

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт расходомерии»

Государственный научный метрологический центр

ФГУП «ВНИИР»

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель директора
по научной работе

Заместитель директора по качеству
ФГУП «ВНИИР»


«20» 08 2018 г.



В. А. Фафурин

2018 г.

ИНСТРУКЦИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений

РАСХОДОМЕРЫ-СЧЕТЧИКИ ГАЗА УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ ЭЛМЕТРО-ФЛОУС (ДРУ)

Методика поверки

МП 0830-1-2018

Настоящая методика поверки распространяется на расходомеры-счетчики газа ультразвуковые ЭЛМЕТРО-Флоус (ДРУ) (далее – расходомеры-счетчики), изготовленные ООО «ЭлМетро Групп» и устанавливает методику первичной поверки до ввода в эксплуатацию и после ремонта, а также методику периодической поверки в процессе эксплуатации.

Интервал между поверками – 4 года.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны быть выполнены следующие операции:

- проверка комплектности (пункт 7.1);
- внешний осмотр (пункт 7.2);
- опробование (пункт 7.3);
- определение метрологических характеристик (пункт 7.4);
- оформление результатов поверки (пункт 8).

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки применяют следующие средства поверки:

– рабочий эталон 1-го разряда по ГОСТ Р 8.618–2014, диапазон воспроизводимого объемного расхода должен соответствовать рабочему диапазону измерений поверяемого расходомера-счетчика, пределы погрешности должны быть не более 1/3 пределов погрешности расходомера-счетчика (не более $\pm 0,3\%$ для исполнений А и В расходомера-счетчика) (далее – ПУ);

– калибратор многофункциональный и коммуникатор ВЕАМЕХ МС6 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 52489-13), диапазон воспроизведения силы постоянного тока от 0 до 25 мА, пределы допускаемой основной погрешности воспроизведения $\pm(0,01\%$ показания + 1 мкА); диапазон измерений частоты от 0,0028 до 50000 Гц, пределы допускаемой основной погрешности $\pm(0,002\%$ показания + 0,000002 Гц) в диапазоне от 0,0028 до 0,5 Гц, $\pm(0,002\%$ показания + 0,00002 Гц) в диапазоне от 0,5 до 5 Гц, $\pm(0,002\%$ показания + 0,0002 Гц) в диапазоне от 5 до 50 Гц, $\pm(0,002\%$ показания + 0,02 Гц) в диапазоне от 50 до 500 Гц, $\pm(0,002\%$ показания + 0,02 Гц) в диапазоне от 500 до 5000 Гц, $\pm(0,002\%$ показания + 0,2 Гц) в диапазоне от 5000 до 50000 Гц; диапазон измерений силы постоянного тока от минус 25 до 25 мА, пределы допускаемой основной погрешности измерений $\pm(0,01\%$ показания + 1 мкА) (далее – калибратор);

– термогигрометр ИВА-6А-П-Д (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 46434-11), диапазон измерений относительной влажности от 0 до 98 %, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности $\pm 3\%$; диапазон измерений температуры от минус 20 до плюс 60 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,3\text{ °С}$; диапазон измерений атмосферного давления от 70 до 110 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,25\text{ кПа}$.

2.2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых расходомеров-счетчиков с требуемой точностью.

2.3 Все применяемые эталоны должны быть аттестованы; средства измерений (далее – СИ) должны иметь действующий знак поверки и (или) свидетельство о поверке, и (или) запись в паспорте (формуляре) СИ, заверенную подписью поверителя и знаком поверки.

3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

3.1 При проведении поверки соблюдают требования:

- инструкций по охране труда, действующих на предприятии;
- правил безопасности при эксплуатации используемых средств поверки и установки, приведенных в их эксплуатационных документах;

– правил пожарной безопасности, действующих на предприятии.

3.2 Монтаж и демонтаж расходомера-счетчика должен производиться при отсутствии давления в измерительной линии.

4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую инструкцию, руководство по эксплуатации расходомера-счетчика, средств поверки и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки расходомера-счетчика должны соблюдаться следующие условия:

- | | |
|-----------------------------------|--------------------------|
| – измеряемая среда | воздух |
| – температура окружающего воздуха | от плюс 15 до плюс 25 °С |
| – относительная влажность | от 30 до 80 % |
| – атмосферное давление | от 86 до 106 кПа |

5.2 При поверке расходомера-счетчика имитационным методом без снятия с измерительного трубопровода допускается проведение поверки по пункту 7.4.4 при температуре окружающей среды от минус 20 до плюс 40 °С.

5.2 Поверку имитационным методом проводят на природном газе, воздухе и других газах с известной скоростью звука (погрешность определения скорости звука должна находиться в пределах $\pm 0,1$ %).

5.3 Допускается проводить периодическую поверку расходомеров-счетчиков в меньшем диапазоне измерений на основании письменного заявления владельца расходомеров-счетчиков с соответствующим занесением диапазонов измерений в свидетельство о поверке и паспорт.

6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные операции:

- проверяют соблюдения условий разделов 2–5 настоящей инструкции;
- подготавливают к работе средства поверки в соответствии с их эксплуатационными документами;
- проводят необходимые соединения расходомера-счетчика и средств поверки, согласно эксплуатационным документам на расходомер-счетчик и средства поверки;
- для расходомеров-счетчиков врезного исполнения проверяют параметры, введенные в расходомер-счетчик, на соответствие сведениям, указанным в акте измерений внутреннего диаметра измерительного участка, расстояний между электроакустическими преобразователями по оси трубопровода и других актов, выполненных в соответствии с эксплуатационной документацией расходомера-счетчика.

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Проверка комплектности

7.1.1 При проведении проверки комплектности расходомера-счетчика проверяют наличие:

- руководства по эксплуатации;
- паспорта;
- свидетельства о предыдущей поверке (при периодической поверке).

7.1.2 Результаты проверки считают положительными при наличии всех документов по пункту 7.1.1.

7.2 Внешний осмотр

7.2.1 При проведении внешнего осмотра устанавливают:

- отсутствие механических повреждений и дефектов расходомера-счетчика и соединительных кабелей;
- соответствие внешнего вида и маркировки требованиям эксплуатационных документов.

7.2.2 Результаты внешнего осмотра считают положительными, если:

- на расходомере-счетчике и соединительных кабелях отсутствуют механические повреждения и дефекты, препятствующих их применению;
- внешний вид и надписи расходомера-счетчика соответствуют требованиям эксплуатационных документов.

7.3 Опробование

7.3.1 Проверка идентификационных данных программного обеспечения

7.3.1.1 Проверяют подлинность программного обеспечения (далее – ПО) расходомера-счетчика, путем определения идентификационных данных и их сравнения с указанными в описании типа.

7.3.1.2 Определение идентификационных данных расходомера-счетчика осуществляют в соответствии с руководством по эксплуатации. В меню расходомера-счетчика нужно выбрать «Информация» и далее «Модуль сенсора».

7.3.1.3 Результаты проверки подлинности ПО расходомера-счетчика считают положительными, если определенные идентификационные данные совпадают с указанными в описании типа.

7.3.2 Проверка работоспособности

7.3.2.1 Приводят расходомер-счетчик в рабочее состояние в соответствии с эксплуатационными документами на расходомер-счетчик и проверяют работоспособность расходомера-счетчика:

- контролируют отсутствие индикации ошибок расходомера-счетчика при включении;
- при применении проливного метода поверки проводят проверку индикации объемного расхода и объема;
- при применении имитационного метода поверки проводят проверку стабильности значения скорости звука в измеряемой среде.

7.3.2.2 Результаты проверки общей работоспособности расходомера-счетчика считают положительными если:

- в процессе включения расходомера-счетчика индикации ошибок не возникло;
- при применении проливного метода поверки значение расхода увеличивается (уменьшается) при увеличении (уменьшении) расхода воздуха, а значение объема воздуха увеличивается;
- значение измеренной скорости звука при отсутствии движения потока с течением времени меняется не более чем на $\pm 0,2\%$ от среднего значения скорости звука в измеряемой среде.

7.4 Определение метрологических характеристик

В зависимости от требуемой точности измерений и возможности проведения поверки расходомера-счетчика выбирают один из методов определения относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа при рабочих условиях (пункты 7.4.1, 7.4.2, 7.4.3 или 7.4.4).

7.4.1 Определение погрешности измерений объемного расхода и объема газа при рабочих условиях (для расходомеров-счетчиков исполнения С, D и F)

7.4.1.1 Расходомер-счётчик корпусного исполнения устанавливают в измерительную линию ПУ.

7.4.1.2 Расходомер-счётчик врезного исполнения допускается поверять на ПУ с установкой электроакустических преобразователей в специальную катушку, предоставляемую

изготовителем расходомера. Перед поверкой выполняется настройка устройства обработки сигналов в соответствии с геометрическими параметрами катушки. Процедура настройки описана в руководстве по эксплуатации.

7.4.1.3 Монтаж расходомера-счетчика проводят в соответствии с руководством по эксплуатации на расходомер-счетчик и ПУ.

7.4.1.4 Подключают импульсный выход расходомера-счетчика к входу вычислителя ПУ.

7.4.1.5 Проводят измерения не менее чем в шести точках, равномерно распределенных по всему рабочему диапазону измерений объемного расхода расходомера-счетчика. Рекомендуется проводить при следующих значениях объемного расхода: $0,01 \cdot Q_{\max}$; $0,03 \cdot Q_{\max}$; $0,1 \cdot Q_{\max}$; $0,4 \cdot Q_{\max}$; $0,7 \cdot Q_{\max}$; Q_{\max} (где Q_{\max} – максимальный измеряемый объемный расход расходомера-счетчика, м³/ч). Длительность одного измерения должно быть не менее 3 минут. Количество измерений в одной точке не менее трех.

7.4.1.6 Рассчитывают относительную погрешность измерений объемного расхода и объема газа при рабочих условиях δ , %, по формуле

$$\delta_{ji} = \frac{V_{ji} - V_{эji}}{V_{эji}} \cdot 100, \quad (1)$$

где j, i – индексы точки объемного расхода и номера измерения;

V – объемный расход (объем), измеренный расходомером-счетчиком, м³/ч (м³);

V_s – объемный расход (объем), измеренный ПУ, приведенный к условиям измерений объемного расхода (объема) расходомером-счетчиком, м³/ч (м³).

Примечание – Определение погрешности измерений объемного расхода и объема газа при рабочих условиях допускается проводить в соответствии с пунктом 9.3 ГОСТ 8.324–2002.

7.4.1.7 Для исполнения расходомера-счетчика с расширенным диапазоном измерений дополнительно к точкам по пункту 7.4.1.4 проводят измерение в точке Q_{\min} (где Q_{\min} – минимальный измеряемый объемный расход расходомера-счетчика, м³/ч) и рассчитывают приведенную погрешность измерений объемного расхода и объема газа при рабочих условиях (в диапазоне от Q_{\min} включ. до $0,01 Q_{\max}$) γ , %, по формуле

$$\gamma_{ji} = \frac{Q_{ji} - Q_{эji}}{0,01 \cdot Q_{\max}} \cdot 100, \quad (2)$$

где Q – объемный расход, измеренный расходомером-счетчиком, м³/ч;

Q_s – объемный расход, измеренный ПУ, приведенный к условиям измерений объемного расхода расходомером-счетчиком, м³/ч (м³).

7.4.1.8 Результаты поверки считают положительными, если погрешности измерений объемного расхода и объема газа при рабочих условиях не выходят за пределы, указанные в описании типа.

7.4.2 Определение погрешности измерений объемного расхода и объема газа при рабочих условиях (для расходомеров-счетчиков исполнений А и В)

7.4.2.1 Проводят измерения не менее чем в шести точках, равномерно распределенных по всему рабочему диапазону измерений объемного расхода расходомера-счетчика. Рекомендуется проводить при следующих значениях объемного расхода: $0,01 \cdot Q_{\max}$; $0,03 \cdot Q_{\max}$; $0,1 \cdot Q_{\max}$; $0,4 \cdot Q_{\max}$; $0,7 \cdot Q_{\max}$; Q_{\max} . Длительность одного измерения должно быть не менее 3 минут. Количество измерений в одной точке не менее семи.

7.4.2.2 Рассчитывают калибровочный коэффициент в j -той точке объемного расхода при i -том измерении KF_{ji} по формуле

$$KF_{ji} = \frac{V_{эji}}{V_{ji}}. \quad (3)$$

7.4.2.3 Рассчитывают среднее арифметическое значение результатов определений калибровочных коэффициентов в j -той точке объемного расхода KF_j по формуле

$$KF_j = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n KF_{ji}, \quad (4)$$

где n – количество измерений в j -ой точке.

7.4.2.4 Рассчитывают среднее квадратическое отклонение среднего арифметического в j -ой точке объемного расхода S_{KFj} , %, по формуле

$$S_{KFj} = \frac{100}{KF_j} \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (KF_{ji} - KF_j)^2}{n \cdot (n-1)}}. \quad (5)$$

7.4.2.5 Исключают грубые погрешности, используя критерий Граббса. Для этого:

– вычисляют критерий Граббса в j -той точке объемного расхода G_j по формулам:

$$G_{1j} = \frac{|KF_{MAXj} - KF_j|}{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (KF_{ji} - KF_j)^2}{n-1}}}; \quad (6)$$

$$G_{2j} = \frac{|KF_j - KF_{MINj}|}{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (KF_{ji} - KF_j)^2}{n-1}}}, \quad (7)$$

где KF_{MAXj} – наибольшее значение калибровочного коэффициента в j -той точке объемного расхода;

KF_{MINj} – наименьшее значение калибровочного коэффициента в j -той точке объемного расхода.

– сравнивают критерии Граббса, рассчитанные по формулам (6) и (7), с теоретическими значениями критерия Граббса G_T (таблица критических значений критерия Граббса приведена в Приложении А);

– если $G_{1j} > G_T$ то KF_{MAXj} исключают как маловероятное значение, если $G_{2j} > G_T$ то KF_{MINj} исключают как маловероятное значение;

– если $G_{1j} \leq G_T$ то KF_{MAXj} не считают промахом и оставляют, если $G_{2j} \leq G_T$ то KF_{MINj} не считают промахом и оставляют;

– повторяют операции по п. 7.4.2.3 и 7.4.2.4 (с учетом исключенных KF_{ji}) и процедуру проверки наличия грубых погрешностей до исключения всех грубых погрешностей.

7.4.2.6 Рассчитывают доверительные границы (без учета знака) случайной составляющей погрешности в j -той точке объемного расхода ϵ_j , %, по формуле

$$\epsilon_j = t \cdot S_{KFj}, \quad (8)$$

где t – коэффициент Стьюдента при доверительной вероятности 0,95 и количеству измерений в i -ой точке, находят по Приложению А.

7.4.2.7 Рассчитывают относительную погрешность измерений объемного расхода (объема) при рабочих условиях в j -той точке объемного расхода δ_{Oj} , % по формулам:

$$\delta_{Oj} = \frac{\epsilon_j + \Theta_{\Sigma j}}{S_{KFj} + \frac{\Theta_{\Sigma j}}{\sqrt{3}}} \cdot \sqrt{\frac{\Theta_{\Sigma j}^2}{3} + S_{KFj}^2}; \quad (9)$$

$$\Theta_{\Sigma j} = 1,1 \cdot \sqrt{\Theta_s^2 + \Theta_{KFj}^2 + \Theta_{Cч}^2}; \quad (10)$$

$$\Theta_{KFj} = \left| \frac{KF_j - KF}{KF} \right|_{\max} \cdot 100; \quad (11)$$

$$KF = \frac{1}{h} \cdot \sum_{j=1}^h KF_j; \quad (12)$$

$$\Theta_{сч} = |KF - 1| \cdot 100, \quad (13)$$

где h – количество точек объемного расхода;

Θ_s – неисключенная систематическая погрешность (принимается равным пределам допускаемой относительной погрешности ПУ), %.

7.4.2.8 Для исполнения расходомера-счетчика с расширенным диапазоном измерений дополнительно к точкам по пункту 7.4.2.1 проводят измерение в точке Q_{\min} и рассчитывают приведенную погрешность измерений объемного расхода и объема газа при рабочих условиях (в диапазоне от Q_{\min} включ. до $0,01Q_{\max}$) γ , %, по формуле

$$\gamma_{ji} = \frac{Q_{ji} - Q_{эji}}{0,01 \cdot Q_{\max}} \cdot 100. \quad (14)$$

7.4.2.9 Результаты поверки считают положительными, если погрешности измерений объемного расхода и объема газа при рабочих условиях не выходят за пределы, указанные в описании типа.

7.4.3 Определение погрешности измерений объемного расхода и объема газа при рабочих условиях после демонтажа расходомера-счетчика с измерительного трубопровода (имитационный метод)

7.4.3.1 Расходомер-счетчик демонтируют с трубопровода в соответствии с руководством по эксплуатации.

7.4.3.2 Закрывают расходомер-счетчик со стороны фланцев для предотвращения движения газа в измерительном участке, обеспечив возможность измерения температуры и давления газа (температуры, давления и влажности при поверке на воздухе) внутри измерительного участка и заполняют расходомер-счетчик газом с известной скоростью звука.

7.4.3.3 Держат расходомер-счетчик не менее 4 часов при стабильной температуре окружающей среды (расходомер-счетчик не должен подвергаться воздействию солнечных лучей и источников тепла) до стабилизации температуры газа в пределах $0,5^\circ\text{C}$ в течение 15 минут. Поверка начинается, если изменение получаемых значений скорости звука в газе в течение 15 минут не будет превышать $0,03$ м/с.

7.4.3.4 Определение относительной погрешности измерений скорости звука и проверку стабильности нуля расходомера-счетчика проводят в следующей последовательности:

– измеряют температуру и давление газа (температуру, давление и влажность при проведении имитационной поверки на воздухе) в измерительном участке расходомера-счетчика;

– измеряют скорость звука в газе и скорость газа с помощью поверяемого расходомера-счетчика согласно руководству по эксплуатации;

– измерения проводят в течение 15 минут;

– по измеренным значениям температуры и давления газа (температуры, давления и влажности при проведении имитационной поверки на воздухе) определяют скорость звука в газе (способы расчета скорости звука в газе приведены в приложении Б).

7.4.3.5 Относительную погрешность измерений скорости звука в газе δ_c , %, рассчитывают по формуле

$$\delta_c = \frac{C - C_s}{C_s} \cdot 100, \quad (15)$$

где C – среднее значение скорости звука, измеренное расходомером-счетчиком, м/с;

C_s – среднее значение скорости звука, определенное расчетным путем согласно приложению Б, м/с.

7.4.3.6 Результаты поверки считают положительными, если для каждой пары ультразвуковых преобразователей:

– относительная погрешность измерений скорости звука в газе в каждой точке не превышает $\pm 0,3\%$;

– измеренная скорость газа в измерительном участке не превышает $0,03$ м/с.

7.4.3.7 Относительную погрешность измерений объемного расхода и объема газа при рабочих условиях принимают равным согласно описанию типа.

7.4.4 Определение погрешности измерений объемного расхода и объема газа при рабочих условиях без демонтажа расходомера-счетчика с измерительного трубопровода (имитационный метод)

Примечание – Данный метод может быть применен только в том случае, если отрезок трубопровода с расходомером-счетчиком, может быть полностью перекрыт, в измерительном участке расходомера-счетчика полностью отсутствует течение газа и обеспечивается возможность измерения температуры и давления газа (температуры, давления и влажности при поверке на воздухе) внутри измерительного трубопровода.

7.4.4.1 Теплоизолируют участок измерительного трубопровода с расходомером-счетчиком.

7.4.4.2 Работы проводят при рабочем давлении и стабильных температурах окружающей и рабочей сред, расходомер-счетчик и трубная обвязка не должны подвергаться воздействию осадков, солнечных лучей.

7.4.4.3 Обеспечивают отсутствие движения газа в измерительном трубопроводе.

7.4.4.4 Проверяется стабилизация температуры в пределах $0,5$ °С в течении 15 минут. Поверка начинается, если изменение получаемых значений скорости звука в газе в течение 15 минут не будет превышать $0,03$ м/с.

7.4.4.5 Контролируют давление в изолированной части трубопровода. Изменение давления в изолированной части трубопровода означает наличие протечек через запорную арматуру. В этом случае поверку расходомера-счетчика проводят любым другим методом, указанным в методике поверки.

7.4.4.6 Определение относительной погрешности измерений скорости звука и проверку стабильности нуля расходомера-счетчика проводят в следующей последовательности:

– измеряют температуру и давление газа (температуру, давление и влажность при проведении имитационной поверки на воздухе) в измерительном участке расходомера-счетчика;

– измеряют скорость звука в газе и скорость газа с помощью поверяемого расходомера-счетчика согласно руководству по эксплуатации;

– измерения проводят в течении 15 минут;

– по измеренным значениям температуры и давления газа (температуры, давления и влажности при проведении имитационной поверки на воздухе) определяют скорость звука в газе (способы расчета скорости звука в газе приведены в приложении Б).

7.4.4.7 Относительную погрешность измерений скорости звука в газе $\delta_c, \%$, рассчитывают по формуле (15).

7.4.4.8 Результаты поверки считают положительными, если для каждой пары ультразвуковых преобразователей:

– относительная погрешность измерений скорости звука в газе в каждой точке не превышает $\pm 0,3\%$;

– измеренная скорость газа в измерительном участке не превышает $0,03$ м/с.

7.4.4.9 Относительную погрешность измерений объемного расхода и объема газа при рабочих условиях принимают равным согласно описанию типа.

7.4.5 Определение приведенной погрешности при измерении аналоговых сигналов силы постоянного тока от 4 до 20 мА

7.4.5.1 Поверку проводят только для расходомера-счетчика исполнений I.

7.4.5.2 К соответствующему каналу подключают калибратор, установленный в режим имитации сигналов силы постоянного тока (от 4 до 20 мА), в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

7.4.5.3 С помощью калибратора устанавливают электрический сигнал силы постоянного тока. В качестве реперных точек принимают точки 4; 8; 12; 16; 20 мА.

7.4.5.4 Считывают значения входного сигнала с расходомера-счетчика и в каждой реперной точке рассчитывают приведенную погрешность при измерении аналоговых сигналов силы постоянного тока от 4 до 20 мА $\gamma_{\text{вх}}$, %, по формуле

$$\gamma_{\text{вх}} = \frac{I_{\text{изм}} - I_{\text{эт}}}{16} \cdot 100, \quad (16)$$

где $I_{\text{изм}}$ – значение тока, соответствующее показанию расходомера-счетчика в реперной точке, мА;

$I_{\text{эт}}$ – показание калибратора в реперной точке, мА.

7.4.5.5 Если показания расходомера-счетчика можно просмотреть только в единицах измеряемой величины, то при линейной функции преобразования значение тока $I_{\text{изм}}$, мА, рассчитывают по формуле

$$I_{\text{изм}} = \frac{16}{X_{\text{max}} - X_{\text{min}}} \cdot (X_{\text{изм}} - X_{\text{min}}) + 4, \quad (17)$$

где X_{max} – значение измеряемого параметра, соответствующее максимальному значению диапазона аналогового сигнала силы постоянного тока (от 4 до 20 мА), в абсолютных единицах измерений;

X_{min} – значение измеряемого параметра, соответствующее минимальному значению диапазона аналогового сигнала силы постоянного тока (от 4 до 20 мА), в абсолютных единицах измерений;

$X_{\text{изм}}$ – значение измеряемого параметра, соответствующее задаваемому аналоговому сигналу силы постоянного тока (от 4 до 20 мА), в абсолютных единицах измерений. Считывают с расходомера-счетчика.

7.4.5.6 Результаты поверки считают положительными, если для каждой реперной точки приведенная погрешность при измерении аналоговых сигналов силы постоянного тока от 4 до 20 мА не выходит за пределы, указанные в описании типа.

7.4.6 Определение приведенной погрешности при преобразовании цифрового сигнала в аналоговый сигнал силы постоянного тока от 4 до 20 мА

7.4.6.1 К соответствующему каналу подключают калибратор, установленный в режим измерения сигналов силы постоянного тока (от 4 до 20 мА), в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

7.4.6.2 С помощью расходомера-счетчика устанавливают электрический сигнал силы постоянного тока. В качестве реперных точек принимают точки 4; 8; 12; 16; 20 мА.

7.4.6.3 Считывают значения выходного сигнала с калибратора и в каждой реперной точке рассчитывают приведенную погрешность при преобразовании цифрового сигнала в аналоговый сигнал силы постоянного тока от 4 до 20 мА $\gamma_{\text{вых}}$, %, по формуле

$$\gamma_{\text{вых}} = \frac{I_{\text{зад}} - I_{\text{эт}}}{16} \cdot 100, \quad (18)$$

где $I_{\text{зад}}$ – значение тока, воспроизводимое расходомером-счетчиком в реперной точке, мА.

7.4.6.4 Если показания расходомера-счетчика нельзя просмотреть в мА, то при линейной функции преобразования значение тока $I_{\text{зад}}$, мА, рассчитывают по формуле

$$I_{\text{зад}} = \frac{16}{Y_{\text{max}} - Y_{\text{min}}} \cdot (Y_{\text{зад}} - Y_{\text{min}}) + 4, \quad (19)$$

- где Y_{\max} – значение воспроизводимого параметра, соответствующее максимальному значению диапазона аналогового сигнала силы постоянного тока (от 4 до 20 мА), в абсолютных единицах измерений;
- Y_{\min} – значение воспроизводимого параметра, соответствующее минимальному значению диапазона аналогового сигнала силы постоянного тока (от 4 до 20 мА), в абсолютных единицах измерений;
- $Y_{\text{зад}}$ – значение воспроизводимого параметра, в единицах измеряемой величины. Считывают с расходомера-счетчика.

7.4.6.5 Результаты поверки считают положительными, если для каждой реперной точки приведенная погрешность при преобразовании цифрового сигнала в аналоговый сигнал силы постоянного тока от 4 до 20 мА, не выходит за пределы, указанные в описании типа.

7.4.7 Определение относительной погрешности при вычислении объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, массового расхода и массы газа, теплоты сгорания природного газа

7.4.7.1 Поверку проводят только для расходомера-счетчика исполнения I.

7.4.7.2 Вводят условно-постоянные значения состава и параметров (расход, температура и давление) измеряемой среды (допускается использовать введенные значения) в соответствии с руководством по эксплуатации.

7.4.7.3 Относительную погрешность при вычислении объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, массового расхода и массы газа, теплоты сгорания природного газа δ_v , %, рассчитывают по формулам:

$$\delta_v = \frac{Q_{V\text{сч}} - Q_{V\text{расч}}}{Q_{V\text{расч}}} \cdot 100; \quad (20)$$

$$\delta_v = \frac{Q_{M\text{сч}} - Q_{M\text{расч}}}{Q_{M\text{расч}}} \cdot 100; \quad (21)$$

$$\delta_v = \frac{Q_{T\text{сч}} - Q_{T\text{расч}}}{Q_{T\text{расч}}} \cdot 100, \quad (22)$$

- где $Q_{V\text{сч}}$ – объемный расход газа, приведенный к стандартным условиям, по показаниям расходомера-счетчика, м³/ч;
- $Q_{V\text{расч}}$ – объемный расход газа, приведенный к стандартным условиям, рассчитанный аттестованным программным обеспечением, м³/ч;
- $Q_{M\text{сч}}$ – массовый расход газа по показаниям расходомера-счетчика, кг/ч;
- $Q_{M\text{расч}}$ – массовый расход газа, рассчитанный аттестованным программным обеспечением, кг/ч;
- $Q_{T\text{сч}}$ – теплота сгорания природного газа по показаниям расходомера-счетчика, кДж/моль или МДж/кг;
- $Q_{T\text{расч}}$ – теплота сгорания природного газа, рассчитанная аттестованным программным обеспечением, кДж/моль или МДж/кг.

7.4.7.4 Результаты поверки считают положительными, если относительные погрешности при вычислении объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, массового расхода и массы газа, теплота сгорания природного газа не выходят за пределы, указанные в описании типа.

7.4.8 Определение относительной погрешности при измерении времени

7.4.8.1 Подключают к частотному выходному сигналу расходомера-счетчика калибратор в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

7.4.8.2 Устанавливают на расходомере-счетчике условно-постоянное значение частоты. В качестве реперных точек принимают точки 1; 250; 500; 750; 1000 Гц.

7.4.8.3 Считывают значения выходного сигнала с калибратора и рассчитывают относительную погрешность при измерении времени δ_τ , %, по формуле

$$\delta_\tau = \frac{f_{\text{зад}} - f_{\text{эт}}}{f_{\text{эт}}} \cdot 100, \quad (23)$$

где $f_{\text{зад}}$ – значение частоты, воспроизводимое расходомер-счетчиком в реперной точке, Гц;

$f_{\text{эт}}$ – показания калибратора в реперной точке, Гц.

7.4.8.4 Результаты поверки считают положительными, если для каждой реперной точки относительная погрешность при измерении времени не выходит за пределы, указанные в описании типа.

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 Результаты поверки оформляют протоколом произвольной формы с указанием даты и места проведения поверки, условий поверки, применяемых эталонов, результатов расчета погрешности.

8.2 При положительных результатах поверки на расходомер-счетчик выписывают свидетельство о поверке в соответствии с приказом Минпромторга России от 2 июля 2015 г. № 1815 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке». Знак поверки наносится на свидетельство о поверке расходомера-счетчика.

На оборотной стороне свидетельства о поверке указывают:

- диапазон измерений;
- пределы допускаемой относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа при рабочих условиях;
- для расходомеров-счетчиков врезного исполнения указывают параметры, введенные в устройство обработки сигналов.

8.3 При отрицательных результатах поверки расходомер-счетчик к эксплуатации не допускают и выдают извещение о непригодности к применению с указанием причин в соответствии с приказом Минпромторга России от 2 июля 2015 г. №1815 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

Значение коэффициента Стьюдента при доверительной вероятности 0,95 и количестве измерений n согласно ГОСТ Р 8.736-2011

Таблица А.1 – Значение коэффициента Стьюдента t

$n-1$	$P = 0,95$	$n-1$	$P = 0,95$
3	3,182	16	2,120
4	2,776	18	2,101
5	2,571	20	2,086
6	2,447	22	2,074
7	2,365	24	2,064
8	2,306	26	2,056
9	2,262	28	2,048
10	2,228	30	2,042
12	2,179	∞	1,96
14	2,145		

Критические значения для критерия Граббса при количестве измерений n согласно ГОСТ Р 8.736-2011.

Таблица А.2 – Критические значения G_T для критерия Граббса

n	G_T
3	1,155
4	1,481
5	1,715
6	1,887
7	2,020
8	2,126
9	2,215
10	2,290
11	2,355
12	2,412
13	2,462
14	2,507
15	2,549
16	2,585
17	2,620
18	2,651
19	2,681
20	2,709
21	2,733
22	2,758
23	2,781
24	2,802
25	2,822
26	2,841
27	2,859
28	2,876
29	2,893

n	G_T
30	2,908
31	2,924
32	2,938
33	2,952
34	2,965
36	2,991
38	3,014
40	3,036

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(обязательное)

А.1 Скорость звука в азоте рассчитывают по ГСССД МР 228-2014.

Скорость звука в азоте для значений температуры от минус 20 до плюс 40 °С и абсолютном давлении от 0,1 до 2 МПа приведены в таблице А.1. Допускается при проведении поверки использовать значения, полученные методом линейной интерполяции по температуре и давлению из данных таблицы А.1.

Таблица А.1 – Значения скорости звука в азоте

Абсолютное давление, МПа	Температура, °С												
	-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40
0,1	324,35	327,55	330,73	333,86	336,96	340,05	343,09	346,11	349,10	352,08	355,01	357,91	360,82
0,2	324,41	327,63	330,80	333,95	337,07	340,15	343,20	346,24	349,23	352,22	355,16	358,09	360,98
0,3	324,47	327,70	330,89	334,04	337,17	340,27	343,35	346,37	349,40	352,37	355,32	358,26	361,16
0,4	324,53	327,78	330,98	334,16	337,28	340,39	343,47	346,52	349,53	352,52	355,49	358,41	361,33
0,5	324,61	327,85	331,08	334,25	337,41	340,53	343,62	346,66	349,70	352,69	355,66	358,60	361,51
0,6	324,67	327,94	331,18	334,37	337,53	340,66	343,74	346,81	349,84	352,85	355,81	358,77	361,70
0,7	324,76	328,05	331,28	334,48	337,64	340,79	343,89	346,95	350,01	353,02	355,99	358,96	361,87
0,8	324,85	328,13	331,38	334,60	337,78	340,92	344,03	347,12	350,15	353,18	356,16	359,13	362,08
0,9	324,92	328,24	331,48	334,72	337,91	341,06	344,18	347,27	350,31	353,35	356,34	359,32	362,25
1,0	325,02	328,33	331,61	334,85	338,03	341,19	344,34	347,43	350,49	353,53	356,53	359,50	362,44
1,1	325,11	328,44	331,72	334,96	338,18	341,36	344,49	347,60	350,67	353,71	356,69	359,69	362,64
1,2	325,21	328,55	331,84	335,09	338,31	341,49	344,65	347,76	350,84	353,87	356,89	359,89	362,83
1,3	325,31	328,67	331,98	335,25	338,46	341,66	344,81	347,93	351,02	354,07	357,09	360,07	363,03
1,4	325,42	328,79	332,09	335,38	338,61	341,81	344,97	348,08	351,19	354,24	357,27	360,26	363,23
1,5	325,55	328,91	332,23	335,52	338,76	341,97	345,13	348,27	351,36	354,44	357,46	360,47	363,44
1,6	325,65	329,03	332,37	335,66	338,91	342,13	345,32	348,45	351,55	354,61	357,66	360,67	363,64
1,7	325,78	329,16	332,52	335,82	339,07	342,31	345,48	348,64	351,74	354,82	357,86	360,88	363,86
1,8	325,89	329,31	332,65	335,97	339,24	342,46	345,65	348,81	351,93	355,01	358,05	361,08	364,07
1,9	326,03	329,44	332,80	336,12	339,40	342,63	345,84	348,99	352,12	355,22	358,26	361,30	364,27
2,0	326,17	329,58	332,95	336,29	339,57	342,81	346,02	349,18	352,32	355,42	358,47	361,49	364,49

А.2 Скорость звука в аргоне для значений температуры от минус 20 до плюс 40 °С и абсолютном давлении от 0,1 до 2 МПа приведены в таблице А.2. Допускается при проведении поверки использовать значения, полученные методом линейной интерполяции по температуре и давлению из данных таблицы А.2.

Таблица А.2 – Значения скорости звука в аргоне

Абсолютное давление, МПа	Температура, °С												
	-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40
0,1	296,33	299,25	302,15	305,02	307,87	310,66	313,46	316,23	318,96	321,68	324,36	327,04	329,69
0,2	296,33	299,26	302,17	305,05	307,90	310,73	313,52	316,28	319,03	321,75	324,44	327,12	329,77
0,3	296,34	299,28	302,20	305,08	307,94	310,77	313,57	316,35	319,10	321,83	324,53	327,22	329,88
0,4	296,33	299,30	302,22	305,11	307,98	310,82	313,64	316,42	319,19	321,92	324,63	327,32	329,97
0,5	296,34	299,31	302,24	305,15	308,03	310,89	313,70	316,49	319,26	321,99	324,72	327,40	330,08
0,6	296,36	299,33	302,27	305,19	308,08	310,93	313,76	316,57	319,33	322,08	324,80	327,50	330,18
0,7	296,36	299,34	302,32	305,23	308,12	310,99	313,83	316,63	319,41	322,17	324,91	327,60	330,28
0,8	296,37	299,37	302,34	305,27	308,17	311,05	313,89	316,71	319,50	322,26	324,99	327,71	330,39
0,9	296,39	299,40	302,38	305,32	308,23	311,11	313,96	316,79	319,57	322,35	325,08	327,81	330,50
1,0	296,40	299,43	302,41	305,36	308,28	311,18	314,04	316,87	319,66	322,44	325,19	327,90	330,60
1,1	296,43	299,46	302,46	305,42	308,35	311,24	314,11	316,95	319,75	322,54	325,27	328,00	330,70
1,2	296,43	299,49	302,49	305,47	308,41	311,30	314,18	317,02	319,83	322,63	325,38	328,11	330,82
1,3	296,46	299,51	302,52	305,52	308,47	311,38	314,25	317,10	319,93	322,72	325,48	328,21	330,93
1,4	296,49	299,56	302,59	305,56	308,53	311,45	314,34	317,19	320,01	322,82	325,59	328,32	331,04
1,5	296,51	299,59	302,62	305,63	308,59	311,51	314,41	317,27	320,11	322,92	325,68	328,43	331,16
1,6	296,55	299,63	302,68	305,68	308,66	311,59	314,50	317,36	320,19	323,01	325,79	328,54	331,26
1,7	296,58	299,67	302,72	305,74	308,72	311,67	314,58	317,45	320,29	323,11	325,90	328,66	331,39
1,8	296,60	299,71	302,78	305,81	308,79	311,75	314,67	317,56	320,40	323,22	326,00	328,77	331,52
1,9	296,64	299,76	302,84	305,87	308,86	311,83	314,74	317,65	320,50	323,33	326,12	328,89	331,63
2,0	296,68	299,81	302,88	305,94	308,94	311,91	314,84	317,74	320,60	323,43	326,23	329,00	331,75

А.3 Скорость звука в воздухе рассчитывают по ГСССД МР 176-2010.

А.4 Скорость звука в природном газе рассчитывают по ГОСТ Р 8.662–2009.