого налива.

Перед заполнением эталон 1-го разряда устанавливают по уровню или отвесу, обеспечив вертикальность горловины.

После заполнения эталона 1-го разряда или мерника необходимо убедиться, что уровень воды окончательно установлен, а после опорожнения мерников убедиться, что вода полностью удалена. Для этого после слива сплошной струей выполняют выдержку на слив капель 30 секунд для мерника и 1 минуту для эталона 1-го разряда и закрывают сливной кран.

Если в поверяемом по методу налива мернике или в эталоне 1-го разряда при поверке по методу слива установившийся уровень воды не совпадает с отметкой номинальной вместимости, то с помощью колб эталонных доливают (отливают) воду до совмещения ее уровня с отметкой номинальной вместимости.

Вместимость мерника со шкалой на горловине на каждой 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 применяют при выбранной отметке, расположенной ниже отметки номинальной вместимости.

Вместимость мерника V_t , дм^3 , при температуре t определяют по формуле:

$$V_t = \sum_{i=1}^n \left(V_{M1pi} \cdot \left(1 + 3 \cdot \alpha_{M1pi} \cdot (t_{M1pi} - 20) - F \cdot P_y \right) \right) + \sum_{j=1}^k \left(\pm \Delta V_j \cdot \left(1 + \alpha_{K3} \cdot (t_{ki} - 20) - F \cdot P_y \right) \right), \quad (25)$$

- где i – номер измерения с помощью эталона 1-го разряда;
 n – количество измерений с помощью эталона 1-го разряда;
 V_{M1p} – действительная вместимость эталона 1-го разряда, соответствующая температуре плюс 20 °С, дм^3 ;
 α_{M1p} – коэффициент линейного расширения материала стенок эталона 1-го разряда, $^{\circ}\text{C}^{-1}$ (определяют в соответствии с приложением А);
 t_{M1p} – температура воды в эталоне 1-го разряда, $^{\circ}\text{C}$;
 F – коэффициент сжимаемости жидкости, МПа^{-1} (принимают равным $49,1 \cdot 10^{-5} \text{МПа}^{-1}$);
 P_y – избыточное давление в мернике установки, МПа 0;
 j – номер измерения с помощью эталонных колб;
 k – количество измерений с помощью эталонных колб;
 $+\Delta V$ – объем добавленной воды эталонной колбой, дм^3 ;
 $-\Delta V$ – объем отобранной воды эталонной колбой, дм^3 ;
 α_{K3} – коэффициент линейного расширения материала стенок эталонной колбы (боросиликатное стекло), $^{\circ}\text{C}^{-1}$ (определяют в соответствии с приложением А);
 t_k – температура воды в эталонной колбе, $^{\circ}\text{C}$.

После определения номинальной вместимости и вместимостей на крайних отметках с помощью колб эталонных промежуточные значения вместимости следует определять по равномерной шкале, нанесенной с использованием мер длины.

Действительную вместимость установки V_{20} , дм^3 , соответствующую температуре плюс 20 °С, вычисляют по формуле

$$V_{20} = V_t \cdot \left(1 - 3 \cdot \alpha_{M2p} \cdot (t_{M2p} - 20) \right), \quad (26)$$

- где α_{M2p} – коэффициент линейного расширения материала стенок мерника, $^{\circ}\text{C}^{-1}$ (определяют в соответствии с приложением А);
 t_{M2p} – температура воды в мернике, $^{\circ}\text{C}$.

Действительную вместимость поверяемой установки на отметке номинальной вместимости определяют дважды по формуле (26). Разность между результатами двух измерений не должна превышать половины пределов допускаемой абсолютной погрешности поверяемого мерника

$$\left| V_{20(1)} - V_{20(2)} \right| \leq 0,5 \cdot \Delta V_{M2p}, \quad (27)$$

- где ΔV_{M2p} – наибольшее значение допускаемой абсолютной погрешности установки на отметке номинальной вместимости, дм^3 (определяют по формуле (28)).

$$\Delta V_{M2p} = \frac{V}{100} \cdot \delta, \quad (28)$$

- где V – номинальная вместимость мерника, дм^3 ;
 δ – пределы допускаемой относительной погрешности установок при измерении объема в соответствии с описанием типа и эксплуатационными документами установок.

$$V_{20(1,2)} = \frac{V_{20(1)} + V_{20(2)}}{2}. \quad (29)$$

Относительную погрешность установки при температуре 20 °С, %, вычисляют по формуле

$$\delta_{M2P} = \left| \frac{V - V_{20(1,2)}}{V_{20(1,2)}} \right| \cdot 100. \quad (30)$$

6.4.2.2 Определение цены деления шкалы горловины мерника

Мерник заполняют водой до отметки конечного значения шкалы (верхняя отметка шкалы). По истечении 10 минут выдержки измеряют температуру воды в мернике и регистрируют температуру t , принимая температуру мерника равной температуре воды.

Сливают воду из мерника от отметки конечного значения шкалы до отметки номинальной вместимости, измеряют ее количество средствами поверки.

Сливают воду из мерника от отметки номинальной вместимости до отметки начального значения шкалы, измеряют ее количество средствами поверки.

Цену деления шкалы горловины мерника установки определяют по формуле

$$C = \frac{V_{ШК1} + V_{ШК2}}{k}, \quad (31)$$

где $V_{ШК1}$ – действительная вместимость горловины от отметки конечного значения шкалы до отметки номинальной вместимости, дм³;

$V_{ШК2}$ – действительная вместимость горловины от отметки номинальной вместимости до отметки начального значения шкалы, дм³.

Примечание – Допускается определять вместимость горловины методом налива.

6.4.2.3 Определение относительной погрешности установки при измерении объема

Объем жидкости, измеренный установкой, дм³, определяется по формуле

$$V = V_{20(1,2)} \cdot [1 + 3 \cdot \alpha_{M2P} \cdot (t_{M2P} - 20) - F \cdot P_y]. \quad (32)$$

Относительную погрешность установки при измерении объема, %, вычисляют по формуле

$$\delta_{Vy} = \frac{110}{V} \cdot \sqrt{\Delta_V^2 \cdot \left(\frac{\partial V_i}{\partial V_{20(1,2)}} \right)^2 + \Delta_t^2 \cdot \left(\frac{\partial V_i}{\partial t} \right)^2 + \Delta_P^2 \cdot \left(\frac{\partial V_i}{\partial P} \right)^2}, \quad (33)$$

где $\frac{\partial V_i}{\partial V_{20(1,2)}}$, $\frac{\partial V_i}{\partial t}$, $\frac{\partial V_i}{\partial P}$ – частные производные объема жидкости, измеренного установкой по составляющим (определяются по формулам (34)-(36));

Δ_P – абсолютная погрешность измерения давления (определяется по формуле (38));

Δ_t – абсолютная погрешность измерения температуры (определяется в соответствии с паспортом на термометр);

Δ_V – абсолютная погрешность вместимости установки при измерении объема (определяется по формуле (37)).

$$\frac{\partial V_i}{\partial V_{20(1,2)}} = 3 \cdot \alpha_{M2P} \cdot (t_{M2P} - 20) - F \cdot P_y + 1, \quad (34)$$

$$\frac{\partial V_i}{\partial t} = 3 \cdot V_{20(1,2)} \cdot \alpha_{M2P}, \quad (35)$$

$$\frac{\partial V_i}{\partial P} = -F \cdot V_{20(1,2)}, \quad (36)$$

$$\Delta V = \frac{\delta_{M2P} \cdot V}{100}, \quad (37)$$

$$\Delta_p = \frac{\gamma_p \cdot P_{\text{наиб}}}{100}, \quad (38)$$

где $P_{\text{наиб}}$ – наибольшее значение давления в мернике установки, МПа.

Результат поверки считают положительным, если относительная погрешность установки при измерении объема δ_{vy} не превышает значений, указанных в описании типа.

6.4.3 Поверка термометров и манометров, входящих в состав установки.

Поверку термометров и манометров, входящих в состав установки, выполняют в соответствии с методиками поверки, указанными в разделах «Поверка» описаний типа, и с периодичностью в соответствии с интервалами между поверками, согласно свидетельствам об утверждении типа. Если на термометр или манометр, входящий в состав установки, имеется свидетельство о поверке или отметка в паспорте, клеймо, действующее на момент поверки установки не менее года (или равное году), то его поверку допускается не проводить.

Установку считают прошедшей поверку, если термометр и манометр, входящие в состав установки на момент проведения поверки поверены или прошли процедуру поверки с положительным результатом в соответствии с требованиями методики поверки, указанными в разделах «Поверка» описаний типа, являющихся обязательным приложением к свидетельству об утверждении типа на данные средства измерений.

Применение установки при истечении срока поверки термометра и (или) манометра, входящих в состав установки, не допускается.

7 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

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

7.2 При положительных результатах поверки оформляют свидетельство о поверке установки в соответствии с приказом Минпромторга России № 1815 от 2 июля 2015 г. «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке». Знак поверки наносится на свидетельство о поверке, а также давлением на свинцовые (пластмассовые) пломбы в соответствии с рисунком 2 описания типа на установку.

7.3 При отрицательных результатах поверки установку к эксплуатации не допускают, свидетельство о поверке аннулируют и выдают «Извещение о непригодности к применению» с указанием причин в соответствии с приказом Минпромторга России № 1815 от 02.07.2015 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(Справочное)

А.1 Коэффициенты линейного расширения материала стенок мерника приведены в таблице А.1.

Таблица А.1 – Коэффициенты линейного расширения материала стенок мерника

Материал стенок мерника	Коэффициент линейного расширения, °С ⁻¹
Сталь углеродистая	$11,2 \cdot 10^{-6}$
Сталь легированная	$11,0 \cdot 10^{-6}$
Сталь нержавеющая	$16,6 \cdot 10^{-6}$
Латунь	$17,8 \cdot 10^{-6}$
Алюминий	$24,5 \cdot 10^{-6}$
Медь	$17,4 \cdot 10^{-6}$
Примечание – Допускается использовать значение коэффициента линейного расширения материала стенок мерника, указанное в документации на мерник.	

А.2 Коэффициент линейного расширения материала стенок колбы приведены в таблице А.2.

Таблица А.2 – Коэффициенты линейного расширения материала стенок колбы

Материал стенок колбы	Коэффициент линейного расширения, °С ⁻¹
Боросиликатное стекло	$10,0 \cdot 10^{-6}$
Примечание – Допускается использовать значение коэффициента линейного расширения материала стенок колбы, указанное в документации на колбу.	