

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



УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГУП "ВНИИМС"

Н.В. Иванникова

" 19 " 08 2017 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

РАСХОДОМЕРЫ-СЧЕТЧИКИ МАССОВЫЕ FCB/FCH

Методика поверки
МП 208-018-2017

МОСКВА

1. ВВЕДЕНИЕ

1.1 Настоящий документ распространяется на расходомеры-счетчики массовые FCB/FCH (далее расходомеры) фирмы ABB Automation Products GmbH (Германия) и устанавливает методы и средства их первичной (при выпуске из производства и после ремонта) и периодической поверок.

1.2 Интервал между поверками - 4 года.

2. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1. При проведении поверки выполняют следующие операции:

- внешний осмотр, п.7.1;
- проверка идентификационных данных ПО, п.7.2;
- проверка герметичности, п.7.3;
- Опробование, п.7.4;
- Определение метрологических характеристик, п.7.5.

3. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки применяют следующие эталоны и испытательное оборудование:

- гидравлический пресс с контрольным манометром классом точности не более 0,4;
- рабочий эталон единицы расхода 1-ого или 2-ого разряда по ГОСТ 8.142-2013 и ГОСТ 8.510-2002;
- источник постоянного тока напряжением 24 В, переменного тока 220 В частотой 50 Гц;
- электронный счетчик импульсов амплитудой до 50 В и частотой 0...10 кГц;
- миллиамперметр постоянного тока для измерений в диапазонах 0/4...20 мА с погрешностью $\pm 0,05$ %;
- ареометры с диапазоном измерений плотности 500...2000 кг/м³ по ГОСТ 18481-81 с абсолютной погрешностью измерений $\pm 0,5$; 1 кг/м³;
- психрометр аспирационный для измерения влажности в диапазоне 30...90 %.

3.2 Используемые эталоны должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке.

3.3 Допускается применение аналогичных, указанным в п.3.3, средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ 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 12.3.032-84 и "Правилами устройства электроустановок" (раздел VII).

4.3 К поверке допускают лиц, имеющих квалификационную группу по технике безопасности не ниже II в соответствии с "Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей", изучивших руководство по эксплуатации на расходомер и настоящий документ.

5. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки соблюдают следующие условия:

- поверочные среды - вода водопроводная, нефть и светлые нефтепродукты;
- температура окружающего воздуха 20 ± 5 °С;
- температура измеряемой среды от 15 до 25 °С, при этом изменение температуры во время измерения не должно превышать 0,5 °С;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 86 до 107 кПа.

6. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

6.1 Поверяемый расходомер монтируют на поверочной установке и подготавливают к работе согласно руководству по эксплуатации поверяемого расходомера или поверяют на месте эксплуатации без демонтажа с помощью эталонного поверочного оборудования, отвечающего по точности требованиям п. 3.2.

6.2 Проводят проверку токового выхода. Для этого задают не менее трёх из имеющихся токовых значений в произвольном порядке.

Абсолютную погрешность Δi по токовому сигналу рассчитывают по формуле

$$\Delta i = |I_s| - |I_p|, \quad (1)$$

где

I_p - значение тока на выходе расходомера в мА;

I_s – проверочное значение тока в мА.

Расходомер считают выдержавшим проверку по токовому выходу, если значение погрешности не превышает значения допустимой абсолютной погрешности токового сигнала

$$|\Delta i| \leq |\Delta' i|$$

где значение допустимой абсолютной погрешности токового сигнала $\Delta' i$; расходомера указано в руководстве по эксплуатации соответственно его исполнению.

6.3 Проводят проверку частотного выхода. Для этого задают не менее трёх из имеющихся значений частоты в произвольном порядке.

Расходомер считают выдержавшим проверку по частотному выходу, если значение частоты на выходе расходомера совпадает с заданным.

Примечания:

1) При выполнении операций поверки, единицы измерений физических величин у поверочной установки, эталонов и у поверяемого расходомера должны быть одинаковы;

2) При выполнении операций поверки допускается проводить определение метрологических характеристик согласно пункту 7.5 данной методики только тех каналов (масса и массовый расход, объем и объемный расход, плотность), которые используются при эксплуатации расходомера.

7. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1. Внешний осмотр.

При внешнем осмотре устанавливают:

- на расходомере отсутствуют механические повреждения, препятствующие его применению;
- надписи и обозначения на расходомере четкие и соответствуют требованиям эксплуатационной документации.
- комплектность расходомера, соответствует указанной в документации;
- соответствие исполнения расходомера его маркировке.

Расходомер не прошедший внешний осмотр, к поверке не допускают.

7.2. Проверка идентификационных данных ПО.

При запуске расходомера номера версий программного обеспечения должны выводиться на экран преобразователя (для исполнений FCx 4 путем следующих команд в меню прибора Device info → Transmitter → Transmitter version → FW Motherboard CRC

Таблица 1

Идентификационные данные (признаки)	Значение		
	Цифровые выходные сигналы	ModBus RTU, RS485	Hart
FCx130/FCx150		FCx330/FCx350	FCx430/FCx450

Идентификационное наименование ПО	3KXF000405U0100	3KXF002358U0100	3KXF002043U0100
Номер версии (идентификационный номер) ПО	01.02.02	00.03.00	00.03.00
Цифровой идентификатор ПО	0xDCBB	-	-
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	CRC16	CRC16	CRC16

Для моделей FCx1 (без дисплея) проверка номера ПО проводится через интерфейс Modbus в соответствии с разделом 8.4 руководства по эксплуатации.

Результаты проверки модели FCx1 считаются положительными, если отображаются следующие номера версии программного обеспечения (см. таблицу 1)

Значение цифрового идентификатора (CRC) модели FCx3 не отображается на дисплее, но идентифицируется из меню командой <Function test memory>. Вычисляемое значение CRC сравнивается с имеющимся в памяти и выдаются соответствующие сообщения: <CRC OK> или <CRC Failed >.

7.3. Проверка герметичности.

Проверку герметичности проводят путем создания в полости первичного преобразователя расхода расходомера давления $1,5 \pm 1$ МПа. Время выдержки под давлением не менее 15 мин.

Расходомер считают выдержавшим проверку, если в течение 15 минут не наблюдалось просачивания жидкости/ воздуха, запотевания сварных швов и снижения давления.

7.4. Опробование.

Опробуют расходомер на поверочной установке путем увеличения/уменьшения расхода жидкости в пределах рабочего диапазона измерений.

Результаты опробования считают удовлетворительными, если при увеличении/уменьшении расхода жидкости соответствующим образом изменялись показания на дисплее расходомера, на мониторе компьютера, контроллера, выходной измерительный сигнал/сигналы.

7.5. Определение метрологических характеристик.

Допускается определение только используемых в технологическом процессе метрологических характеристик.

7.5.1 Относительную погрешность расходомера при измерении массы определяют сравнением значений массы, измеренной расходомером с показаниями поверочной проливной установки в двух точках, соответствующих $0,05Q_{\max}$, и $0,2 \dots 0,9 Q_{\max}$, где Q_{\max} – максимальный предел измерений расходомера (для $D_u > 80$ мм допускается $0,05Q_{\max}$, $0,1 \dots 0,3Q_{\max}$). Число измерений в каждой точке не менее двух, при допустимом отклонении установленного массового расхода от контрольных точек ± 3 %. На заданном массовом расходе проводят измерение массы жидко-

сти M_y .

Относительную погрешность расходомера в процентах для каждого поверочного расхода определяют по формуле

$$\delta_m = \frac{M_p - M_y}{M_y} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где

M_y - масса жидкости, измеренная установкой при установленном массовом расходе, кг;

M_p - масса жидкости, измеренная расходомером, т.е. показания расходомера на дисплее, мониторе компьютера/контроллера в единицах измерений массы, кг.

Расходомер считают выдержавшим поверку, если значение его погрешности при измерении массы в каждой точке при каждом измерении не превышает значения допускаемой погрешности δ'_m

$$\delta'_m = \pm(0,20 \dots 0,40)\% \quad (3)$$

где

$\pm(0,20 \dots 0,40)\%$ - значение погрешности при измерении массы, указанное в руководстве по эксплуатации и соответствующее расходомеру.

Т.е. выполняется условие - $|\delta_m| \leq |\delta'_m|$.

Примечание:

– при положительном результате поверки по измерению массы, расходомер признают годным для измерений массового расхода и массового дозирования;

– при использовании импульсного выхода пересчитывают измеренную расходомером массу по формуле

$$M_p = N_i \cdot q, \quad (4)$$

где

N_i - количество импульсов, наработанных расходомером за время измерений массы, имп;

q – цена импульса расходомера при измерении массы, кг/имп.

7.5.2 При поверке расходомеров с относительной погрешностью при измерении массы $\pm(0,15 \dots 0,2)\%$ измерения проводят в следующей последовательности.

Погрешность расходомера при измерении массы определяют сравнением значений массы, измеренных расходомером с показаниями поверочной установки не менее, чем в трех точках $j \geq 3$, соответствующих $0,05Q_{\max}$, $0,06 \dots 0,1 Q_{\max}$, $0,15 \dots 0,5 Q_{\max}$, где Q_{\max} – максимальный предел измерений расходомера (для $D_u > 100$ мм допускается $0,03Q_{\max} \dots 0,05Q_{\max}$, $0,06Q_{\max} \dots 0,9Q_{\max}$, $0,1Q_{\max} \dots 0,2Q_{\max}$; для $D_u < 8$ допускается $0,05 \dots 0,3Q_{\max}$, $0,5 \dots 0,6Q_{\max}$, $0,7 \dots 0,9Q_{\max}$). Допускается определение метрологических характеристик в трех точках рабочего диапазона: при минимальном (Q_{\min}^P), среднем ($0,5 \cdot (Q_{\min}^P + Q_{\max}^P)$) и максимальном (Q_{\max}^P) значении

ях расхода. Число измерений в каждой точке не менее пяти $i \geq 5$, при допустимом отклонении установленного массового расхода Q_m от контрольных точек $\pm 3\%$. На заданном массовом расходе проводят измерение массы жидкости;

- среднее квадратичное отклонение (далее - СКО) результатов определений коэффициентов коррекции для точек расхода в рабочем диапазоне $S_{\text{диап}}^{\text{MF}}$, рассчитанное по формуле (3), не превышает $0,02\%$

$$S_{\text{диап}}^{\text{MF}} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} \left(\frac{MF_{ij} - \overline{MF}_j}{\overline{MF}_j} \right)^2}{\sum n_j - 1}} \cdot 100 \leq 0,02\%, \quad (5)$$

где $\sum n_j$ – суммарное количество измерений в рабочем диапазоне;

m – количество точек разбиения рабочего диапазона;

MF_{ij} – коэффициент коррекции измерений массы при i -м измерении в j -й точке расхода, рассчитанный по формуле (4);

\overline{MF}_j – среднее арифметическое значение коэффициента коррекции в j -й точке расхода, вычисленное по формуле (5)

$$MF_{ij} = \frac{M_{ij}^{\text{рз}}}{M_{ij}^{\text{мас}}}, \quad (6)$$

где $M_{ij}^{\text{рз}}$ – значение массы рабочей жидкости для i -го измерения в j -й точке, полученное в результате измерений рабочего эталона;

$M_{ij}^{\text{мас}}$ – значение массы рабочей жидкости для i -го измерения в j -й точке, полученное в результате измерений поверяемым расходомером;

$$\overline{MF}_j = \frac{\sum_{i=1}^{n_j} MF_{ij}}{n_j}. \quad (7)$$

Относительную погрешность расходомера в процентах для каждого поверочного расхода определяют по формуле

$$\delta_{ij} = \frac{M_{ij}^{\text{мас}} - M_{ij}^{\text{рз}}}{M_{ij}^{\text{рз}}} \cdot 100\%, \quad (8)$$

Расходомер считают выдержавшим поверку, если значение его погрешности при измерении массы в каждой точке при каждом измерении не превышает значения допускаемой погрешности δ'_{ij} :

$$\delta'_{ij} = \pm(0,05 \dots 0,15)\% \quad (9)$$

где

$\pm(0,05 \dots 0,15)\%$ – значение погрешности при измерении массы, указанное в руководстве по эксплуатации и соответствующее расходомеру

Т.е. выполняется условие - $|\delta_{ij}| \leq |\delta'_{ij}|$.

Примечание:

– при положительном результате поверки по измерению массы, расходомер признают годным для измерений массового расхода и массового дозирования;

– при использовании импульсного выхода пересчитывают измеренную расходомером массу по формуле

$$M_{ij}^{mac} = N_{ij} \cdot q, \quad (10)$$

где

N_{ij} - количество импульсов наработанных расходомером за время измерений массы;

q – цена импульса расходомера при измерении массы.

– при поверке расходомера по объему выполняют действия, аналогичные пункту 2.6.5.1. При этом при расчете относительной погрешности по формуле (6) вместо величин M_{ij}^{ps} и M_{ij}^{mac} используют V_{ij}^{ps} и V_{ij}^{mac} ,

где V_{ij}^{ps} - значение объема рабочей жидкости для i -го измерения в j -й точке, полученное в результате измерений рабочего эталона;

V_{ij}^{mac} - значение объема рабочей жидкости для i -го измерения в j -й точке, полученное в результате измерений поверяемым расходомером;

– при положительном результате поверки по измерению объема, расходомер признают годным для измерений объемного расхода и объемного дозирования.

7.5.3 Относительную погрешность расходомера при измерении объема определяют сравнением измеренного объема жидкости, прошедшей через расходомер с показаниями поверочной проливной установки в двух точках, соответствующих $0,05Q_{max}$, и $0,2...0,9 Q_{max}$, где Q_{max} – максимальный предел измерений расходомера (для $Dy > 80$ мм допускается $0,05Q_{max}$, $0,1...0,3Q_{max}$). Число измерений в каждой точке не менее двух, при допустимом отклонении установленного объёмного расхода Q_v от контрольных точек $\pm 3\%$.

Относительную погрешность расходомера в процентах для каждого поверочного расхода определяют по формуле

$$\delta_v = \frac{V_p - V_y}{V_y} \cdot 100\%, \quad (11)$$

где

V_y – объём жидкости, измеренный поверочной установкой,

V_p – объём жидкости, измеренный расходомером, т.е. показания расходомера на дисплее, мониторе компьютера/контроллера.

Расходомер считают выдержавшим поверку, если значение его погрешности при измерении объема в каждой точке при каждом измерении не превышает значения допускаемой погрешности δ'_v .

$$\delta'_v = \pm(0,20...0,40)\% \quad (12)$$

где

$\pm(0,20...0,40)\%$ - значение погрешности при измерении объемного расхода, указанное в руководстве по эксплуатации.

Т.е. выполняется условие - $|\delta_v| \leq |\delta'_v|$.

Примечание:

при положительном результате поверки по измерению объема, расходомер признают годным для измерений объемного расхода и объемного дозирования.

7.5.4 Абсолютную погрешность расходомера при измерении плотности определяют сравнением по показаниям дисплея, монитора компьютера, контроллера с показаниями ареометра в рабочем диапазоне измерений плотности. Для этого берут пробу поверочной среды на выходном участке трубопровода заливают ее в сосуд с ареометром и определяют плотность. Число измерений не менее двух.

Абсолютную погрешность измерений плотности Δ_n в каждой точке при каждом измерении рассчитывают по формуле

$$\Delta_n = \rho_p - \rho_o, \quad (13)$$

где

ρ_p – значение плотности измеренное расходомером;

$\rho_o = \frac{\rho_0}{1 + \alpha(t - t_0)}$ – значение плотности, измеренное ареометром при темпера-

туре процесса t ;

ρ_0 – плотность жидкости при $t_0 = 20$ °С, α - коэффициент объемного расширения жидкости, $1/^\circ\text{C}$.

Расходомер считают выдержавшим поверку, если значение абсолютной погрешности измерений плотности Δ_n в каждой точке при каждом измерении не превышает значения допустимой абсолютной погрешности измерений плотности, указанного в руководстве по эксплуатации и соответствующее его исполнению $\pm(1... 10)$ кг/м³.

Примечание:

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

7.6. При положительных результатах поверки на жидкой среде расходомер признают годным к измерениям на газовых рабочих средах с метрологическими характеристиками, указанными в руководстве по эксплуатации соответственно исполнению расходомера. По окончании поверки проводят перенастройку прибора, в соответствии с параметрами настройки, указанными в руководстве по эксплуатации.

8. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 Результаты поверки заносят в протокол, форма которого приведена в приложении А.

8.2 При положительных результатах поверки делают записи в соответствующих разделах паспортов расходомера, с нанесением знаков поверки, в соответствии с документом "Порядок проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке", утвержденным приказом Минпромторга России от 02.07.2015 № 1815. Знак поверки наносят на паспорт.

8.3 При отрицательных результатах поверки расходомер подлежит ремонту и повторной поверке и допускается к эксплуатации только при положительных результатах повторной поверки.

8.4 Если при отрицательных результатах поверки расходомер не подлежит ремонту, то выдают извещение о непригодности его к эксплуатации с указанием причин в соответствии с приказом Минпромторга России от 02.07.2015 № 1815.

Начальник отдела 208
ФГУП "ВНИИМС"

Б.А. Иполитов

Начальник сектора
ФГУП "ВНИИМС"

В.И. Никитин

От ООО "АВВ"

С.Г. Железняков

ПРОТОКОЛ поверки расходомера-счетчика массового _____ .

Серийный номер _____
 Ду, мм _____
 Применяемый диапазон измерений по расходу, т/ч _____

Средства поверки _____

Результаты поверки

- 6.5 Заключение по подготовке к поверке _____
 7.1 Заключение по внешнему осмотру _____
 7.2 Заключение по проверке идентификационных данных _____
 ПО _____
 7.3 Заключение по проверке герметичности _____
 7.4 Заключение по опробованию _____

7.5.1. Определение погрешности измерений массы δ_m .

Массовый расход [т/ч]	Измерение	Показания расходомера по измеренной массе, M_p [кг]	Показания поверочной установки, M_y [кг]	Значение относительной погрешности, δ_m [%]	Значение допускаемой погрешности рассчитанной по формуле, δ'_m [%]
	1				
	2				
	1				
	2				
	1				
	2				
	1				
	2				

Заключение о пригодности расходомера: _____

Поверитель: _____ (_____) " ____ " _____

ПРОТОКОЛ поверки расходомера-счетчика массового _____ .

Серийный номер _____
 Ду, мм _____
 Применяемый диапазон измерений по расходу, т/ч _____

Средства поверки _____

Результаты поверки

- 6.5 Заключение по подготовке к поверке _____
- 7.1 Заключение по внешнему осмотру _____
- 7.2 Заключение по проверке идентификационных данных _____
 ПО _____
- 7.3 Заключение по проверке герметичности _____
- 7.4 Заключение по опробованию _____

7.5.2. Определение погрешности измерений объема δ_v [%]

Объемный расход [м ³ /ч]	Измерение	Показания расходомера по измеренному объему, м ³ [V _p]	Показания поверочной установки по измеренному объему, м ³ [V _v]	Значение относительной погрешности, δ_v [%]	Значение допускаемой погрешности рассчитанной по формуле, δ'_v [%]
	1				
	2				
	1				
	2				
	1				
	2				

Заключение о пригодности расходомера: _____

Поверитель: _____ (_____) " _____ "

ПРОТОКОЛ поверки расходомера-счетчика массового _____ .

Серийный номер _____
 Ду, мм _____
 Поверяемый параметр _____

Средства поверки _____

Результаты поверки

- 6.5 Заключение по подготовке к поверке _____
- 7.1 Заключение по внешнему осмотру _____
- 7.2 Заключение по проверке идентификационных данных ПО _____
- 7.3 Заключение по проверке герметичности _____
- 7.4 Заключение по опробованию _____

7.5.3. Определение абсолютной погрешности измерений плотности Δ_{Π} , (кг/м³)

Измерение	Значение плотности измеренное расходомером ρ_p , (кг/м ³)	Значение плотности измеренное ареометром ρ_a , (кг/м ³)	Абсолютная погрешность Δ_{Π} , (кг/м ³)
1			
2			

Заключение о пригодности расходомера: _____

Поверитель: _____ (_____) " _____ "