



ООО ЦМ «СТП»

Уникальный номер записи об аккредитации в реестре
аккредитованных лиц RA.RU.311229

«СОГЛАСОВАНО»

Технический директор по испытаниям

ООО ЦМ «СТП»

В.В. Фефелов

2022 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Расходомеры-счетчики «ВС-12 ППД»

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 3101/1-311229-2022

г. Казань
2022

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на расходомеры-счетчики «ВС-12 ППД» (далее – расходомер-счетчик), изготавливаемые ООО «ЕН Автоматизация», г. Москва, и устанавливает методику первичной поверки до ввода в эксплуатацию и после ремонта, а также методику периодической поверки в процессе эксплуатации.

1.2 Расходомеры-счетчики состоят из корпуса с установленными в нем ультразвуковыми преобразователями (датчиками) и электронно-вычислительного блока (далее – ЭВБ).

1.3 Поверка осуществляется в диапазоне измерений, указанном в паспорте завода-изготовителя, который может отличаться от максимального диапазона измерений. Поверка каналов ввода и вывода проводится в случае их наличия. Допускается проводить поверку только используемых каналов ввода и вывода на основании письменного заявления владельца, оформленного в произвольной форме. Операции по определению относительной погрешности при вычислении объемного расхода (объема) газа, приведенного к стандартным условиям, проводят в случае наличия данной функции.

1.4 Расходомеры-счетчики соответствуют требованиям к разряду средства измерений, установленным в Приказе Росстандарта от 29 декабря 2018 г. № 2825 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений объемного и массового расходов газа» и прослеживаются к Государственному первичному эталону единиц объемного и массового расходов газа ГЭТ 118–2017.

1.5 Метрологические характеристики расходомеров-счетчиков подтверждаются непосредственным сличением с основными средствами поверки при первичной поверке. При периодической поверке метрологические характеристики расходомеров-счетчиков допускается определять методом косвенных измерений с применением эталонов и средств измерений, заимствованных из других поверочных схем.

2 Перечень операций поверки средства измерений

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

Таблица 1 – Перечень операций поверки средства измерений

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		Первичной поверке	Периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	6	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	7	Да	Да
Проверка программного обеспечения средства измерений	8	Да	Да
Определение метрологических характеристик	9	Да	Да
Определение относительной погрешности при измерении объемного расхода и объема газа при рабочих условиях проливным методом*	9.1	Да	Да
Определение относительной погрешности при измерении объемного расхода и объема газа при рабочих условиях имитационным методом	9.2	Да	Да
Определение приведенной к верхнему пределу измерений погрешности при преобразовании выходных аналоговых токовых сигналов **	9.3	Да	Да

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		Первичной поверке	Периодической поверке
Определение приведенной к верхнему пределу измерений погрешности при преобразовании входных аналоговых токовых сигналов **	9.4	Да	Да
Определение относительной погрешности при вычислении массового расхода, объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям **	9.5	Да	Да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10	Да	Да
Оформление результатов поверки средства измерений	11	Да	Да
* При периодической поверке определение относительной погрешности при измерении объемного расхода и объема газа при рабочих условиях проводят проливным или имитационным методом. ** При наличии данной функции. Примечание – При получении отрицательных результатов поверки по какому-либо пункту методики поверки поверку прекращают.			

3 Требования к условиям проведения поверки средства измерений

3.1 При проведении поверки проливным методом или имитационным методом с демонтажем расходомера-счетчика должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от плюс 15 до плюс 25 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха от 10 до 90 %;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа (от 645 до 800 мм рт.ст.).

3.2 При поверке имитационным методом без демонтажа расходомера-счетчика с измерительного трубопровода условия поверки должны соответствовать рабочим условиям эксплуатации средств поверки и расходомера-счетчика. Абсолютное давление измеряемой среды должно быть не более 2 МПа, температура рабочей среды должна находиться в пределах от минус 20 до плюс 40 °С. Работы проводят при рабочем давлении и стабильных температурах окружающей и рабочей сред. Расходомер-счетчик и трубная обвязка не должны подвергаться воздействию осадков, солнечных лучей.

3.3 В качестве измеряемой среды при имитационном методе поверки может использоваться азот, воздух, природный газ или другой газ, с известной скоростью звука в газе (стандартная относительная неопределенность, приписываемая функциональной зависимости, используемой для расчета скорости распространения звука в рабочей среде не должна превышать 0,1 %).

4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1 При проведении поверки применяют средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень средств поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки	Пример возможного средства поверки с указанием наименования, заводского обозначения, а при наличии – обозначения типа, модификации
7, 9.2	Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от 15 до 25 °С, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений $\pm 0,5$ °С Средство измерений относительной влажности окружающей среды: диапазон измерений от 30 до 80 %, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений ± 5 % Средство измерений атмосферного давления: диапазон измерений от 84 до 107 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений атмосферного давления $\pm 0,5$ кПа	Термогигрометр ИВА-6 (регистрационный номер 46434-11 в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – ФИФОЕИ))
9.1	Рабочий эталон 1 разряда в соответствии с Приказом Росстандарта от 29.12.2018 г. № 2825 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений объемного и массового расходов газа» с пределами допускаемой относительной погрешности не более $\pm 0,3$ %	3.2.ГШЯ.0007.2016, эталон единицы объемного расхода газа 1 разряда в диапазоне значений от 1,6 до 6500 м³/ч (далее – эталон расхода)
9.2	Средство измерений температуры газа, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,5$ °С	Термометр лабораторный стеклянный ТЛС, исполнение ТЛС-4 (регистрационный номер 32786-06 в ФИФОЕИ): диапазон измерений от 0 до 55 °С, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности $\pm 0,2$ °С
9.2	Средство измерения давления газа, верхний предел измерений избыточного давления 2 МПа, пределы основной допускаемой приведенной погрешности ± 1 %	Манометр деформационный с трубчатой пружиной серии 2 (регистрационный номер 55984-11 в ФИФОЕИ)
9.3	Средство измерений силы постоянного тока от 4 до 20 мА, пределы допускаемой абсолютной погрешности ± 5 мкА	Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R) (регистрационный номер 52489-13 в ФИФОЕИ) (далее – калибратор)
9.4	Средство воспроизведения силы постоянного тока от 4 до 20 мА, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения ± 5 мкА	
9.5	Программный комплекс «Расходомер ИСО» модуль «ГОСТ 8.611–2013»	–
9	Программное обеспечение для конфигурирования, установленное на персональный компьютер с операционной системой Windows	–

4.2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик расходомера-счетчика с требуемой точностью.

4.3 Применяемые эталоны и средства измерений должны соответствовать требованиям нормативных правовых документов Российской Федерации в области обеспечения единства измерений.

5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки средства измерений

5.1 При проведении поверки соблюдают общие требования безопасности при работе с расходомерами-счетчиками, правила технической эксплуатации электроустановок потребителей, а также требования по безопасности эксплуатации применяемых средств поверки, указанные в технической документации на данные средства поверки.

5.2 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки, эксплуатационные документы расходомера-счетчика и средств поверки и прошедшие инструктаж по охране труда.

6 Внешний осмотр средства измерений

6.1 При внешнем осмотре проверяют:

- соответствие комплектности, внешнего вида и маркировки требованиям паспорта;
- отсутствие видимых дефектов и повреждений, препятствующих применению расходомера-счетчика.

6.2 Поверку продолжают, если:

- состав и комплектность расходомера-счетчика соответствуют описанию типа и паспорту;
- отсутствуют механические повреждения расходомера-счетчика, препятствующие его применению.

7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1 Средства поверки и расходомер-счетчик выдерживают при условиях, указанных в разделе 3, не менее двух часов.

7.2 Средства поверки и расходомер-счетчик подготавливают к работе в соответствии с их эксплуатационными документами.

7.3 Проводят необходимые соединения расходомера-счетчика и средств поверки согласно эксплуатационным документам.

7.4 При определении метрологических характеристик проливным методом частотный выход расходомера-счетчика подключают к эталону расхода. Проверяют герметичность расходомера-счетчика и эталона расхода.

7.5 При определении метрологических характеристик имитационным методом после снятия расходомера-счетчика с измерительного трубопровода обеспечивают отсутствие течения воздуха внутри корпуса или устанавливают заглушки с обеих сторон и заполняют газом, на котором проводится поверка. Обеспечивают возможность измерения температуры газа и давления внутри корпуса и, если поверка проводится на воздухе, измерения влажности.

7.6 При определении метрологических характеристик имитационным методом без снятия расходомера-счетчика с измерительного трубопровода перекрывают измерительный участок и обеспечивают отсутствие течения газа. Измерительный участок (трубопровод с расходомером-счетчиком) заполняют газом. Обеспечивают возможность измерения температуры газа и давления внутри измерительного участка (трубопровода с ультразвуковыми преобразователями) и, если поверка проводится на воздухе, измерения влажности.

7.7 При определении приведенной погрешности аналоговых каналов ввода и вывода подключают калибратор к соответствующему аналоговому каналу ввода или вывода расходомера-счетчика.

7.8 В случае использования при поверке программного обеспечения для конфигурирования, параметризации и диагностики расходомеров-счетчиков, подключают расходомер-счетчик к персональному компьютеру с установленным программным обеспечением, воспользовавшись одним из интерфейсов связи, и устанавливают связь расходомера-счетчика и персонального компьютера.

7.9 Проводят опробование путем проверки общей работоспособности расходомера-счетчика, при этом контролируют результаты самодиагностики расходомера-счетчика при включении, контролируют отсутствие индикации сбоев и коммуникационных ошибок на показывающем устройстве (далее – дисплей) ЭВБ расходомера-счетчика в процессе эксплуатации. При применении проливного метода поверки проводят проверку индикации объемного расхода и объема газа на дисплее ЭВБ. При этом контролируют показания дисплея ЭВБ по измеряемому объемному расходу и объему газа при увеличении (уменьшении) расхода измеряемой среды.

7.10 Результаты опробования расходомера-счетчика считают положительными если самодиагностика расходомера-счетчика прошла успешно, в процессе эксплуатации на дисплее ЭВБ расходомера-счетчика индикации сбоев и коммуникационных ошибок не возникло, в процессе эксплуатации в журнале ошибок не появилось сообщений о сбоях и ошибках, значения расхода на дисплее ЭВБ увеличиваются (уменьшаются) при увеличении (уменьшении) расхода измеряемой среды, а значение объема измеряемой среды увеличивается.

8 Проверка программного обеспечения средства измерений

8.1 Проверяют подлинность программного обеспечения расходомера-счетчика путем определения идентификационных данных (версия программного обеспечения, контрольная сумма) расходомера-счетчика и их сравнения с исходными идентификационными данными на дисплее ЭВБ или с помощью программного обеспечения для конфигурирования. Версия программного обеспечения и контрольная сумма индицируется на дисплее ЭВБ при включении или в пункте меню «О приборе» / «Версия ПО», «Идентификатор ПО». Определение идентификационных данных проводят согласно эксплуатационной документации.

8.2 Результаты проверки подлинности программного обеспечения расходомера-счетчика считают положительными, если определенные идентификационные данные совпадают с данными, указанными в паспорте.

9 Определение метрологических характеристик

9.1 Определение относительной погрешности при измерении объемного расхода и объема газа при рабочих условиях проливным методом

9.1.1 Относительную погрешность при измерении объемного расхода и объема газа при рабочих условиях определяют с помощью эталона расхода с диапазоном воспроизводимого объемного расхода, соответствующим рабочему диапазону поверяемого расходомера-счетчика.

Измерения проводят не менее чем в семи точках, равномерно распределенных по всему рабочему диапазону измерения объемного расхода расходомера-счетчика, включая переходные и крайние точки. Рекомендуемые точки $Q_{\min}$, Q_t , $0,1 \cdot Q_{\max}$, $0,25 \cdot Q_{\max}$, $0,5 \cdot Q_{\max}$, $0,75 \cdot Q_{\max}$, $Q_{\max}$, где $Q_{\min}$, Q_t , $Q_{\max}$ – минимальный, переходный и максимальный измеряемый объемный расход газа при рабочих условиях, м³/ч. В каждой точке объемного расхода проводят измерение накопленного объема за время не менее трех минут. Показания считывают через частотный выход расходомера-счетчика. Измерение повторяют не менее трех раз.

9.1.2 Относительную погрешность при измерении объемного расхода и объема газа при рабочих условиях δ_Q , %, рассчитывают для каждого измерения по формуле

$$\delta_Q = \frac{Q - Q_0}{Q_0} \cdot 100, \quad (1)$$

где Q – объем газа, измеренный расходомером-счетчиком, м³;
 Q_0 – объем газа, измеренный эталоном расхода, м³.

9.1.3 Результаты определения относительной погрешности при измерении объемного расхода и объема газа при рабочих условиях проливным методом считают положительными, если относительная погрешность при каждом измерении объемного расхода (объема) газа, рассчитанная по формуле 1, не превышает значений, указанных в таблице 3.

Таблица 3 – Пределы допускаемой относительной погрешности при измерении объемного расхода и объема газа при рабочих условиях при проливном методе поверки

Исполнение расходомера-счетчика	Пределы допускаемой относительной погрешности при измерении объемного расхода и объема газа при рабочих условиях, %
С одной парой ультразвуковых преобразователей: – в диапазоне измерения от $Q_{\min}$ включ. до Q_t – в диапазоне измерения от Q_t включ. до $Q_{\max}$ включ.	± 3 ± 2
С двумя парами ультразвуковых преобразователей: – в диапазоне измерения от $Q_{\min}$ включ. до Q_t – в диапазоне измерения от Q_t включ. до $Q_{\max}$ включ.	± 2 ± 1
Примечание – Приняты следующие обозначения: $Q_{\min}$ – значение минимального измеряемого расхода при рабочих условиях при скорости газа 0,1 м/с, м³/ч; Q_t – значение измеряемого расхода переходного режима при рабочих условиях при скорости газа 0,3 м/с, м³/ч; $Q_{\max}$ – значение максимального измеряемого расхода при рабочих условиях, м³/ч.	

9.2 Определение относительной погрешности при измерении объемного расхода и объема газа при рабочих условиях имитационным методом

При имитационном методе определения метрологических характеристик расходомера-счетчика проводят определение скорости звука в измеряемой среде и проверку стабильности нуля расходомера-счетчика.

9.2.1 Определение скорости звука в измеряемой среде проводят в следующей последовательности:

- измеряют температуру газа внутри корпуса расходомера-счетчика до и после считывания скорости звука, изменение температуры газа не должно превышать $\pm 0,4$ °С;
- измеряют давление газа внутри корпуса расходомера-счетчика или атмосферное давление при проведении имитационной поверки на воздухе до и после считывания скорости звука, изменение давления газа не должно превышать $\pm 0,4$ %;
- измеряют влажность воздуха внутри корпуса расходомера-счетчика до и после считывания скорости звука с дисплея ЭВБ расходомера-счетчика при проведении имитационной поверки на воздухе;
- по средним значениям измеренной температуры, давления и влажности определяют скорость звука в измеряемой среде, C_0 , м/с, в соответствии с приложением А.

Примечание – Если поверку проводят при атмосферном давлении, допускается значение давления принять условно-постоянным параметром, равным 101,325 кПа.

Проводят измерение скорости звука в измеряемой среде с помощью поверяемого расходомера-счетчика согласно руководству по эксплуатации в течение времени не менее 60 с и находят среднее значение $\bar{C}$, м/с, по формуле

$$\bar{C} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n C_i, \quad (2)$$

где C_i – i -й результат измерений скорости звука в измеряемой среде, м/с;
 n – число результатов измерений.

Проверяют выполнения следующего условия:

$$\frac{\bar{C} - C_0}{C_0} \cdot 100 \leq 0,3, \quad (3)$$

где $\bar{C}$ – среднее значение скорости звука, измеренной расходомером-счетчиком, м/с;
 C_0 – скорость звука, определенная расчетным путем для измеряемой среды, м/с.

9.2.2 Проверка стабильности нуля расходомера-счетчика

Проверку стабильности нуля расходомера-счетчика проводят в следующей последовательности:

- обеспечивают отсутствие движения измеряемой среды;
- проводят измерение скорости измеряемой среды после стабилизации давления и температуры в течение 60 с по показаниям расходомера-счетчика;
- вычисляют среднее значение скорости измеряемой среды $\bar{v}$, м/с, по формуле

$$\bar{v} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n v_i, \quad (4)$$

где v_i – i -ый результат измерений скорости измеряемой среды, м/с;
 n – число результатов измерений.

Проверяют выполнения следующего условия:

$$\bar{v} \leq 0,012. \quad (5)$$

9.2.3 Результаты определения относительной погрешности при измерении объемного расхода и объема газа при рабочих условиях имитационным методом считают положительными и пределы допускаемой относительной погрешности расходомера-счетчика при измерении объемного расхода и объема газа принимают в соответствии с таблицей 4, если выполняются условия 3 и 5.

Таблица 4 – Пределы допускаемой относительной погрешности при измерении объемного расхода и объема газа при рабочих условиях при имитационном методе

Исполнение расходомера-счетчика	Пределы допускаемой относительной погрешности при измерении объемного расхода и объема газа при рабочих условиях, %
С одной парой ультразвуковых преобразователей: – в диапазоне измерения от $Q_{\min}$ включ. до Q_t – в диапазоне измерения от Q_t включ. до $Q_{\max}$ включ.	$\pm 3,5$ $\pm 2,5$
С двумя парами ультразвуковых преобразователей: – в диапазоне измерения от $Q_{\min}$ включ. до Q_t – в диапазоне измерения от Q_t включ. до $Q_{\max}$ включ.	$\pm 2,5$ $\pm 1,5$
Примечание – Приняты следующие обозначения: $Q_{\min}$ – значение минимального измеряемого расхода при рабочих условиях при скорости газа 0,1 м/с, м³/ч; Q_t – значение измеряемого расхода переходного режима при рабочих условиях при скорости газа 0,3 м/с, м³/ч; $Q_{\max}$ – значение максимального измеряемого расхода при рабочих условиях, м³/ч.	

9.3 Определение приведенной к верхнему пределу измерений погрешности при преобразовании выходных аналоговых токовых сигналов

9.3.1 Определение приведенной к верхнему пределу измерений погрешности при преобразовании выходных аналоговых токовых сигналов проводят в пяти точках диапазона, соответствующих 4; 8; 12; 16; 20 мА, при этом выполняют следующие операции:

- с помощью клавиатуры ЭВБ расходомера-счетчика или подключенного персонального компьютера задают величину выходного сигнала $I_{\text{зад}}$, мА, в каждой контрольной точке;
- измеряют величину выходного сигнала $I_{\text{изм}}$, мА, с помощью калибратора.

9.3.2 Рассчитывают приведенную погрешность при преобразовании выходных аналоговых токовых сигналов γ_I , %, по формуле

$$\gamma_I = \frac{I_{AO} - I_{изм}}{20} \cdot 100 \%, \quad (6)$$

где I_{AO} – значение силы тока, задаваемое расходомером-счетчиком, мА;
 $I_{изм}$ – значение силы тока, измеренное калибратором, мА.

9.3.3 Результаты определения приведенной к верхнему пределу измерений погрешности при преобразовании выходных аналоговых токовых сигналов считают положительными, если рассчитанное значение не превышает $\pm 0,05$ %.

9.4 Определение приведенной к верхнему пределу измерений погрешности при преобразовании входных аналоговых токовых сигналов

9.4.1 Определение приведенной к верхнему пределу измерений погрешности при преобразовании входных аналоговых токовых сигналов проводят в пяти точках диапазона, соответствующих 4; 8; 12; 16; 20 мА, при этом выполняют следующие операции:

– с помощью калибратора на соответствующий аналоговый канал ввода расходомера-счетчика подают электрические токовые сигналы $I_{зад}$, мА;

– с дисплея ЭВБ расходомера-счетчика или дисплея подключенного персонального компьютера считывают измеренное значение токового сигнала $I_{изм}$, мА, или показание расходомера-счетчика $y_{изм}$ в единицах физической величины (температура, давление).

9.4.2 Рассчитывают приведенную к верхнему пределу измерений погрешность при преобразовании входных аналоговых токовых сигналов γ_I , %, по формуле

$$\gamma_I = \frac{I_{AI} - I_{зад}}{20} \cdot 100, \quad (7)$$

где $I_{зад}$ – значение силы тока, заданное калибратором, мА;
 I_{AI} – значение силы тока, измеренное расходомером-счетчиком, мА.

Если соответствующий аналоговый канал ввода сконфигурирован в единицах физической величины, то значение силы тока, измеренное расходомером-счетчиком, рассчитывают по формуле

$$I_{AI} = \frac{20}{y_{\max} - y_{\min}} \cdot (y_{изм} - y_{\min}) + 4, \quad (8)$$

где $y_{изм}$ – показание расходомера-счетчика в i -ой точке в единицах измеряемой величины;
 $y_{\max}$, $y_{\min}$ – максимальное и минимальное значения границы диапазона измерения в единицах измеряемой величины.

Результаты определения приведенной к верхнему пределу измерений погрешности при преобразовании входных аналоговых токовых сигналов считают положительными, если рассчитанное значение не превышает $\pm 0,05$ %.

9.5 Определение относительной погрешности при вычислении массового расхода, объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям

9.5.1 Относительную погрешность при вычислении массового расхода, объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, определяют путем расчета относительной погрешности при вычислении коэффициента сжимаемости или объемного расхода (объема) газа, приведенного к стандартным условиям.

9.5.2 В зависимости от применяемого алгоритма расчета физических свойств газа (ГСССД МР 113–03, ГОСТ 30319.2–2015, ГОСТ 30319.3–2015) в ЭВБ вводят исходные данные в качестве условно-постоянных величин: компонентный состав, рабочие значения температуры и давления, влажность (для попутного нефтяного газа). Примеры исходных данных и рассчитанные значения коэффициентов сжимаемости по ГСССД МР 113–03, ГОСТ 30319.2–2015, ГОСТ 30319.3–2015 приведены в приложении Б или значение коэффициента сжимаемости $K_{расч}$ рассчитывают с помощью программного комплекса «Расходомер ИСО» модуль «ГОСТ 8.611–2013» для введенных исходных данных (компонентный состав, влажность, температура, давление).

9.5.3 Относительную погрешность при вычислении коэффициента сжимаемости $\delta_{K_{\text{выч}}}$, %, рассчитывают по формуле

$$\delta_{K_{\text{выч}}} = \frac{K_{\text{изм}} - K_{\text{расч}}}{K_{\text{расч}}} \cdot 100, \quad (9)$$

где $K_{\text{изм}}$ – коэффициент сжимаемости газа, рассчитанный расходомером-счетчиком;
 $K_{\text{расч}}$ – коэффициент сжимаемости газа, рассчитанный с помощью программного комплекса «Расходомер ИСО» или принятый из приложения Б.

9.5.4 Допускается проводить определение относительной погрешности при вычислении объемного расхода (объема) газа, приведенного к стандартным условиям, при текущих значениях измеряемых параметров (объемный расход в рабочих условиях, влажность, температура, давление). В один момент времени по показаниям дисплея ЭВБ расходомера-счетчика фиксируют текущие измеряемые параметры (объемный расход в рабочих условиях, температура, давление), вычисленные параметры (объемный расход, приведенный к стандартным условиям $Q_{\text{изм}}$, м³/ч).

9.5.5 Рассчитывают значение объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям, $Q_{\text{расч}}$, м³/ч, с помощью программного комплекса «Расходомер ИСО» модуль «ГОСТ 8.611–2013» на основе исходных данных (компонентный состав) для зафиксированных измеряемых параметров (объемный расход в рабочих условиях, влажность, температура, давление).

9.5.6 Относительную погрешность при вычислении объемного расхода (объема) газа, приведенного к стандартным условиям $\delta_{Q_{\text{выч}}}$, %, рассчитывают для одного набора исходных данных по формуле

$$\delta_{Q_{\text{выч}}} = \frac{Q_{\text{изм}} - Q_{\text{расч}}}{Q_{\text{расч}}} \cdot 100, \quad (10)$$

где $Q_{\text{изм}}$ – объемный расход газа, приведенный к стандартным условиям, рассчитанный расходомером-счетчиком, м³/ч;

$Q_{\text{расч}}$ – объемный расход газа, приведенный к стандартным условиям, рассчитанный с помощью программного комплекса «Расходомер ИСО», м³/ч.

9.5.7 Результаты поверки считают положительными, если относительная погрешность при вычислении коэффициента сжимаемости или относительная погрешность при вычислении объемного расхода (объема) попутного нефтяного или природного газа, приведенного к стандартным условиям, не превышает $\pm 0,005$ %.

10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

Расходомер-счетчик соответствует метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, и результаты поверки считают положительными, если результаты поверки по 9.1 – 9.5 положительные.

11 Оформление результатов поверки средства измерений

11.1 Результаты поверки оформляют протоколом поверки произвольной формы с указанием даты проведения поверки, условий проведения поверки, применяемых средств поверки, заключения по результатам поверки, диапазона измерений, типов и количества каналов ввода и вывода.

11.2 Результаты поверки оформляются в соответствии с порядком, утвержденным законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений.

11.3 По заявлению владельца расходомера-счетчика или лица, представившего его на поверку, при положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке, при отрицательных результатах поверки – извещение о непригодности к применению.

Приложение А (рекомендуемое)

Скорость звука в газах

А.1 Скорость звука в воздухе C_0 , м/с, определяют по средним значениям измеренных температуры и влажности по ГСССД МР 176–2010 «Расчетное определение скорости звука во влажном воздухе при температурах от минус 20 до 40 °С при абсолютном давлении от 550 мм рт.ст. до 1 МПа и относительной влажности от 0 до 100 %» или с помощью программного комплекса «Расходомер ИСО» модуль «ГОСТ 8.611–2013».

Значения скорости звука в воздухе для значений температуры от 15 до 25 °С и влажности от 10 до 90 %, рассчитанные с помощью программного комплекса «Расходомер ИСО» модуль «ГОСТ 8.611–2013», приведены в Таблице А.1.

Таблица А.1 – Скорость звука в воздухе

Температура, °С	Относительная влажность, %								
	10	20	30	40	50	60	70	80	90
15	340,54	340,63	340,72	340,81	340,9	340,99	341,08	341,17	341,26
16	341,13	341,23	341,32	341,42	341,52	341,61	341,71	341,8	341,9
17	341,73	341,83	341,93	342,03	342,14	342,24	342,34	342,45	342,55
18	342,32	342,43	342,54	342,65	342,76	342,87	343,98	343,09	343,2
19	342,91	343,03	343,15	343,26	343,38	343,5	343,62	343,73	343,85
20	343,5	343,63	343,76	343,88	344	344,13	344,26	344,38	344,51
21	344,1	344,23	344,36	344,5	344,63	344,76	344,89	345,03	345,16
22	344,69	344,83	344,97	345,11	345,26	345,39	345,54	345,68	345,82
23	345,28	345,44	345,58	345,73	345,88	346,03	346,18	346,34	346,49
24	345,87	346,03	346,19	346,35	346,51	346,67	346,83	346,99	347,16
25	346,46	346,63	346,8	346,97	347,14	347,31	347,48	347,66	347,83

А.2 Скорость звука в природном газе определяется по ГОСТ Р 8.662–2009 «Государственная система обеспечения единства измерений. Газ природный. Термодинамические свойства газовой фазы. Методы расчетного определения для целей транспортирования и распределения газа на основе фундаментального уравнения состояния AGA8» или с помощью программного комплекса «Расходомер ИСО» модуль «ГОСТ 8.611–2013».

А.3 Скорость звука в азоте рассчитывается с помощью программного комплекса «Расходомер ИСО» модуль «ГОСТ 8.611–2013».

Приложение Б
(рекомендуемое)

Контрольные примеры для расчета коэффициента сжимаемости

Б.1 Контрольные примеры расчета коэффициента сжимаемости в соответствии с ГСССД МР 113–03 «Определение плотности, фактора сжимаемости, показателя адиабаты и коэффициента динамической вязкости влажного нефтяного газа в диапазоне температур 263...500 К при давлениях до 15 МПа» приведены в таблицах Б.1.1–Б.1.4

Таблица Б.1.1 – Исходные данные для расчета коэффициента сжимаемости для компонентного состава № 1

Компонентный состав № 1 (молярные %)		
Метан	CH ₄	72,5
Этан	C ₂ H ₆	14,3
Пропан	C ₃ H ₈	7,53
и-Бутан	i-C ₄ H ₁₀	1,57
н-Бутан	n-C ₄ H ₁₀	0,85
и-Пентан	i-C ₅ H ₁₂	0,25
н-Пентан	n-C ₅ H ₁₂	0,29
н-Гексан	C ₆ H ₁₄	0,12
н-Гептан	C ₇ H ₁₆	0,03
кислород	O ₂	0,06
Азот	N ₂	0,93
Диоксид углерода	CO ₂	1,56
Сероводород	H ₂ S	0,01
Сумма компонентов:		100,00
Абсолютная влажность, г/м ³		7,42
Температура при определении абсолютной влажности, °С		10
Давление при определении абсолютной влажности, кПа		709,275

Таблица Б.1.2 – Исходные данные для расчета коэффициента сжимаемости для компонентного состава № 2

Компонентный состав № 2 (молярные %)		
Метан	CH ₄	75,7
Этан	C ₂ H ₆	9,6
и-Бутан	C ₃ H ₈	4,79
н-Бутан	i-C ₄ H ₁₀	1,24
и-Пентан	n-C ₄ H ₁₀	0,62
н-Пентан	i-C ₅ H ₁₂	0,23
н-Гексан	n-C ₅ H ₁₂	0,29
н-Гептан	C ₆ H ₁₄	0,1
и-Бутан	C ₇ H ₁₆	0,02
Кислород	O ₂	0,57
Азот	N ₂	5,56
Диоксид углерода	CO ₂	1,27
Сероводород	H ₂ S	0,01
Сумма компонентов:		100,00
Абсолютная влажность, г/м ³		6,21
Температура при определении абсолютной влажности, °С		25
Давление при определении абсолютной влажности, кПа		1266,5625

Таблица Б.1.3 – Исходные данные для расчета коэффициента сжимаемости для компонентного состава № 3

Компонентный состав № 3 (молярные %)		
Метан	CH ₄	45,35
Этан	C ₂ H ₆	13,38
Пропан	C ₃ H ₈	20,88
<i>i</i> -Бутан	<i>i</i> -C ₄ H ₁₀	9,46
<i>n</i> -Бутан	<i>n</i> -C ₄ H ₁₀	4,17
<i>i</i> -Пентан	<i>i</i> -C ₅ H ₁₂	1,71
<i>n</i> -Пентан	<i>n</i> -C ₅ H ₁₂	2,04
<i>n</i> -Гексан	C ₆ H ₁₄	0,59
<i>n</i> -Гептан	C ₇ H ₁₆	0,07
Кислород	O ₂	0,14
Азот	N ₂	1,56
Диоксид углерода	CO ₂	0,64
Сероводород	H ₂ S	0,01
Сумма компонентов:		100,00
Абсолютная влажность, г/м ³		7,04
Температура при определении абсолютной влажности, °C		14
Давление при определении абсолютной влажности, кПа		243,18

Таблица Б.1.4 – Расчетные значения коэффициента сжимаемости

Компонентный состав	Температура газа, °C	Абсолютное давление газа, кПа	Коэффициент сжимаемости рассчитанный
№ 1	-10	100	0,998557853
	20	9000	0,665351098
	226	100	1,00333453
	226	9000	0,983506828
№ 2	-10	100	0,998815631
	0	10000	0,635193173
	226	100	1,002724792
	226	10000	0,995189343
№ 3	-10	100	0,996915809
	90	10000	0,615367038
	226	100	1,007079348
	226	10000	0,917475635

Б.2 Контрольные примеры расчета коэффициента сжимаемости в соответствии с ГОСТ 30319.2–2015 «Газ природный. Методы расчета физических свойств. Вычисление физических свойств на основе данных о плотности при стандартных условиях и содержании азота и диоксида углерода» приведены в таблицах Б.2.1– Б.2.2.

Таблица Б.2.1 – Исходные данные для расчета коэффициента сжимаемости для компонентного состава № 1

Наименование параметра	Значение		
	Компонентный состав № 1	Компонентный состав № 2	Компонентный состав № 3
Плотность в стандартных условиях, г/см ³	0,8537	0,7044	0,9335
Азот, молярные %	5,05	7,17	4,2
Диоксид углерода, молярные %	1,94	12,69	5,92

Таблица Б.2.2 – Расчетные значения коэффициента сжимаемости

Температура газа, °С	Абсолютное давление газа, кПа	Коэффициент сжимаемости рассчитанный		
		Компонентный состав № 1	Компонентный состав № 2	Компонентный состав № 3
-23,15	100	0,998201145	0,998201145	0,999268426
-23,15	12000	0,488119899	0,488119899	0,735767302
66,85	100,00	1,001180461	1,001180461	1,00066415
66,85	12000	0,848038266	0,848038266	0,961003869

Б.3 Контрольные примеры расчета коэффициента сжимаемости в соответствии с ГОСТ 30319.3–2015 «Газ природный. Методы расчета физических свойств. Вычисление физических свойств на основе данных о компонентном составе» приведены в таблицах Б.3.1–Б.3.2.

Таблица Б.3.1 – Молярные доли компонентов смесей, имитирующих природный газ

Компоненты	Молярная доля, %		
	Компонентный состав № 1	Компонентный состав № 2	Компонентный состав № 3
Метан	0,965	0,812	0,8641
Этан	0,018	0,043	0,018
Пропан	0,0045	0,009	0,0045
<i>i</i> -Бутан	0,001	0,0015	0,001
<i>n</i> -Бутан	0,001	0,0015	0,001
<i>i</i> -Пентан	0,0005	-	0,0003
<i>n</i> -Пентан	0,0003	-	0,0005
<i>n</i> -Гексан	0,0007	-	0,0012
Азот	0,003	0,057	0,0034
Диоксид углерода	0,006	0,076	0,006
Гелий	-	-	0,005
Водород	-	-	0,095

Таблица Б.3.2 – Расчетные значения коэффициента сжимаемости

Температура газа, °С	Абсолютное давление газа, кПа	Коэффициент сжимаемости рассчитанный		
		Компонентный состав № 1	Компонентный состав № 2	Компонентный состав № 3
-23,15	100	0,9966	0,9963	0,9972
26,85	100	0,9982	0,9980	0,9986
76,85	100	0,9990	0,9989	0,9993
-23,15	5000	0,8200	0,8032	0,8602
26,85	5000	0,9116	0,9039	0,9324
76,85	5000	0,9543	0,9500	0,9670
-23,15	15000	0,6182	0,5916	0,7044
26,85	15000	0,8050	0,7864	0,8589
76,85	15000	0,9068	0,8960	0,9391
-23,15	30000	0,8504	0,8369	0,8809
26,85	30000	0,9054	0,8915	0,9443
76,85	30000	0,9703	0,9592	1,0030