

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»
ФГУП «ВНИИМ им Д. И. Менделеева»

СОГЛАСОВАНО

И.о. генерального директора

ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

А. Н. Пронин

2021 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Установка эталонная поверочная ЭПУ

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 2550-0373-2020

Руководитель отдела

ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

 К. В. Попов

Санкт-Петербург
2021

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика поверки распространяется на Установку эталонную поверочную ЭПУ (далее – ЭПУ), и устанавливает методику ее первичной и периодической поверки.

Методикой поверки обеспечивается прослеживаемость ЭПУ к Государственному первичному эталону единицы объема жидкости ГЭТ 216-2018 в соответствии с п. 5.2.2.1 ГПС, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 7 февраля 2018 г. № 256 «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».

Методика поверки не предусматривает проведения поверки отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных блоков из состава средства измерений, для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

Методика поверки реализуется методом непосредственного сличения поверяемого СИ с эталонами той же величины.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 - Перечень операций поверки

| Наименование операции | Номер пункта методики поверки | Первичная поверка | Периодическая поверка |
|--|-------------------------------|-------------------|-----------------------|
| Внешний осмотр | 7 | да | да |
| Опробование | 8 | да | да |
| Подтверждение соответствия программного обеспечения (ПО) | 9 | да | да |
| Определение метрологических характеристик ЭПУ | 10 | да | да |
| Оформление результатов поверки | 11 | да | да |

2.2. Если при проведении той или иной операции поверки получен отрицательный результат, дальнейшая поверка прекращается.

3. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1. При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

При проведении поверки соблюдают следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от 15 до 35;
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106;
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80;
- рабочая жидкость вода питьевая по СанПИН 2.1.4.1074-01;
- содержание свободного газа в поверочной жидкости не допускается.

Соблюдают условия в соответствии с требованиями документов на методики поверки СИ, входящих в состав ЭПУ.

3.2. Параметры электропитания – в соответствии с эксплуатационной документацией расходомера и средств поверки.

4. ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1. Управление оборудованием и средствами поверки производят лица, прошедшие обучение и проверку знаний требований безопасности и допущенные к обслуживанию технологического оборудования и средств поверки.

4.2. К работе по поверке расходомера должны допускаться лица, имеющие необходимую квалификацию по поверке СИ расхода.

4.3. При проведении поверки допускается участие оператора, обслуживающего расходомер по месту эксплуатации.

5. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1. При поверке ЭПУ применяют средства поверки, указанные в документах на методики поверки средств измерений (СИ), входящих в состав ЭПУ, приведенных в таблице 2 и следующие средства поверки:

Таблица 2

| Наименование СИ | Нормативные документы |
|---|--|
| Мерник металлический эталонный 1-го разряда М1р-1000-03, ОАО «Казанский опытный завод «Эталон», г. Казань | ГОСТ 8.400-2013 «ГСИ. Мерники металлические эталонные. Методика поверки» |
| Мерник эталонный 1-го разряда М1р-200-01, ОАО «Эталон», г. Казань | |
| Датчик давления Метран-150 TGR АО «ПГ «Метран» | МИ 4212-012-2013 «Датчики давления Метран-150. Методика поверки» |
| Манометр МП 160НН-1,0МПа-0,6 НПО «ЮМАС» | МП 59554-14 «Методика поверки» «Манометры МП, НП, ЭКН и ЭКМ, вакуумметры ВП, ИП, ЭКТ и ЭКВ, мановакуумметры МВП, ТНП, ЭКТН и ЭКМВ, дифманометры ДП и ЭКД показывающие и сигнализирующие» |
| Датчик температуры ТМТ142R «Endress & Hauser» | МП 63821-16 «Датчики температуры ТМТ142R, ТМТ142С, ТМТ162R, ТМТ162С. Методика поверки» |
| Термометр ртутный стеклянный лабораторный ТЛ-4 | ГОСТ 8.279-78 «ГСИ. Термометры стеклянные жидкостные рабочие. Методы и средства поверки» |
| Счетчик жидкости камерный лопастной Smith Meter ST-75-SS | МИ 3380-2012 «ГСИ. Преобразователи объемного расхода. Методика поверки на месте эксплуатации поверочной установкой» |
| Контроллер измерительный FloBoss S600+ | МП 0392-13-2016 «Контроллеры измерительные FloBoss S600+. Методика поверки» |

5.2. Допускается применение других средств поверки, обеспечивающих необходимый запас по точности.

5.3. Все эталоны и средства измерений (рабочие эталоны) должны иметь действующие свидетельства об аттестации и (или) свидетельства о поверке.

6. ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1. При поверке необходимо соблюдать требования:

- правил пожарной безопасности;
- «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей» (утверждены приказом № 6 Минэнерго России от 13.01.03 г.);
- ПОТ Р М-016-2001, РД 153-34.0-03.150-00 (с изм. 2003) «Межотраслевые правила по охране труда (правилами безопасности) при эксплуатации электроустановок»;

- «Правил устройства электроустановок (ПУЭ) потребителей» (6-е изд., 7-е изд.);
- правил безопасности при эксплуатации средств поверки, приведенных в эксплуатационной документации;

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

6.3 Правилами безопасности в нефтяной промышленности;

6.4 Правилами безопасности при эксплуатации используемых средств измерений, приведенными в их эксплуатационной документации.

6.5 Правилами пожарной безопасности.

При пользовании настоящей методикой следует в установленном порядке проверить действие перечисленных нормативных документов в Разделе 6. Если нормативный документ заменен или частично изменен, то следует руководствоваться положениями заменяющего или частично заменяющего документа. Если нормативный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяют в части, не затрагивающей эту ссылку.

7. ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1. Внешний осмотр

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие ЭПУ следующим требованиям:

- комплектность ЭПУ должна соответствовать технической документации;
- на СИ, входящих в состав ЭПУ не должно быть механических повреждений и дефектов покрытия, ухудшающих внешний вид и препятствующих применению;
- надписи и обозначения на СИ, входящих в состав ЭПУ должны быть четкими и соответствовать технической документации;
- проверяется наличие свидетельств о поверке на СИ, входящие в состав ЭПУ, и наличие пломбировки СИ, входящих в состав ЭПУ, в соответствии с указаниями, приведенными в их описаниях типа;
- отсутствие видимых механических повреждений соединительных кабелей;
- органы управления (если таковые имеются) должны перемещаться без заеданий.

7.2 По результатам внешнего осмотра принимается решение о проведении дальнейшей поверки или ее прекращении до устранения выявленных недостатков.

8. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1. Подготовку к поверке проводят в соответствии с руководством по эксплуатации ЭПУ.

8.2. Опробование проводят одновременно с определением метрологических характеристик ЭПУ.

9. ПРОВЕРКА ИДЕНТИФИКАЦИОННЫХ ДАННЫХ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ (ПО)

Идентификация ПО осуществляется по цифровым идентификаторам.

Цифровые идентификаторы метрологической библиотеки (metrology.dll) и модулей POV3155.APP, POV1972.APP, POV3225.APP и POV3593.APP отображаются в столбце «Текущее» после нажатия кнопки «Обновить» в окне «Проверка контрольных сумм» на вкладке «Настройка системы» (п.3.2.20 РЭ). Цифровые идентификаторы метрологической библиотеки (metrology.dll), модуля безопасности (SageUsersMgr.exe) и модуля проверки целостности (GetCRC32.exe) могут быть проверены для соответствующих файлов.

Таблица 3

| Идентификационные данные (признаки) | Значения | | |
|---|-----------------------------------|----------------------------|---------------------|
| | Идентификационное наименование ПО | Метрологическая библиотека | Модуль безопасности |
| Файл | metrology.dll | SageUsersMgr.exe | GetCRC32.exe |
| Номер версии (идентификационный номер) ПО | 1.41.0.0 | 1.41.1.2 | 1.0.0.1 |
| Цифровой идентификатор ПО | 16BB1771 | D9C5433F | D4F34462 |
| Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО | CRC32 | CRC32 | CRC32 |

Таблица 4

| Идентификационные данные (признаки) | Значения | | | |
|---|-----------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | Идентификационное наименование ПО | Модуль POV3155.APP | Модуль POV1972.APP | Модуль POV3225.APP |
| Номер версии (идентификационный номер) ПО | 1.2.0.11 | 1.2.0.10 | 1.2.0.5 | 1.2.0.6 |
| Цифровой идентификатор ПО | 115FC7DC | 2CCB5E36 | CC52A946 | 83AE9311 |
| Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО | CRC32 | CRC32 | CRC32 | CRC32 |

Результат проверки считается положительным, если идентификационные данные ПО соответствуют указанным в таблице 3 и 4.

10. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.4. Определение метрологических характеристик.

10.4.1. Определение относительной погрешности при воспроизведении объема;

За погрешность ЭПУ при воспроизведении объема δ_v принимают погрешность эталонных мерников, входящих в состав ЭПУ в соответствии с описанием типа.

Погрешность эталонных мерников определяют по ГОСТ 8.400-2013 «ГСИ. Мерники металлические эталонные. Методика поверки».

10.4.2. Определение СКО случайной составляющей погрешности установки ЭПУ (далее – СКО ЭПУ).

10.4.2.1. Для определения СКО ЭПУ выполняют следующие операции:

- в УОИ обнуляют, либо фиксируют текущее значение количества импульсов, сгенерированных счетчиком-расходомером жидкости камерным (далее - компаратором), входящим в состав ЭПУ, и измеренных УОИ.

- устанавливают расход поверочной жидкости в пределах диапазона измерений компаратора. Расход поверочной жидкости контролируют по индикатору компаратора или по частоте выходного сигнала компаратора, отображаемой на дисплее УОИ. Значение расхода поверочной жидкости Q , м³/ч, вычисляют по формуле

$$Q = \frac{f \cdot 3600}{K_{п}} \quad (1)$$

где f – частота выходного сигнала компаратора, Гц;

K – коэффициент преобразования компаратора, имп/м³.

- выполняют заполнение мерника, контролируя процесс заполнения по индикатору компаратора и по шкале мерника. В процессе заполнения мерника фиксируют значения температуры и давления поверочной жидкости возле компаратора. За значения температуры и давления за время измерения принимают средние арифметические значений в начале и конце заполнения мерника;

- после заполнения мерника с дисплея УОИ считывают значение количества импульсов, сгенерированных компаратором и измеренных УОИ за время заполнения мерника, среднее значение расхода жидкости;

- через 0,5 мин. после заполнения мерника определяют объем воды в нем по шкале на горловине и снимают показания температуры с датчиков температуры (термометров) установленных в мернике.

- опорожняют мерник, и выдержав 1 мин. закрывают кран на сливе из мерника

- результаты измерений заносят в протокол, рекомендуемая форма которого приведена в приложении А.

10.4.2.2 Операции по п. 10.4.2.1 проводят не менее пяти раз.

10.4.2.3 Обработка результатов измерений

Коэффициент преобразования компаратора, K , имп/м³, вычисляют по формуле

$$K = \frac{\sum_{i=1}^n K_i}{n}, \quad (2)$$

где n - количество измерений;

K_i - коэффициент преобразования компаратора при i -ом измерении, имп/м³, значение которого вычисляют по формуле

$$K_i = \frac{N_i \cdot CPL_{ki}}{V_i \cdot CTS_{mi} \cdot CTDW_i} \quad (3)$$

где N_i - количество импульсов от компаратора, измеренное УОИ за время i -го измерения;

V_i - объём жидкости в мернике при i -ом измерении, м³;

CPL_{ki} - коэффициент, учитывающий влияние давления на объём жидкости в компараторе при i -ом измерении, значение которого определяют по формуле

$$CPL_{ki} = \frac{1}{1 - P_{ki} \cdot F}, \quad (4)$$

где P_{ki} - значение давления жидкости в компараторе при i -ом измерении, МПа;

F - коэффициент сжимаемости жидкости, для воды принимают равным $4,91 \times 10^{-4}$ МПа $^{-1}$;

CTS_{mi} - коэффициент, учитывающий влияние температуры на вместимость мерника при i -ом измерении, значение которого вычисляют по формуле

$$CTS_{mi} = 1 + 3\alpha_{tm} \cdot (t_{mi} - 20), \quad (5)$$

где α_{tm} - коэффициент линейного расширения материала стенок мерника, $1/^\circ\text{C}$;

t_{mi} - значение температуры жидкости в мернике при i -ом измерении, $^\circ\text{C}$;

$CTDW_i$ - комбинированный коэффициент, учитывающий влияние разности температур в компараторе и мернике на объем жидкости при i -ом измерении, значение которого вычисляют по формуле

$$CTDW_i = \frac{\rho_{mi}}{\rho_{ki}}, \quad (6)$$

где ρ_{mi}, ρ_{ki} - значения плотности воды, вычисленные по формуле (7) при температуре воды $t, ^\circ\text{C}$, в мернике и компараторе соответственно

$$\rho_t = 999,8395639 + 0,06798299989 \times t - 0,009106025564 \times t^2 + 0,0001005272999 \times t^3 - 0,000001126713526 \times t^4 + 0,000000006591795606 \times t^5 \quad (7)$$

СКО, S_0 , %, вычисляют по формуле

$$S_0 = \frac{1}{K} \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (K_i - K)^2}{n - 1}} \cdot 100, \quad (8)$$

11. ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

ЭПУ считается прошедшей поверку при выполнении следующих условий:

11.1. Проверяют выполнение условия

$$S_0 \leq 0,015 \% \quad (9)$$

11.2. Проверяют выполнение условия

$$\delta_v \leq 0,02 \% \quad (10)$$

Результаты поверки считают положительными, если погрешность ЭПУ при воспроизведении объема соответствует требованиям к рабочим эталонам 1 разряда части 3 Приказа Росстандарта от 07.02.2018 № 256 Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расхода жидкости.

12. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 Результаты поверки оформляют протоколом в двух экземплярах, рекомендуемая форма протокола приведена в приложении А.

12.2 При положительных результатах поверки оформляют свидетельство о поверке ЭПУ. На обратной стороне свидетельства о поверке указывают метрологические характеристики

ЭПУ, заводской номер компаратора и перечень СИ, входящих в состав ЭПУ с указанием заводского номера, данных о поверке.

12.3 При отрицательных результатах поверки ЭПУ к эксплуатации не допускают, свидетельство о поверке аннулируют и выдают извещение о непригодности с указанием причин непригодности.

12.4. Результаты поверки заносят в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений, с указанием соответствия ЭПУ требованиям к рабочему эталону 1 разряда части 3 Приказа Росстандарта от 07.02.2018 № 256 Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расхода жидкости.

Протокол поверки установки эталонной поверочной ЭПУ на базе мерников

Заводской номер 200

Принадлежит _____

Средства поверки:

Тип _____ Зав. № _____

Условия проведения поверки:

Температура окружающего воздуха, °С _____

Атмосферное давление, кПа _____

Относительная влажность воздуха, % _____

Рабочая жидкость - вода питьевая по СанПИН 2.1.4.1074-01

Внешний осмотр

Соответствует/не соответствует

Таблица 1 - Состав установки

| Наименование и тип СИ | Заводской номер | Наличие пломбировки (да/нет) | Номер свидетельства о поверке, кем выдано | Дата следующей поверки |
|-----------------------|-----------------|------------------------------|---|------------------------|
| | | | | |

Проверка соответствия метрологических характеристики ЭПУ требованиям к соответствующим СИ согласно действующей поверочной схеме

Соответствует/не соответствует

Таблица 2 Идентификационные данные ПО

| Идентификационные данные (признаки) | Значения | | |
|---|----------------------------|---------------------|-----------------------------|
| Идентификационное наименование ПО | Метрологическая библиотека | Модуль безопасности | Модуль проверки целостности |
| Файл | metrology.dll | SageUsersMgr.exe | GetCRC32.exe |
| Номер версии (идентификационный номер) ПО | | | |
| Цифровой идентификатор ПО | | | |
| Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО | CRC32 | | |

Таблица 3 Идентификационные данные ПО

| Идентификационные данные (признаки) | Значения | | | |
|---|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Идентификационное наименование ПО | Модуль POV3155.APP | Модуль POV1972.APP | Модуль POV3225.APP | Модуль POV3593.APP |
| Номер версии (идентификационный номер) ПО | | | | |
| Цифровой идентификатор ПО | | | | |
| Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО | CRC32 | | | |

Соответствует/не соответствует

Таблица 3 - Определение СКО случайной составляющей погрешности

| № измер. | Мерник | | | компаратор | | | | | | |
|-------------|-------------------|---------------------|------------|-------------------|------------------|-------------------|------------|----------|---------------------|-----------|
| | $V_i, \text{м}^3$ | $t_{mi}, \text{°C}$ | CTS_{mi} | $N_i, \text{имп}$ | $t_k, \text{°C}$ | $P_k, \text{МПа}$ | CPL_{ki} | $CTDW_i$ | $K, \text{имп/м}^3$ | $S_0, \%$ |
| | | | | | | | | | | |

Заключение _____

Подпись лица, проводившего поверку _____ / _____
подпись И. О. Фамилия

Дата «___» _____ 20___ г.