

**ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ
(ВНИИМС)**

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГУП «ВНИИМС»



Иванникова Н.В. Иванникова

«12» апреля 2018 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Счетчики-расходомеры массовые Micro Motion

Методика поверки

МП 208-014-2018

Москва

2018

1. ВВЕДЕНИЕ

- 1.1. Настоящий документ распространяется на счётчики-расходомеры массовые Micro Motion (модели первичного преобразователя массового расхода и плотности – CMF, CMFS, R, F, CNG050, электронного преобразователя – 1700, 2700, 3500, 3700, 5700) (далее расходомеры) и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.
- 1.2. Настоящая методика поверки распространяется на вновь выпускаемые расходомеры, а также на расходомеры, находящиеся в эксплуатации.
- 1.3. Интервал между поверками – 5 лет.

2. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

- 2.1. При проведении поверки выполняют следующие операции:
 - 2.1.1. Внешний осмотр, п.7.1.
 - 2.1.2. Идентификация программного обеспечения. п. 7.2.
 - 2.1.3. Проверка герметичности, п.7.3.
 - 2.1.4. Опробование, п.7.4.
 - 2.1.5. Определение метрологических характеристик расходомера, п.7.5, раздел 8.

3. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

- 3.1. При проведении операций поверки могут применяться следующие эталоны, средства измерения и испытательное оборудование:
 - поверочная установка для жидкостей с диапазоном воспроизведения действительных значений, соответствующих диапазону измерений поверяемого расходомера (в том числе на базе эталонного массового расходомера или весов);
 - измеритель плотности с диапазоном измерений плотности, соответствующим выполнению операций по п.7.5.5, и абсолютными погрешностями измерений $0,1 \text{ кг/м}^3$; $0,5 \text{ кг/м}^3$; 1 кг/м^3 ;
 - психрометр аспирационный для измерения влажности воздуха в диапазоне от 20 % до 95%, погрешность измерения температуры $\pm 0,2 \text{ }^\circ\text{C}$ диапазон измерения температуры от 15°C до $45 \text{ }^\circ\text{C}$; погрешность измерения влажности не более $\pm 7 \%$;
 - барометр-анероид БАММ-1, диапазон измерений от 80 до 106 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,2 \text{ кПа}$.
- 3.1.1. При определении метрологических характеристик рекомендуется соотношение 3:1 основных погрешностей поверяемого расходомера и поверочных установок (эталонных массового и объёмного расходов жидкости). Допускаются иные соотношения основных погрешностей, но не менее 2:1.
- 3.1.2. При проведении поверки могут быть использованы следующие поверочные среды: вода водопроводная, керосин, нефть, бензин, дизельное топливо, минеральное масло и т.п.
- 3.2. Используемые эталоны единиц величин должны соответствовать требованиям «Государственной поверочной схемы для средств измерений массы и объёма жидкости в потоке, объёма жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объёмного расходов жидкости (часть 1, часть 2)», утвержденной приказом Росстандарта от 07.02.2018 г., должны быть аттестованы.
- 3.3. Используемые средства измерения должны иметь действующее свидетельство о поверке.
- 3.4. Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью.

4. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

- 4.1. При проведении поверки соблюдают требования безопасности, определяемые:
 - правилами безопасности труда и пожарной безопасности, действующими на поверочной установке;
 - правилами безопасности при эксплуатации используемых эталонов, испытательного оборудования и поверяемого расходомера, приведенными в эксплуатационной документации;
- 4.2. Монтаж электрических соединений должен производиться в соответствии с ГОСТ 12.3.032 и "Правилами устройства электроустановок" (ПУЭ, издание 7 по состоянию на 9.01.2017 г.).

4.3. К поверке допускаются лица, изучившие руководство по эксплуатации на поверяемый расходомер и имеющие квалификационную группу по технике безопасности не ниже II в соответствии с "Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей".

5. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

4.4. При проведении поверки по п.п. 7.4.1 и 7.4.2 соблюдают следующие условия:

температура окружающего воздуха	23 ± 5 °С;
температура рабочей среды	от 18 до 32 °С;
относительная влажность воздуха	не более 70 %;
атмосферное давление	от 86 до 107 кПа.

6. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

6.1. Поверяемый расходомер должен быть смонтирован на поверочной установке или на месте эксплуатации и подготовлен к работе согласно руководствам по эксплуатации на поверяемый расходомер и поверочную установку.

7. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1. Внешний осмотр.

7.1.1. При внешнем осмотре устанавливают:

- отсутствие механических повреждений и дефектов, не позволяющих провести поверку;
- соответствие комплектности расходомера его технической документации;
- наличие маркировки на расходомере.

7.1.2. Расходомер не прошедший внешний осмотр, к поверке не допускают.

7.2. Идентификация программного обеспечения базового процессора и электронного преобразователя.

7.2.1. Проверку идентификационных признаков программного обеспечения расходомера проводят с помощью сервисного ПО ProlinkII, ПО ProlinkIII, или с помощью переносного Hartкоммуникатора. Считывание идентификационных признаков программного обеспечения проводят согласно инструкции по эксплуатации на конкретную модель расходомера. Расходомер считается годным к эксплуатации, если версия программного обеспечения расходомера соответствует информации, указанной в описании типа СИ.

7.3. Проверка герметичности.

7.3.1. Проверку герметичности измерительного трубопровода поверочной установки с поверяемым расходомером проводят согласно инструкции по эксплуатации используемой поверочной установки.

7.3.2. Расходомер считается выдержавшим проверку, если в течение 15 минут не наблюдалось просачивания жидкости, запотевания сварных швов или снижения давления.

7.4. Опробование.

7.4.1. Опробуют расходомер на поверочной установке путем увеличения или уменьшения расхода жидкости в пределах рабочего диапазона измерений¹⁾. Результаты опробования считают удовлетворительными, если при увеличении или уменьшении расхода жидкости соответствующим образом изменялись показания на дисплее расходомера, на мониторе компьютера, контроллера, выходные сигналы.

7.4.2. В случае внеочередной поверки расходомера при замене электронного преобразователя модели 5700 или блока электроники преобразователя модели 5700, выполняют пункты методики поверки 7.1., 7.2. Остальные операции поверки не выполняются, так как все параметры преобразователя расхода (калибровочные коэффициенты, настройки диапазонов измерений и т.д.) переносятся в новый блок электроники при помощи флэш-памяти (SD-карта), извлеченной из заменяемого блока электроники.

7.5. Определение метрологических характеристик.

7.5.1. В соответствии с п.16 и п.18 приказа Минпромторга России от 2 июля 2015 г. №1815, на основании письменного заявления владельца, поверку расходомеров допускается проводить

¹⁾ Операции поверки выполняют для величин, измеряемых расходомером в соответствии с областью его применения, и используемых выходных сигналов.

только для участков диапазонов измерений применяемых величин и для соответствующих измерительных каналов.

7.5.2. Если отношение погрешностей поверочной установки и поверяемого расходомера при измерении массы текущей среды составляет 1:3, то погрешность расходомера определяют сравнением показаний поверяемого расходомера с показаниями поверочной установки. Сравнение показаний расходомеров проводят как минимум в трех точках диапазона измерений поверяемого расходомера Q_k : 0,1-0,25 Q_{max} , 0,4-0,45 Q_{max} , 0,5-0,8 Q_{max} ($k = 1, 2, 3$). При невозможности воспроизвести поверочной установкой максимальные значения расхода, допускается определение основной относительной погрешности по трем точкам, с обязательным включением максимального расхода, который обеспечивает поверочная установка. Число измерений массового расхода Q_{ki} поверочной установкой в каждой точке $k = 1, 2, 3$ диапазона должно быть не менее двух ($i = 1, 2$). Допускаемые отклонения измеренных эталонной поверочной установкой массовых расходов жидкости Q_{ki} от номинальных Q_k в контрольных точках: не более $\pm 3\%$ ($k = 1, 2, 3$). На заданных массовых расходах Q_{ki} выполняют измерения массы жидкости M_{yki} поверочной установкой и поверяемым расходомером. Расходомер считают выдержавшим поверку, если модули значений его относительных погрешностей, рассчитанных по формуле:

$$\delta_{mki} = \frac{M_{pki} - M_{yki}}{M_{yki}} \times 100\%, \quad k = 1, 2, 3; i = 1, 2 \quad (3)$$

где:

M_{yki} - масса жидкости, измеренная поверочной установкой, при заданном массовом расходе Q_{ki} ; M_{pki} - масса жидкости, измеренная расходомером, удовлетворяют неравенству:

$$|\delta_{mki}| \leq \delta_{m, \text{don}}, \quad k = 1, 2, 3; \quad i = 1, 2, \dots \quad (4)$$

где $\delta_{m, \text{don}}$ - верхняя граница допускаемой погрешности расходомера при измерении массы согласно требованиям технической документации.

Примечание:

- температура рабочей среды – по п.5.1.;
- при положительном результате поверки при измерении массы текущей среды, расходомер признают годным для измерений массового расхода;
- при использовании импульсного выхода измеренная расходомером масса находится по формуле:

$$M_p = N \times q_m, \quad (5)$$

где:

N - количество импульсов расходомера за время измерений;

q_m - цена импульса расходомера при измерении массы.

Если неравенство (4) не выполняется, хотя бы для одного измерения массы в любой из выбранных точек диапазона измерений поверяемого расходомера, то необходимо выполнить поверку (калибровку) расходомера с повторным определением его калибровочных коэффициентов согласно разделу 7.5.3.

Примечание. Калибровочные коэффициенты позволяют устранить систематическую составляющую погрешности расходомера, присутствие которой не позволяет провести поверку расходомера по упрощённой схеме п.7.5.2. Если нарушение неравенства (4) обусловлено именно её присутствием, то использование калибровочных корректирующих коэффициентов возможно позволит выполнить поверку расходомера с использованием критерия (4).

В случае соотношения погрешностей измерений эталона и поверяемого расходомера хуже, чем 1:3 определение погрешности измерений расходомера проводить по п.7.5.3.

7.5.3. Для практической реализации процедуры поверки с использованием калибровочных коэффициентов, отвечающей требованиям «ГОСТ 8.009-84. ГСИ. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений» и «РД 50-453-84. Характеристики погрешности средств измерений в реальных условиях эксплуатации. Методы расчёта», задать в границах диапазона измерений массы поверяемого расходомера не менее пяти точек Q_k , ($k=1, \dots, 5, \dots$) по массовому расходу жидкости, воспроизводимому поверочной установкой. В каждой выбранной точке Q_k , ($k=1, \dots, 5, \dots$) при задании времени измерения и массового расхода

выполнить с помощью поверочной установки от пяти до десяти измерений ($i=1, \dots, 5, \dots, 10$) массы жидкости M_{yki} , прошедшей по измерительному трубопроводу. Соответственно, за то же время измерений поверяемый расходомер также делает от пяти до десяти измерений массы жидкости M_{pki} , $k=1, \dots, 5, \dots$, $i = 1, \dots, 5, \dots, 10$. Затем вычислить средние арифметические (математические ожидания) результатов измерений массы жидкости поверочной установкой и поверяемым расходомером для каждой выбранной точки ($k = 1, \dots, 5, \dots$) диапазона измерений расходомера:

$$\bar{M}_{yk} = \frac{1}{n(k)} \sum_{i=1}^{n(k)} M_{yki} \quad \bar{M}_{pk} = \frac{1}{n(k)} \sum_{i=1}^{n(k)} M_{pki} \quad 1 \leq i \leq n(k); \quad 5 \leq n(k) \leq 10 \quad (6)$$

Примечание: исходя из анализа поведения расходомера, в каждой точке «к» диапазона измерений можно делать различное число $n(k)$ измерений массы.

В каждой выбранной точке ($k = 1, \dots, 5, \dots$) диапазона измерений расходомера рассчитывают калибровочные коэффициенты:

$$C_k = \frac{\bar{M}_{yk}}{\bar{M}_{pk}}, \quad k = 1, \dots, 5, \dots \quad (7)$$

Умножая результаты измерений массы расходомером, соответствующие k -ой точке, на поправочный коэффициент C_k , получают для каждой точки «к» исправленные серии

$$M_{pki}^c = C_k \times M_{pki} \quad 1 \leq i \leq n(k) \quad (8)$$

результатов измерений массы расходомером.

Затем вычисляют абсолютные погрешности каждого откорректированного результата измерений массы расходомером для всех точек $k = 1, \dots, 5, \dots$ диапазона измерений:

$$\Delta_{ki} = M_{pki}^c - M_{yki} \quad 1 \leq i \leq n(k); \quad 5 \leq n(k) \leq 10 \quad (9)$$

При определении калибровочного коэффициента в виде отношения (7), математические ожидания $\bar{\Delta}_k = M(\Delta_k)$ абсолютных погрешностей Δ_{ki} , введенных по формуле (9), в каждой точке «к» диапазона измерений равны нулю $\bar{\Delta}_k = 0$, $k = 1, \dots, 5, \dots$, что означает отсутствие систематической составляющей погрешности результатов измерений массы расходомером в выбранных точках диапазона измерений.

СКО абсолютных погрешностей (8) расходомера S_k , соответствующих точкам диапазона измерений $k = 1, \dots, 5, \dots$, находятся по формуле:

$$S_k = \sqrt{\frac{1}{n(k)-1} \sum_{i=1}^{n(k)} \Delta_{ki}^2} \quad (10)$$

Обозначим границы абсолютной погрешности поверочной установки при измерении массы жидкости в точке «к»: $\pm \Delta_{yk}$. При нормальном (гауссовом) распределении плотности вероятности СКО абсолютной погрешности поверочной установки определяется соотношением:

$$S_{yk} = \frac{\Delta_{yk}}{1,96} \quad \text{или} \quad S_{yk} = \frac{\bar{M}_{yk} \times \delta_{yk}}{1,96} \quad (11)$$

где δ_{yk} - верхняя граница относительной погрешности (неопределенности) поверочной установки в точке «к» диапазона измерений расходомера;

\bar{M}_{yk} - среднее арифметическое результатов измерений массы жидкости поверочной установкой в точке «к», определенное по формуле (6).

Границы абсолютной погрешности измерений массы жидкости поверяемым расходомером в точке «к» диапазона измерений при доверительной вероятности $P = 0,95$ и допущении о гауссовом распределении плотности вероятности искомой погрешности рассчитываются по формуле:

$$\Delta_{mk}(v, n) = \pm 2,0 \sqrt{S_k^2 + S_{yk}^2} \quad k = 1, \dots, 5, \dots \quad (11)$$

где «v» и «n» - верхняя и нижняя граница абсолютной погрешности расходомера при измерении массы.

Границы относительной погрешности поверяемого расходомера в точке «к» диапазона измерений массы при доверительной вероятности $P = 0,95$ определяются отношением:

$$\delta_{mk} = \frac{\Delta_{mk}(t, H)}{\bar{M}_{pk}} \times 100\% \quad k = 1, \dots, 5, \dots \quad (12)$$

где \bar{M}_{pk} - среднее арифметическое результатов измерений массы жидкости в точке «k» поверяемым расходомером, определенное по формуле (6).

Расходомер считается прошедшим поверку, если модули границ относительной погрешности расходомера для всех выбранных точек диапазона измерений массы удовлетворяют неравенству (4).

7.5.4. Погрешность расходомера при измерении объёма определяют сравнением показаний поверяемого расходомера с показаниями поверочной установки в рабочем диапазоне измерений объёмного расхода поверяемым расходомером в трёх номинальных точках V'_k ($k = 1, 2, 3$): V'_{\min} , V'_{\max} . Число измерений в каждой точке «k» должно быть не менее двух V'_{ki} ($i = 1, 2$) при допустимом отклонении заданного объёмного расхода V'_{rk} от номинального V'_k в контрольных точках $\pm 3\%$. При заданном объёмном расходе V'_{rk} производят измерение объёма жидкости за установленное время измерений, как поверочной установкой, так и поверяемым расходомером. Результаты измерений объёма V_{yki} и V_{pki} , соответственно. Расходомер считают выдержавшим поверку, если значения его относительной погрешности, рассчитанные по формуле:

$$\delta_{vki} = \frac{V_{pki} - V_{yki}}{V_{yki}} \times 100\%, \quad k = 1, 2, 3; \quad i = 1, 2 \quad (13)$$

где:

V_{yki} - объём жидкости, измеренный поверочной установкой при заданном V'_{rk} объёмном расходе;

V_{pki} - объём жидкости, измеренный расходомером, удовлетворяют неравенству

$$|\delta_{vki}| \leq \delta_{v, \text{доп}}, \quad k = 1, 2, 3; \quad i = 1, 2 \quad (14)$$

где $\delta_{v, \text{доп}}$ - верхняя граница допускаемой погрешности расходомера при измерении объёма в соответствии с технической документацией.

Примечание:

- при положительном результате операции поверки при измерении расходомером объёма, расходомер признают годным для измерений объёмного расхода и объёмному дозированию,
- при использовании импульсного выхода результат измерения расходомером объёма находится по формуле:

$$V_p = N \times q_v, \quad (15)$$

где:

N - количество импульсов расходомера за время измерений объёма;

q_v - цена импульса при измерении объёма.

7.5.5. Абсолютную погрешность расходомера при измерении плотности определяют сравнением показаний поверяемого расходомера с показаниями поверочной установки или плотномера в рабочем диапазоне измерений плотности. Число измерений в выбранной точке «k» диапазона измерений - не менее двух ($i = 1, 2$). Расходомер считают выдержавшим поверку, если значения его абсолютной погрешности измерения плотности Δ_{pi} в каждой выбранной k -ой точке при каждом i - ом измерении, рассчитанное по формуле:

$$\Delta_{pi} = \rho_{pki} - \rho_{dki}, \quad (16)$$

где:

ρ_{pki} - плотность жидкости, измеренная расходомером;

ρ_{dki} - плотность жидкости, измеренная измерителем плотности.

не превышает границ допускаемой абсолютной погрешности расходомера при измерении плотности, указанных в руководстве по эксплуатации для соответствующего его исполнения.

Примечания:

- операция поверки расходомера по плотности может быть проведена, как на поверочной установке, так и на месте эксплуатации без демонтажа расходомера, последнее

предпочтительнее.

- в случае превышения границ допустимой абсолютной погрешности расходомера при измерении плотности, допускается калибровка канала плотности аналогично п.7.5.3 для канала измерения массы.

8. БЕСПРОЛИВНАЯ ПОВЕРКА С ПОМОЩЬЮ ПРОЦЕДУРЫ SMV.

8.1. Беспроливная поверка с помощью процедуры SMV может быть выполнена только для расходомеров, использующихся для измерений массовых расходов жидкостей с первичными преобразователями моделей CMF, CMFS и F, укомплектованных базовым процессором модели 800.

8.2. Условия поверки:

8.2.1. При проведении поверки беспроливным методом должны соблюдаться следующие условия:

температура окружающего воздуха	$23 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$;
скорость изменения температуры окружающего воздуха, не более	$0,2 \text{ }^\circ\text{C/мин}$;
относительная влажность воздуха	не более 70 %;
атмосферное давление	86...107 кПа.

8.2.2. Расходомер должен быть сухим и чистым.

8.2.3. Расходомер должен быть свободно подвешен, а фланцы закрыты заглушками (см. рис. 1).

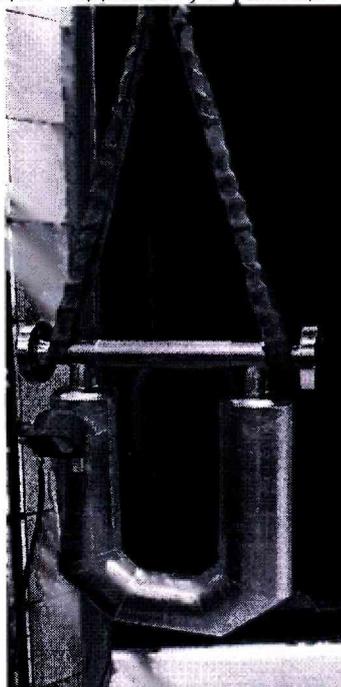


Рис 1. Расходомер, подготовленный к процедуре беспроливной поверки.

8.2.4. Перед началом процедуры поверки расходомер необходимо выдержать в условиях проведения поверки для стабилизации его температуры. Изменение температуры трубы первичного преобразователя (определяемой по встроенному датчику температуры) должно быть не более $0,2 \text{ }^\circ\text{C/мин}$.

8.3. Проводят внешний осмотр согласно п. 7.1.

8.4. Проводят идентификацию программного обеспечения расходомера согласно п.7.2

8.5. Контроль параметров расходомера с помощью процедуры SMV.

8.5.1. Запустить **дважды** процедуру SMV согласно руководству по эксплуатации расходомера. (запуск процедуры возможен с помощью ЖК дисплея расходомера, ПО ProLink II, ПО ProLink III или Hart коммуникатора).

Электронный преобразователь расходомера в автоматическом режиме проводит контроль всех электронных цепей расходомера и вычисляет относительное изменение жесткости правой и левой сторон П-образной трубы первичного преобразователя по формулам:

$$\delta K_{i, \text{прав}} = \frac{K_{0, \text{прав}} - K_{i, \text{прав}}}{K_{0, \text{прав}}} \times 100\% \quad (17)$$

$$\delta K_{i,лев} = \frac{K_{0,лев} - K_{i,лев}}{K_{0,лев}} \times 100\% \quad (18)$$

где K_0 - жесткость правой или левой части трубы, вычисленная с помощью процедуры SMV при заводской калибровке и сохраненная в памяти расходомера;

K_i - жесткость правой или левой части трубы, вычисленная при текущем запуске процедуры SMV.

8.5.2. Если разность между результатами последовательных определений относительного изменения жесткости для какой-либо стороны трубы превосходит 0,1%, необходимо повторить процедуру SMV до 10 раз, пока разность между результатами двух последовательных определений относительных изменений жесткости не окажется менее 0,1%. Если данное условие не достигается при десятикратном повторении процедуры, расходомер подлежит проливной поверке (калибровке).

8.5.3. Выписать значения относительных изменений жесткости трубок, полученные в п. 8.5.2 с помощью правой и левой детекторных катушек $\delta K_{i,прав}$ (параметр RPO stiffness) и $\delta K_{i,лев}$ (параметр LPO stiffness) для двух последовательных измерений, для которых выполнено условие п.8.5.2 и вычислить средние значения $\overline{\delta K_{прав}}$ и $\overline{\delta K_{лев}}$.

8.5.4. Расходомер считается годным к эксплуатации с границами допустимой погрешности при измерении массы (массового расхода) $\pm 0,25\%$ (для моделей CMF, CMFS), или $\pm 0,35\%$ (для модели F) если

$$|\overline{\delta K_{прав}}| \leq 0,25\% \quad (19)$$

$$|\overline{\delta K_{лев}}| \leq 0,25\% \quad (20)$$

8.6. В противном случае расходомер подлежит проливной поверке (калибровке) согласно разделу 7.

9. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1. Результаты поверки оформляют протоколом в произвольной форме.

9.2. Положительные результаты поверки расходомера удостоверяются свидетельством о поверке или записью в паспорте (формуляре) СИ, заверяемой подписью поверителя (с датой) и нанесением знака поверки. Свидетельство о поверке оформляется в соответствии с требованиями раздела VI и Приложением 1 к приказу Минпромторга России от 02 июля 2015г. №1815.

9.3. При отрицательных результатах поверки расходомера оформляют извещение о непригодности к применению согласно Приложению 2 к Приказу Минпромторга России от 02 июля 2015 г. №1815.

Начальник отдела 208 ФГУП «ВНИИМС»

Б.А. Иполитов

Ведущий научный сотрудник
отдела 208 ФГУП «ВНИИМС»

В.И. Чесноков