

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



СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор

ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

А. Н. Пронин

Заместитель генерального директора

Е. П. Кривцов

«21» августа 2023 г.

доверенность № 54/2021

от 24.12.2021

Государственная система обеспечения единства измерений

Расходомеры-счетчики электромагнитные Энергия-Э

МП 2550-0406-2023

Методика поверки

Руководитель отдела

ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»


К. В. Попов

Санкт-Петербург
2023

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика поверки распространяется на Расходомеры-счетчики электромагнитные Энергия-Э (далее – расходомеры), и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

Методикой поверки обеспечивается прослеживаемость расходомеров к Государственному первичному специальному эталону единиц массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости ГЭТ 63-2019 в соответствии с ГПС (часть 1) утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 сентября 2022 г. № 2356 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений массы и объема измеряемой среды в потоке, объема измеряемой среды и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов измеряемой среды», и в соответствие с п. 5.1.2.2 ГПС к рабочим эталонам, заимствованным из других поверочных схем:

- 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

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

Таблица 1- Перечень операций поверки

| Наименование операции | Обязательность выполнения операций при | | Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | Первичной поверке | Периодической поверке | |
| Контроль условий поверки | да | да | 3 |
| Внешний осмотр | да | да | 7 |
| Опробование | да | да | 8 |
| Проверка идентификационных данных программного обеспечения | да | да | 9 |
| Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям | да | да | 10 |
| Определение относительной погрешности измерений объемного расхода и объема жидкости | да | да | 10.1 |

Примечание:

Определение метрологических характеристик проводится одним из методов: проливным или имитационным.

Допускается первичная поверка имитационным методом для расходомеров с номинальными диаметрами от DN300 и выше.

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:

температура окружающего воздуха, °С от +15 до +25¹⁾;

относительная влажность воздуха, % от 30 до 100;

атмосферное давление, кПа от 84 до 106,7;

время выдержки приборов во включенном состоянии до проведения поверки должно быть не менее 15 минут.

¹⁾ при проведении имитационной поверки от +5 °С до +45 °С

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.

5. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1. При проведении поверки применяют нижеперечисленные средства поверки и вспомогательное оборудование:

Таблица 2 - метрологические и технические требования к средствам поверки

| Операции поверки, требующие применения средств поверки | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки | Перечень рекомендуемых средств поверки |
|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Контроль условий поверки (Раздел 8) | Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 15 °С до 25 °С с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более ±1 °С; средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 20 % до 90 % с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более ±2 %; средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 80 до 106 кПа, с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более ±0,5 кПа | Термогигрометр ИВА-6Н-Д (рег. № 46434-11) |

| | | |
|---------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Определение метрологических характеристик расходометров (раздел 10) | <p>Рабочий эталон 1, 2 или 3 разряда части 1 Государственной поверочной схемы для средств измерений массы и объема измеряемой среды в потоке, объема измеряемой среды и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расхода измеряемой среды в соответствии с Приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2356*</p> <p>Рабочий эталон 1, 2, или 3 разряда Государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления переменного электрического напряжения до 1000 В в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до $2 \cdot 10^9$ Гц в соответствии с Приказом Росстандарта от 18.08.2023 № 1706.</p> <p>Рабочий эталон 1, 2, 3, 4 разряда Государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока в соответствии с Приказом Росстандарта от 01.01.2021 № 3456.</p> | <p>Установка поверочная ВПУ-Энерго (рег. № 74543-19)</p> <p>Имитатор 8714 (рег. № 55334-13)</p> <p>Вольтметр универсальный цифровой GDM-78341 (рег. № 57773-14)</p> |
|---------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

* Применяемый РЭ должен иметь погрешность не более 1/3 от пределов допускаемой погрешности поверяемого расходометра, и верхнюю границу диапазона измерений не менее 0,25 от диапазона поверяемого расходометра.

5.2. Все средства измерений должны быть поверены, эталоны единиц величин - аттестованы или поверены с учетом требований государственных поверочных схем.

5.3. Допускается применение средств поверки, не приведенных в таблице 2, но обеспечивающих определение (контроль) метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.

6. ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1. При поверке необходимо соблюдать требования безопасности, определяемые:

- Межотраслевыми правилами по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок ПОТ Р М-016 -2001(РД 153-34.0-03.150-2000);
- Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей;
- требованиями безопасности при эксплуатации расходометров и применяемых средств измерений, приведенными в эксплуатационной документации.

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

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 проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие расходомеров следующим требованиям:

- электронный блок и датчики, входящие в состав расходомера, не должны иметь механических дефектов, способных повлиять на результаты поверки и препятствующие чтению надписей, маркировки, показаний;
- 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. Подготовка к поверке

8.1.1. Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- проверить наличие паспорта на расходомер;
- проверить соответствие маркировки, заводского (серийного) номера и комплектности расходомера и его составных частей паспортным данным;
- при периодической поверке проверить наличие свидетельства о предыдущей поверке или соответствующей отметки в паспорте расходомера;
- проверить наличие пломбы для защиты расходомера от несанкционированного доступа в месте, указанном в описании типа;
- подготовить расходомер к работе в соответствии с Руководством по эксплуатации.

8.1.2 В соответствии с эксплуатационной документацией подготовить средства поверки для проведения измерений, проверить соблюдение требований п. 3.1 средствами измерений, осуществляющими контроль температуры, относительной влажности и атмосферного давления.

8.1.3. Перед проведением поверки должны быть выполнены регламентные работы, предусмотренные в Руководстве по эксплуатации.

8.2. Опробование

При опробовании расходомеров устанавливается их работоспособность в соответствии с эксплуатационной документацией.

8.2.1. Опробование расходомера

Производят подготовку расходомера к работе в соответствии с Руководством по эксплуатации на расходомер.

В эталонной установке задают несколько значений расходов, равномерно распределенных в диапазоне измерений поверяемого расходомера.

На экране отображаются текущие значения измерений объемного расхода. Убедитесь, что при изменении расхода соответствующим образом меняются показания расходомера.

9. ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ (ПО)

Идентификация встроенного ПО осуществляется по номеру версии на экране при включении расходомера (на 5 с). Идентификационные данные ПО должны соответствовать данным приведенным в таблице 3.

Таблица 3

| Идентификационные данные (признаки) | Значения |
|-------------------------------------------|-----------|
| Идентификационное наименование ПО | Энергия-Э |
| Номер версии (идентификационный номер) ПО | 01.07.XX* |
| Цифровой идентификатор ПО | - |

*-где XX – цифра от 07 до 99, обозначающая метрологически незначимую часть ПО.

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

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

10.1. Определение относительной погрешности при измерении объемного расхода и объема жидкости.

10.1.1 Определение относительной погрешности при измерении объемного расхода и объема жидкости проливным методом

В эталонной установке задают несколько значений расходов, соответствующих значениям скорости измеряемой среды, равномерно распределенных в диапазоне измерений поверяемого расходомера.

Относительную погрешность измерений объемного расхода и объема жидкости вычисляют по формулам 1 и 2:

$$\delta_V = \frac{V - V_3}{V_3} \cdot 100, \% \quad (1)$$

$$\delta_3 = \frac{Q - Q_3}{Q_3} \cdot 100, \% \quad (2)$$

где V - значения объема жидкости по показаниям поверяемого расходомера, м^3 ;

V_3 - значения объема жидкости по показаниям эталонной установки, м^3 ;

Q - значения расхода жидкости по показаниям поверяемого расходомера, $\text{м}^3/\text{ч}$;

Q_3 - значения расхода жидкости по показаниям эталонной установки, $\text{м}^3/\text{ч}$.

Относительная погрешность при измерении расхода жидкости не должна превышать значений, приведенных в таблице 4.

Таблица 4.

| Наименование характеристики | Значение |
|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Номинальный диаметр, DN | от 2,5 до 2000 |
| Диапазон измерений объемного расхода, $\text{м}^3/\text{ч}$ | от 0,0025 до 162000 |
| Пределы допускаемой относительной погреш- | Класс А1 – $\pm 0,15$, в диапазоне расходов от $0,05 \cdot Q_{\text{наиб}}$ до $Q_{\text{наиб}}$ Класс А – $\pm 0,2$, в диапазоне расходов от $0,05 \cdot Q_{\text{наиб}}$ до $Q_{\text{наиб}}$ |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ности расходомеров при измерении объемного расхода, объема жидкости, $\delta v, \%$ | Класс В – $\pm 0,3$, в диапазоне расходов от $0,035 \cdot Q_{\text{наиб}}$ до $Q_{\text{наиб}}$ |
| | Класс С: - $\pm 0,5$, в диапазоне расходов от $0,05 \cdot Q_{\text{наиб}}$ до $Q_{\text{наиб}}$; - $\pm 1,0$, в диапазоне расходов от $0,02 \cdot Q_{\text{наиб}}$ до $0,05 \cdot Q_{\text{наиб}}$; - $\pm 2,0$, в диапазоне расходов от $0,007 \cdot Q_{\text{наиб}}$ до $0,02 \cdot Q_{\text{наиб}}$; |
| | Класс Е ¹⁾ : - $\pm 1,0$, в диапазоне расходов от $0,02 \cdot Q_{\text{наиб}}$ до $Q_{\text{наиб}}$; - $\pm 2,0$, в диапазоне расходов от $0,01 \cdot Q_{\text{наиб}}$ до $0,02 \cdot Q_{\text{наиб}}$; - $\pm 5,0$, в диапазоне расходов от $0,0015 \cdot Q_{\text{наиб}}$ до $0,01 \cdot Q_{\text{наиб}}$; |

Примечания:

1. Классы точности расходомеров определены в соответствии с ТУ. Обозначение класса расходомера указано в паспорте.

Исполнения классов точности А, А1, В имеют номинальный диаметр от DN2,5 до DN300 включительно

2. Динамический диапазон измерений расходомеров может быть ограничен в соответствии с условиями эксплуатации.

3. При имитационной поверке пределы допускаемой относительной погрешности измерений $\pm(\delta v + 1,0) \%$.

10.1.2 Проверка диапазона измерений и определение относительной погрешности при измерении объемного расхода и объема жидкости имитационным методом.

10.1.2.1. Проверка сопротивления индуктора первичного измерительного преобразователя расхода (ППР)

Отключите питание расходомера и произведите демонтаж и отсоединение вторичного измерительного преобразователя расхода (ВП) от первичного измерительного преобразователя расхода (ППР) расходомера. Пригодность ППР определяется по измеренным значениям сопротивления между выводами разъема катушек.

Контакты от электродов, катушки и корпуса выведены на разъем или клеммную колодку (Рисунок 1). Необходимо подключить вольтметр к катушке индуктора, первый щуп к разъему «катушка 1», второй щуп к разъему «катушка 2», и измерить сопротивление на разъеме.

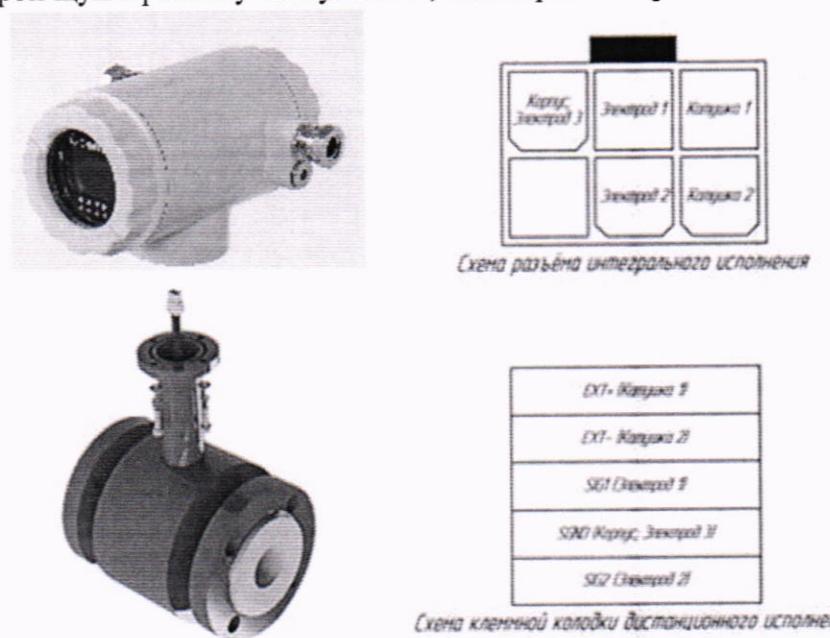


Рисунок 1. Обозначение контактов расходомера Энергия-Э

ППР считается пригодным к эксплуатации, если значение измеренного сопротивления соответствует значению, указанному в паспорте на прибор.

10.1.2.2. Определение относительной погрешности расходомера при измерении объема и объемного расхода жидкости.

Подключить ВП к имитатору в соответствии с их эксплуатационными документами.

Провести проверку установки показаний нуля, для этого установить режим имитации скорости потока измеряемой среды 0 м/с, на дисплее (или по цифровому каналу) ВП должна отображаться скорость потока измеряемой среды 0 м/с.

На имитаторе последовательно имитируют значения скорости потока равные 1 м/с, 5 м/с, 10 м/с, подавая на ВП напряжения – 0,1675 мВ, 0,8375 мВ, 1,675 мВ¹⁾. Переключение режимов производят с помощью переключателя на имитаторе или с помощью программы. Время измерения не менее 30с. При каждом из режимов фиксировать показания расходомера.

¹⁾ При применении имитатора другого производителя значения имитируемого напряжения, и соответствующей скорости потока, могут отличаться от указанных.

Вычислить значение имитируемой скорости потока по формуле 3:

$$v_{\text{расч}} = \frac{v_{\text{изм}}}{K} \quad (3)$$

где $v_{\text{расч}}$ - скорость потока расчетная, м/с;

$v_{\text{изм}}$ – скорость потока, измеренная расходомером, м/с;

K – калибровочная константа расходомера (из паспорта).

Относительное отклонение расчетного значения скорости потока вычисляют по формуле 4:

$$\delta_v = \frac{v_{\text{расч}} - v_{\text{эт}}}{v_{\text{эт}}} \cdot 100, \% \quad (4)$$

где $v_{\text{эт}}$ – имитируемая скорость потока, м/с, вычисляемая по формуле 5:

$$v_{\text{эт}} = V_{\text{имит}} \cdot K_v \quad (5)$$

где $V_{\text{имит}}$ – напряжение, воспроизводимое имитатором, мВ;

K_v – коэффициент преобразования, (принимают равным 2,98 (м/с)/мВ, или берут из эксплуатационной документации на расходомер).

Проверяют выполнение условия:

$$|\delta_v| \leq 1,0 \% \quad (6)$$

Результат определения метрологических характеристик считают положительным, если выполняются требования п.10.1.2. Расходомер признают пригодным к применению с пределами допускаемой относительной погрешности при измерении объемного расхода, объема жидкости $\pm(\delta_v + 1,0)$, где δ_v - пределы допускаемой относительной погрешности измерений, соответствующий классу расходомера, указанному в Табл.4.

11. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1. Результаты поверки оформляются протоколом (рекомендуемая форма приведена в Приложении А).

11.2. При отрицательных результатах периодической поверки расходомер бракуют с выдачей извещения о непригодности установленного образца.

11.3. Информация о поверке расходомера передается в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в установленном порядке.

ПРОТОКОЛ
проверки расходомера-счетчика электромагнитного Энергия-Э

модель _____

зав. номер _____

Условия поверки:

- температура окружающего воздуха, °C _____
- относительная влажность, % _____
- атмосферное давление, кПа _____

Средства поверки и сведения о них _____

Результаты идентификации программного обеспечения

| Идентификационные данные (признаки) | Значения |
|-------------------------------------------|------------|
| Идентификационное наименование ПО | Энергия-Э |
| Номер версии (идентификационный номер) ПО | 01.07.____ |

Пригоден/непригоден

Определение относительной погрешности при измерении объемного расхода и объема

| №№ | Q _Э (V _Э) | Q (V) | δ, % | Допуск, % |
|----|-------------------------------------|----------|------|-----------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Расходомер-счетчик электромагнитный Энергия-Э

пригоден (непригоден)

Поверитель _____ / _____ / _____

Дата _____