ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ПРИКЛАДНОЙ МЕТРОЛОГИИ – РОСТЕСТ»
(ФБУ «НИЦ ПМ-Ростест»)

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель генерального
директора ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»

_____ С.А. Денисенко
«28» мая 2026 г.

ИНСТРУКЦИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений.
Объемный расход и объем газа.
Методика измерений при помощи расходомеров-счетчиков газа ультразвуковых Turbo Flow UFG модификации Turbo Flow UGH-H

Москва
2026 г.

РАЗРАБОТАНА	Федеральным бюджетным учреждением «Научно-исследовательский центр прикладной метрологии – Ростест» (ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»)
ИСПОЛНИТЕЛИ:	Д.В. Чекулаев
УТВЕРЖДЕНА	ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»
АТТЕСТОВАНА	ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест» Свидетельство об аттестации методики измерений № 740/208-RA.RU.311787-2026 от 28.05.2026
ЗАРЕГИСТРИРОВАНА	ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест» Регистрационный код методики измерений ФР.1.29. 2026. 53802
ВВЕДЕНА ВПЕРВЫЕ	

Настоящая рекомендация не может быть полностью или частично воспроизведена, тиражирована и (или) распространена без разрешения ООО НПО «Турбулентность-ДОН»

1 Назначение и область применения

1.1 Настоящая инструкция устанавливает методику измерений объемного расхода и объема горючего природного газа, приведенных к стандартным условиям по ГОСТ 2939, (далее – газ или измеряемая среда) при помощи расходомеров-счетчиков газа ультразвуковых Turbo Flow UFG модификации Turbo Flow UGH-H при реализации и потреблении.

1.2 Инструкция разработана с учетом требований ГОСТ Р 8.563 и ГОСТ Р 8.741, а также обязательных метрологических требований постановления Правительства Российской Федерации от 16 ноября 2020 г. № 1847 «Об утверждении перечня измерений, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений».

2 Нормативные ссылки

2.1 В настоящей инструкции использованы нормативные ссылки на следующие стандарты и стандартные справочные данные:

ГОСТ 2939-63 Газы. Условия для определения объема

ГОСТ 5542-2022 Газ природный промышленного и коммунально-бытового назначения. Технические условия

ГОСТ 15528-86 Средства измерений расхода, объема или массы протекающих жидкостей и газа. Термины и определения

ГОСТ 31370-2023 Газ природный. Руководство по отбору проб

ГОСТ 31371.7-2020 Газ природный. Определение состава методом газовой хроматографии с оценкой неопределенности. Часть 7. Методика измерений молярной доли компонентов

ГОСТ 17310-2002 Газы. Пикнометрический метод определения плотности

ГОСТ 34721-2021 Газ природный. Определение плотности пикнометрическим методом

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

ГОСТ Р 70927-2023 Газ природный. Методы расчета физических свойств. Вычисление коэффициента сжимаемости в области низких температур

ГОСТ Р 8.563-2009 Государственная система обеспечения единства измерений. Методики (методы) измерений

ГОСТ 8.611-2024 Государственная система обеспечения единства измерений. Расход и объем газа. Методика (метод) измерений с применением ультразвуковых преобразователей расхода

ГОСТ Р 8.741-2019 Государственная система обеспечения единства измерений. Объем природного газа. Общие требования к методикам измерений

РМГ 29-2013 Государственная система обеспечения единства измерений. Основные термины и определения

Примечание - При пользовании настоящей инструкцией целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и стандартных справочных данных. Если заменен ссылочный документ, то следует использовать указанную версию этого документа. Если в ссылочный документ внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение применяется без учета данного изменения. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины, определения, сокращения и обозначения

3.1 В настоящей инструкции применены термины и определения в соответствии с ГОСТ Р 8.741, ГОСТ 15528 и РМГ 29.

3.2 В настоящей инструкции приняты следующие сокращения:

СИ – средство(а) измерений;

ФИФ ОЕИ – Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений;

УИРГ – узел измерений расхода газа;

УПР – преобразователь расхода ультразвуковой;

УОГ – устройство для очистки газа.

3.3 В настоящей инструкции приняты следующие обозначения:

DN – диаметр номинальный.

4 Показатели точности измерений

4.1 Доверительные границы относительной погрешности измерений объемного расхода и объема горючего природного газа, приведенных к стандартным условиям, по данной инструкции при реализации и потреблении в диапазоне объемного расхода газа при стандартных условиях от 0,0134774 до 15035,7 $м^3/ч$ при доверительной вероятности 95 % составляют:

±4,0 % в диапазоне объемного расхода до 150 $м^3/ч$;

±3,0 % в диапазоне объемного расхода от 150 до 10^3 $м^3/ч$;

±2,5 % в диапазоне объемного расхода от 10^3 до 15035,7 $м^3/ч$.

5 Средства измерений, вспомогательные устройства

5.1 Расходомеры–счетчики газа ультразвуковые Turbo Flow UFG модификации Turbo Flow UFG-H исполнений С1Т, С1ТР, регистрационный номер в ФИФ ОЕИ 56432-14, (далее – расходомеры) со следующими характеристиками.

5.1.1 Диаметры номинальные от DN 15 до DN 100.

5.1.2 Диапазон измерений расхода газа при рабочих условиях от 0,016 до 1600 $м^3/ч$.

5.1.3 Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объемного расхода и объема при рабочих условиях в зависимости от исполнения расходомера.

5.1.3.1 При проведении поверки расходомера-счетчика газа ультразвукового Turbo Flow UFG-H проливным методом:

$\pm\left(3{,}0-\frac{Q-Q_{min}}{Q_t-Q_{min}}\right)$ % для исполнения Г1 в диапазоне расходов от Q_{min} до Q_t;

±1,0 % для исполнения Г1 в диапазоне расходов от Q_t включ. до Q_{max};

$\pm\left(3{,}2-\frac{Q-Q_{min}}{Q_t-Q_{min}}\right)$ % для исполнения Г в диапазоне расходов от Q_{min} до Q_t;

±1,0 % для исполнения Г в диапазоне расходов от Q_t включ. до Q_{max};

$\pm\left(3{,}7-\frac{Q-Q_{min}}{Q_t-Q_{min}}\right)$ % для исполнения Д в диапазоне расходов от Q_{min} до Q_t;

±1,5 % для исполнения Д в диапазоне расходов от Q_t включ. до Q_{max}.

5.1.3.2 При проведении первичной поверки расходомера-счетчика газа ультразвукового Turbo Flow UFG-H имитационным методом или периодической поверки расходомера-счетчика газа ультразвукового Turbo Flow UFG-H имитационным методом при условии проведения первичной поверки проливным методом:

$\pm\left(3{,}2-\frac{Q-Q_{min}}{Q_t-Q_{min}}\right)$ % для исполнения Г1 в диапазоне расходов от Q_{min} до Q_t;

±1,2 % для исполнения Г1 в диапазоне расходов от Q_t включ. до Q_{max};

$\pm\left(3{,}5-\frac{Q-Q_{min}}{Q_t-Q_{min}}\right)$ % для исполнения Г в диапазоне расходов от Q_{min} до Q_t;

±1,2 % для исполнения Г в диапазоне расходов от Q_t включ. до Q_{max};

$\pm\left(3{,}9-\frac{Q-Q_{min}}{Q_t-Q_{min}}\right)$ % для исполнения Д в диапазоне расходов от Q_{min} до Q_t;

±1,7 % для исполнения Д в диапазоне расходов от Q_t включ. до Q_{max},

где Q_{min} – минимальный расход, $м^3/ч$;

Q_{max} – максимальный расход, $м^3/ч$;

Q_t – переходное значение измеряемого расхода.

Примечание - Значения Q_{min}, Q_{max} и Q_t указываются в эксплуатационной документации изготовителя.

5.1.4 Верхние пределы измерений абсолютного давления (далее - ВПИ) встроенным преобразователем абсолютного давления от 0,1 до 0,7 МПа. Рабочий диапазон измерений абсолютного давления от 25 до 100 % от ВПИ.

5.1.5 Пределы допускаемой относительной погрешности измерений абсолютного давления составляют ±0,5 %.

5.1.6 Диапазоны измерений температуры газа встроенным преобразователем температуры:

для исполнения М от -30 до +70 °С;

для исполнения М1 от -10 до +50 °С;

для исполнения М2 от -15 до +50 °С;

для исполнения М3 от -25 до +50 °С;

для исполнения Х от – 50 до +70 °С.

5.1.7 Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры газа составляют ±(0,5+0,005•|t|) °С, где t – измеряемая температура газа, °С.

5.1.8 Пределы допускаемой относительной погрешности вычислителя расхода при вычислении объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, составляют ±0,01 %.

5.2 СИ для определения плотности газа при стандартных условиях и содержании азота и диоксида углерода, в том числе используемые в химико-аналитической лаборатории для определения компонентного состава по ГОСТ 31371.7.

5.3 Оборудование для отбора проб по ГОСТ 31370.

5.4 УОГ и СИ перепада давления на УОГ.

5.5 СИ для контроля влажности газа и условий выполнения измерений.

6 Метод измерений

6.1 Измерение объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям, q_c, $м^3/ч$ выполняют косвенным методом, основанном на измерении объемного расхода газа при рабочих условиях, температуры и абсолютного давления газа и приведении объемного расхода газа к стандартным условиям с учетом данных о плотности при стандартных условиях и содержании азота и диоксида углерода в соответствии с уравнением измерений

$$q_c = q\frac{PT_cZ_c}{P_cTZ}, \quad (1)$$

где P – абсолютное давление газа, МПа;

P_c – абсолютное давление газа при стандартных условиях, МПа;

T – термодинамическая температура газа, К;

T_c – термодинамическая температура газа при стандартных условиях, К;

Z – коэффициент сжимаемости при рабочих условиях;
Z_c – коэффициент сжимаемости при стандартных условиях;
q – объемный расход газа при рабочих условиях, м^3/ч.

6.2 Объем газа, приведенный к стандартным условиям, V_c, $м^3$ вычисляют по формуле

$$V_c = \Delta\tau \sum_{i=1}^{n} q_i \frac{P_i T_c Z_{ci}}{P_c T_i Z_i}, \quad (2)$$

где $\Delta\tau$ – интервал дискретизации, ч.

6.3 Объемный расход газа при рабочих условиях измеряют при помощи расходомеров–счетчиков газа ультразвуковых Turbo Flow UFG-H. Принцип работы расходомеров основан на методе измерений разности между временем прохождения ультразвуковых импульсов по потоку и против потока газа. Измеренная разность времени пропорциональна скорости потока и объемному расходу газа.

6.4 Температуру газа измеряют при помощи встроенного преобразователя температуры. Термодинамическую температуру газа T, $К$ вычисляют по формуле

$$T = 273{,}15 + t, \quad (3)$$

где t – измеренная температура, °С

6.5 Абсолютное давление газа измеряют при помощи встроенного преобразователя давления. Значение абсолютного давление газа для исполнения С1Т задается в виде условно-постоянного параметра.

6.6 Коэффициенты сжимаемости газа при рабочих и стандартных условиях рассчитываются по ГОСТ 30319.2 или ГОСТ Р 70927 по текущим значениям температуры и абсолютного давления газа и введенной в вычислитель расхода в качестве условно-постоянных параметров информации о плотности газа при стандартных условиях и содержании азота и диоксида углерода.

6.7 Определение значений (диапазонов значений за период измерений) плотности газа при стандартных условиях и молярных долей азота и диоксида углерода, которые принимают в качестве условно-постоянных параметров, проводят при помощи потокового хроматографа или лабораторного хроматографа в химико-аналитических лабораториях методом газовой хроматографии отобранных проб измеряемой среды. Для определения плотности газа при стандартных условиях применяют косвенный метод, например по ГОСТ 31369, пикнометрический метод, например по ГОСТ 17310 или ГОСТ 34721, или метод измерений с применением потокового плотномера.

6.8 Обработка входных сигналов, поступающих от расходомера, преобразователя абсолютного давления, преобразователя температуры и вычисление физических свойств, объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, проводится в реальном масштабе времени в автоматическом режиме при помощи вычислителя расхода.

7 Требования безопасности, охраны окружающей среды

7.1 Монтаж средств измерений и выполнение измерений проводят в соответствии с требованиями следующих документов:

- Правила безопасности труда, действующие на объекте;
- Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности», утвержденные приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от

15 декабря 2020 г. № 534;

- Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности сетей газораспределения и газопотребления», утвержденные приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 15 декабря 2020 г. № 531;

- Федеральный закон № 7-ФЗ от 10.01.2002 «Об охране окружающей среды».

7.2 При подготовке и проведении работ на измерительном оборудовании должны соблюдаться установленные правила и действующие технические инструкции, распространяющиеся на данный вид оборудования. Инструкции по эксплуатации оборудования и СИ должны быть доступны обслуживающему персоналу.

7.3 Установка и демонтаж оборудования на ИТ, проведение ремонтных или технических работ должны производиться только на разгруженных по давлению ИТ.

7.4 Монтаж СИ необходимо производить в строгом соответствии с их схемой внешних соединений. Запрещается вносить какие-либо изменения в электрическую схему соединений, а также использовать любые запасные части, не предусмотренные эксплуатационной документацией без согласования с изготовителем СИ.

7.5 В процессе эксплуатации СИ, вспомогательные и дополнительные устройства должны подвергаться внешнему осмотру персоналом УИРГ с целью определения их технического состояния. Сроки проведения осмотров, их периодичность и объемы должны устанавливаться графиком, разработанным службой, ответственной за техническое состояние УИРГ. При определении сроков осмотра должны учитываться условия эксплуатации УИРГ.

8 Требования к квалификации операторов

8.1 К выполнению измерений и обработке их результатов допускают лиц, достигших 18 лет, прошедших инструктаж по охране труда и имеющих квалификационную группу по электробезопасности не ниже III, и ознакомленных с руководствами по эксплуатации применяемых средств измерений и вспомогательных устройств и настоящей инструкцией. Оператор должен знать технологическую схему, назначение всех средств измерений и устройств.

9 Требования к монтажу

9.1 Требования к измерительному трубопроводу.

9.1.1 Прямолинейные участки и, при необходимости, устройство формирования потока встроены в корпус УПР. За пределами корпуса УПР требования к подводящим и отводящим трубопроводам не предъявляются. Номинальные диаметры (условные проходы) подводящих и отводящих трубопроводов, непосредственно присоединяемых к расходомеру, должны соответствовать DN расходомера. Для сопряжения трубопроводов с различными номинальными диаметрами применяют конусные переходы.

9.2 Требования к расходомеру и его монтажу.

9.2.1 Монтаж расходомера проводят в соответствии с требованиями ТУАС.407252.001 РЭ «Расходомеры – счетчики газа ультразвуковые Turbo Flow UFG. Руководство по эксплуатации».

9.2.2 Все внутренние части УПР, имеющие контакт с газом, должны быть изготовлены из материала, химически нейтрального к газу и его компонентам.

9.2.3 Конструкция УПР, а также применяемые при монтаже фланцы, болты, гайки, шпильки и уплотнительные прокладки должны быть рассчитаны на максимальное давление и максимальную и минимальную температуру газа. Все наружные части УПР, предназначенного для применения на открытом воздухе, должны изготавливаться из коррозионностойкого материала или иметь покрытие, стойкое к атмосферным воздействиям.

9.2.4 Место установки УПР на трубопроводе выбирают с учетом необходимости обеспечения его защиты от ударов, механических воздействий, производственной вибрации и внешних магнитных полей.

9.2.5 Запрещается располагать УПР в местах возможного скопления воды. УПР не рекомендуется устанавливать на участках трубопровода, где возможно скопление конденсата.

9.2.6 Запрещается располагать УПР в непосредственной близости от нагревательных приборов в целях недопущения неравномерного нагрева корпуса УПР.

9.2.7 Рекомендуется соблюдать следующие меры по снижению влияния на показания УПР пульсаций расхода и давления газа:

- обеспечивать устойчивую работу регуляторов давления при их наличии на УИРГ;
- регуляторы давления без шумоглушителя, работающие на критическом режиме, размещать после УПР;
- при уровне пульсаций расхода, приводящих к возникновению акустических колебаний в газе, использовать демпфер пульсаций.

9.2.8 Не допускается наличие осадков и отложений на внутренней поверхности корпуса УПР.

9.2.9 При монтаже УПР на трубопроводе контролируют правильность его ориентации на соответствие направлению потока газа.

9.2.10 Для уплотнения фланцевых соединений следует применять уплотнительные прокладки с ровными краями по внутреннему и наружному контуру. Установку уплотнительных прокладок следует производить таким образом, чтобы они не выступали во внутреннюю полость трубопровода.

9.2.11 Расходомер устанавливают на свое место после завершения гидравлических испытаний и опрессовки трубопровода (на время проведения гидравлических испытаний и опрессовки на место УПР следует установить временную вставку). Перед установкой УПР на место трубопровод должен быть высушен и очищен.

9.2.12 Монтаж производят таким образом, чтобы исключить повреждение и сдавливание электрических кабелей. При этом сигнальные кабели защищают от влияния электрических помех, а силовые кабели прокладывают на достаточном удалении от сигнальных.

9.3 Требования к монтажу преобразователя давления.

9.3.1 Преобразователь давления встроен в корпусе УПР в соответствии с требованиями ТУАС.407252.001 РЭ.

9.4 Требование к монтажу преобразователя температуры.

9.4.1 Преобразователь температуры встроен в корпусе УПР в соответствии с требованиями ТУАС.407252.001 РЭ.

9.4.2 Если температура окружающей среды в процессе эксплуатации УПР может отличаться от температуры измеряемого газа более чем на 40 °С, то теплоизолируют корпус УПР.

9.5 Средства измерений компонентного состава и плотности газа при стандартных условиях и их монтаж

9.5.1 СИ компонентного состава газа должны обеспечивать определение молярных долей азота и диоксида углерода.

9.5.2 Для измерения состава газа применяют потоковый или лабораторный хроматограф.

9.5.3 При определении места отбора проб руководствуются требованиями ГОСТ 31370 и следующими дополнительными рекомендациями:

- расстояния между пробоотборным зондом и любым ближайшим местным сопротивлением должны быть не менее 2DN при размещении пробоотборного зонда перед местным сопротивлением и 5DN при размещении пробоотборного зонда после местного сопротивления;

- пробоотборный зонд располагают на участках трубопроводов УИРГ на входном коллекторе перед ИТ или на выходном коллекторе после ИТ. Допускается располагать пробоотборный зонд на ИТ.

При размещении пробоотборного зонда на ИТ рекомендуется точку отбора пробы располагать после УПР на расстоянии не менее 3DN.

Место отбора проб газа должно быть оборудовано в соответствии с требованиями ГОСТ 31370.

9.5.4 Компонентный состав газа определяют в соответствии с требованиями ГОСТ 31371.7.

9.5.5 Для определения плотности газа при стандартных условиях применяют пикнометрический метод, потоковые плотномеры, потоковые или лабораторные хроматографы.

Применение потоковых плотномеров не допускается для загрязненных газов, а также газов, способных конденсироваться, т.е. температура точек росы по влаге и углеводородам которых может оказаться выше температуры газа в соединительной трубке и рабочей камере плотномера.

Метод измерения плотности газа при стандартных условиях с использованием потокового плотномера или расчета по компонентному составу, измеренному потоковым хроматографом, рекомендуется применять при невозможности обеспечения необходимой частоты определения компонентного состава газа в химико-аналитических лабораториях.

9.5.6 В случае применения потоковых плотномеров изменение плотности газа при стандартных условиях отслеживают, создавая поток газа через чувствительный элемент плотномера путем ответвления части общего потока. Поток газа, проходящий через чувствительный элемент плотномера, должен быть достаточным для обеспечения реакции на изменения состава газа. Проба газа должна быть чистой, не содержать частиц и быть однофазной.

С целью исключения попадания механических примесей и конденсата в камеры потоковых плотномеров при их подключении к трубопроводу необходимо в соединительных линиях использовать фильтры и отстойные камеры.

При определении места отбора проб для потокового плотномера руководствуются требованиями, установленными в п. 9.5.3, к месту отбора проб для хроматографов.

9.6 Средства измерений перепада давления.

9.6.1 СИ перепада давления применяют:

- для контроля технического состояния УОГ (целостности фильтрующего элемента, степени его засорения), а также для контроля режима его эксплуатации, при котором обеспечивается очистка газа без уноса твердых частиц и фильтрующего материала;

- для корректировки в случае необходимости показаний потоковых плотномеров.

Для контроля технического состояния УОГ и контроля над режимом его эксплуатации применяют стационарно установленные СИ перепада давления. Допускается применение индикаторов перепада давления.

9.6.2 Относительная погрешность измерений перепада давления при проверке технического состояния УОГ не должна превышать ±5 % в диапазоне от 20 до 100 % от верхней границы диапазона измерений объемного расхода в условиях эксплуатации. Относительная погрешность измерений перепада давления при корректировке показаний плотномеров не должна превышать 0,25%.

9.6.3 Верхний предел измерений СИ перепада давления выбирают равным наименьшему значению $\Delta p_в$ из стандартного ряда, удовлетворяющему следующему условию

$$\Delta p_в \geq 1,5\Delta\omega_{max}, \quad (4)$$

где $\Delta\omega_{max}$ - потери давления, соответствующие максимальному расходу газа q_{vmax} в условиях эксплуатации.

Если в эксплуатационной документации указаны потери давления газа в зависимости от объемного расхода газа при рабочих условиях, то $\Delta\omega_{max}$ рассчитывают по формуле

$$\Delta\omega_{max} = \Delta\omega_{эд}\left(\frac{\rho_{c_{max}} \cdot p_{max}}{\rho_{c_{эд}} \cdot p_{эд}}\right), \quad (5)$$

где $\Delta\omega_{эд}$ - значение потери давления, приведенное в эксплуатационной документации, соответствующее максимальному расходу газа $q_{v_{max}}$;

$\rho_{c_{эд}}$, $p_{эд}$ - значения плотности газа при стандартных условиях и давления, для которых в эксплуатационной документации указано значение потери давления;

$\rho_{c_{max}}$, p_{max} - максимальные значения плотности газа при стандартных условиях и давления газа на узле измерений при максимальном расходе газа.

9.6.5 Если конструкция УОГ не предусматривает отверстий для измерений перепада давления и в их эксплуатационной документации отсутствует информация о месте их расположения, то отборы давления располагают на равноудаленном расстоянии от 1*DN* до 3*DN* до и после этих устройств на прямом участке трубопровода, не имеющем местных сопротивлений. Расстояние от мест отбора перепада давления до ближайшего местного сопротивления должно быть не менее 1,5*DN*.

9.6.6 Отверстия для отбора давления на трубопроводе располагают в местах, где невозможно скопление конденсата. Отверстие для отбора давления должно быть круглым и цилиндрическим по всей его длине. Диаметр отверстия должен быть не более 0,13*D*. Рекомендуется выбирать диаметр отверстия для отбора давления газа в пределах от 3 до 12 мм.

Осевая линия отверстий для отбора перепада давления должна пересекать осевую линию трубопровода и лежать под углом (90 ± 5)° к ней. В точке прохода через стенку отверстие должно иметь круговое сечение. Кромки должны находиться заподлицо с внутренней поверхностью стенки трубопровода и быть настолько острыми, насколько это возможно. Чтобы гарантировать устранение зазубрин или заусенец на внутренней кромке, разрешается минимальное закругление, и, если это закругление можно измерить, его радиус должен быть меньше одной десятой диаметра отверстия для отбора давления. В соединяющем отверстии, на кромках отверстия, просверленного в стенке трубопровода, или на стенке трубопровода вблизи отверстия для отбора давления не должны присутствовать неровности или другие отклонения от нормы. Соответствие отверстий для отбора давления определенным требованиям может быть оценено визуальным осмотром.

9.6.7 Схема обвязки СИ перепада давления, применяемых для корректировки показаний потоковых плотномеров, должна предусматривать возможность продувки импульсных трубок и обнуления перепада давления. СИ перепада давления, устанавливаемых на УОГ, могут применяться без вентильного блока.

9.6.8 Соединительные трубки для передачи давления от ИТ к СИ перепада давления должна иметь уклон к горизонтали не менее 1:12.

При применении соединительных трубок, составленных из отдельных секций, диаметр условного прохода этих секций должен быть одинаковым. Внутренний диаметр диэлектрических вставок не должен отличаться более чем на 50 % от внутреннего диаметра соединительных трубок.

Рекомендуемые значения внутреннего диаметра соединительных трубок приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Значения внутреннего диаметра соединительных трубок

Тип среды	Значение внутреннего диаметра в мм при длине трубок, м			
	менее 2,5	от 2,5 до 16	от 16 до 45	от 45 до 90
Сухой газ	От 3,5 до 10 включ.	От 6 до 10 включ.	10	10
Влажный газ[1)]	13	13	13	13
Загрязненный газ[2)]	25	25	25	38
[1)] Газ, способный конденсироваться в соединительной трубке, т.е. точки росы по влаге и углеводородам которого могут оказаться выше температуры газа в соединительной трубке. [2)] Газ, загрязнения которого могут привести к перекрытию сечения соединительной трубки.				

Материал соединительных трубок должен быть коррозионностойким по отношению к измеряемому газу, его конденсату и сопутствующим компонентам (метанол, гликоль и др.).

9.6.9 В качестве запорной арматуры на соединительных трубках применяют игольчатые клапаны (вентили) или шаровые краны.

9.7 Средства измерений для контроля влажности газа и условий применения основных средств измерений

9.7.1 Контроль влажности газа рекомендуется осуществлять при измерении объемного расхода и объема газов, температура которых близка к температуре точек росы или относительная влажность которых близка к единице.

Для контроля влажности газа применяют стационарные или переносные СИ, обеспечивающие измерение относительной влажности или температуры точки росы по воде, а для углеводородсодержащих смесей газов - температуры точек росы по воде и углеводородам.

При выборе СИ влажности учитывают тип, температуру и давление газа, требования к диапазону измерений и к исполнению по взрывозащите.

Рекомендуется выбирать СИ влажности газа, которые обеспечивают измерения температуры точек росы с абсолютной погрешностью измерений не более 1 °С.

9.7.2 Для контроля за условиями применения основных СИ и средств обработки результатов измерений могут применяться показывающие или регистрирующие СИ температуры окружающего воздуха, атмосферного давления и влажности воздуха. Данные СИ могут быть любого принципа действия. Рекомендуется для измерений температуры воздуха применение СИ, пределы допускаемой абсолютной погрешности которых не превышают ±0,5 °С, для измерений абсолютного давления ±0,5 кПа и относительной влажности воздуха ±5 %.

9.8 Требования к выбору и монтажу дополнительных устройств

9.8.1 Для очистки газа могут быть использованы УОГ следующих типов:

- пылеуловители;
- фильтры-сепараторы;
- фильтры;
- и другое пылевлагоулавливающее оборудование.

Допускается совместное использование УОГ разных типов.

9.8.1.1 Для защиты УПР от содержащихся в газе смолистых веществ, пыли, песка, металлической окалины, ржавчины и других твердых частиц следует применять газовые фильтры, а при наличии в потоке газа наряду с механическими примесями капельной жидкости - фильтры-сепараторы. УОГ располагают выше по течению от корпуса УПР.

9.8.1.2 УОГ должно обеспечивать степень очистки газа, необходимую для нормальной

работы УПР в соответствии с требованиями эксплуатационной документации на расходомер. В зависимости от конструкции подводящих трубопроводов, параметров измеряемой среды (давление, температура, скорость потока) и наличия твердых частиц или капельной жидкости в потоке газа тип и характеристики УОГ рекомендуется согласовывать с изготовителем УПР.

9.8.1.3 При выборе фильтров и фильтров-сепараторов необходимо убедиться, что используемый в нем фильтрующий материал химически инертен к газу и не будет разрушаться под воздействием потока газа.

9.8.1.4 Для обеспечения достаточной степени очистки газа без уноса частиц и фильтрующего материала выбор типоразмера и вида фильтра осуществляют с учетом необходимой пропускной способности фильтра и допускаемого перепада давления на нем.

9.8.1.5 УОГ устанавливают перед входным коллектором УИРГ или на входе в подводящий трубопровод к УПР. Допускается устанавливать УОГ в блоке, который состоит из нескольких параллельных технологических линий (линий фильтрации), включающих УОГ, трубопроводы с запорной и регулирующей арматурой и контрольно-измерительные приборы. Число УОГ в блоке определяют по их пропускной способности и максимальной производительности УИРГ. Рекомендуется предусмотреть в блоке резервный УОГ. Во избежание образования вторичной окалины и скопления конденсата расстояние от УОГ до входного коллектора или корпуса УПР не должно превышать 10 м.

9.8.2 В случаях недопустимости прерывания потока газа при проведении работ, связанных с отключением или демонтажем УПР, а также с целью недопущения повреждения ультразвуковых приемо-передатчиков при пусконаладочных работах, при отсутствии резервного УПР трубопровод оборудуют байпасной и/или перепускной линией.

Примечание - Быстрый сброс давления в корпусе УПР может вызвать повреждения ПЭА или изменить его характеристики. Поэтому следует следить за тем, чтобы сброс давления не превышал 0,5 МПа/мин.

9.8.3 Место отбора проб газа для определения плотности газа при стандартных условиях и содержания азота и диоксида углерода устанавливают соглашением между контрагентами. В случае отбора проб газа непосредственно на УИРГ его оснащают в соответствии с ГОСТ 31370 оборудованием для отбора проб.

9.8.4 В случае если требования к монтажу СИ не регламентированы в настоящем разделе, то необходимо руководствоваться требованиями ГОСТ 8.611.

10 Условия выполнения измерений

10.1 Измеряемая среда – многокомпонентный газ, находящийся в однофазном состоянии и однородный по физическим свойствам, например, газ природный промышленного и коммунально-бытового назначения по ГОСТ 5542.

10.1.1 Газ считается однородным, если его свойства (состав, плотность, давление и др.) изменяются в пространстве непрерывно.

10.1.2 Газ считается однофазным, если все его составляющие части принадлежат газообразному состоянию.

10.2 Параметры измеряемой среды приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Параметры измеряемой среды

Параметр	Минимальное значение	Максимальное значение
Температура газа, °С	-30 для исполнения М -10 для исполнения М1 -15 для исполнения М2 -25 для исполнения М3 -50 для исполнения Х	+70

Абсолютное давление газа, МПа	0,1	1,7
Скорость потока газа, м/с	0,014	60
Плотность при стандартных условиях, кг/м^3	0,66	1,05
Молярная доля азота	0	0,2
Молярная доля диоксида углерода	0	0,2

Примечание - Температура газа должна быть выше точки росы по влаге и выше температуры конденсации газа или его компонентов в случае измерений многокомпонентного газа. Должны отсутствовать условия для образования гидратов.

10.2.1 При выполнении измерений в области низких температур с расчетом физических свойств по ГОСТ Р 70927 молярные доли компонентов газа должны соответствовать диапазонам, приведенным в таблице 3.

Таблица 3 – Требования к компонентному составу по ГОСТ Р 70927

Компонент	Минимальное значение, молярная доля	Максимальное значение, молярная доля
Метан (CH_4)	0,7	1,0
Этан (C_2H_6)	0	0,1
Пропан (C_3H_8)	0	0,035
Бутаны в сумме	0	0,015
Пентаны в сумме	0	0,005
Гексан (C_6H_{14})	0	0,001

10.3 При выполнении измерений при помощи расходомеров–счетчиков газа ультразвуковых Turbo Flow UFG-H соблюдают следующие условия:

- диапазон температур окружающего воздуха:

для исполнения М от минус 30 до плюс 70 °С;
для исполнения М1 от минус 10 до плюс 50 °С;
для исполнения М2 от минус 15 до плюс 50 °С;
для исполнения М3 от минус 25 до плюс 50 °С;
для исполнения Х от минус 40 до плюс 70 °С;

- атмосферное давление – от 84,0 до 106,7 кПа;
- относительная влажность воздуха не более 95 %.

10.4 Условия размещения средств измерений перепада давления на УОГ должны соответствовать требованиям эксплуатационных документов на них.

10.5 При отборе проб для определения физико-химических свойств газа соблюдают требования, приведенные в ГОСТ 31370.

10.6 Напряженность постоянных и переменных электромагнитных полей и уровень индустриальных радиопомех не должны превышать предельно допускаемых уровней, установленных к условиям труда обслуживающего персонала УИРГ.

10.7 Характеристики электроснабжения СИ и вспомогательных устройств должны соответствовать требованиям их эксплуатационной документации.

11 Подготовка к выполнению измерений

11.1 Перед проведением измерений проводят следующие работы:

- проверяют наличие паспортов и руководств по эксплуатации на применяемые СИ;
- проверяют соответствие монтажа средств измерений требованиям раздела 9;

- проверяют техническое состояние трубопроводов, запорной арматуры, технологического оборудования, отсутствие утечек и механических повреждений;
- проверяют целостность пломб и клейм на расходомере;
- проверяют соответствие условий выполнения измерений требованиям раздела 10 настоящего документа. Эту проверку проводят не реже одного раза в год.

11.2 Проверяют правильность введенных в вычислитель расхода данных о плотности газа при стандартных условиях и содержании азота и диоксида углерода, а также абсолютного давления газа для исполнения С1Т.

11.2.1 Значения условно-постоянных параметров плотности газа при стандартных условиях и содержании азота и диоксида углерода определяют как средние арифметические значения между верхней и нижней границами их диапазонов изменений за предполагаемый период времени выполнения измерений, которые могут быть установлены на основе измерений за предыдущие периоды или указаны в проектной документации на УИРГ.

11.2.2 Значение условно-постоянного параметра абсолютного давления $p_{уп}$, МПа (кПа) для исполнения С1Т вычисляют по формуле

$$p_{уп} = \frac{p_{max} - p_{min}}{2}, \quad (6)$$

где p_{max} – максимальное значение абсолютного давления в условиях эксплуатации, МПа (кПа);

p_{min} - минимальное значение абсолютного давления в условиях эксплуатации, МПа (кПа).

Максимальные и минимальные значения абсолютного давления определяют исходя из диапазона изменения избыточного давления в трубопроводе с учетом возможных сезонных колебаний и диапазона изменений атмосферного давления, характерного для региона, с учетом географического положения и высоты над уровнем моря.

Установленные диапазоны изменений плотности газа при стандартных условиях, содержания азота и диоксида углерода, а также абсолютного давления газа должны обеспечивать выполнения измерений с установленными показателями точности с учетом пределов допускаемой относительной погрешности измерений объемного расхода и объема при рабочих условиях в зависимости от исполнения расходомера.

11.2.3 Выполняют оценку погрешности измерений в соответствии с разделом 14 и устанавливают соответствие обязательным метрологическим требованиям к результату измерений объема газа с учетом требований постановления Правительства Российской Федерации от 16 ноября 2020 г. № 1847 в соответствии с таблицей 4.

Таблица 4 - Обязательные метрологические требования

Вид измерений	Диапазон измерений, $м^3/ч$	Пределы допускаемой относительной погрешности, %
Измерение объема газа горючего природного, приведенного к стандартным условиям при реализации и потреблении (за исключением операций, проводимых в целях контроля технологических процессов)	от 10^3 до $2 \cdot 10^4$	±2,5
	от 150 до 10^3	±3
	до 150	±4

11.2.4 Если результаты оценки погрешности измерений не удовлетворяют обязательным метрологическим требованиям к результату измерений объема газа, то могут быть выполнены следующие действия.

11.2.4.1 Сокращают диапазон изменений абсолютного давления газа. Рекомендуется

для расходомеров исполнения С1Т выбирать исполнения Г с поверкой проливным методом или Г1.

11.2.4.2 Сокращают диапазоны изменений плотности газа при стандартных условиях, содержания азота и диоксида углерода. Это действие рекомендуется при проведении измерений в области низких температур с вычислением физических свойств по ГОСТ Р 70927.

11.2.4.3 Вместо имитационного метода поверки поверку проводят проливным методом.

11.2.4.4 Повторяют оценку погрешности по пункту 11.2.3 и действия по пунктам 11.2.4.1-11.2.4.3 до получения положительных результатов.

11.2.5 Если в процессе эксплуатации значения условно-постоянных параметров (плотности газа при стандартных условиях, содержания азота и диоксида углерода, абсолютного давления газа) находятся в пределах установленных диапазонов, то проведение корректировки условно-постоянных значений в процессе эксплуатации необязательно.

В процессе эксплуатации рекомендуется корректировка условно-постоянных значений при отклонении текущих значений плотности газа при стандартных условиях, содержания азота и диоксида углерода, абсолютного давления газа от значений, введенных в вычислитель расхода, более чем на 25 % от допустимого диапазона изменений (разницей между верхней и нижней границами). Если корректировка условно-постоянных значений не была проведена, то после выполнения измерений допускается проводить перерасчет объема газа при стандартных условиях в соответствии с пунктом 15.9.

11.2.6 В процессе эксплуатации необходима корректировка условно-постоянных значений при выходе текущих значений плотности газа при стандартных условиях, содержания азота и диоксида углерода, абсолютного давления газа за границы установленных допустимых диапазонов их изменений, установление новых допустимых диапазонов и определение значения доверительных границ относительной погрешности измерений объемного расхода и (или) объема газа, приведенных к стандартным условиям, в соответствии с пунктом 11.2.3.

11.3 После проведенной проверки СИ приводят в рабочее состояние, измерительный трубопровод подключают к источнику измеряемого газа, проверяют герметичность соединений всех узлов.

12 Выполнение измерений и обработка результатов измерений

12.1 Измерения и обработка результатов измерений объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, проводятся в автоматическом режиме.

12.2 Ввод информации о плотности при стандартных условиях и содержании азота и диоксида углерода в вычислитель расхода проводится ручным способом на основании данных, полученных из лаборатории, или измеренных потоковыми СИ.

13 Оформление результатов измерений

13.1 Результаты измерений объема газа, приведенного к стандартным условиям, регистрируются в автоматическом режиме и сохраняются в архивах вычислителя расхода расходомера.

14 Оценка погрешности измерений

14.1 Доверительные границы относительной погрешности измерений объема газа, приведенного к стандартным условиям, δ_{qc}, % вычисляют по формуле

$$\delta_{q_c} = \left[\delta_{q_v}^2 + \delta_в^2 + \left(1 - \vartheta_{Z_p}\right)^2 \delta_p^2 + \left(1 + \vartheta_{Z_T}\right)^2 \delta_T^2 + \tilde{\delta}_{Z/Z_c}^2 \right]^{0,5}, \quad (7)$$

где δ_{q_v} - составляющая, обусловленная погрешностью измерений объема газа при рабочих условиях;

$\delta_в$ - составляющая, обусловленная алгоритмом вычислений объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям, и его программной реализацией;

δ_T - составляющая, обусловленная погрешностью измерений температуры газа;

ϑ_{Z_p} - относительный коэффициент чувствительности коэффициента сжимаемости при рабочих условиях к изменению давления;

δ_p - составляющая, обусловленная погрешностью измерений абсолютного давления газа;

ϑ_{Z_T} - относительный коэффициент чувствительности коэффициента сжимаемости при рабочих условиях к изменению температуры;

$\tilde{\delta}_{Z/Z_c}$ - составляющая, обусловленная погрешностью определения отношения коэффициента сжимаемости газа при рабочих условиях к коэффициенту сжимаемости при стандартных условиях без учета погрешности измерений давления и температуры.

14.2 Доверительные границы относительной погрешности измерений объема газа при рабочих условиях, $\pm\delta_{q_v}$, % соответствуют значениям пределов допускаемой относительной погрешности измерений объема газа при рабочих условиях расходомера–счетчика газа ультразвукового Turbo Flow UFG, приведенным в пункте 5.1.3.

14.3 Доверительные границы относительной погрешности вычислений объема газа, приведенного к стандартным условиям, обусловленные алгоритмом вычислений и его программной реализацией, $\delta_в$ составляют ±0,01 %.

14.4 Доверительные границы относительной погрешности измерений абсолютного давления газа $\pm\delta_p$, % для исполнения С1ТР составляют ±0,5 %. Доверительные границы относительной погрешности измерений абсолютного давления газа $\pm\delta_p$, % для исполнения С1Т вычисляют по формуле (14).

14.5 Доверительные границы относительной погрешности измерений термодинамической температуры газа $\pm\delta_T$, % вычисляют по формуле

$$\delta_T = \frac{0,5+0,005 \cdot t}{273,15+t} 100, \quad (8)$$

где t – измеряемая температура газа.

14.6 Относительный коэффициент чувствительности ϑ_{y_i} вычисляют по формуле

$$\vartheta_{y_i} = f'_{y_i} \frac{y_i}{y}, \quad (9)$$

где f'_{y_i} - частная производная функции f по y_i.

Если неизвестна математическая взаимосвязь величины y с величиной y_i или дифференцирование функции f затруднено, значение частной производной f'_{yi} вычисляют по формуле

$$f'_{y_i} = \frac{f\left(y_i + \Delta y_i\right) - f\left(y_i\right)}{\Delta y_i}, \quad (10)$$

где Δy_i - приращение i-й измеряемой величины.

Значение приращения аргумента Δy_i рекомендуется выбирать не более 1/2 абсолютной погрешности величины y_i.

14.7 Доверительные границы относительной погрешности определения отношения коэффициента сжимаемости газа при рабочих условиях к коэффициенту сжимаемости газа при стандартных условиях δ_{Z/Z_c} вычисляют по формуле

$$\delta_{Z/Z_c} = \left[\delta^2_{Z_f} + \delta^2_{Z_{c_f}} + \vartheta^2_{Z_p}\delta^2_p + \vartheta^2_{Z_T}\delta^2_T + \vartheta^2_{(Z/Z_c)_{\rho_c}}\delta^2_{\rho_c} + \vartheta^2_{(Z/Z_c)_{x_a}}\delta^2_{x_a} + \vartheta^2_{(Z/Z_c)_{x_y}}\delta^2_{x_y} \right]^{0,5}, \quad (11)$$

где δ_{Z_f}, $\delta_{Z_{c_f}}$ - доверительные границы относительных погрешностей, приписанные уравнениям, применяемым для расчета коэффициента сжимаемости при рабочих и стандартных условиях соответственно;

ϑ_{Z_p}, ϑ_{Z_T} - относительные коэффициенты чувствительности коэффициента сжимаемости газа при рабочих условиях, к изменению давления и температуры газа соответственно;

$\vartheta_{(Z/Z_c)\rho_c}$, $\vartheta_{(Z/Z_c)x_a}$, $\vartheta_{(Z/Z_c)x_y}$ - относительные коэффициенты чувствительности отношения коэффициента сжимаемости газа при рабочих условиях к коэффициенту сжимаемости газа при стандартных условиях к изменению плотности газа при стандартных условиях, содержанию азота и диоксида углерода соответственно;

δ_{ρ_c} - доверительные границы относительной погрешности результатов определения плотности газа при стандартных условиях;

δ_{x_a}, δ_{x_y} - доверительные границы относительных погрешностей результатов измерений содержания азота и диоксида углерода, соответственно.

14.8 Относительный коэффициент чувствительности $\vartheta_{(Z/Z_c)x_i}$ вычисляют по формуле

$$\vartheta_{(Z/Z_c)_{x_i}} = \frac{Z^*/Z^*_c - Z/Z_c}{x^*_i - x_i} \cdot \frac{x_i Z_c}{Z}, \quad (12)$$

где Z, Z_c - коэффициенты сжимаемости газа при рабочих и стандартных условиях, соответственно рассчитанные при заданном компонентном составе газа;

Z^*, Z^*_c - коэффициенты сжимаемости газа при рабочих и стандартных условиях, соответственно вычисленные при заданном компонентном составе газа с приращением доли i-го компонента газа и нормализованном по формуле

$$x^*_i = \begin{cases} \dfrac{x_i}{1+\Delta x_j} & \text{при } j \neq i \\ \dfrac{x_i + \Delta x_j}{1+\Delta x_j} & \text{при } j = i \end{cases}, \quad (13)$$

где Δx_j - приращение доли j-го компонента газа.

14.9 Доверительные границы относительной погрешности результатов измерений величины у (абсолютное давление, плотность газа при стандартных условиях, содержание азота или диоксида углерода), которая принята условно-постоянной величиной, вычисляют по формуле

$$\delta_y = \left(\frac{y_{max} - y_{min}}{y_{max} + y_{min}} \right) 100, \quad (14)$$

где y_{max} – максимальное значение величины y за период времени, в котором величина y принята в качестве постоянной;

y_{min} – минимальное значение величины y за период времени, в котором величина y принята в качестве постоянной.

14.10 Доверительные границы относительной погрешности должны быть представлены двумя значащими цифрами.

14.11 Для расчета доверительных границ относительной погрешности и диапазонов измерений объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям, допускается применение аттестованных программных комплексов.

Примечание – Алгоритм расчета доверительных границ относительной погрешности измерений объема газа, приведенного к стандартным условиям, соответствует алгоритму, приведенному в ГОСТ 8.611.

14.12 Примеры расчета доверительных границ относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, соответствующих установленным в разделе 4 показателям точности, приведены в Приложениях Г и Д. Расчеты нижней и верхней границы диапазона измерений объемного расхода, приведенного к стандартным условиям, приведен в Приложениях В и Г.

15 Контроль точности результатов измерений

15.1 В процессе эксплуатации СИ подлежат поверке в соответствии с требованиями действующих нормативных правовых актов, регламентирующих порядок проведения поверки средств измерений.

15.2 Периодичность поверки СИ должна соответствовать интервалам между поверками, установленным при утверждении типа СИ.

15.3 Применяемые СИ должны эксплуатироваться в соответствии с требованиями эксплуатационной документации.

15.5 Контроль перепала на УОГ осуществляют при помощи стационарно установленных СИ или индикаторов перепада давления. В случае превышения допускаемых значений перепада давления требуется проведение технического обслуживания УОГ.

15.6 Периодичность контроля влажности газа устанавливают в зависимости от условий выполнения измерений и состава газа. В случае необходимости принимают меры для обеспечения выполнения измерений при температуре газа выше температуры точек росы.

15.7 Контроль за условиями применения СИ рекомендуется осуществлять не реже одного раза в месяц при помощи СИ температуры окружающего воздуха, атмосферного давления и влажности воздуха.

15.8 Периодичность проверки соответствия текущих значений плотности газа при стандартных условиях, содержания азота и диоксида углерода, абсолютного давления газа установленным диапазонам их изменений, на основании которых были определены условно-постоянные параметры, введенные в вычислитель расхода, определяется соглашением между контрагентами.

15.9 Если корректировка условно-постоянных величин не была выполнена ввиду отсутствия технической возможности ее проведения, то необходимо провести перерасчет объема газа при стандартных условиях по формуле

$$V_c = V_c^* \frac{Z_c \cdot Z^*}{Z \cdot Z_c^*}, \quad (15)$$

где V^*_c - показание средства обработки результатов измерений;

Z^*, Z^*_c - коэффициенты сжимаемости газа, рассчитанные при средних значениях давления и температуры газа, а также при значениях физико-химических показателей газа, принятых за условно-постоянные величины при расчете V^*_c;

Z, Z_c - коэффициенты сжимаемости газа, рассчитанные при средних значениях давления и температуры газа, а также при значениях физико-химических показателей газа, измеренных за отчетный интервал времени.

Если за интервал времени измерений было проведено несколько измерений физико-химического показателя газа, то за его значение принимают средневзвешенное значение результатов измерений, которое рассчитывают по формуле

$$\overline{y} = \frac{\sum_{i=1}^{n} V_{ci}^* y_i}{\sum_{i=1}^{n} V_{ci}^*} \quad \text{или} \quad \overline{y} = \frac{\sum_{i=1}^{n} V_i^* y_i}{\sum_{i=1}^{n} V_i^*}, \quad (16)$$

где y_i - i-й результат измерений физико-химического показателя газа y (плотность газа при стандартных условиях, молярная доля азота или диоксида углерода).

16 Проверка реализации методики измерений

16.1 Проверку реализации методики измерений проводят представители ООО НПО «Турбулентность-ДОН» до ввода в эксплуатацию расходомера–счетчика газа ультразвукового Turbo Flow UFG-H в соответствии с требованиями пункта 5 «Порядка аттестации первичных референтных методик (методов) измерений, референтных методик (методов) измерений и методик (методов) измерений и их применения», утвержденного приказом Минпромторга России от 15 декабря 2015 г. № 4091.

16.2 При проведении проверки реализации методики измерений устанавливают:

- наличие паспортов, руководств по эксплуатации (технических описаний) СИ;
- соответствие условий проведения измерений требованиям раздела 10;
- соответствие диапазонов измерений расходомера диапазонам изменений контролируемых параметров;
- соблюдение процедур обработки результатов измерений.

Определяют значения доверительных границ относительной погрешности измерений объемного расхода и (или) объема газа, приведенных к стандартным условиям. Устанавливают соответствие доверительных границ относительной погрешности измерений объема газа при стандартных условиях требованиям постановления Правительства РФ от 16 ноября 2020 г. № 1847 «Об утверждении перечня измерений, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений».

Доверительные границы относительной погрешности результата измерений объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, по данной методике измерений устанавливают на основании расчетов в соответствии с разделом 14.

Результаты расчета являются неотъемлемым приложением акта по пункту 16.3 и заверяются подписью лица, проводившего расчеты. Примеры расчетов приведены в Приложениях В, Г, Д.

16.3 По результатам проверки реализации методики измерений составляют акт

проверки состояния и применения средств измерений и соблюдения требований настоящей методики. Рекомендуемая форма акта приведена в приложении А.

16.4 Акт проверки считается действительным с даты заполнения представителями поставщика и потребителя газа, и при наличии положительно заполненного чек-листа. Акт проверки считается заполненным (оформленным), если в полях «дата», «местонахождение, объект», «адрес», «подписанты» указана необходимая информация. Чек-лист считается положительно заполненным, если в столбце «Да» заполнены все ячейки, в колонке «Нет» ячейки пусты, поле «подписанты» заполнено. Чек-лист является неотъемлемой частью акта проверки. Обязательная форма Чек-листа приведена в Приложении Б.

И.о. начальника отдела 208
ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест» М.Б. Степанова

Инженер 2-й категории отдела 208
ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест» Д.В. Чекулаев

Приложение А
(рекомендуемое)

Форма акта проверки состояния и применения средств измерений и соблюдения требований методики измерений

Форма акта проверки состояния и применения средств измерений и соблюдения требований _____

_____

наименование организации, проводящей проверку

АКТ
проверки состояния и применения средств измерений и соблюдения требований _____

от «__» _____ 20__ г.

На объект измерений

наименование проверяемого объекта, собственник

Адрес:

Основание: ввод в эксплуатацию/реконструкция

1 Перечень средств измерений:
- Расходомер–счетчик газа ультразвуковой Turbo Flow UFG-H, заводской номер _____

2 Наличие и комплектность технической документации на средства измерений и вспомогательное оборудование:

при отсутствии указать средства измерений и вспомогательное оборудование, на которые отсутствует документация

3 Состояние и условия применения средств измерений

соответствие/ несоответствие требованиям технической документации,
температура окружающего воздуха
расход газа при стандартных условиях
температура газа
абсолютное давление газа

указываются диапазоны изменения параметров окружающей и измеряемой среды

4 Соответствие характеристик средств измерений установленным техническим требованиям и требованиям _____: (не)соответствуют в полном объеме, (не)поверены в установленном порядке
- Расходомер–счетчик газа ультразвуковой Turbo Flow UFG-H, заводской номер _____, дата поверки __.__._____ г.

перечислить средства измерений и указать: поверен / не поверен

5 Доверительные границы относительной погрешности измерений объема газа:
6 Результаты проверки соблюдения требований _____:

Наименование операции проверки	Нормативный документ	Соответствие	
		Да	Нет
6.1 Правильность монтажа средств измерений, вспомогательного оборудования, измерительного трубопровода	техническая документация	Да	
6.2 Алгоритм обработки результатов измерений	техническая документация	Да	
6.3 Соответствие обязательным требованиям к показателям точности измерений	Норма погрешности измерений, договор на поставку газа, постановление Правительства РФ № 1847 от 16 ноября 2020 г.	Да	

6.4 Перечень нарушений и сроки их устранения: _____

7 Выводы:

- Узел измерений (не)соответствует требованиям нормативной и технической документации, признан (не)пригодным для измерений объема газа;
- Диапазоны измерений средств измерений на узле измерений объема газа (не)обеспечивают измерение контролируемых параметров во всем диапазоне их изменений;
- Доверительные границы относительной погрешности измерений объема газа при стандартных условиях (не)соответствует обязательным метрологическим требованиям постановления Правительства РФ от 16 ноября 2020 г. № 1847 «Об утверждении перечня измерений, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений» к измерениям _____газа.

Приложение: Расчет доверительных границ относительной погрешности измерений объема природного газа, приведенного к стандартным условиям.

_____ _____
личная подпись инициалы, фамилия

Представители:

Поставщик _____ _____
личная подпись инициалы, фамилия

Потребитель

_____ _____
личная подпись инициалы, фамилия

Приложение Б
(обязательное)

Чек-лист

№№ п/п	Характеристика и значение	Да	Нет
1	Расходомер–счетчик газа ультразвуковой Turbo Flow UFG-H, заводской номер _____		
2	Температура окружающей среды от ___ до ___ согласно проектной документации		
3	Температура газа от ___ до ___ согласно проектной документации		
4	Абсолютное давление газа от ___ до ___ согласно проектной документации		
5	Соответствие монтажа СИ, вспомогательных и дополнительных устройств		
5.1	Расходомер не установлен на участке трубопровода, где возможно скопление конденсата		
5.2	Расходомер не установлен в непосредственной близости от нагревательных приборов		
5.3	Отсутствуют осадки и отложения на внутренней поверхности корпуса расходомера		
5.4	Расходомер правильно ориентирован в соответствии с направлением потока газа		
5.5	Уплотнительные прокладки не выступают во внутреннюю полость трубопровода		
5.6	При применении УОГ имеются СИ перепада давления/индикаторы		
6	Соответствие условно-постоянных значений, введенных в вычислитель расхода, требованиям пунктов 11.2.1 и 11.2.2		
6.1	Плотность газа при стандартных условиях _____		
6.2	Молярная доля азота _____		
6.3	Молярная доля диоксида углерода _____		
6.4	Абсолютное давление для исполнения С1Т _____		
7	Имеются документы, подтверждающие достоверность результатов измерений плотности газа при стандартных условиях и содержания азота и диоксида углерода		

При положительном заполнении чек-листа контрагенты заполняют пустые поля (дата, наименование проверяемого объекта, адрес) акта состояния и применения средств измерений и соблюдения требований _____, и подписывают его.

Представители:

Поставщик _____ _____
личная подпись инициалы, фамилия

Потребитель

_____ _____
личная подпись инициалы, фамилия

Приложение В
(справочное)

Расчет верхней границы диапазона измерений объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям.

Программный комплекс «Расходомер ИСО»
Модуль «ГОСТ 8.611-2024»
Версия 3.1 от 01.07.2025
Пользователь: ФБУ «НИЦ ПМ - Ростест» ГО-2
Расчёт № 11060/2026 от 28.05.2026

ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Наименование узла измерений/объекта - -
Принадлежит - -
Установлен - -
Метод приведения объёмного расхода газа к стандартным условиям - pTZ-пересчёт
Метод расчёта - Прямой

ИЗМЕРЯЕМАЯ СРЕДА

Измеряемая среда - Природный газ
Стандартные условия - Температура 20 °C и абсолютное давление 0,101325 МПа
Плотность при стандартных условиях.....0,75 кг/м^3

Молярные доли компонентов:
  Азот (N_2).....2,5 %
  Диоксид углерода (CO_2).....2,5 %

ПАРАМЕТРЫ ИЗМЕРЕНИЙ

Объёмный расход при рабочих условиях.....600 м^3/ч
Температура.....-40 °C
Атмосферное давление.....760 мм рт. ст.
Абсолютное давление.....0,7 МПа

* Коэффициент сжимаемости при рабочих условиях (ГОСТ Р 70927-2023)..0,9684
* Коэффициент сжимаемости при стандартных условиях (ГОСТ 30319.2-2015).....0,9978
* Объёмный расход, приведенный к стандартным условиям.....5370,01 м^3/ч

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

Отклонение среднего внутреннего диаметра сечения ИТ или его фланца, расположенного непосредственно перед корпусом УЗПР, от среднего внутреннего диаметра входного сечения корпуса УЗПР превышает 1%

Средний внутренний диаметр:
  входного сечения корпуса УЗПР.....100 мм
  ИТ или его фланца в месте его стыковки с УЗПР.....100 мм

Показания УЗПР корректируются путем умножения расхода на поправочный коэффициент, учитывающий изменение геометрических параметров его корпуса, обусловленные отличием температуры и давления газа при рабочих условиях от условий, при которых устанавливались метрологические характеристики или дополнительная погрешность является незначимой (не превышает 1/6 основной погрешности УЗПР)

СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

УЗПР
Наименование - Расходомер-счетчик газа ультразвуковой Turbo Flow UFG-F-
Пределы измерений:
  от.....4,0 м^3/ч
  до.....1600 м^3/ч
Относительная погрешность:
  основная от Q_{min} до 0,009375*Q_{max}(не включительно).....3,9 %
  дополнительная от Q_{min} до 0,009375*Q_{max}(не включительно).....0 %
  основная от 0,009375*Q_{max} до Q_{max}(включительно).....1,7 %
  дополнительная от 0,009375*Q_{max} до Q_{max}(включительно).....0 %

Погрешность преобразования выходного сигнала УЗПР
Относительная погрешность:
  основная.....0 %
  дополнительная.....0 %

СИ абсолютного давления
Наименование - Встроенный в расходомер
Верхний предел измерений.....0,7 МПа
Относительная погрешность:
  основная.....0,5 %
  дополнительная.....0 %

СИ температуры
Наименование - Встроенный в расходомер
Пределы измерений:
  от.....-50 °C
  до.....-23,15 °C
Абсолютная погрешность
основная.....0,5 + 0,005 * | t |, °C
дополнительная.....0 °C

Вычислитель расхода/объёма
Наименование - Расходомер-счетчик газа ультразвуковой Turbo Flow UFG-H
Относительная погрешность:
  основная.....0,01 %
  дополнительная.....0 %

Плотность при стандартных условиях условно-постоянная величина, изменяется
от.....0,7 кг/м^3
до.....0,8 кг/м^3

Молярные доли компонентов, принятые условно-постоянной величиной, изменяются:
  Азот (N_2).....от 0 до 5 %
  Диоксид углерода (CO_2).....от 0 до 5 %

ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТИ

Относительная погрешность:
* объёмного расхода при рабочих условиях.....1,7 %
* вычисления расхода/объёма.....0,01 %
* плотности при стандартных условиях.....6,7 %
* давления.....0,5 %
* температуры.....0,3 %
* отношения коэффициентов сжимаемости.....0,56 %
* объёмного расхода, приведенного к стандартным условиям.....1,9 %

ТАБЛИЦА ПОГРЕШНОСТЕЙ ИЗМЕРЕНИЙ ОБЪЁМНОГО РАСХОДА, ПРИВЕДЁННОГО К СТАНДАРТНЫМ УСЛОВИЯМ, ПРИ ЗАДАННЫХ ОТКЛОНЕНИЯХ ТЕМПЕРАТУРЫ И ДАВЛЕНИЯ СРЕДЫ И ЗАДАННЫХ ЗНАЧЕНИЯХ ОБЪЁМНОГО РАСХОДА ПРИ РАБОЧИХ УСЛОВИЯХ

Температура, °С		-50	-50	-40	-23,15	-23,15
Абсолютное давление, МПа		0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Расход газа при рабочих условиях		Расход газа, приведённый к стандартным условиям, $м^3/ч$ Относительная погрешность измерения расхода, %				
$м^3/ч$	%					
4	0,25	37,5891 4	37,5891 4	35,8001 4	33,164 4	33,164 4
14,99	0,936875	140,865 4	140,865 4	134,161 4	124,282 4	124,282 4
15,0	0,9375	140,959 2	140,959 2	134,25 1,9	124,365 1,9	124,365 1,9
400	25	3758,91 2	3758,91 2	3580,01 1,9	3316,4 1,9	3316,4 1,9
1000	62,5	9397,28 2	9397,28 2	8950,02 1,9	8291,01 1,9	8291,01 1,9
1600	100	15035,7 2	15035,7 2	14320 1,9	13265,6 1,9	13265,6 1,9

Рассчитанная относительная погрешность СООТВЕТСТВУЕТ выбранному уровню точности Д1 по ГОСТ 8.611-2024: 4 %.

Рассчитанная относительная погрешность измерения расхода УДОВЛЕТВОРЯЕТ показателям точности, установленным Постановлением Правительства от 16.11.2020 № 1847 в диапазоне изменения:

температуры от минус 50 до 0 °С;

абс. давления 0,7 МПа;

объёмного расхода при рабочих условиях от 4 до 1600 $м^3/ч$.

Исполнитель - _____ -

Приложение Г
(справочное)

Расчет нижней границы диапазона измерений объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям, и доверительных границ относительной погрешности измерений объема газа, приведенного к стандартным условиям, для модификации С1ТР

Программный комплекс «Расходомер ИСО»
Модуль «ГОСТ 8.611-2024»
Версия 3.1 от 01.07.2025
Пользователь: ФБУ «НИЦ ПМ - Ростест» ГО-2
Расчёт № 11061/2026 от 28.05.2026

ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Наименование узла измерений/объекта - -
Принадлежит - -
Установлен - -
Метод приведения объёмного расхода газа к стандартным условиям - pTZ-пересчёт
Метод расчёта - Прямой

ИЗМЕРЯЕМАЯ СРЕДА

Измеряемая среда - Природный газ
Стандартные условия - Температура 20 °C и абсолютное давление 0,101325 МПа
Плотность при стандартных условиях.....0,855 кг/м³

Молярные доли компонентов:
  Азот (N_2).....10 %
  Диоксид углерода (CO_2).....10 %

ПАРАМЕТРЫ ИЗМЕРЕНИЙ

Объёмный расход при рабочих условиях.....3 м³/ч
Температура.....20 °C
Атмосферное давление.....760 мм рт. ст.
Абсолютное давление.....0,1 МПа

Метод расчёта физических свойств - ГОСТ 30319.2-2015
* Коэффициент сжимаемости при рабочих условиях.....0,998
* Коэффициент сжимаемости при стандартных условиях.....0,9979
* Скорость звука.....389,964 м/с
* Объёмный расход, приведенный к стандартным условиям.....2,96049 м³/ч

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

Отклонение среднего внутреннего диаметра сечения ИТ или его фланца, расположенного непосредственно перед корпусом УЗПР, от среднего внутреннего диаметра входного сечения корпуса УЗПР превышает 1%

Средний внутренний диаметр:
  входного сечения корпуса УЗПР.....20 мм
  ИТ или его фланца в месте его стыковки с УЗПР.....20 мм

Показания УЗПР корректируются путем умножения расхода на поправочный коэффициент, учитывающий изменение геометрических параметров его корпуса, обусловленные отличием температуры и давления газа при рабочих условиях от условий, при которых устанавливались метрологические характеристики или дополнительная погрешность является незначимой (не превышает 1/6 основной погрешности УЗПР)

СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

УЗПР
Наименование - Расходомер-счетчик газа ультразвуковой Turbo Flow UFG-F-
Пределы измерений:
  от.....0,016 м³/ч
  до.....6 м³/ч
Относительная погрешность:
  основная от Q_{min} до 0,015*Q_{max}(не включительно).....3,9 %
  дополнительная от Q_{min} до 0,015*Q_{max}(не включительно).....0 %
  основная от 0,015*Q_{max} до Q_{max}(включительно).....1,7 %

дополнительная от 0,015*Q_{max} до Q_{max}(включительно).....0 %

Погрешность преобразования выходного сигнала УЗПР
Относительная погрешность:
основная.....0 %
дополнительная.....0 %

СИ абсолютного давления
Наименование - Встроенный в расходомер
Верхний предел измерений.....0,1 МПа
Относительная погрешность:
основная.....0,5 %
дополнительная.....0 %

СИ температуры
Наименование - Встроенный в расходомер
Пределы измерений:
от.....-23,15 °C
до.....70 °C
Абсолютная погрешность
основная.....0,5 + 0,005 * | t |, °C
дополнительная.....0 °C

Вычислитель расхода/объёма
Наименование - Расходомер-счетчик газа ультразвуковой Turbo Flow UFG-H
Относительная погрешность:
основная.....0,01 %
дополнительная.....0 %

Плотность при стандартных условиях условно-постоянная величина, изменяется
от.....0,66 кг/м^3
до.....1,05 кг/м^3

Молярные доли компонентов, принятые условно-постоянной величиной, изменяются:
Азот (N_2).....от 0 до 20 %
Диоксид углерода (CO_2).....от 0 до 20 %

ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТИ

Относительная погрешность:
* объёмного расхода при рабочих условиях.....1,7 %
* вычисления расхода/объёма.....0,01 %
* плотности при стандартных условиях.....23 %
* давления.....0,5 %
* температуры.....0,21 %
* отношения коэффициентов сжимаемости.....0,17 %
* объёмного расхода, приведенного к стандартным условиям.....1,8 %

ТАБЛИЦА ПОГРЕШНОСТЕЙ ИЗМЕРЕНИЙ ОБЪЁМНОГО РАСХОДА, ПРИВЕДЁННОГО К СТАНДАРТНЫМ УСЛОВИЯМ, ПРИ ЗАДАННЫХ ОТКЛОНЕНИЯХ ТЕМПЕРАТУРЫ И ДАВЛЕНИЯ СРЕДЫ И ЗАДАННЫХ ЗНАЧЕНИЯХ ОБЪЁМНОГО РАСХОДА ПРИ РАБОЧИХ УСЛОВИЯХ

Температура, °С		-23,15	-23,15	20	70	70
Абсолютное давление, МПа		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Расход газа при рабочих условиях		Расход газа, приведённый к стандартным условиям, м³/ч Относительная погрешность измерения расхода, %				
м³/ч	%					
0,016	0,266667	0,018544	0,018544	0,015789 4	0,013477 4	0,013477 4
0,089	1,48333	0,103131 4	0,103131 4	0,087828 4	0,074965 4	0,074965 4
0,09	1,5	0,10429 1,8	0,10429 1,8	0,088815 1,8	0,075807 1,8	0,075807 1,8
2	33,3333	2,31756 1,8	2,31756 1,8	1,97366 1,8	1,68461 1,8	1,68461 1,8
3	50	3,47634 1,8	3,47634 1,8	2,96049 1,8	2,52691 1,8	2,52691 1,8
6	100	6,95268 1,8	6,95268 1,8	5,92099 1,8	5,05383 1,8	5,05383 1,8

Рассчитанная относительная погрешность СООТВЕТСТВУЕТ выбранному уровню точности Д1 по ГОСТ 8.611-2024: 4 %.

Рассчитанная относительная погрешность измерения расхода УДОВЛЕТВОРЯЕТ показателям точности, установленным Постановлением Правительства от 16.11.2020 № 1847 в диапазоне изменения:

температуры от минус 23,15 до 70 °С;

абс. давления 0,1 МПа;

объёмного расхода при рабочих условиях от 0,016 до 6 м³/ч.

Исполнитель - _____ -

Приложение Д
(справочное)

Расчет доверительных границ относительной погрешности измерений объема газа, приведенного к стандартным условиям, для модификации С1Т

Программный комплекс «Расходомер ИСО»
Модуль «ГОСТ 8.611-2024»
Версия 3.1 от 01.07.2025
Пользователь: ФБУ «НИЦ ПМ - Ростест» ГО-2
Расчёт № 11062/2026 от 28.05.2026

ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Наименование узла измерений/объекта - -
Принадлежит - -
Установлен - -
Метод приведения объёмного расхода газа к стандартным условиям - pTZ-пересчёт
Метод расчёта - Прямой

ИЗМЕРЯЕМАЯ СРЕДА

Измеряемая среда - Природный газ
Стандартные условия - Температура 20 °C и абсолютное давление 0,101325 МПа
Плотность при стандартных условиях.....0,855 кг/м^3

Молярные доли компонентов:
  Азот (N_2).....10 %
  Диоксид углерода (CO_2).....10 %

ПАРАМЕТРЫ ИЗМЕРЕНИЙ

Объёмный расход при рабочих условиях.....3 м^3/ч
Температура.....20 °C
Атмосферное давление.....760 мм рт. ст.
Абсолютное давление.....0,103 МПа

Метод расчёта физических свойств - ГОСТ 30319.2-2015
* Коэффициент сжимаемости при рабочих условиях.....0,998
* Коэффициент сжимаемости при стандартных условиях.....0,9979
* Скорость звука.....389,9528 м/с
* Объёмный расход, приведенный к стандартным условиям.....3,04949 м^3/ч

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

Отклонение среднего внутреннего диаметра сечения ИТ или его фланца, расположенного непосредственно перед корпусом УЗПР, от среднего внутреннего диаметра входного сечения корпуса УЗПР превышает 1%

Средний внутренний диаметр:
  входного сечения корпуса УЗПР.....20 мм
  ИТ или его фланца в месте его стыковки с УЗПР.....20 мм

Показания УЗПР корректируются путем умножения расхода на поправочный коэффициент, учитывающий изменение геометрических параметров его корпуса, обусловленные отличием температуры и давления газа при рабочих условиях от условий, при которых устанавливались метрологические характеристики или дополнительная погрешность является незначимой (не превышает 1/6 основной погрешности УЗПР)

СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

УЗПР
Наименование - Расходомер-счетчик газа ультразвуковой Turbo Flow UFG-F-
Пределы измерений:
  от.....0,1 м^3/ч
  до.....20 м^3/ч
Относительная погрешность:
  основная от Q_{min} до 0,015*Q_{max}(не включительно).....3,2 %
  дополнительная от Q_{min} до 0,015*Q_{max}(не включительно).....0 %
  основная от 0,015*Q_{max} до Q_{max}(включительно).....1,2 %

дополнительная от 0,015*Q_{max} до Q_{max}(включительно).....0 %

Погрешность преобразования выходного сигнала УЗПР
Относительная погрешность:
основная.....0 %
дополнительная.....0 %

Абсолютное давление условно-постоянная величина, изменяется
от.....0,101 МПа
до.....0,105 МПа

СИ температуры
Наименование - Встроенный в расходомер
Пределы измерений:
от.....-23,15 °C
до.....70 °C
Абсолютная погрешность
основная.....0,5 + 0,005 * | t |, °C
дополнительная.....0 °C

Вычислитель расхода/объёма
Наименование - Расходомер-счетчик газа ультразвуковой Turbo Flow UFG-H
Относительная погрешность:
основная.....0,01 %
дополнительная.....0 %

Плотность при стандартных условиях условно-постоянная величина, изменяется
от.....0,66 кг/м^3
до.....1,05 кг/м^3

Молярные доли компонентов, принятые условно-постоянной величиной, изменяются:
Азот (N_2).....от 0 до 20 %
Диоксид углерода (CO_2).....от 0 до 20 %

ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТИ

Относительная погрешность:
* объёмного расхода при рабочих условиях.....1,2 %
* вычисления расхода/объёма.....0,01 %
* плотности при стандартных условиях.....23 %
* давления.....2 %
* температуры.....0,21 %
* отношения коэффициентов сжимаемости.....0,17 %
* объёмного расхода, приведенного к стандартным условиям.....2,3 %

ТАБЛИЦА ПОГРЕШНОСТЕЙ ИЗМЕРЕНИЙ ОБЪЁМНОГО РАСХОДА, ПРИВЕДЁННОГО К СТАНДАРТНЫМ УСЛОВИЯМ, ПРИ ЗАДАННЫХ ОТКЛОНЕНИЯХ ТЕМПЕРАТУРЫ И ДАВЛЕНИЯ СРЕДЫ И ЗАДАННЫХ ЗНАЧЕНИЯХ ОБЪЁМНОГО РАСХОДА ПРИ РАБОЧИХ УСЛОВИЯХ

Температура, °С		-23,15		20		70
Абсолютное давление, МПа		0,103		0,103		0,103
Расход газа при рабочих условиях		Расход газа, приведённый к стандартным условиям, м³/ч Относительная погрешность измерения расхода, %				
м³/ч	%					
0,1	0,5	0,119366 3,8		0,10165 3,8		0,08676 3,8
2,99	14,95	3,56905 2,4		3,03932 2,3		2,59413 2,3
3,0	15	3,58099 2,4		3,04949 2,3		2,60281 2,3
10	50	11,9366 2,4		10,165 2,3		8,67602 2,3
15	75	17,9049 2,4		15,2474 2,3		13,014 2,3
20	100	23,8733 2,4		20,3299 2,3		17,352 2,3

Рассчитанная относительная погрешность СООТВЕТСТВУЕТ выбранному уровню точности Д1 по ГОСТ 8.611-2024: 4 %.

Рассчитанная относительная погрешность измерения расхода УДОВЛЕТВОРЯЕТ показателям точности, установленным Постановлением Правительства от 16.11.2020 № 1847 в диапазоне изменения:

температуры от минус 23,15 до 70 °С;

абс. давления 0,103 МПа;

объёмного расхода при рабочих условиях от 0,1 до 20 м³/ч.

Исполнитель - _____ -