

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ГЦИ СИ ЗАО КИП «МЦЭ» –

Генеральный директор
ЗАО КИП «МЦЭ»



А.В. Федоров
2015 г.

ИНСТРУКЦИЯ

РАСХОДОМЕРЫ BROOKS® МОДЕЛЕЙ MT3809G, MT3810G

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МЦКЛ.0158.МП

л.р. 60774-15

г. Москва
2014 г.

Настоящая методика распространяется на Расходомеры Brooks® моделей MT3809G, MT3810G (далее – расходомер).

Методика поверки устанавливает методы и средства первичной (при вводе в эксплуатацию и/или после ремонта) и периодической поверок.

Первичную и периодическую поверки осуществляют аккредитованные в установленном порядке в области обеспечения единства измерений юридические лица и индивидуальные предприниматели.

Интервал между поверками – три года.

Термины и определения, применяемые в настоящем документе, приведены в приложении А.

1. Операции поверки

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

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта документа по поверке	Проведение операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	7.1	+	+
2 Проверка идентификационных данных программного обеспечения (ПО)	7.2	+	+
3 Опробование	7.3	+	+
4 Определение метрологических характеристик	7.4	+	+
5 Обработка результатов измерений	8	+	+
6 Оформление результатов поверки	9	+	+

2. Средства поверки

2.1. При проведении поверки применяют следующие средства:

2.1.1. Средства поверки

Установки расходомерные с пределами допускаемой погрешности измерения (воспроизведения) объемного расхода жидкости (газа) не более 1/3 пределов допускаемой основной приведенной погрешности поверяемого расходомера для заданного диапазона измерений объемного расхода жидкости (газа).

Термометр с ценой деления не более 0,1 °С и пределами допускаемой погрешности не более 0,2 °С по ГОСТ 112-78.

Мембранный метеорологический барометр.

Термометр ртутный стеклянный по ГОСТ 13646-68.

Манометр типа МО класса точности 0,4 по ГОСТ 22520-85.

Аспирационный психрометр.

Источник постоянного тока.

Вольтметр Э 515/2 класса 0,5 по ГОСТ 8711-93.

Милливольтмиллиамперметр М 2020 класса 0,2.

HART-коммуникатор.

Примечание – Допускается применение других средств поверки, обеспечивающих заданную точность.

2.1.2. Поверочные среды

Воздух для газовых расходомеров.

Вода по ГОСТ Р 51232-98 для жидкостных расходомеров.

Допускается применение других сред при условии градуировки расходомеров на данных средах, а также применение специальных сред в случае, если данные среды используются в поверочной установке в качестве рабочих.

2.2. Допускается применение других средств измерений и вспомогательного оборудования с метрологическими характеристиками не хуже приведенных в п. 2.1.

2.3. Все средства измерений (рабочие эталоны) должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке или оттиск поверительного клейма.

3. Условия поверки

3.1. При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура, относительная влажность и атмосферное давление окружающего воздуха; температура поверочной среды; отклонение напряжения и частоты тока питания; давление и чистота воздуха питания; наличие электрических и магнитных полей - по ГОСТ 13045-81;

- изменение температуры поверочной среды и температуры окружающего воздуха при проведении поверки не должно превышать 1,0 °С.

- отсутствие внешних электрических и магнитных полей (кроме естественного).

- отсутствие механической вибрации, тряски и ударов, влияющих на работу расходомеров.

- напряжение электрического питания поверяемого расходомера должно соответствовать требованиям, установленным в эксплуатационной документации изготовителя

3.2. Расходомеры, поступающие на поверку, должны иметь паспорт установленного образца или соответствующий документ с градуировочной характеристикой предыдущей аттестации или поверки. В случае утери или отсутствия градуировочной характеристики расходомер должен быть отградуирован, как указано в приложении Б.

4. Требования к квалификации поверителей

4.1. К выполнению поверки допускают лиц, достигших 18 лет, прошедших обучение и проверку знаний требований охраны труда в соответствии с ГОСТ 12.0.004-90, годных по состоянию здоровья, аттестованные в качестве поверителя по ПР 60.2.012-94, изучивших настоящую методику поверки, эксплуатационную документацию на: расходомеры, средства поверки и прошедшие инструктаж по технике безопасности и допущенные к работе на электроустановках напряжением до 1000 В.

5. Требования безопасности

5.1. При проведении поверки должны быть соблюдены все требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.019-80

5.2. Запрещается создавать давление, превышающее верхний предел измерений расходомеров и рабочих эталонов давления.

5.3. Запрещается снимать поверяемый расходомера с устройства для создания давления без сброса давления.

5.4. Источником опасности при монтаже и эксплуатации преобразователей являются электрический ток и давление измеряемой среды.

5.5. При всех работах со средствами измерений необходимо соблюдать следующие меры предосторожности:

- перед каждым включением необходимо проверить исправность сетевого шнура и

заземления;

- устранение дефектов, замена преобразователей, присоединение и отсоединение кабелей должно проводиться только при отключенном питании (вилка сетевого шнура должна быть вынута из розетки) и при полном отсутствии избыточного давления.

6. Подготовка к поверке

6.1. Выдержать расходомер в нерабочем состоянии при температуре окружающего воздуха $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ в течение не менее трех часов.

6.2. Проверить отсутствие заедания поплавка расходомеров перемещением плунжера поплавокковой системы, для чего установить расходомер в положение, соответствующее рабочему, и поднять поплавок вверх до упора. При плавном опускании плунжера в нижнее положение поплавков должен двигаться свободно без заеданий. Стрелка местных показаний должна двигаться плавно, без скачков.

6.3. Установить расходомер в линию поверочной расходомерной установки в рабочем положении (вертикальном) в соответствии с требованиями технической документации на расходомер конкретного типа.

6.4. Проверить вертикальность установки расходомера, как указано в приложении В.

6.5. Проверить герметичность мест соединений. Проверку герметичности соединений контролируют визуально по отсутствию видимых утечек воды и капель жидкости. Утечки воздуха проверяют мыльным раствором или по спаду давления в измерительной линии, которое не должно изменяться при выдержке в течение не менее пяти минут.

6.6. Расходомер типа с выходным сигналом по взаимной индуктивности соединить со вторичным прибором дифференциально-трансформаторной системы, включить в сеть и выдержать во включенном состоянии в течение 2 ч.

6.7. Расходомер с токовым выходным сигналом соединить с источником питания и милливольтмиллиамперметром М 2020, как указано в приложении Г, и заземлить. Перед определением метрологических параметров расходомер должен быть выдержан во включенном состоянии не менее 30 мин.

7.4 Средства поверки и поверяемый расходомер подготавливают к работе в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

7. Проведение поверки

7.1. Внешний осмотр

7.1.1. При проведении внешнего осмотра должно быть установлено:

- соответствие комплектности расходомера требованиям технических документов на этот расходомер;
- отсутствие механических повреждений и дефектов, ухудшающих внешний вид расходомера и препятствующих его применению;
- цифры и отметки шкалы должны быть четкими;
- цена делений шкалы не должна превышать предела допускаемой погрешности расходомера;
- маркировка расходомеров должна соответствовать требованиям эксплуатационной документации на поверяемый расходомер.

7.2. Проверка идентификационных данных программного обеспечения (ПО)

7.2.1. Проверку идентификационных данных ПО производить путем сличения идентификационных данных ПО, указанных в эксплуатационной документации на преобразователь с идентификационными данными ПО, указанными в таблице 2.

Таблица 2 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные ПО	Значение
Идентификационное наименование ПО	Firmware, 38xxG
Номер версии ПО	01.02
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	—*
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	—*
*Данные недоступны, так как данное ПО не может быть модифицировано, загружено или прочитано через какой-либо интерфейс после опломбирования.	

7.2.2. Результаты проверки считаются положительными, если идентификационные данные ПО, указанные в эксплуатационной документации на расходомер и/или отображаемые в меню пользователя, соответствуют указанным в таблице 2.

7.3. Опробование

7.3.1. Для проверки нормальной работы расходомера через него пропускают поток поверочной среды (воды, воздуха), плавно изменяя расход от 0 до 100% и обратно. При изменении расхода поплавков расходомера, стрелка шкалы местных показаний и стрелка вторичного прибора должны двигаться спокойно, без скачков и заеданий.

7.4. Определение метрологических характеристик

7.4.1. Определение основной погрешности измерений расхода (объема)

7.4.1.1. Поверку расходомеров проводят на отметках шкалы и при значениях выходного сигнала, указанных в эксплуатационной документации на расходомер.

7.4.1.2. Поверку расходомеров со шкалой, оцифрованной в единицах расхода, проводят на каждой оцифрованной отметке градуировочной характеристики.

7.4.1.3. Действительное значение расхода определяют дважды (при прямом и обратном ходах поплавка), затем вычисляют среднее арифметическое значение расхода.

7.4.1.4. При определении расхода воздуха одновременно фиксируют температуру с погрешностью не более 0,5 °С и абсолютное давление потока воздуха после расходомера с погрешностью в пределах ± 0,05 кПа.

7.4.2. Определение вариации показаний

7.4.2.1. На каждой из указанных выше отметках шкалы определяют вариацию показаний при прямом и обратном ходах поплавка по ГОСТ 8.009-84.

7.4.2.2. При проведении поверки максимальная амплитуда колебания поплавка (стрелки местных показаний расходомера и вторичного прибора) относительно отметки шкалы не должна превышать предела допускаемой основной погрешности расходомера.

8. Обработка результатов измерений

8.1. Основную погрешность расходомеров, предназначенных для измерений расхода жидкостей (γ), рассчитывают по формуле

$$\gamma = \frac{Q_{\text{изм}} - Q_{\text{эт}}}{Q_{\text{н}}} \cdot 100 \%, \quad (1)$$

где $Q_{\text{изм}}$ – объемный расход жидкости, по показаниям расходомера, соответствующий отметке шкалы (значению выходного сигнала), м³/с;

$Q_{\text{эт}}$ – объемный расход жидкости, по показаниям средств поверки, м³/с;

Q_n – расход, соответствующий верхнему пределу диапазона измерений объемного расхода жидкости, указанный в эксплуатационной документации на расходомер, м³/с.

8.2. Основную погрешность расходомеров, предназначенных для измерения расхода газа (γ), рассчитывают по формуле

$$\gamma = \frac{Q_{\text{изм}} - Q_{\text{пр}}}{Q_n} \cdot 100 \%, \quad (2)$$

где $Q_{\text{изм}}$ – объемный расход газа, по показаниям расходомера, соответствующий отметке шкалы (значению выходного сигнала), м³/с;

$Q_{\text{пр}}$ – объемный расход газа, по показаниям средств поверки, и приведенный к условиям градуировки, в соответствии с приложением Е.

Q_n – расход, соответствующий верхнему пределу диапазона измерений объемного расхода газа, указанный в эксплуатационной документации на расходомер, м³/с.

8.3. Результаты поверки считают положительными при выполнении условия для каждой оцифрованной отметки шкалы условия

$$\gamma \leq \gamma_{\text{доп}} \quad (3)$$

где $\gamma_{\text{доп}}$ – пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений, указанной в эксплуатационной документации на расходомер.

9. Оформление результатов поверки

9.1. Результаты поверки оформляют протоколами произвольной формы.

9.2. При положительных результатах поверки оформляют свидетельство о поверке в соответствии с ПР 50.2.006-94 или делают соответствующую запись в соответствующий раздел эксплуатационной документации преобразователя.

9.3. При отрицательных результатах поверки преобразователь к применению не допускают, оттиск поверительного клейма гасят, свидетельство о поверке аннулируют, выдают извещение о непригодности с указанием причин в соответствии с ПР 50.2.006-94, а расходомер направляют в ремонт или для настройки (регулировки) производителю или авторизованной сервисной организации.

9.4. После устранения неисправностей и переградуировки расходомеров допускается проводить повторную поверку.

Заместитель руководителя ГЦИ СИ ЗАО КИП «МЦЭ»



В.С. Марков

Инженер-метролог ГЦИ СИ ЗАО КИП «МЦЭ»



М.О. Припутнев

Приложение А (справочное)

Термины и определения, применяемые в настоящем документе

Поверочная (градуировочная) среда: Среда (жидкость, газ), по которой проведена поверка (градуировка) расходомера;

Условный стандартный расход: Объемный расход газа, проходящий через расходомер в условиях по ГОСТ 2939-63;

Стандартный расход: Объемный расход газа, проходящий через расходомер при рабочих условиях, приведенный к условиям по ГОСТ 2939-63;

Действительный расход: Объемный расход газа, проходящий через расходомер при условиях измерений (физический объем, проходящий в единицу времени);

Массовый расход: Расход среды (жидкости, газа) через расходомер в единицах массы;

Стандартная градуировочная характеристика: Градуировочная характеристика, в которой значения расхода соответствуют условному стандартному расходу (для газовых расходомеров).

Приложение Б (справочное)

Градуировка расходомеров

Градуировкой называют метрологическую операцию, при помощи которой делениям измерительного прибора придают значения, выраженные в установленных единицах величин.

Градуировочная характеристика расходомера должна быть представлена в виде таблицы, графика или математической зависимости и выражать зависимость расхода от делений шкалы (положения поплавка).

Для градуировки расходомеров применяют средства измерения, указанные в разделе 2 настоящего документа. Условия градуировки должны соответствовать разделу 3, требования безопасности - разделу 5, подготовка к градуировке - разделу 6 настоящего документа.

Стандартными градуировочными средами служат: вода – для расходомеров, предназначенных для измерений расхода жидкости, воздух – для расходомеров, измеряющих расход газов.

Градуировку расходомеров допускается проводить и на рабочих средах при условиях, соответствующих действительным. Однако в этом случае также необходимо иметь стандартную градуировочную характеристику на воде или воздухе для упрощения проведения поверки.

Градуировку расходомеров проводят на отметках шкалы и при значениях выходного сигнала, указанных в паспорте на расходомер. Обычно выбирают точки, соответствующие отметкам 0 %, 20 %, 40 %, 60 %, 80 % и 100 % условной равномерной шкалы (для некоторых типов расходомеров 0-я отметка шкалы является нерабочей).

Значения расхода на каждой отметке шкалы снимают дважды – при прямом и обратном ходах поплавка.

Для жидкостных расходомеров градуировочную характеристику строят непосредственно по осредненным значениям расходов.

Для газовых расходомеров сначала вычисляют условный стандартный расход Q_0 , м³/с, по формуле

$$Q_0 = Q \cdot \sqrt{\frac{P_c \cdot T}{P \cdot T_c}} \cdot \frac{P}{P_c} \cdot \frac{T_c}{T}, \quad (\text{Б.1})$$

где Q – расход воздуха (газа), отсчитываемый по расходомерной установке при указанных ниже значениях T и P , если при градуировке расходомера объем газа не приведен к условиям по ГОСТ 2939, м³/с;

P_c – давление воздуха при условиях по ГОСТ 2939, Па ($P_c = 101325$ Па);

T – температура воздуха (газа), поступающего в расходомер, К;

T_c – температура воздуха при условиях по ГОСТ 2939, К; ($T_c = 293,15$ К);

P – абсолютное давление воздуха на входе расходомера, которое рассчитывают как сумму избыточного давления воздуха (газа) на входе $P_{\text{изб}}$ и атмосферного давления воздуха $P_{\text{атм}}$, Па:

$$P = P_{\text{изб}} + P_{\text{атм}}. \quad (\text{Б.2})$$

Если объем воздуха (газа) в поверочной установке приведен к условиям по ГОСТ 2939, то условный стандартный расход воздуха (газа) через расходомер Q_0 , м³/с, рассчитывают по формуле

$$Q_0 = Q_c \cdot \sqrt{\frac{P_c \cdot T}{P \cdot T_c}}, \quad (\text{Б.3})$$

где Q_c – объемный расход воздуха (газа) в рабочих условиях, приведенный к условиям по ГОСТ 2939, м³/с.

Градуировочную характеристику газовых расходомеров строят по условному стандартному расходу. В этом случае условия градуировки не приводят.

Градуировка расходомера методом сличения на поверочных установках, имеющих в своем составе образцовый расходомер, имеет свои особенности. В этом случае схема поверки расходомеров различается в зависимости от последовательности подключения поверяемого и образцового расходомеров и может быть двух видов:

- образцовый расходомер подключен по потоку раньше поверяемого;
- поверяемый расходомер подключен по потоку раньше образцового.

В таблице Б.1 приведены предельные отклонения давления на поверяемом и образцовом расходомерах, при которых предел допускаемой погрешности не превышает указанного значения.

В этом случае независимо от условий поверки (давления, температуры) для каждой отметки шкалы поверяемого расходомера записывают соответствующие значения расхода, определяемые по градуировочной характеристике образцового расходомера. Вычислений при этом не проводят.

В случае, если перепад давления газа превышает указанное предельное значение, то для избежания ошибок при градуировке рекомендуется проводить измерения по схемам обоих видов, а результаты осреднить.

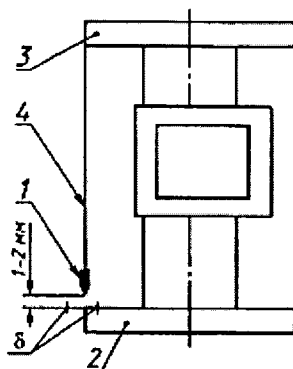
Градуировочная характеристика поверяемого расходомера при этом соответствует условиям, записанным в градуировочной характеристике образцового расходомера (обычно стандартным).

Таблица Б.1 – Предельные отклонения перепада давления

Пределы допускаемой приведенной погрешности измерения объемного расхода, %	Предельные отклонения перепада давления, Па, на поверяемом и образцовом расходомерах при наличии в них перепада температур, К					
	0	1	2	3	4	5
± 1	2068	1689	1311	932	554	175
± 2	4220	3834	3448	3061	2675	2289
± 3	6508	6108,5	5719,5	5324,5	4930,5	4536
± 5	11227	10816	10485	9994	9583	9172

Приложение В
(справочное)

Схема проверки вертикальности установки расходомера в измерительную линию



Обозначения:

1 - отвес;

2 - нижний фланец;

3 - верхний фланец;

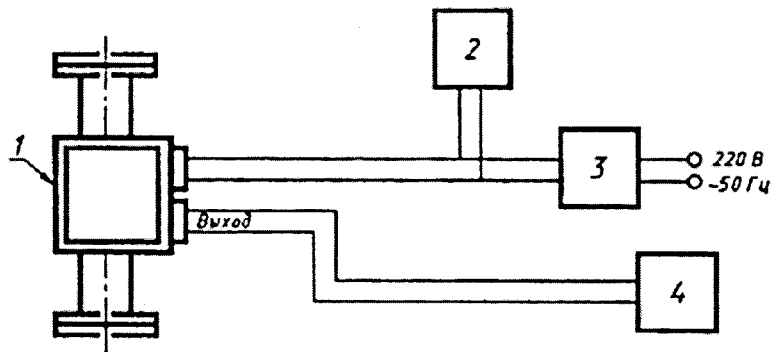
4 - нить;

δ - отклонение отвеса от края нижнего фланца при приложении нити к краю верхнего фланца в любой вертикальной плоскости; δ не должно быть более 2 мм

Рисунок В.1 – Схема проверки вертикальности установки расходомера в измерительную линию

Приложение Г
(обязательное)

Схема подключения питания к расходомеру



Обозначения:

1 – расходомер;

2 – вольтметр;

3 – источник постоянного тока;

4 – милливольтмиллиамперметр.

Рисунок Г.1 – Схема подключения питания к расходомеру

Приложение Д
(обязательное)

Измерение расхода газа

Показания расходомера изменяются в зависимости от условий измерений газа, поэтому их необходимо пересчитывать с учетом условий прежней градуировки и новых условий измерения. Влияющими параметрами являются давление (P), температура (T) газа.

В соответствии с ГОСТ 2939 все измеренные объемы газа должны быть приведены к единым условиям ($P_c = 101325$ Па, $T_c = 293,15$ К), что удобно при учетных операциях, однако при управлении технологическими процессами иногда требуется также знание действительного объема газа.

Таким образом, объемный расход газа, проходящего через расходомер, можно представить в виде:

Q – объемный расход газа при рабочих условиях измерения (P и T);

Q_c – объемный расход газа при условиях измерения по ГОСТ 2939 (P_c и T_c);

Между Q и Q_c существует соотношение

$$Q_c = Q \cdot \frac{P \cdot T_c}{P_c \cdot T} \quad (Д.1)$$

Массовый расход воздуха Q_m рассчитывают по формуле

$$Q_m = \rho \cdot Q = \rho_c \cdot Q_c, \quad (Д.2)$$

где ρ, ρ_c – плотность газа при рабочих условиях измерений и условиях по ГОСТ 2939 соответственно.

В зависимости от того, в каком виде представлена градуировочная характеристика (в единицах объемного расхода при рабочих условиях измерения или приведенных к условиям по ГОСТ 2939), а также в зависимости от того, в каком виде представляют результаты измерения на поверочной установке, используют различные формулы приведения к градуировочным условиям:

1) градуировочные характеристики и результаты измерений на поверочной установке представляют объемный расход $Q_{пр}$ приведенный к условиям измерений по ГОСТ 2939, рассчитываемый по формуле

$$Q_{пр} = Q_c \cdot \sqrt{\frac{P_r \cdot T_i}{P_i \cdot T_r}} \quad (Д.3)$$

где индексы означают: «и» - относится к образцовой мере в процессе измерения, «г» - относится к градуировке, «с» - относится к условиям по ГОСТ 2939, «пр» - приведенное значение;

2) градуировочная характеристика и результаты измерений на поверочной установке представляют объемный расход при рабочих условиях измерений, в этом случае используют объемный расход $Q_{пр}$, рассчитываемый по формуле

$$Q_{пр} = Q_i \cdot \sqrt{\frac{P_r \cdot T_i}{P_i \cdot T_r} \cdot \frac{P_i \cdot T_r}{P_r \cdot T_i}} \quad (Д.4)$$

3) расход по градуировочной характеристике приведен к условиям по ГОСТ 2939, а результаты измерений расхода на поверочной установке представлены при рабочих условиях; объемный расход $Q_{пр}$ при таких условиях рассчитывают по формуле

$$Q_{\text{пр}} = Q_{\text{и}} \cdot \sqrt{\frac{P_{\text{Г}} \cdot T_{\text{и}}}{P_{\text{и}} \cdot T_{\text{Г}}} \cdot \frac{P_{\text{и}} \cdot T_{\text{с}}}{P_{\text{с}} \cdot T_{\text{и}}}} \quad (\text{Д.5})$$

4) градуировочная характеристика представляет расход при рабочих условиях измерения, а результаты измерений на поверочной установке приведены к условиям по ГОСТ 2939; объемный расход $Q_{\text{пр}}$ рассчитывают по формуле

$$Q_{\text{пр}} = Q_{\text{с}} \cdot \sqrt{\frac{P_{\text{Г}} \cdot T_{\text{и}}}{P_{\text{и}} \cdot T_{\text{Г}}} \cdot \frac{P_{\text{с}} \cdot T_{\text{и}}}{P_{\text{и}} \cdot T_{\text{с}}}} \quad (\text{Д.6})$$