

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ»
(ФГБУ «ВНИИМС»)

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГБУ «ВНИИМС»



А.Е. Коломин

«05» февраля 2024 г.

ИНСТРУКЦИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений

Объем природного газа, приведенный к стандартным условиям.
Методика измерений при помощи расходомеров-счетчиков газа
ультразвуковых Turbo Flow UFG-H исполнений С1Т и С1ТР

Москва
2024 г.

РАЗРАБОТАНА	Федеральным государственным бюджетным учреждением «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы» (ФГБУ «ВНИИМС»)
	ООО НПО «Турбулентность-ДОН»
ИСПОЛНИТЕЛИ:	от ФГБУ «ВНИИМС» А.М. Шаронов
	от ООО НПО «Турбулентность-ДОН» В.А. Чурсин
УТВЕРЖДЕНА	ФГБУ «ВНИИМС» «05» февраля 2024 г.
АТТЕСТОВАНА	ФГБУ «ВНИИМС» Свидетельство об аттестации методики измерений № 208-02/RA.RU.311787/2024 от 05.02.2024 г.
ЗАРЕГИСТРИРОВАНА	ФГБУ «ВНИИМС» Регистрационный код методики измерений ФР.1.29.2024. <u>47975</u>
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 объема природного газа (далее – газ или измеряемая среда), приведенного к стандартным условиям по ГОСТ 2939, при помощи расходомеров-счетчиков газа ультразвуковых Turbo Flow UFG-N исполнений С1Т и С1ТР.

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

2 Нормативные ссылки

2.1 В настоящей инструкции использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 2939-63 Газы. Условия для определения объема

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

ГОСТ 31370-2008 (ИСО 10715:1997) Газ природный. Руководство по отбору проб

ГОСТ 31371.7-2008 Газ природный. Определение состава методом газовой хроматографии с оценкой неопределенности. Часть 7. Методика измерений молярной доли компонентов

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

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 30319.3-2015 Газ природный. Методы расчета физических свойств. Вычисление физических свойств на основе данных о компонентном составе

ГОСТ 5542-2014 Газы горючие природные промышленного и коммунально-бытового назначения. Технические условия

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

ГОСТ Р 53762-2009 Газы горючие природные. Определение температуры точки росы по углеводородам

ГОСТ Р 53763-2009 Газы горючие природные. Определение температуры точки росы по воде

ГОСТ 8.611-2013 ГСИ. Расход и количество газа. Методика (метод) измерений с помощью ультразвуковых преобразователей расхода

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

3 Термины, определения и сокращения

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

3.2 Сокращения

В настоящей инструкции приняты следующие сокращения:

ИТ – измерительный трубопровод;

СИ – средство(а) измерений;

ФИФ ОЕИ – Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

4 Показатели точности измерений

4.1 Пределы относительной погрешности измерений объема природного газа, приведенного к стандартным условиям, при помощи расходомеров-счетчиков газа ультразвуковых Turbo Flow UFG-H исполнений С1Т и С1ТР в диапазоне объемного расхода от 0,01 до 11354 м³/ч составляют:

- для исполнения Д (1 пара приемопередатчиков)
в диапазоне расхода при рабочих условиях $0,01Q_{\max} \leq Q < Q_{\max} \pm 1,9\%$
в диапазоне расхода при рабочих условиях $Q_{\min} \leq Q < 0,01Q_{\max} \pm 3,2\%$
- для исполнения Г (2 пары приемопередатчиков)
в диапазоне расхода при рабочих условиях $0,01Q_{\max} \leq Q < Q_{\max} \pm 1,5\%$
в диапазоне расхода при рабочих условиях $Q_{\min} \leq Q < 0,01Q_{\max} \pm 2,3\%$
при доверительной вероятности 95 %.

5 Средства измерений, вспомогательные устройства

При выполнении измерений применяют следующие СИ и вспомогательные устройства.

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

- номинальный диаметр от DN 15 до DN 100;
- диапазон измерений расхода газа при рабочих условиях от 0,016 до 1600 м³/ч;
- пределы допускаемой относительной погрешности измерений объема газа в рабочих условиях для комбинаций пар приемопередатчиков в диапазоне расходов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики расходомеров

	Диапазоны расходов, м ³ /ч	
	$Q_{\min} \leq Q < 0,01Q_{\max}$	$0,01Q_{\max} \leq Q < Q_{\max}$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объема газа в рабочих условиях, %		
исполнение Д - 1 пара приемопередатчиков	±3,0	±1,5
исполнение Г - 2 пары приемопередатчиков	±2,0	±1,0

- диапазон измерений температуры газа:
для исполнения М от -30 до +70 °С;
для исполнения Х от -50 до +70 °С;
- пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры $\pm(0,5 + 0,005 \cdot |t|)$ °С, где t – измеренное значение температуры газа;
- верхний предел измерений абсолютного давления (ВПИ) от 0,1 до 0,6 МПа;
- верхний предел измерений избыточного давления (ВПИ) от 0,0025 до 0,5 МПа;
- рабочий диапазон измерений давления от 25 % до 100 % ВПИ
- пределы допускаемой относительной погрешности измерений давления $\pm 0,5\%$;
- пределы допускаемой относительной погрешности расходомера при преобразовании значения расхода газа в частотный выходной сигнал $\pm 0,1\%$;
- пределы допускаемой относительной погрешности вычислений объемного расхода и объема газа, приведенного к стандартным условиям $\pm 0,01\%$.

5.2 Оборудование для отбора проб по ГОСТ 31370

5.3 СИ и вспомогательные устройства, используемые в лаборатории для определения компонентного состава по ГОСТ 31371.7

6 Метод измерений

6.1 Измерение объема газа, приведенного к стандартным условиям, проводят косвенным методом, основанном на измерении объема, температуры и абсолютного давления газа при рабочих условиях и приведении объема газа к стандартным условиям в соответствии с уравнением измерений 1:

$$V_c = \int q \cdot \frac{T_c \cdot P}{T \cdot P_c} \cdot \frac{1}{K} \cdot d\tau \quad (1)$$

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;

K – коэффициент сжимаемости природного газа;

q – объемный расход газа при рабочих условиях, м³/ч;

τ – интервал времени измерений, ч

6.2 Измерение объема газа при рабочих условиях осуществляют расходомером–счетчиком газа ультразвуковым Turbo Flow UFG. Принцип действия расходомера–счетчика основан на зависимости времени прохождения ультразвукового импульса от направления движения сигнала относительно потока измеряемой среды. Время прохождения ультразвукового импульса по ходу потока уменьшается, в то время как время прохождения ультразвукового импульса навстречу потоку, увеличивается. Разность времени прохождения ультразвукового импульса зависит от скорости потока измеряемой среды, а, следовательно, и от объемного расхода газа.

6.3 Абсолютное давление газа определяют по формуле 2. Информация о барометрическом и абсолютном давлении измеряемой среды может быть задана в виде условно-постоянных параметров. Условно-постоянные значения давления применяют при избыточном давлении в ИТ не более 10 кПа.

$$P_{\text{абс}} = P + kP_{\text{бар.мм}} \quad (2)$$

где P – измеренное значение абсолютного или избыточного давления (в зависимости от типа преобразователя), МПа;

$P_{\text{бар.мм}}$ – барометрическое давление, мм рт. ст.;

k – переводной коэффициент, МПа/мм рт. ст.;

$k = 0$, если используется датчик абсолютного давления

$k = 133,322 \cdot 10^{-6}$, если используется датчик избыточного давления.

6.4 Измерения температуры газа проводится при помощи преобразователя температуры, входящего в состав расходомера.

6.5 Определение компонентного состава и плотности газа при стандартных условиях проводят лабораторным методом и вносят в вычислитель расхода расходомера в виде условно-постоянных параметров.

6.6 Обработка входных сигналов по каналам измерений расхода, давления и температуры и вычисление объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, проводится по стандартизованным алгоритмам с учетом введенных физико-химических и теплофизических параметров измеряемой среды в реальном масштабе времени в автоматическом режиме при помощи вычислителя расхода расходомера.

6.7 Коэффициент сжимаемости газа рассчитывается по текущим измеренным или

подстановочным значениям температуры и абсолютного давления газа и введенной в расходомер информации о компонентном составе газа по ГОСТ 30319.2 или ГОСТ 30319.3.

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;
- Правила безопасности при эксплуатации средств измерений;
- Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности»;
- Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности сетей газораспределения и газопотребления»;
- Федеральный закон № 7-ФЗ от 10.01.2002 «Об охране окружающей среды».

8 Требования к квалификации операторов

8.1 К выполнению измерений и обработке их результатов допускают лиц, достигших 18 лет, имеющих квалификацию оператора не ниже 3-го разряда, обученных работе с применяемыми средствами измерений, сдавших экзамен по технике безопасности и ознакомленных с руководством по эксплуатации и настоящей инструкцией. Оператор должен знать технологическую схему, назначение всех средств измерений и устройств.

9 Требования к монтажу

9.1 Требования к монтажу расходомера-счетчика газа ультразвукового Turbo Flow UFG.

9.1.1 Монтаж расходомера проводят в соответствии с требованиями руководства по эксплуатации ТУАС.407252.001 РЭ. Длины прямолинейных участков измерительного трубопровода до и после расходомера должны соответствовать требованиям руководства по эксплуатации ТУАС.407252.001 РЭ.

9.1.2 Значения внутреннего диаметра прямолинейных участков измерительного трубопровода в месте установки расходомера должны соответствовать требованиям руководства по эксплуатации ТУАС.407252.001 РЭ.

9.2 Преобразователь давления должен быть установлен в корпусе расходомера.

9.3 Преобразователь температуры должен быть установлен в корпусе расходомера.

10 Условия проведения измерений

10.1 Измеряемая среда

10.1.1 Измеряемая среда - природный газ по ГОСТ 5542.

10.1.2 Параметры измеряемой среды приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Параметры измеряемой среды

№ п/п	Параметр	Минимальное значение	Максимальное значение
1	Температура газа, °С	-23,15	+70
2	Абсолютное давление газа, МПа	0,1	0,6
3	Плотность при стандартных условиях, кг/м ³	0,660	1,05

10.2 При выполнении измерений соблюдают следующие условия:

- диапазон температур окружающего воздуха:
для исполнения М – от минус 30 до плюс 70 °С;

для исполнения X – от минус 40 до плюс 70 °С;

- атмосферное давление – от 84 до 106,7 кПа;

- измеряемая среда должна быть однофазной.

10.3 При определении физико-химических свойств газа соблюдают требования, приведенные в ГОСТ 31370.

11 Подготовка к выполнению измерений

11.1 Перед проведением измерений проводят следующие работы:

- проверяют наличие паспортов применяемых средств измерений и руководств по эксплуатации (технических описаний) на применяемые СИ;

- проверяют соответствие монтажа средств измерений требованиям раздела 9;

- проверяют техническое состояние ИТ, запорной арматуры, технологического оборудования, отсутствие утечек и механических повреждений;

- проверяют целостность пломб и клейм на СИ и компонентах ИТ;

- проверяют правильность используемых вычислителем расхода параметров констант и правильность введения физических свойств измеряемого газа;

- проверяют соответствие условий проведения измерений требованиям раздела 10 настоящего документа. Эту проверку проводят не реже одного раза в год.

11.2 После проведенной проверки все средства измерений 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 объема природного газа, приведенного к стандартным условиям, проводятся в автоматическом режиме.

12.2 Ввод информации о компонентном составе природного газа в вычислитель расхода расходомера производится ручным способом на основании данных, измеренных в лаборатории.

12.3 Ввод информации об условно-постоянных значениях барометрического и (или) абсолютного давления в вычислитель расхода расходомера производят ручным способом.

13 Оформление результатов измерений

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

14 Оценка погрешности измерений

14.1 Пределы относительной погрешность измерений объема природного газа, приведенного к стандартным условиям, вычисляют по формуле 3:

$$\delta_{VC} = \pm \sqrt{\delta_{III}^2 + \delta_{ЧВ}^2 + \delta_T^2 + \delta_P^2 + \delta_B^2 + \delta_K^2}, \quad (3)$$

где δ_{III} – относительная погрешность измерений расхода в рабочих условиях, %;

$\delta_{ЧВ}$ – относительная погрешность расходомера при преобразовании значения расхода газа в частотный выходной сигнал (при наличии), %;

δ_T – относительная погрешность измерений температуры газа, %;

δ_P – относительная погрешность измерений абсолютного давления газа, %;

δ_e - относительная погрешность вычислений объемного расхода и объема газа, приведенного к стандартным условиям, %;

δ_k - относительная погрешность определения коэффициента сжимаемости, %.

14.2 Пределы относительной погрешности измерений расхода в рабочих условиях устанавливаются по эксплуатационной документации на конкретный экземпляр расходомера.

- для исполнения Д расходомеров:

в диапазоне объемного расхода $0,01Q_{\max} \leq Q < Q_{\max} \pm 1,5\%$;

в диапазоне объемного расхода $Q_{\min} \leq Q < 0,01Q_{\max} \pm 3,0\%$;

- для исполнения Г расходомеров:

в диапазоне объемного расхода $0,01Q_{\max} \leq Q < Q_{\max} \pm 1,0\%$;

в диапазоне объемного расхода $Q_{\min} \leq Q < 0,01Q_{\max} \pm 2,0\%$.

14.3 Пределы относительной погрешности расходомера при преобразовании значения расхода газа в частотный выходной сигнал составляют $\pm 0,1\%$

14.4 Пределы относительной погрешности измерений температуры газа вычисляются по формуле 4:

$$\delta_T = \pm \frac{\Delta T}{273,15 + T} \cdot 100\%, \quad (4)$$

где T - измеренная температура газа, °C;

ΔT - абсолютная погрешность измерений температуры газа, °C.

14.5 Пределы относительной погрешности измерений давления при применении преобразователя абсолютного давления составляют $\pm 0,5\%$.

Пределы относительной погрешности измерений абсолютного давления при применении преобразователя избыточного давления и условно-постоянного значения барометрического давления составляют $\pm 1,0\%$ при выполнении условия 5:

$$\left[0,0625 \cdot \left(\frac{P_{из}}{P_a} \right)^2 + \frac{1}{6} \cdot \left(\frac{P_{бар}}{P_a} \right)^2 \cdot \left(\frac{P_{бармакс} - P_{бармин}}{P_{бармакс} + P_{бармин}} \cdot 100 \right)^2 \right]^{0,5} \leq 0,5, \quad (5)$$

где $P_{из}$ - избыточное давление газа, МПа;

P_a - абсолютное давление газа, МПа;

$P_{бар}$ - барометрическое давление газа, МПа;

$P_{бармакс}$ - максимальное барометрическое давление газа, МПа;

$P_{бармин}$ - минимальное барометрическое давление газа, МПа.

Пределы относительной погрешности измерений абсолютного давления при применении условно-постоянного значения составляют $\pm 1,0\%$ при выполнении условия 6:

$$\frac{100}{\sqrt{6}} \cdot \left(\frac{P_{амакс} - P_{амин}}{P_{амакс} + P_{амин}} \right) \leq 0,5, \quad (6)$$

где $P_{амакс}$ - максимальное абсолютное давление газа, МПа;

$P_{амин}$ - минимальное абсолютное давление газа, МПа.

14.6 Пределы относительной погрешности вычислений объемного расхода и объема газа, приведенного к стандартным условиям, составляет $\pm 0,01\%$.

14.7 Относительную погрешность определения коэффициента сжимаемости газа определяют по ГОСТ 30319.2 или ГОСТ 30319.3.

15 Контроль точности результатов измерений

15.1 В процессе эксплуатации СИ подлежат поверке в соответствии с приказом Минпромторга России от 31.07.2020 № 2510 «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

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

15.3 СИ, применяемые для измерений и вычислений расхода и объема газа должны эксплуатироваться в соответствии с требованиями эксплуатационной документации.

15.4 Соответствие условно-постоянных параметров и соблюдение условий 5 и 6 проверяют не реже одного раза в три месяца.

15.5 При отклонении текущих значений плотности газа при стандартных условиях, полученных из лаборатории, более чем на $0,003 \text{ кг/м}^3$ от значений, введенных в вычислитель расхода расходомера, необходимо внесение (корректировка) введенных данных.

16 Проверка реализации методики измерений

16.1 Проверку реализации методики измерений проводят при вводе в эксплуатацию расходомера 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 монтажа СИ требованиям эксплуатационной документации и раздела 9.

Определяют:

- диапазоны измерений объема природного газа при стандартных условиях в соответствии с разделом 10;
- относительную погрешность измерений объема природного газа, приведенного к стандартным условиям.

Проверяют:

- наличие акта измерений внутреннего диаметра измерительного трубопровода, составленного в соответствии с требованиями пункта 9.2.2 ГОСТ 8.611;
- наличие документов, подтверждающих реализуемость методики измерений, регламентированной в ГОСТ 31371.7, в лаборатории, предоставившей сертификат на газ.

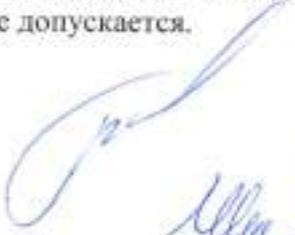
16.3 По результатам проверки реализации методики измерений составляют акт проверки состояния и применения средств измерений и соблюдения требований настоящей методики. Рекомендуемая форма акта приведена в приложении А.

16.4 Проведение измерений объема природного газа, приведенного к стандартным условиям, без наличия положительного акта проверки состояния и применения средств измерений и соблюдения требований настоящей методики измерений при проведении взаиморасчетов за поставленный газ не допускается.

Начальник отдела 208
ФГБУ «ВНИИМС»

Заместитель начальника отдела 208
ФГБУ «ВНИИМС»

Начальник отдела метрологии и сертификации
ООО НПО «Турбулентность-ДОН»



Б.А. Иполитов



А.М. Шаронов



В.А. Чурсин

Форма акта проверки состояния и применения средств измерений и соблюдения требований

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 _____

наименование проверяемого объекта

Адрес: _____

Основание: ввод в эксплуатацию

1 Перечень средств измерений: _____

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 эксплуатации средств измерений:

соответствие/ несоответствие требованиям технической документации,

температура окружающего воздуха

атмосферное давление

расход газа при рабочих условиях

расход газа при стандартных условиях

температура газа

абсолютное давление газа

плотность газа в стандартных условиях

_____ 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

наименования СИ, дата поверки

_____ перечислить средства измерений и указать: поверен / не поверен

5 Пределы 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		
6.2 Соответствие введенных условно-постоянных значений	_____		
6.3 Соответствие установленных требований норме погрешности измерений	Норма погрешности измерений или договор на поставку		

6.4 Перечень нарушений и сроки их устранения:

7 Выводы: Расходомер (не)соответствует требованиям нормативной и технической документации, признан (не)пригодным для измерений объема газа и (не)допущен к применению при проведении взаиморасчетов за поставленный газ.

Представители:

Поставщик

Потребитель

личная подпись

инициалы, фамилия

личная подпись

инициалы, фамилия

личная подпись

инициалы, фамилия

Расчет диапазонов измерений и пределов относительной погрешности измерений объема природного газа при стандартных условиях

1 Проверка соответствия диапазонов измерений применяемых средств измерений диапазонам изменений контролируемых параметров:

Измеряемый параметр	Диапазон измерений	Диапазон изменений контролируемого параметра
Температура природного газа, °С	от -30 (-50) до +70	от -23,15 до +70
Абсолютное давление природного газа, МПа	от 0,1 до 0,6	от 0,1 до 0,6
Объемный расход природного газа при рабочих условиях, м ³ /ч	от 0,016 до 1600	от 0,016 до 1600

Диапазоны измерений применяемых средств измерений соответствуют диапазонам изменений контролируемых параметров.

2 Расчет диапазонов измерений объема газа при стандартных условиях:

Объемный расход газа при рабочих условиях, м ³ /ч	Абсолютное давление газа, МПа	Термодинамическая температура газа, К	Плотность при стандартных условиях, кг/м ³	Объемный расход газа при стандартных условиях, м ³ /ч
0,016	0,1	343,15	0,680	0,01
1600	0,6	250,0	0,750	11354

3 Расчет пределов относительной погрешности измерений объема газа при стандартных условиях.

3.1 Пределы относительной погрешности измерений объема газа в рабочих условиях расходомером-счетчиком газа ультразвуковым Turbo Flow UFG составляют:

- для исполнения Д:
в диапазоне объемного расхода $0,01Q_{max} \leq Q < Q_{max} \pm 1,5\%$;
в диапазоне объемного расхода $Q_{min} \leq Q < 0,01Q_{max} \pm 3,0\%$;
- для исполнения Г:
в диапазоне объемного расхода $0,01Q_{max} \leq Q < Q_{max} \pm 1,0\%$;
в диапазоне объемного расхода $Q_{min} \leq Q < 0,01Q_{max} \pm 2,0\%$.

3.2 Пределы относительной погрешности расходомера при преобразовании значения расхода газа в частотный выходной сигнал составляют $\pm 0,1\%$

3.3 Пределы абсолютной погрешности измерений температуры газа:

$$\Delta T = \pm (0,5 + 0,005 \cdot 70) = \pm 0,85 \text{ } ^\circ\text{C}$$

3.4 Пределы относительной погрешности измерений температуры газа:

$$\delta_T = \pm \frac{0,85}{273,15 + 70} \cdot 100\% = \pm 0,25\%$$

3.5 Пределы относительной погрешности измерений давления при применении преобразователя абсолютного давления составляют $\pm 0,5\%$.

Пределы относительной погрешности измерений абсолютного давления при применении преобразователя избыточного давления и условно-постоянного значения барометрического давления составляют $\pm 1,0\%$.

Пределы относительной погрешности измерений абсолютного давления при применении условно-постоянного значения составляют $\pm 1,0\%$.

3.6 Пределы относительной погрешности вычислений объемного расхода и объема газа, приведенного к стандартным условиям, составляют $\pm 0,01\%$.

3.7 Пределы относительной погрешности определения коэффициента сжимаемости природного газа по ГОСТ 30319.2 или по ГОСТ 30319.3 составляют $\pm 0,2\%$.

3.8 Пределы относительной погрешности измерений объема газа при стандартных условиях:

- для исполнения Д
в диапазоне $0,01Q_{\max} \leq Q < Q_{\max}$

$$\delta_{V_c} = \pm \sqrt{1,5^2 + 0,1^2 + 0,25^2 + 1,0^2 + 0,01^2 + 0,2^2} = \pm 1,9\%$$

в диапазоне $Q_{\min} \leq Q < 0,01Q_{\max}$

$$\delta_{V_c} = \pm \sqrt{3,0^2 + 0,1^2 + 0,25^2 + 1,0^2 + 0,01^2 + 0,2^2} = \pm 3,2\%$$

- для исполнения Г
в диапазоне $0,01Q_{\max} \leq Q < Q_{\max}$

$$\delta_{V_c} = \pm \sqrt{1,0^2 + 0,1^2 + 0,25^2 + 1,0^2 + 0,01^2 + 0,2^2} = \pm 1,5\%$$

в диапазоне $Q_{\min} \leq Q < 0,01Q_{\max}$

$$\delta_{V_c} = \pm \sqrt{2,0^2 + 0,1^2 + 0,25^2 + 1,0^2 + 0,01^2 + 0,2^2} = \pm 2,3\%$$

Выводы:

Пределы относительной погрешности измерений объема природного газа, приведенного к стандартным условиям, в диапазоне объемного расхода от 0,01 до 11354 м³/ч составляют:

- для исполнения Д
в диапазоне расхода при рабочих условиях $0,01Q_{\max} \leq Q < Q_{\max} \pm 1,9\%$
в диапазоне расхода при рабочих условиях $Q_{\min} \leq Q < 0,01Q_{\max} \pm 3,2\%$
- для исполнения Г
в диапазоне расхода при рабочих условиях $0,01Q_{\max} \leq Q < Q_{\max} \pm 1,5\%$
в диапазоне расхода при рабочих условиях $Q_{\min} \leq Q < 0,01Q_{\max} \pm 2,3\%$
при доверительной вероятности 95 %.

Диапазоны измерений расходомера газа обеспечивают измерение контролируемых параметров во всем диапазоне их изменений. Относительная погрешность измерений объема газа при стандартных условиях соответствует требованиям постановления Правительства РФ от 16 ноября 2020 г. № 1847 и ГОСТ Р 8.741.