

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ  
(ФГУП «ВНИИМС»)**

**УТВЕРЖДАЮ**

Первый заместитель директора по науке  
ФГУП «ВНИИМС»



Ф.В. Булыгин

«10» июля 2020 г.

**ИНСТРУКЦИЯ**

**Государственная система обеспечения единства измерений**

**Объем технически важных газов, приведенный к стандартным условиям.  
Методика измерений при помощи расходомеров Turbo Flow GFG**

Москва  
2020 г.

<b>РАЗРАБОТАНА</b>	Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы» (ФГУП «ВНИИМС»)
	ООО НПО «Турбулентность-ДОН»
<b>ИСПОЛНИТЕЛИ:</b>	от ФГУП «ВНИИМС» А.М. Шаронов
	от ООО НПО «Турбулентность-ДОН» А.Н. Слоныко Р.В. Дворяшин
<b>УТВЕРЖДЕНА</b>	ФГУП «ВНИИМС» «10» июля 2020 г.
<b>АТТЕСТОВАНА</b>	ФГУП «ВНИИМС» Свидетельство об аттестации методики измерений № 208-61/RA.RU.311787/2020 от 10.07.2020 г.
<b>ЗАРЕГИСТРИРОВАНА</b>	ФГУП «ВНИИМС» Регистрационный код методики измерений ФР.1.29.2020. <u>37613</u>
<b>ВВЕДЕНА ВПЕРВЫЕ</b>	

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 технически важных газов (азота, ацетилена, кислорода, диоксида углерода, аммиака, аргона и водорода) при стандартных условиях по ГОСТ 2939 (далее – газы) при помощи расходомеров Turbo Flow GFG.

1.2 Инструкция разработана с учетом требований ГОСТ Р 8.563.

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

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

ГСССД МР 134-2007 Расчет плотности, фактора сжимаемости, показателя адиабаты и коэффициента динамической вязкости азота, ацетилена, кислорода, диоксида углерода, аммиака, аргона и водорода.

*Примечание – При пользовании настоящей инструкцией целесообразно проверить действие ссылочных стандартов по соответствующим указателям, составленным на 01 января текущего года, и информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться замененным (измененным) стандартом. Если документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.*

## 3 Термины, определения и сокращения

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

3.2 Сокращения

В настоящей инструкции приняты следующие сокращения:

ИТ – измерительный трубопровод;

СИ – средство(а) измерений;

ПР – преобразователь расхода;

ВТ – внешний терминал;

УФР – устройство формирования расхода;

ПТ – преобразователь температуры;

ПД – преобразователь давления;

ВП – вычислитель параметров;

ЧЭ – чувствительный элемент;

ЭБ – электронный блок;

УУГ – узел учета газа;

ФИФОЕИ – Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

## 4 Показатели точности измерений

4.1 Пределы относительной погрешности измерений объема газа, приведенного к стандартным условиям, по данной методике составляют:

$\pm 5,6\%$  в диапазоне расходов  $Q_{\min} \leq Q < 0,01 Q_{\max}$ ;

$\pm 5,4\%$  в диапазоне расходов  $0,01 Q_{\max} \leq Q \leq Q_{\max}$

где  $Q_{\max}$  – максимальный расход газа в рабочих условиях,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ,  
при доверительной вероятности 95%.

## 5 Средства измерений, вспомогательные устройства и требования к их установке

5.1 При выполнении измерений применяют расходомеры Turbo Flow GFG, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 57146-14 (далее – расходомеры).

5.1.1 Измерение объемного расхода газа расходомером модификации Turbo Flow GFG-F.

5.1.1.1 ПР включает в себя ЧЭ - струйный генератор с пьезопреобразователем, ЭБ, ВП, и УФР, которое представляет собой корпус круглого сечения - измерительный участок (включающий необходимые прямолинейные участки) с установленной в нем специальной диафрагмой с коническим входом износостойчивого исполнения с фланцевым подсоединением к ИТ.

5.1.1.2 Монтаж расходомеров модификации Turbo Flow GFG-F проводят в соответствии с требованиями руководства по эксплуатации ТУАС.407299.001 РЭ. Длина прямых участков линий до входа и после выхода GFG-F не регламентируется.

5.1.1.3 Диапазон измерений объемного расхода в рабочих условиях от 0,016 до 280000  $\text{м}^3/\text{ч}$ , диаметр условный  $D_y$  от 10 до 1400 мм.

5.1.2 Измерение объемного расхода газа расходомером модификации Turbo Flow GFG-Z.

5.1.2.1 ПР включает в себя ЧЭ - струйный генератор с пьезопреобразователем, ЭБ, ВП и УФР, которое выполнено в виде зонда, погружаемого в измерительный трубопровод.

5.1.2.2 Монтаж расходомеров модификации Turbo Flow GFG-Z проводят в соответствии с требованиями руководства по эксплуатации ТУАС.407299.001 РЭ. Длина прямых участков линий до входа и после выхода GFG-Z не регламентируется.

5.1.2.3 Диапазон измерений объемного расхода в рабочих условиях от 30 до 280000  $\text{м}^3/\text{ч}$ , диаметр условный  $D_y$  от 100 до 1400 мм.

5.1.3 Измерение объемного расхода газа расходомером модификации Turbo Flow GFG-AP.

5.1.3.1 ПР включает в себя ЧЭ - струйный генератор с пьезопреобразователем, ЭБ, ВП и УФР. Расходомеры модификации Turbo Flow GFG-AP устанавливают на измерительный трубопровод у сужающего устройства (далее – СУ) так, чтобы место подсоединения совпадало с местами отбора перепада давления. В качестве СУ может использоваться стандартное сужающее устройство и напорные трубки (усредняющие, щелевые и т.д.).

5.1.3.2 Соединительные линии от мест отбора давления на СУ к GFG-AP прокладывают по кратчайшему расстоянию с длиной линии не более 1,5 м. Внутреннее сечение соединительных трубок должно быть одинаковым по всей их длине, а диаметр сечения должен быть от 6 до 15 мм.

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

5.1.3.4 Требования к СУ, монтажу, прямым участкам, измерительному трубопроводу, местам отбора давления и температуры определяют в соответствии с ГОСТ 8.586.1-5.

5.1.3.5 Диапазон измерений объемного расхода в рабочих условиях от 0,35 до 280000  $\text{м}^3/\text{ч}$ , диаметр условный  $D_y$  от 50 до 1400 мм.

5.1.4 Измерение объемного расхода газа расходомером модификации Turbo Flow GFG-H.

5.1.4.1 ПР выполнен в виде конструктивно законченного узла в одном корпусе и включает в себя ЧЭ - струйный генератор с пьезопреобразователем, ЭБ, ВП, УФР, преобразователь температуры (в зависимости от исполнения) и давления (в зависимости от исполнения).

5.1.4.2 Монтаж расходомеров модификации Turbo Flow GFG-H проводят в соответствии с требованиями руководства по эксплуатации ТУАС.407299.001 РЭ. Длина прямых участков линий до входа и после выхода GFG-H не регламентируется.

5.1.4.3 Диапазон измерений объемного расхода в рабочих условиях от 0,016 до 300 м<sup>3</sup>/ч, диаметр условный D<sub>y</sub> от 10 до 100 мм.

5.1.5 Пределы допускаемой относительной погрешности при измерении объемного расхода газа в рабочих условиях для всех модификаций:

±1,5% в диапазоне  $Q_{\min} \leq Q < 0,01 Q_{\max}$ ;

±1,0% в диапазоне  $0,01 Q_{\max} \leq Q \leq Q_{\max}$ ;

где  $Q_{\max}$  – максимальный расход газа в рабочих условиях, м<sup>3</sup>/ч.

5.2 Измерение давления.

5.2.1 Абсолютное давление газа определяют по формуле 1:

$$P_{\text{абс}} = P + \kappa P_{\text{бар}} \quad (1)$$

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

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

$\kappa$  – переводной коэффициент, МПа/мм рт. ст.;

$\kappa = 0$ , если используется датчик абсолютного давления

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

5.2.2 Абсолютное (избыточное) давление газа измеряют преобразователями давления любого принципа действия.

5.2.3 Диапазон измерений абсолютного давления от 0,33 ВПИ до ВПИ преобразователя давления из комплекта поставки расходомера (в соответствии с паспортными данными на расходомер);

5.2.4 Атмосферное давление измеряют в месте расположения измерительного преобразователя избыточного давления. Значение атмосферного давления может быть принято за условно-постоянный параметр.

5.2.5 Место для отбора давления.

5.2.5.1 Место отбора давления для модификации Turbo Flow GFG -F располагают в корпусе расходомера.

5.2.5.2 Место отбора давления для модификации Turbo Flow GFG-Z и модификации Turbo Flow GFG-ΔP определяют в соответствии с требованиями ГОСТ 8.586.1-5.

5.2.6 Отверстие для отбора давления.

5.2.6.1 Отверстие для отбора давления для горизонтальных и вертикальных трубопроводов должно быть расположено радиально. При горизонтальном расположении трубопровода это отверстие должно быть размещено в верхней половине сечения трубопровода.

5.2.6.2 Давление отбирают через цилиндрическое отверстие или паз. Кромки отверстий и пазов не должны иметь заусенцев. Для ликвидации заусенцев или задигов допускается скругление внутренней кромки отверстия радиусом не более 1/10 его диаметра. Неровности на внутренней поверхности отверстия и паза или на стенке трубопровода вблизи них не допускаются. Соответствие настоящему требованию проверяют визуально.

5.2.7 Соединительные трубки.

5.2.7.1 Соединительные трубки средств измерений давления должны иметь уклон к горизонтали не менее 1:12. Внутреннее сечение соединительных трубок должно быть одинаковым по всей их длине, а диаметр сечения должен быть от 6 до 15 мм.

5.2.7.2 Материал соединительных трубок должен быть коррозионностойким по отношению к измеряемому газу.

5.3 Измерение температуры газа.

5.3.1 Температуру газа измеряют преобразователем температуры из комплекта поставки расходомера.

5.3.2 Диапазон измерений температуры газа от  $-50$  до  $+70$  °C;

5.3.3 Пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении температуры  $\pm(0,15 + 0,002|t|)$ , где  $t$  – измеряемая температура.

5.3.4 Температуру газа  $T$ , K, определяют по формуле 2

$$T = 273,15 + t, \quad (2)$$

где  $t$  – измеренная температура, °C

5.3.5 Место установки преобразователя температуры для модификации Turbo Flow GFG-F располагают в корпусе расходомера. Место установки преобразователя температуры для модификации Turbo Flow GFG-Z и модификации Turbo Flow GFG-ΔP определяют в соответствии с требованиями ГОСТ 8.586.1-5, при этом, для модификации Turbo Flow GFG-Z, место установки устройства формирования перепада давления принимают за место установки СУ. В модификации Turbo Flow GFG-H преобразователь температуры встроен в корпус расходомера.

5.3.6 При установке чувствительного элемента преобразователя температуры в гильзу обеспечивают надежный тепловой контакт. Для обеспечения теплового контакта гильзу заполняют, например, жидким маслом или термопастой.

5.3.7 Чувствительный элемент преобразователя температуры располагают радиально относительно трубопровода. Допускается наклонная установка термометра или его установка в изгибе колена по оси трубопровода.

5.4 Вычислитель параметров.

5.4.1 ВП принимает, регистрирует информацию по каналам объемного расхода, давления и температуры от ЭБ и вычисляет объем при рабочих условиях, объемный расход и объем газа, приведенные к стандартным условиям.

5.4.2 Пределы допускаемой относительной погрешности при вычислении объемного расхода и объема газа, приведенного к стандартным условиям  $\pm 0,02$  %.

5.4.3 ВП может иметь показывающее устройство для отображения информации и клавиатуру для управления.

5.4.4 Вычислитель параметров может быть вынесен во внешний терминал. ВТ подключается к ПР посредством цифровой линии связи (проводной или беспроводной). К одному ВТ можно подключить несколько ПР.

5.4.5 ВП регистрирует, накапливает и архивирует значения вычисленных и измеренных параметров за интервал времени (час, сутки, месяц).

5.4.6 В ВП предусмотрена возможность защиты архивной информации и программ от постороннего вмешательства.

5.4.7 Возможно подключение дополнительного вычислительного устройства обеспечивающего функционирование расходомера в соответствии с п. 5.4.1-5.4.6.

5.5 Все средства измерений, применяемые при измерениях объема газа при стандартных условиях, должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке и/или отметку о поверке в эксплуатационной документации.

## 6 Метод измерений

6.1 Принцип работы расходомера основан на зависимости частоты колебаний струн измеряемой среды в чувствительном элементе расходомера от объемного расхода газа, протекающего через него. В качестве чувствительного элемента преобразователя расхода используется струнный генератор. Парциальный расход, протекающий через чувствительный элемент, обеспечивается устройством формирования расхода. Частота колебаний,

пропорциональная расходу, сформированная в струйном генераторе чувствительного элемента, воспринимается пьезопреобразователем и преобразовывается в электрический частотный сигнал, поступающий в электронный блок преобразователя расхода. В электронном блоке частотный электрический сигнал, поступивший от пьезопреобразователя, преобразуется в цифровой сигнал, определяющий объемный расход газа в рабочих условиях.

Сигнал, сформированный в электронном блоке, поступает в вычислитель параметров. В вычислителе выполняется расчет накопленного объема газа, а также объемного расхода и объема газа, приведенного к стандартным условиям, массового расхода и массы газа.

Чувствительным элементом ПР служит струйный генератор (рисунок 1), частота колебаний в котором прямо пропорциональна объемному расходу, протекающему через устройство формирования расхода.

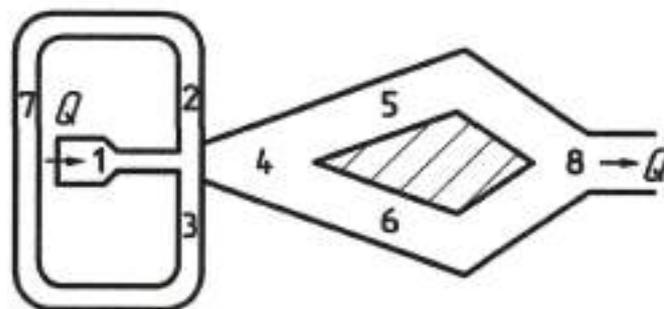


Рисунок 1 – Струйный генератор

Поток (струя) измеряемой среды, проходя через сопло генератора (1), попадает в рабочую камеру (4) и под действием давления, создаваемого этой же струей, прижимается к одной из стенок камеры (например, вниз (рисунок 1)). Благодаря её эжектирующему действию, в области вблизи нижней стенки и в канале (3) образуется область пониженного давления, что приводит к лавинообразному процессу притяжения струи к стенке камеры. Из-за уменьшения давления в канале (3) происходит движение среды по каналу (7) в сторону канала (3). Отток рабочей среды из канала (2) вызывает отклонение струи в противоположную сторону. Далее процесс повторяется симметрично. Выход среды из струйного генератора производится через каналы (5), (6) и (8).

Колебания струи воспринимаются пьезодатчиком и преобразуются в электрический сигнал, поступающий в электронный блок ПР.

В электронном блоке сигнал, поступающий с пьезодатчика, преобразуется в объемный расход, пропорциональный частоте генерации СГ по формуле 3.

$$Q_p = f \cdot k_i, \quad (3)$$

где  $Q_p$  – объемный расход газа в рабочих условиях, м<sup>3</sup>/ч;

$f$  – частота колебания струи;

$k_i$  – безразмерный коэффициент, определяемый при настройке расходомера.

Зависимость расхода от перепада давления на устройстве формирования расхода является индивидуальной характеристикой для каждого расходомера.

Одновременно преобразователь температуры, установленный в потоке газа, изменяет свои характеристики пропорционально текущему значению температуры газа  $T_p$ , а преобразователь давления вырабатывает сигнал пропорциональный абсолютному или избыточному давлению газа  $P_p$ . Абсолютное давление газа определяют по формуле 1.

По полученной измеренной информации в вычислителе параметров производится вычисление объема при рабочих условиях, объемного расхода и объема, приведенного к стандартным условиям, по формулам 4, 5 и 6:

$$V_p = \int_{\tau_k}^{\tau_n} Q_p(t) dt, \quad (4)$$

где  $\tau_n$  – начало интервала времени измерений;

$\tau_k$  – конец интервала времени измерений.

$$Q_c = Q_p \cdot \frac{T_c}{k \cdot P_c} \cdot \frac{P_p}{T_p}, \quad (5)$$

где  $P_c$  – давление при стандартных условиях (760 мм рт.ст.);

$T_c$  – температура при стандартных условиях (20 °С);

$Q_p$ ,  $T_p$ ,  $P_p$  – объемный расход, температура и абсолютное давление при рабочих условиях;

$k$  – коэффициент сжимаемости газа.

Объем газа  $V$ , м<sup>3</sup>, вычисляют по формуле

$$V_c = \int_{\tau_k}^{\tau_n} Q_c(t) dt, \quad (6)$$

где  $\tau_n$  – начало интервала времени измерений;

$\tau_k$  – конец интервала времени измерений.

6.2 Измерения температуры и абсолютного (избыточного) давления газа проводится при помощи преобразователей температуры и давления, из состава расходомера.

6.3 Обработка входных сигналов по каналам расхода, давления и температуры и вычисление объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, проводится в реальном масштабе времени в автоматическом режиме при помощи ВП.

6.4 Коэффициент сжимаемости газа рассчитывают по измеренным значениям температуры и абсолютного давления измеряемого газа по ГСССД МР 134-2007.

## 7 Требования безопасности, охраны окружающей среды

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

- Правилами безопасности труда, действующими на объекте;
- Правилами безопасности при эксплуатации средств измерений;
- Федеральным законом «Об охране окружающей среды № 7-ФЗ от 10.01.2002 г.

## 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 Условия проведения измерений

9.1 Измеряемая среда – однокомпонентные технически важные газы (азот, ацетилен, кислород, диоксид углерода, аммиак, аргон и водород) в однофазном газообразном состоянии.

9.2 Параметры измеряемой среды приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Параметры измеряемой среды для модификаций GFG-F, GFG-Z и GFG-ΔP

№ п/п	Параметр	Минимальное значение	Максимальное значение
1	Температура газа, °С	-50	70
2	Абсолютное давление газа, МПа	0,1	10

Таблица 2 – Параметры измеряемой среды для модификации GFG-H

№ п/п	Параметр	Минимальное значение	Максимальное значение
1	Температура газа, °С	-20	70
2	Абсолютное давление газа, МПа	0,1	6,3

9.3 При выполнении измерений соблюдают следующие условия:

для УФР (с интегрированным ВП):

- диапазон температур окружающего воздуха – от минус 50 до плюс 70 °С;
- относительная влажность до 95 % без конденсации влаги;

для ВТ (ВП вынесен во внешний терминал):

- диапазон температур окружающего воздуха – от плюс 5 до плюс 50 °С;
- относительная влажность до 90 % без конденсации влаги;
- атмосферное давление – от 84 до 106,7 кПа;
- измеряемая среда должна быть находиться в однофазном газообразном состоянии;
- диапазон измерений расхода в рабочих условиях в соответствии с паспортом расходомера.

## 10 Подготовка к выполнению измерений

10.1 Перед проведением измерений должна быть проведена проверка соответствия характеристик применяемых средств измерений условиям эксплуатации.

10.2 Перед проведением измерений проверяют:

- наличие паспортов применяемых средств измерений и технического описания или инструкции по эксплуатации СИ, входящих в состав узла учета;
- соответствие монтажа средств измерений требованиям эксплуатационной документации;
- техническое состояние трубопроводов, запорной арматуры, технологического оборудования, отсутствие утечек и механических повреждений;
- целостность пломб и клейм на компонентах узла учета;
- правильность используемых ВП констант и правильность введения физических свойств измеряемого газа;
- соответствие условий проведения измерений требованиям раздела 9 настоящего документа.

Эту проверку проводят не реже одного раза в год.

10.3 После проведенной проверки все средства измерений приводят в рабочее состояние, измерительный трубопровод подключают к источнику измеряемого газа, проверяют герметичность соединений всех узлов, а затем проводят измерения параметров, расхода и объема газа, и обработку результатов измерений автоматически с помощью вычислителя параметров.

## 11 Выполнение измерений и обработка результатов измерений

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

11.2 Ввод информации об измеряемом газе в вычислитель параметров расходомера производится ручным способом.

## 12 Оформление результатов измерений

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

### 13 Оценка погрешности измерений

13.1 Относительную погрешность измерений объема газа при стандартных условиях, вычисляют по формуле:

$$\delta_{V_c} = \pm 1,1 \sqrt{\delta_{m}^2 + \delta_T^2 + \delta_p^2 + \delta_v^2 + \delta_K^2}, \quad (7)$$

где  $\delta_m$  – относительная погрешность измерений объемного расхода газа в рабочих условиях, %;

$\delta_T$  – относительная погрешность измерений температуры, %;

$\delta_p$  – относительная погрешность измерений давления, %;

$\delta_v$  – относительная погрешность при вычислении, объемного расхода и объема газа, приведенного к стандартным условиям, %;

$\delta_K$  – относительная погрешность определения коэффициента сжимаемости, %

13.2 Погрешность измерений расхода газа в рабочих условиях устанавливают по технической документации на расходомер.

13.3 Для исполнения GFG-ΔP учитывают погрешность измерений методом переменного перепада давления по ГОСТ 8.586.1-5. Погрешность измерений методом переменного перепада давления определяется расчетным методом с помощью программно-технического комплекса, при этом погрешность средств измерений, входящих в состав измерительных каналов перепада давления, давления и температуры, не учитывается.

Погрешность измерений расхода газа в рабочих условиях для исполнения GFG-ΔP вычисляют по формуле

$$\delta_m = \sqrt{\delta_{\Delta p}^2 + \delta_{CV}^2}, \quad (8)$$

где  $\delta_{\Delta p}$  – погрешность расходомера исполнения GFG-ΔP, %;

$\delta_{CV}$  – погрешность измерений методом переменного перепада давления.

13.4 При необходимости использования дополнительного вычислительного устройства, учитывают погрешность вычислительного устройства, которую устанавливают по технической документации на средство измерений конкретного типа.

13.5 Погрешность измерений абсолютного давления.

13.5.1 Погрешность измерений абсолютного или избыточного давления определяют по эксплуатационной документации.

13.5.2 Погрешность определения абсолютного давления  $\delta_p$  при применении средств измерений избыточного давления рассчитывают по формуле 8.

$$\delta_p = \sqrt{\left(\frac{P_u}{P}\right)^2 \delta_{P_u}^2 + \left(\frac{P_b}{P}\right)^2 \delta_{P_b}^2}, \quad (8)$$

где  $\delta_{P_u}$  – погрешность измерений избыточного давления;

$\delta_{P_b}$  – погрешность измерений барометрического давления;

$P$  – абсолютное давление в трубопроводе;

$P_b$  – барометрическое (атмосферное) давление в месте установки;

13.5.2.1 При принятии атмосферного давления за условно-постоянный параметр, и при применении средств измерений избыточного давления относительную погрешность определения абсолютного давления  $\delta_p$  рассчитывают по формуле 9.

$$\delta_p = \sqrt{\left(\frac{P_u}{P}\right)^2 \delta_{P_u}^2 + \frac{1}{6} \left(\frac{P_b}{P}\right)^2 \left(\frac{P_{b \max} - P_{b \min}}{P_{b \max} + P_{b \min}}\right)^2}, \quad (9)$$

где  $P_{b \max}$  и  $P_{b \min}$  - максимальное и минимальное барометрическое давление в эксплуатации.

13.6 Относительную погрешность измерений температуры газа вычисляют по формуле 10:

$$\delta_T = \pm \frac{\Delta T}{273,15 + t} \cdot 100\%, \quad (10)$$

где  $\Delta T$  - абсолютная погрешность при измерении температуры газа,  $^{\circ}\text{C}$   
 $t$  - измеренная температура газа,  $^{\circ}\text{C}$ ;

13.7 Погрешности  $\delta_m, \delta_s, \delta_p, \delta_T$  рассчитывают с учетом диапазонов изменения параметров газа и окружающей среды в реальных условиях эксплуатации.

13.8 Относительную погрешность определения коэффициента сжимаемости  $\delta_K$  определяют в соответствии с ГСССД МР 134-2007.

## 14 Контроль точности результатов измерений

14.1 В процессе эксплуатации расходомеры подлежат поверке в соответствии [1].

14.2 Периодичность поверки расходомеров должна соответствовать интервалам между поверками, установленным при утверждении типа в соответствии с [2] и [3].

14.3 Расходомеры должны эксплуатироваться в соответствии с требованиями эксплуатационной документации.

## 15 Проверка реализации МВИ

15.1 В соответствии с пунктом 5 [4] до внедрения в практику своей деятельности аттестованной методики измерений, юридические лица и индивидуальные предприниматели, проводят подтверждение ее реализуемости с установленными показателями точности. При проведении измерений в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений проверку проводят юридические лица и индивидуальные предприниматели, аккредитованные на право аттестации методик измерений:

- при вводе в эксплуатацию узла учета;
- после реконструкции узла учета.

15.2 При проведении проверки устанавливают:

- наличие паспортов, руководств по эксплуатации (технических описаний) СИ;
- соответствие условий проведения измерений требованиям раздела 9;
- соответствие монтажа СИ требованиям эксплуатационной документации и раздела 5.

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

Начальник отдела 208  
ФГУП «ВНИИМС»

Б.А. Иполитов

Заместитель начальника отдела 208  
ФГУП «ВНИИМС»

А.М. Шаронов

Главный конструктор  
ООО НПО «Турбулентность-ДОН»

А.Н. Слонько

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

Р.В. Дворяшин

### Библиография

- [1] Приказ Министерства промышленности и торговли Российской Федерации от 02.07.2015 г. № 1815 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке»
- [2] Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 12.11.2018 г. № 2346 «Об утверждении Административного регламента по предоставлению Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии государственной услуги по утверждению типа стандартных образцов или типа средств измерений»
- [3] Приказ Минпромторга России от 30.11.2009 № 1081 «Об утверждении Порядка проведения испытаний стандартных образцов или средств измерений в целях утверждения типа, Порядка утверждения типа стандартных образцов или типа средств измерений, Порядка выдачи свидетельств об утверждении типа стандартных образцов или типа средств измерений, установления и изменения срока действия указанных свидетельств и интервала между поверками средств измерений, требований к знакам утверждения типа стандартных образцов или типа средств измерений и порядка их нанесения»
- [4] Приказ Минпромторга России от 15.12.2015 № 4091 «Об утверждении Порядка аттестации первичных референтных методик (методов) измерений, референтных методик (методов) измерений и методик (методов) измерений и их применения»

**Расчет пределов погрешности измерений объема ацетилена  
при стандартных условиях для модификации GFG-ΔP**

Б.1. Расчет пределов относительной погрешности измерений температуры газа.  
Диапазон изменения температуры газа от минус 50 до плюс 70 °С.

Таблица Б.1 Относительная погрешность измерений температуры

Температура измеряемой среды, °С	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, °С	Термодинамическая температура, К	Относительная погрешность измерений температуры, %
-50	0,250	223,15	±0,112
70	0,290	343,15	±0,085

Пределы относительной погрешности измерений температуры газа  $\delta_T$  составляют ±0,112 %

Б.2. Расчет пределов относительной погрешности измерений абсолютного давления.

Преобразователь избыточного давления, пределы допускаемой относительной погрешности при измерении давления ±0,25%, диапазон измерений от 20,79 кПа до 63 кПа.

Барометрическое давление принято за условно постоянный параметр 101,325 кПа.

Изменение барометрического давления в эксплуатации составляет от 84 до 106,7 кПа.

$$\delta_p = \sqrt{\left(\frac{P_u}{P}\right)^2 \delta_{P_u}^2 + \frac{1}{6} \left(\frac{P_b}{P}\right)^2 \left(\frac{P_{b\max} - P_{b\min}}{P_{b\max} + P_{b\min}}\right)^2},$$

где  $P_{b\max}$  и  $P_{b\min}$  - максимальное и минимальное барометрическое давление в эксплуатации.

$$\delta_p = \sqrt{\left(\frac{20,79}{104,790}\right)^2 0,25^2 + \frac{1}{6} \left(\frac{101,325}{104,790}\right)^2 \left(\frac{106,7 - 84,0}{106,7 + 84,0}\right)^2} = 4,70\%$$

Пределы относительной погрешности измерений абсолютного давления газа  $\delta_p$  составляют ±4,7 %

Б.3. Расчет пределов относительной погрешности измерений объемного расхода газа в рабочих условиях  $\delta_{qv}$ .

Значения  $\delta_{qv}$  составляют: ±1,5% в диапазоне  $Q_{\min} \leq Q < 0,01 Q_{\max}$ ;

±1,0% в диапазоне  $0,01 Q_{\max} \leq Q \leq Q_{\max}$ .

$\delta_{cv} = \pm 0,8\%$  (в соответствии с расчетом в ПК «Расходомер ИСО»)

в диапазоне расходов  $Q_{\min} \leq Q < 0,01 Q_{\max}$ :  $\delta_{qv} = \sqrt{1,5^2 + 0,8^2} = \pm 1,70\%$ ;

в диапазоне расходов  $0,01 Q_{\max} \leq Q \leq Q_{\max}$ :  $\delta_{qv} = \sqrt{1,0^2 + 0,8^2} = \pm 1,28\%$ .

Б.4 Относительная погрешность при вычислении, объемного расхода и объема газа, приведенного к стандартным условиям,  $\delta_v$  составляет  $\pm 0,02$  %.

Б.4. Погрешность расчета коэффициента сжимаемости ацетилена  $\delta_K$  составляет  $\pm 0,33$  % (в соответствии с расчетом в ПК «Расходомер ИСО»).

Б.5. Расчет пределов относительной погрешности измерений объема газа при стандартных условиях.

В диапазоне расходов при рабочих условиях  $Q_{\min} \leq Q < 0,01Q_{\max}$ :

$$\delta_{Vc} = \pm 1,1 \sqrt{1,70^2 + 0,112^2 + 4,70^2 + 0,02^2 + 0,33^2} = \pm 5,51 \%$$

В диапазоне расходов при рабочих условиях  $0,01Q_{\max} \leq Q \leq Q_{\max}$ :

$$\delta_{Vc} = \pm 1,1 \sqrt{1,28^2 + 0,112^2 + 4,70^2 + 0,02^2 + 0,33^2} = \pm 5,37 \%$$

Форма акта проверки состояния и применения средств измерений  
и соблюдения требований ФР.1.29.2020. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_   
наименование организации, проводящей проверку

**АКТ**

проверки состояния и применения средств измерений и соблюдения требований  
ФР.1.29.2020. \_\_\_\_\_  
от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

На узел учета

\_\_\_\_\_   
наименование проверяемого объекта, измеряемая среда

Адрес:

Основание: ввод в эксплуатацию/реконструкция

1 Перечень средств измерений: \_\_\_\_\_

- Расходомер Turbo Flow GFG- (модификация расходомера), заводской №

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/избыточное давление газа  
наименование газа

\_\_\_\_\_   
указываются диапазоны изменения параметров окружающей и измеряемой среды

4 Соответствие характеристик средств измерений установленным техническим  
требованиям и требованиям ФР.1.29.2020. \_\_\_\_\_ : (не)соответствуют в полном объеме,  
(не)поверены в установленном порядке

- Расходомер Turbo Flow GFG- (модификация расходомера), дата поверки

\_\_\_\_\_   
перечислить средства измерений и указать: поверен / не поверен

5 Пределы относительной погрешности измерений объема газа:

6 Результаты проверки соблюдения требований ФР.1.29.2020. \_\_\_\_\_:

Наименование операции проверки	Нормативный Документ	Соответствие	
		Да	Нет
6.1 Правильность монтажа средств измерений, вспомогательного оборудования, измерительного трубопровода	ФР.1.29.2020. _____, _____, техническая документация		
6.2 Алгоритм обработки результатов измерений (при отсутствии вычислителя)	ФР.1.29.2020. _____, _____, техническая документация		
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: Узел учета газа (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.

\_\_\_\_\_  
личная подпись

\_\_\_\_\_  
инициалы, фамилия

Представители:

Поставщик

\_\_\_\_\_  
личная подпись

\_\_\_\_\_  
инициалы, фамилия

Потребитель

\_\_\_\_\_  
личная подпись

\_\_\_\_\_  
инициалы, фамилия

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель

директора по инновациям

ФГУП «ВНИИМС»



Ф.В. Булыгин

«08» февраля 2021 г.

**Изменение №1** Инструкция. Государственная система обеспечения единства измерений Объем технически важных газов, приведенный к стандартным условиям. Методика измерений при помощи расходомеров Turbo Flow GFG.

Свидетельство об аттестации методики измерений № 208-61/RA.RU.311787/2020 от 10.07.2020 г.

В пункте 13.5.2.1 формулу (9) дополнить и изложить в редакции:

$$\delta_p = \sqrt{\left(\frac{P_u}{P}\right)^2 \delta_{P_u}^2 + \frac{1}{6} \left(\frac{P_\delta}{P}\right)^2 \cdot \left(\left(\frac{P_{\delta \max} - P_{\delta \min}}{P_{\delta \max} + P_{\delta \min}}\right) \cdot 100\right)^2},$$

В Приложении Б (справочное) в примере расчета формулы изложить в редак-

ции: 
$$\delta_p = \sqrt{\left(\frac{P_u}{P}\right)^2 \delta_{P_u}^2 + \frac{1}{6} \left(\frac{P_\delta}{P}\right)^2 \cdot \left(\left(\frac{P_{\delta \max} - P_{\delta \min}}{P_{\delta \max} + P_{\delta \min}}\right) \cdot 100\right)^2},$$

$$\delta_p = \sqrt{\left(\frac{20,79}{104,790}\right)^2 0,25^2 + \frac{1}{6} \left(\frac{101,325}{104,790}\right)^2 \cdot \left(\left(\frac{106,7 - 84,0}{106,7 + 84,0}\right) \cdot 100\right)^2} = 4,70\%$$

ФГУП «ВНИИМС» считает, что вносимые изменения являются исправлением технической ошибки и не влияют на показатели точности измерений.

ИСПОЛНИТЕЛИ:

от ФГУП «ВНИИМС»

  
А.М. Шаронов

от ООО НПО «Турбулентность-ДОН»

  
А.Н. Слонько

  
Р.В. Дворяшин

