

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И
МЕТРОЛОГИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
РАСХОДОМЕТРИИ (ФГУП «ВНИИР»)



Заместитель директора по развитию
ФГУП «ВНИИР»

А.С. Тайбинский

« 11 »

2018 г.

ИНСТРУКЦИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений

Расходомеры газа ультразвуковые Q.Sonic plus

Методика поверки

МП 0799-13-2018

Начальник отдела НИО-13

А.И. Горчев

Тел. (843)272-11-24

г. Казань
2018 г.

РАЗРАБОТАНА

ФГУП «ВНИИР»
ООО «Компания Штрай»

УТВЕРЖДЕНА

ФГУП «ВНИИР»

Настоящая инструкция распространяется на расходомеры газа ультразвуковые Q.Sonic plus с заводскими номерами 69512378, 69512379, 69512380, 69512381, 69512382 и 69512383 (в дальнейшем - расходомеры) и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

Расходомеры предназначены для измерения расхода и объема газа.

Интервал между поверками – 4 года.

1 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей методике использованы ссылки на следующие нормативные документы:

- ГОСТ Р 8.618-2014 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений объемного и массового расходов газа;
- Приказ Минпромторга России от 02.07.2015 № 1815 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке»

Примечание – При применении настоящей инструкции целесообразно проверить действие ссылочных стандартов на территории Российской Федерации по соответствующему указателю стандартов, составленному по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящей инструкцией следует руководствоваться замененным (измененным) стандартом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки выполняют следующие операции, указанные в таблице 1. При выполнении операций поверки ведут протокол поверки произвольной формы.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при:	
		первичной поверке	периодической поверке
1	2	3	4
Внешний осмотр	7.1	Да	Да
Опробование	7.2	Да	Да
Проверка идентификации программного обеспечения (ПО)	7.3	Да	Да
Определение метрологических характеристик	7.4	Да	Да

2.2 Допускается проводить поверку расходомеров газа в ограниченном диапазоне расходов на основании письменного заявления владельца расходомера.

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки применяют следующие средства измерений:

- установка поверочная расходоизмерительная, поверочная среда: воздух, диапазон задаваемого объемного расхода должен соответствовать рабочему диапазону поверяемого счетчика, средним квадратическим отклонением результатов измерений не более 0,05% и неисключенной систематической погрешности не превышающей 0,04%;
- установка поверочная расходоизмерительная, поверочная среда: природный газ, диапазон задаваемого объемного расхода должен соответствовать рабочему диапазону поверяемого счетчика, с пределом основной относительной погрешности $\pm 0,23\%$ (или средним квадратическим отклонением результатов измерений не более 0,05% при 11 независимых измерениях, и неисключенной систематической погрешности не превышающей 0,1%);
- манометр деформационный образцовый с условными шкалами (регистрационный № 5768-67) с верхним пределом, соответствующим максимальному рабочему давлению конкретного исполнения расходомера, класс точности 0,16.
- термометр сопротивления типа ТСП (регистрационный № 33565-06), пределы измерений от минус 20 °С до 70 °С, пределы допускаемой погрешности $\pm 0,1\%$;
- вычислитель расхода FC2000 (регистрационный № 27098-11);
- мультиметры цифровые Fluke 233 (регистрационный № 46811-11), диапазон измерений силы постоянного тока от 0,01 до 10 мА, частоты от 0,001 до 9,999 кГц, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения силы постоянного тока $\pm(0,01I_{\text{изм}} + 3 \text{ емр})$, частоты $\pm(0,001F_{\text{изм}} + 2 \text{ емр})$;
- персональный компьютер, комплект программного обеспечения SonicExplorer; хроматографы газовые промышленные GC8000 (регистрационный № 51293-12).

3.2 Все эталонные средства измерений должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке или поверительные клейма.

3.3 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.

4 ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ И ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

4.1. При проведении поверки должны соблюдаться следующие требования:

- корпус расходомера и применяемых средств измерений должны быть заземлены в соответствии с их руководствами по эксплуатации;
- ко всем используемым средствам должен быть обеспечен свободный доступ для заземления, настройки и измерений;
- работы по соединению устройств должны выполняться до подключения к сети питания;
- к работе должны допускаться лица, имеющие необходимую квалификацию и обученные работе с расходомером и правилам техники безопасности;
- указания, предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок» и «Правилами техники безопасности при эксплуатации

электроустановок», а также инструкциями по эксплуатации оборудования, его компонентов и применяемых средств поверки.

5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

5.1 В качестве рабочей среды в поверочных установках может использоваться природный газ или воздух.

5.2 Давление газа или воздуха определяется технологическими возможностями поверочной установки и не должно превышать рабочее давление поверяемого расходомера.

5.3 При проведении поверки должны соблюдаться условия по ГОСТ 8.395-80:

- температура окружающего воздуха (20 ± 5) °С;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа.

Примечание – При проведении поверки расходомера имитационным методом без снятия с измерительной линии или на поверочной установке на природном газе допускается проведение поверки при температуре окружающей среды от минус 20 до плюс 55 °С.

5.4 Тряска, вибрация, удары, а также внешние электрические и магнитные поля (кроме земного) должны отсутствовать.

5.5 Средства измерений, применяемые при поверке, и расходомер перед поверкой должны быть выдержаны во включенном состоянии в течение интервала времени, указанного в их эксплуатационной документации.

6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

Перед проведением поверки расходомеров выполняют следующие подготовительные работы:

6.1 Проверяют комплектность эксплуатационной документации на расходомеры.

6.2 Проверяют наличие действующих свидетельств о поверке или поверительные клейма на используемые средства поверки.

6.3 Проверяют работоспособность расходомера и средств поверки в соответствии с руководством по эксплуатации.

6.4 Проводят монтаж средств поверки согласно структурным схемам, указанным в руководстве по эксплуатации.

6.5 Включают и прогревают расходомер и средства поверки не менее 30 минут.

6.6 Остальную подготовку проводят согласно требованиям документации изготовителя расходомера и руководствам по эксплуатации средств поверки.

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре устанавливают:

- соответствие комплектности требованиям эксплуатационной документации;
- отсутствие механических повреждений и других дефектов, препятствующих проведению поверки;
- соответствие маркировки требованиям эксплуатационной документации.

7.2 Опробование

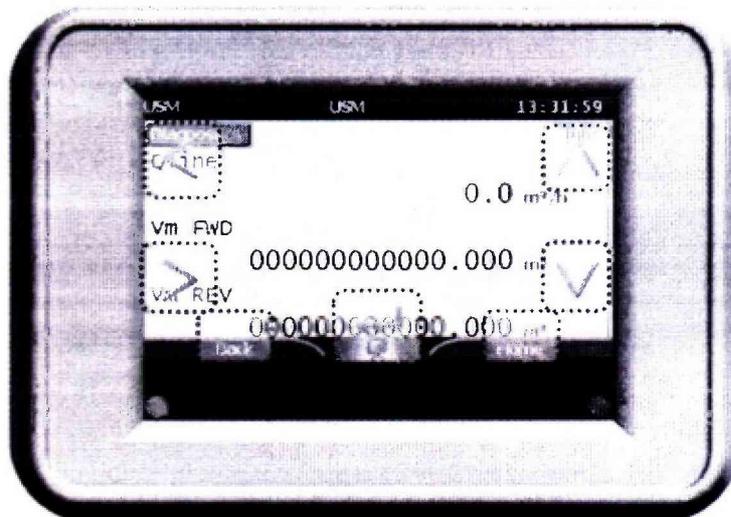
При проверке расходомера на месте эксплуатации или на поверочной установке, увеличивая или уменьшая расход, по выходным сигналам судят о работоспособности прибора. Результаты проверки считают положительными, если при изменении расхода наблюдают соответствующее изменение выходного сигнала.

При работе расходомера в течение 5-10 мин оценивают по диагностической программе процент прохождения импульсов по акустическому пути, который должен составлять 80-100%. Если это значение составляет величину менее 20%, расходомер нуждается в обслуживании.

7.3 Проверка идентификации программного обеспечения (ПО)

Включить расходомер. Активировать сенсорный экран расходомера прикосновением руки.

После появления основного экрана (рисунок ниже) активировать сенсорную область «Главный экран» (Home) в правом нижнем углу дисплея



Далее, используя сенсорные стрелки, выбрать и активировать клавишей «Выбор» (Select) вкладку 4 – «Информация» (Info) на появившемся «Главном экране»



После появления информационного экрана «Информация» (Info), активировать аналогичным образом область «Статус ПО» (Software status)



В появившемся экране описания версий встроенного ПО проверить номера и контрольные суммы в соответствии с таблицей 1.



Идентификационные данные расходомеров должны соответствовать представленным в описании типа.

Результат подтверждения соответствия программного обеспечения считается положительным, если полученные идентификационные данные программного обеспечения средства измерений (идентификационное наименование программного обеспечения, номера версий) соответствуют идентификационным данным, указанным в разделе «Описание» описания типа средства измерений.

7.4 Определение метрологических характеристик

7.4.1 Поверка расходомера, снятого с трубопровода.

7.4.1.1 Поверку проводят в помещении при стабильной температуре окружающей среды.

Расходомер не должен подвергаться воздействию солнечных лучей, т.к. это может вызывать конвекционные потоки внутри расходомера.

Проводят визуальную проверку внутренних деталей расходомера, поверхности ультразвуковых датчиков и внутренней поверхности корпуса.

Устанавливают заглушки на фланцы расходомера.

Устанавливают датчик температуры на одну из заглушек

Проводят откачку воздуха из корпуса расходомера до давления не более 20 гПа абс.

7.4.1.2 Присоединяют баллон с азотом и заполняют внутреннюю полость расходомера азотом.

Давление в корпусе расходомера должно быть не ниже минимального давления, соответствующего типу ультразвуковых преобразователей, используемых в расходомере. Рекомендованное значение давления - в пределах от 1,8 до 2,2 МПа.

Давление газа должно оставаться стабильным на протяжении всего периода поверки. Произвести проверку давления не менее, чем через 1 час после заполнения.

Систематическое изменение давления означает наличие протечки газа через заглушки. Проверку на протечки можно произвести мыльным раствором.

Дожидаются стабилизации температуры газа в пределах 2°C от среднего значения за 15 мин. Время стабилизации зависит от диаметра расходомера.

Поверку не начинают до тех пор, пока показания измеряемой скорости звука в газе не будут оставаться в пределах 0,2 м/с на протяжении не менее 10 мин.

7.4.1.3 Следует установить частоту измерений расходомера в интервале 1-5 в секунду в соответствии с п.5.8 РЭ через режим обслуживания программы SonicExplorer.

Проверяют процент прохождения сигналов (производительность) по всем акустическим каналам (не менее 90%) и находят коэффициент усиления сигналов для каждой пары датчиков в заданных пределах (см. документ «Ультразвуковой расходомер Серия 6 SonicExplorer Руководство по прикладному программному обеспечению»).

После стабилизации вводят значения температуры, давления и компонентного состава газа (азот) в программное обеспечение для определения расчетной скорости звука. Скорость звука в поверочной среде вычисляется с помощью программного обеспечения SonicExplorer со встроенным калькулятором скорости звука или другим ПО, аттестованным в установленном порядке.

7.4.1.4 Проверка «нуля».

Снимают значения нескорректированной скорости потока по каждому каналу. Средние значения скорости по каждому каналу не должны превышать ± 25 мм/с.

7.4.1.5 Снимают значение скорректированной скорости потока. Значение должно находиться в пределах ± 25 мм/с на протяжении не менее 30 секунд.

7.4.1.6 Снимают значения измеряемой скорости звука по всем каналам.

Значения должны находиться в пределах $\pm 0,25\%$ от расчетной величины. Разброс измеряемых значений между акустическими каналами должен находиться в пределах $\pm 0,7$ м/с.

7.4.1.7 Сохраняют файл-журнал показаний расходомера на протяжении не менее 5 минут. В комментариях указывают:

Строка 1: имя оператора, название компании, дату, время, место участка поверки.

Строка 2: условия проведения поверки (в помещении/вне помещения), давление, температура газа и окружающая температура.

Расходомер считается прошедшим поверку, если выполнены условия п. 7.4.1.5-7.4.1.7.

Относительная погрешность измерения расходомера после прохождения поверки пунктов 7.4.1 принимается $\pm 0,5\%$.

В случае несоответствия нулевой скорости потока газа или скорости звука в газе по одному из акустических каналов допускается отключение и замена датчиков данного канала на запасной комплект. После замены процедура поверки проводится повторно.

7.4.2 Поверка расходомера без снятия с трубопровода.

7.4.2.1 Поверку проводят при стабильной температуре окружающей среды. Расходомер и трубная обвязка не должны подвергаться воздействию солнечных лучей, осадков и т.п., т.к. это может вызывать конвекционные потоки внутри расходомера.

7.4.2.2 Изолируют расходомер в линии.

Давление в изолированном участке должно быть не ниже минимального давления, соответствующего типу ультразвуковых преобразователей, используемых в расходомере.

Давление в изолированном участке трубопровода должно отличаться от давления в остальном трубопроводе не менее, чем на 10% или 0,1 МПа.

Давление газа должно оставаться стабильным на протяжении всего периода поверки.

Систематическое изменение давления в изолированной части трубопровода сигнализирует о наличии протечки через запорную арматуру. В этом случае следует снять расходомер и произвести поверку согласно п. 7.4.1.

7.4.2.3 Следует дождаться стабилизации температуры газа в пределах 2°C от среднего значения за 15 мин. Время стабилизации зависит от диаметра расходомера и объема газа в изолированной части трубопровода. Поверку не следует начинать до тех пор, пока показания измеряемой скорости звука в газе не будут оставаться в пределах 0,2 м/с на протяжении не менее 10 минут.

7.4.2.4 Следует установить частоту измерений расходомера в интервале 1-5 в секунду через режим обслуживания программы SonicExplorer.

7.4.2.5 Проверяют процент прохождения сигналов по всем акустическим каналам (не менее 90%) и нахождение коэффициента усиления сигналов для каждой пары датчиков в установленных пределах (см. руководство по эксплуатации).

7.4.2.6 Проверяют частотный и аналоговый (если имеется) выходные сигналы, сравнивая значения на этих выходах со значениями, получаемыми через линию связи RS232/485.

7.4.2.7 Проверяют работоспособность переключателей направления потока и реле подтверждения правильности данных. При регистрации отрицательных значений скорости реле направления потока переключается. Реле подтверждения правильности данных переключается при включении режима программирования (Programming Mode) обслуживающей программы SonicExplorer.

7.4.2.8 Вводят значения температуры, давления и компонентного состава газа в программное обеспечение для определения расчетной скорости звука в газе.

7.4.2.9 Проводят операции согласно п.п. 7.4.1.7, 7.4.1.8.

Расходомер считается прошедшим поверку, если выполнены условия п.п. 7.4.2.5-7.4.2.9.

Относительная погрешность измерения расходомера после прохождения поверки пунктов 7.4.2 принимается $\pm 0,5\%$.

В случае несоответствия нулевой скорости потока газа или скорости звука в газе по одному из акустических каналов допускается отключение и замена датчиков данного канала на запасной комплект. После замены процедура поверки проводится повторно.

7.4.3 Определение основной погрешности расходомера при проливном методе.

7.4.3.1 Определение основной погрешности расходомера на рабочих эталонах единиц объемного и массового расходов газа с диапазоном воспроизводимого расхода соответствующим диапазону измерения поверяемого расходомера и погрешностью не более $\pm 0,16\%$

Определение относительной погрешности расходомеров проводится путем сравнения показаний (выходного сигнала) испытуемого прибора со значениями расхода воспроизводимыми эталоном. На расходах Q_{\max} , $0,5Q_{\max}$, $0,25Q_{\max}$, $0,1Q_{\max}$ (Q_t), Q_{\min} проводят по три измерения.

Примечание – в случае отсутствия поверочных расходоизмерительных установок, воспроизводящих единицу объемного расхода в требуемом диапазоне (от Q_{\min} – до Q_{\max}), по согласованию с изготовителем, допускается в качестве максимальной точки расхода при поверке расходомера выбирать расход $Q_{\max,cal}$ ($Q_{\max,cal} \geq 0,4Q_{\max}$), соответствующий максимальному воспроизводимому расходу поверочной установки. Для $Q_{\max,cal} = 0,7Q_{\max}$ к пределу погрешности при 100% расхода Q_{\max} должна быть добавлена дополнительная относительная погрешность 0,15%. Для $Q_{\max,cal} = 0,4Q_{\max}$ к пределу погрешности при 70% расхода $0,7Q_{\max}$ должна быть добавлена дополнительная относительная погрешность 0,15% и дополнительная погрешность 0,3% должна быть добавлена к пределу погрешности при 100% расхода Q_{\max} .

При каждом измерении относительную погрешность определяют по формуле:

$$\delta_Q = \left(\frac{Q - Q_d}{Q_d} \right) \cdot 100\%, \quad (1)$$

где δ_Q - относительная погрешность расходомера при измерении расхода, %;

Q - показания или значения выходного сигнала расходомера, $\text{м}^3/\text{ч}$;

Q_d - показания эталона при воспроизведении расхода, $\text{м}^3/\text{ч}$.

Расходомеры считают прошедшими поверку, если относительная погрешность не превышает: в диапазоне расходов

от Q_{\min} (включая) до Q_t (исключая) $\pm 0,5\%$

от Q_t (включая) до Q_{\max} (включая) $\pm 0,3\%$.

7.4.3.2 Определение основной погрешности расходомера на рабочих эталонах единиц объемного и массового расходов газа с диапазоном воспроизводимого расхода соответствующим диапазону измерения поверяемого расходомера и погрешностью не более $\pm 0,23\%$ (при неисключенной систематической погрешности не более 0,1%)

Перед проведением поверки, применяемые корректировочные коэффициенты расходомера необходимо выставить равными «значениям по умолчанию»

Примечание – «Значения по умолчанию» корректировочных коэффициентов определяются в соответствии с руководством по эксплуатации на расходомер.

Измерения проводятся при следующих значениях объемного расхода Q_j : Q_{\max} , $0,7Q_{\max}$, $0,5Q_{\max}$, $0,3Q_{\max}$, $0,1Q_{\max}$. Допускается производить измерения в произвольном числе равно распределенных значений расхода (не менее 5 точек).

Примечание – В случае отсутствия поверочных расходоизмерительных установок, воспроизводящих единицу объемного расхода в требуемом диапазоне (от Q_{\min} до Q_{\max}), по согласованию с изготовителем, допускается в качестве максимальной точки расхода при поверке расходомера выбирать расход $Q_{\max,cal}$ ($Q_{\max,cal} \geq 0,4Q_{\max}$), соответствующий максимальному воспроизводимому расходу поверочной установки. Для $Q_{\max,cal} = 0,7Q_{\max}$ к пределу погрешности при 100% расхода Q_{\max} должна быть добавлена дополнительная относительная погрешность 0,15%. Для $Q_{\max,cal} = 0,4Q_{\max}$ к пределу погрешности при 70% расхода $0,7Q_{\max}$ должна быть добавлена дополнительная относительная погрешность 0,15% и дополнительная погрешность 0,3% должна быть добавлена к пределу погрешности при 100% расхода Q_{\max} .

Для удобства допускается округление дробной доли расхода в большую или меньшую сторону. Точность задания поверяемого расхода $\pm 0,025Q_{\max}$, в течение всего процесса измерений отклонение расхода по показаниям эталонного преобразователя расхода от заданного значения расхода не должно превышать $\pm 0,01Q_{\max}$.

На каждом значении расхода проводят не менее одиннадцати измерений. Значения объема, полученные по показаниям расходомера V_p , приводят к условиям измерений эталонными преобразователями V_{ic} по формуле:

$$V_{ic} = V_p \frac{P_e T_t z_t}{P_t T_e z_e}, \quad (2)$$

где V_p – показания расходомера, m^3 ;

P_e – давление газа на участке эталонных преобразователей, Па;

P_t – давление газа на участке поверяемых расходомеров, Па;

T_e – температура газа на участке эталонных преобразователей, $^{\circ}C$;

T_t – температура газа на участке поверяемых расходомеров, $^{\circ}C$;

z_t – фактор сжимаемости газа, рассчитанный при температуре и давлении на участке поверяемых расходомеров;

z_e – фактор сжимаемости газа, рассчитанный при температуре и давлении на участке эталонных преобразователей.

Полученные значения и значения по показаниям установки фиксируют и оформляют в виде таблицы 2

Т а б л и ц а 2

Среднее значение расхода	Объем (эталонное значение)	Объем (показания расходомера)	Девияция	Среднеарифметическая девиация
$m^3/ч$	m^3	m^3	%	%
\bar{Q}_j	V_{1e}	V_{1p}	fp_1	fp_{Qj}
	V_{2e}	V_{2p}	fp_2	
	
	V_{ne}	V_{np}	fp_n	

Значения девиации fp_i рассчитывают в процентах по формуле:

$$fp_i = \left(\frac{V_{ip}}{V_{ie}} - 1 \right) \cdot 100, \quad (3)$$

Значение среднеарифметической девиации рассчитывают по формуле:

$$fp_{Qj} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n fp_i, \quad (4)$$

где n – число экспериментов, проведенных в данной точке по расходу ($n \geq 5$);

Q_j – нижний индекс обозначает текущую точку по расходу и принимает значения Q_{\max} , $0,7Q_{\max}$, $0,5Q_{\max}$, $0,3Q_{\max}$, $0,1Q_{\max}$.

Рассчитывают отклонение среднего результата измерений объема в процентах для всех точек по расходу по формуле:

$$S_{ij} = \frac{100}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V_{ip}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left(V_{ip} - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V_{ip} \right)^2}{n(n-1)}}, \quad (5)$$

Рассчитывают доверительные границы ε случайной составляющей погрешности результата измерений по формуле:

$$\varepsilon = t_{n0,95} S_V, \quad (6)$$

где $t_{n0,95}$ – коэффициент Стьюдента для доверительной вероятности 95% и степенью свободы n (определяют по приложению 2 ГОСТ 8.207-76);
 S_V – максимальное среднеквадратическое отклонение среднего результата измерений ($S_V = \max S_{Vj}$).

После заполнения таблицы 2 для всех точек по расходу определяют средневзвешенную девиацию WME по формуле:

$$WME = \frac{\sum_{j=1}^m k_j \cdot fp_{Q_j}}{\sum_{j=1}^m k_j}, \quad (7)$$

$$\text{где } k_j = \begin{cases} \frac{\bar{Q}_j}{Q_{max}}, & \text{при } \bar{Q}_j < 0,7Q_{max} \\ 1,4 - \frac{\bar{Q}_j}{Q_{max}}, & \text{при } \bar{Q}_j > 0,7Q_{max} \end{cases}$$

j – индекс поверочного расхода ($j = 1 \dots m$);
 m – число точек по расходу ($m=5$).

Вычисляют корректировочный коэффициент AF по формуле:

$$AF = \frac{1}{1 + \frac{WME}{100}}, \quad (8)$$

Корректируют показания расходомера по рассчитанному корректировочному коэффициенту AF (умножением на AF), результаты оформляют в виде таблицы 3.

П р и м е ч а н и е – В соответствии с документацией фирмы допускается использование полиномиальных корректировочных коэффициентов, определенных для каждого значения расхода.

Т а б л и ц а 3

Среднее значение расхода	Объем (эталонное значение)	Объем (показания расходомера)	Девиация	Среднеарифметическая девиация
$\text{м}^3/\text{ч}$	м^3	м^3	%	%
\bar{Q}_j	V_{1e}	V_{1k}	fpk_1	fpk_{Q_j}
	V_{2e}	V_{2k}	fpk_2	
	
	V_{ne}	V_{nk}	fpk_n	

Определяют границы неисключенной систематической погрешности по формуле:

$$\Theta = \begin{cases} \pm(\sum_{i=1}^N |\Theta_i| + |\Theta_{cal}|), & \text{при } N < 3 \\ \pm 1,1 \sqrt{\sum_{i=1}^N \Theta_i^2 + \Theta_{cal}^2}, & \text{иначе} \end{cases}, \quad (9)$$

где Θ_1 – граница 1-й составляющей неисключенной систематической погрешности установки, %;

Θ_{cal} – неисключенная систематическая погрешность калибровки, определяется, как максимальное абсолютное значение среднеарифметической девиации с учетом калибровки ($\Theta_{cal} = \max|f_{pk_{Qj}}|$), %.

Определяют среднеквадратическое отклонение суммы неисключенных систематических погрешностей по формуле:

$$S_{\Theta} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N \Theta_i^2 + \Theta_{cal}^2}{3}}, \quad (10)$$

Определяют суммарную среднеквадратическую погрешность по формуле:

$$S_{\Sigma} = \sqrt{S_V^2 + S_{\Theta}^2}, \quad (11)$$

Определяют границу относительной погрешности результата измерений по формуле:

$$\delta = S_{\Sigma} \frac{\Theta + \varepsilon}{S_{\Theta} + S_V}, \quad (12)$$

Расходомеры считают прошедшими поверку, если относительная погрешность не превышает: в диапазоне расходов

от Q_{min} (включая) до Q_t (исключая)	$\pm 0,5\%$;
от Q_t (включая) до Q_{max} (включая)	$\pm 0,3\%$.

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1. Результаты поверки заносят в протокол произвольной формы.

8.2. Положительные результаты поверки оформляют свидетельством о поверке в соответствии с документом «Порядок проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке», утвержденным приказом Минпромторга РФ 2 июля 2015 года №1815. Знак поверки наносится в свидетельство о поверке или паспорт.

8.3. При отрицательных результатах поверки расходомер не допускаются к применению, свидетельство о поверке аннулируется и выписывается извещение о непригодности к применению.