

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### Расходомеры Turbo Flow GFG

#### Назначение средства измерений

Расходомеры Turbo Flow GFG (далее – расходомеры) предназначены для измерений объемного расхода и объема газа в рабочих условиях и вычислений объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, массового расхода и массы газа - природного, воздуха, азота, а также других однокомпонентных газов и газовых смесей известного состава.

#### Описание средства измерений

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

Сигналы, сформированные в электронном блоке, поступают в вычислитель параметров, в котором выполняются вычисления объема газа, объемного расхода и объема газа, приведенного к стандартным условиям, массового расхода и массы газа.

В состав расходомеров входят:

- преобразователь расхода (ПР);
- устройство формирования расхода (УФР), предназначенное для формирования парциального расхода, измеряемого ПР;
- преобразователь температуры (ПТ);
- преобразователь давления (ПД).

ПР выполнен в виде конструктивно законченного узла и состоит из:

- чувствительного элемента (ЧЭ) - струйного генератора с пьезопреобразователем;
- электронного блока (ЭБ);
- вычислителя параметров (ВП), принимающего информацию по каналам расхода, давления и температуры от ЭБ и вычисляющего объемный расход и объем газа, приведенный к стандартным условиям, а также массовый расход и массу газа по стандартизованным алгоритмам с учетом введенных физико-химических и теплофизических параметров измеряемой среды. ВП может иметь показывающее устройство для отображения информации и клавиатуру для управления. Вычислитель параметров может быть вынесен во внешний терминал (ВТ). ВТ подключается к ПР посредством цифровой линии связи (проводной или беспроводной). К одному ВТ можно подключить несколько ПР;

- блока интерфейсов (БИ), который предназначен для настройки расходомеров по каналам цифровой связи и для передачи данных по стандартным аналоговым и цифровым протоколам на внешний терминал, принтер, ПК или устройства передачи данных по проводным и беспроводным интерфейсам с целью интеграции в автоматизированных системах управления технологическими процессами (АСУТП). БИ позволяет подключать к расходомерам внешние преобразователи параметров (плотномеры, анализаторы точки росы, хроматографы) по стандартным аналоговым и цифровым интерфейсам;

- блока фильтра и диагностики состояния ПР (устанавливается дополнительно по специальному заказу). Выполняет функцию фильтра измеряемой среды, поступающей в ПР, и функцию диагностики его состояния. В расходомере предусмотрена возможность очистки фильтра в эксплуатации.

Для возможности дистанционного считывания и отображения информации (архивов, текущих и настроечных параметров) расходомер может быть укомплектован выносным терминалом индикации.

В зависимости от конструкции и состава УФР расходомеры имеют следующие модификации:

- модификация Turbo Flow GFG-F – расходомеры, в которых УФР представляет собой корпус круглого сечения - измерительный участок (включающий необходимые прямолинейные участки) с установленной в нем специальной диафрагмой с коническим входом износоустойчивого исполнения.

- модификация Turbo Flow GFG-Z – расходомеры, в которых УФР представляет собой корпус круглого сечения или измерительный трубопровод с установленным в его поперечном сечении напорным элементом в виде зонда;

- модификация Turbo Flow GFG-ΔP – расходомеры, в которых УФР представляет собой комплекс из измерительных камер, стандартного сужающего устройства и необходимых прямолинейных участков измерительного трубопровода;

- модификация Turbo Flow GFG-H – расходомеры, в которых ПР, УФР, ПТ и ПД (при наличии) конструктивно объединены в одном корпусе.

В зависимости от состава и выполняемых функций расходомеры имеют исполнения, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Исполнение	ПР, УФР	Преобразователи в составе расходомера		ВП	ВТ	Интерфейс для подключения внешних ПП	Выносной терминал
		ПТ	ПД				
C0	+	—	—	—	—	—	+\\*
C1T	+	+	—	+	—	—	+\\*
C1TP	+	+	+	+	—	—	+\\*
C1TRП	+	+	+	+	—	+	+\\*
C2TP	+	+	+	+	+	—	+\\*
C2TRП	+	+	+	+	+	+	+\\*

Примечание: «+» – входит в состав расходомера, «—» – не входит в состав расходомера  
+\\\* – может входить опционально (по заказу)

Для измерений объемного расхода газа в прямом и обратном направлениях (реверсивный режим) применяются модификации Turbo Flow GFG-F и Turbo Flow GFG –ΔP исполнения R с установкой на одном УФР двух встречно включенных по направлению потока ПР и диафрагм для измерения реверсивных потоков.

В зависимости от максимального избыточного давления в трубопроводе расходомеры имеют следующие исполнения:

- исполнение А – для установки в измерительные трубопроводы с максимальным избыточным давлением до 0,005 МПа включительно;
- исполнение В – для установки в измерительные трубопроводы с максимальным избыточным давлением до 0,6 МПа включительно;
- исполнение С – для установки в измерительные трубопроводы с максимальным избыточным давлением до 1,6 МПа включительно;
- исполнение D – для установки в измерительные трубопроводы с максимальным избыточным давлением до 6,3 МПа включительно;
- исполнение G – для установки в измерительные трубопроводы с максимальным избыточным давлением до 10 МПа включительно;
- исполнение Е – для установки в измерительные трубопроводы с максимальным избыточным давлением до 16 МПа включительно;
- исполнение К – для установки в измерительные трубопроводы с максимальным избыточным давлением до 20 МПа включительно;
- исполнение L – для установки в измерительные трубопроводы с максимальным избыточным давлением до 32 МПа включительно.

Расходомеры обеспечивают выполнение следующих функций:

- измерение объемного расхода газа в рабочих условиях и вычисление объема, объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, вычисление массового расхода и массы газов;
- архивирование в энергонезависимой памяти и вывод на показывающее устройство результатов измерений и вычислений объемного расхода, объема, температуры, давления, архивов событий и параметров функционирования;
- передачу измеренных данных, параметров настройки и архивной информации;
- разделение и ограничение напряжения и тока в искробезопасных цепях.

Расходомеры обеспечивают вывод на показывающее устройство (индикатор) следующих параметров:

- текущего значения объемного расхода газа;
- текущего значения объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям;
- текущего значения температуры измеряемой среды;
- текущего значения давления измеряемой среды;
- текущих параметров даты и времени;
- суммарного объема газа в рабочих условиях и объема газа, приведенного к стандартным условиям, средние значения температуры и давления за установленные интервалы времени (минуты, часы, сутки, месяц);
- суммарного накопленного объема газа в рабочих условиях и объема газа, приведенного к стандартным условиям, с момента пуска в эксплуатацию;
- времени работы с момента пуска в эксплуатацию;
- времени работы в режиме присутствия нештатных ситуаций;
- параметры функционирования расходомера.

Заводской номер в виде цифрового обозначения, нанесен методом лазерной гравировки на информационную табличку, закрепленную на ПР и ВТ (при наличии).

Общий вид расходомеров Turbo Flow GFG представлен на рисунках 1-10.



Рисунок 1 –  
Turbo Flow GFG-F



Рисунок 2 –  
Turbo Flow GFG-F



Рисунок 3 –  
Внешний терминал  
расходомера  
Turbo Flow GFG



Рисунок 4 –  
Внешний терминал  
расходомера  
Turbo Flow GFG в метал-  
лическом корпусе



Рисунок 5 –  
Turbo Flow GFG-FR  
реверсивный



Рисунок 6 –  
Turbo Flow GFG-ΔP



Рисунок 7 –  
Turbo Flow GFG-Z



Рисунок 8 –  
Turbo Flow GFG-H



Рисунок 9 –  
Выносной терминал



Рисунок 10 –  
Выносной терминал  
в металлическом  
корпусе

Схема пломбировки от несанкционированного доступа, обозначение мест нанесения знака поверки представлены на рисунках 11-17.

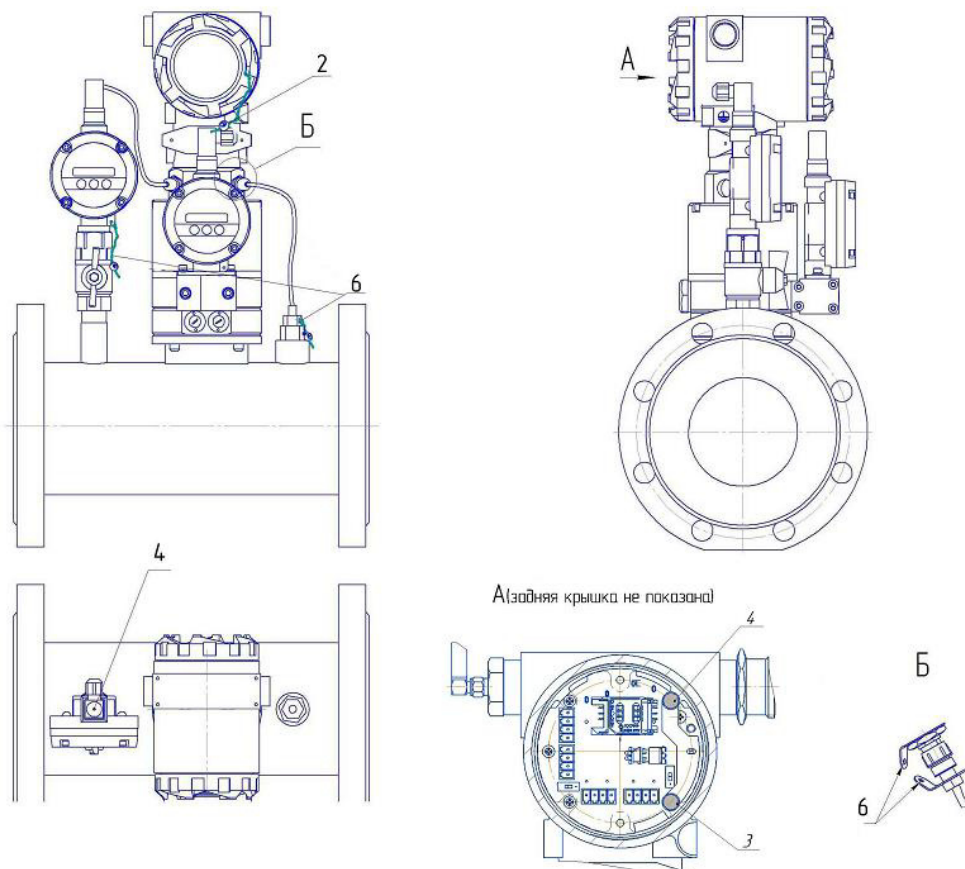


Рисунок 11 - Turbo Flow GFG-F

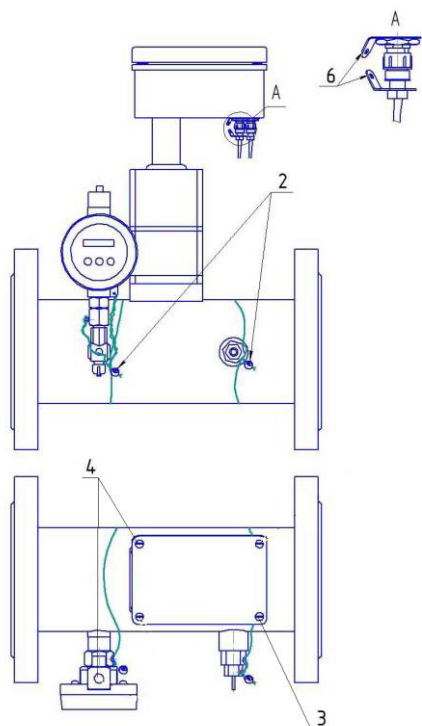


Рисунок 12 –Turbo Flow GFG-F

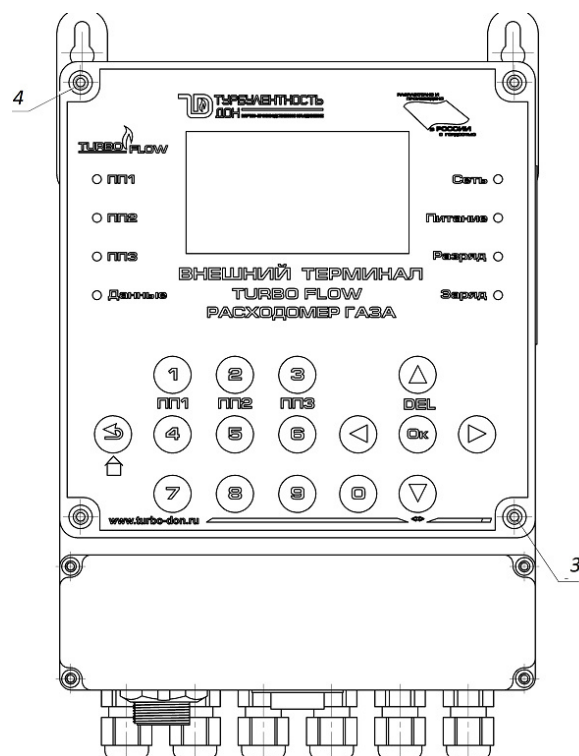


Рисунок 13 – Внешний терминал

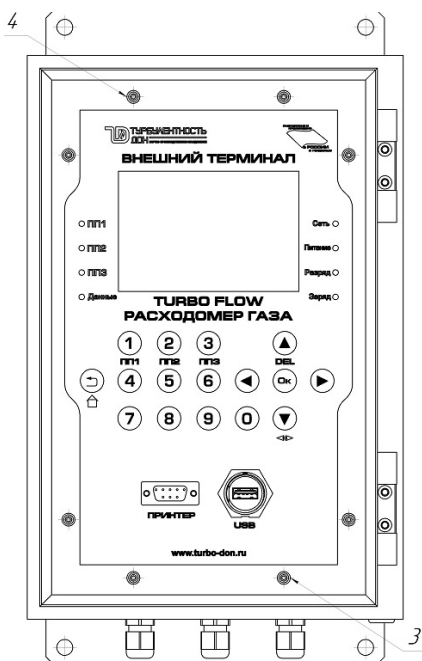


Рисунок 14 – Внешний терминал в металлическом корпусе

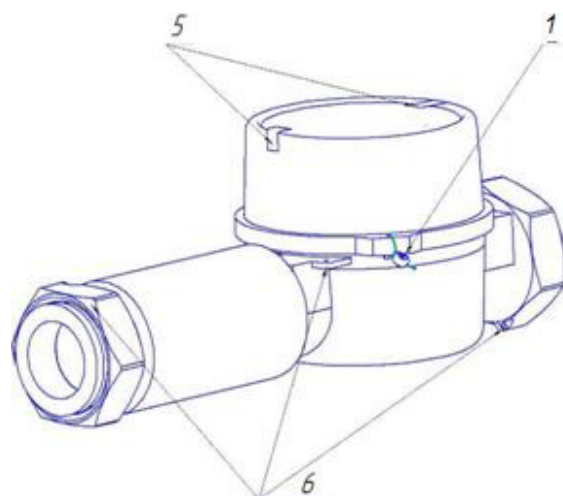


Рисунок 15 – Расходомер Turbo Flow GFG-H

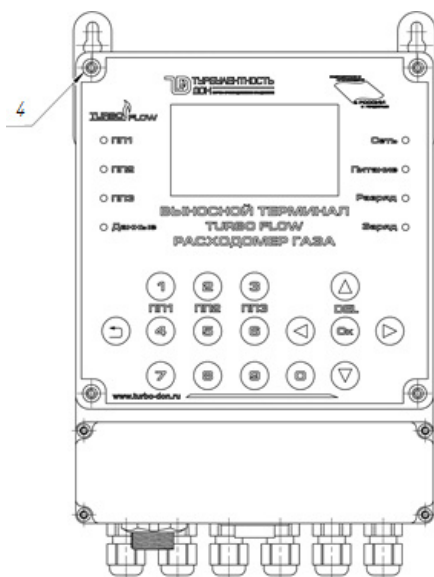


Рисунок 16 - Выносной терминал

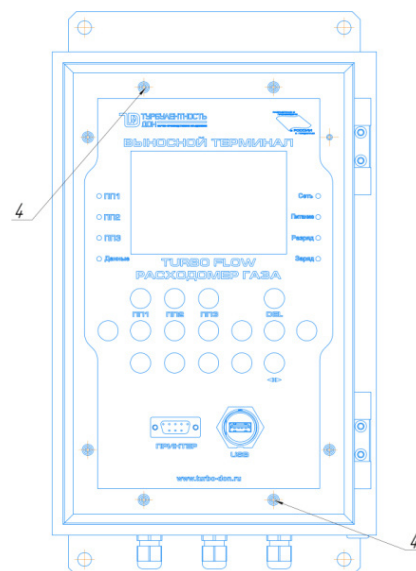


Рисунок 17 - Выносной терминал  
в металлическом корпусе

- 1 – пломба свинцовая для нанесения знака поверки;
- 2 – пломба свинцовая предприятия-изготовителя;
- 3 – места для нанесения знака поверки способом давления на специальную мастику;
- 4 – пломбы предприятия-изготовителя способом давления на специальную мастику;
- 5 – самоклеющаяся пломба из легкоразрушаемого материала предприятия-изготовителя;
- 6 – отверстия для пломбирования газоснабжающими организациями.

### Программное обеспечение

Программное обеспечение (ПО) расходомеров по аппаратному обеспечению является встроенным. Преобразование измеряемых величин и обработка измерительных данных выполняется с использованием внутренних аппаратных и программных средств. ПО хранится в энергонезависимой памяти. Программная среда постоянна, отсутствуют средства и пользовательская оболочка для программирования или изменения ПО.

Программное обеспечение разделено на:

- метрологически значимую часть;
- метрологически незначимую часть.

Разделение программного обеспечения выполнено внутри кода ПО на уровне языка программирования. К метрологически значимой части ПО относятся:

- программные модули, принимающие участие в обработке (расчетах) результатов измерений или влияющие на них;
- программные модули, осуществляющие отображение измерительной информации, ее хранение, передачу, идентификацию, защиту ПО и данных;
- параметры ПО, участвующие в вычислениях и влияющие на результат измерений;
- компоненты защищенного интерфейса для обмена данными с внешними устройствами.



Идентификационные данные ПО расходомеров приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	GFG
Номер версии (идентификационный номер МЗЧ) ПО, не ниже	4.51
Цифровой идентификатор ПО	0x0BF7815D
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора программного обеспечения	CRC-32

Недопустимое влияние на метрологически значимую часть ПО через интерфейс пользователя и интерфейс связи отсутствует. Метрологические характеристики расходомеров нормированы с учетом влияния программного обеспечения.

Уровень защиты программного обеспечения расходомеров от преднамеренных и непреднамеренных изменений соответствует уровню «высокий» в соответствии с Р 50.2.077-2014. Примененные специальные средства защиты в достаточной мере исключают возможность несанкционированной модификации, обновления (загрузки), удаления и иных преднамеренных изменений метрологически значимой части ПО и измеренных (вычисленных) данных.

### Метрологические и технические характеристики

Таблица 3 - Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение характеристики для модификации			
	GFG-H	GFG-Z	GFG-F	GFG-ΔP
Диапазон измерений расхода газа, м³/ч	от 0,016 до 300	от 30 до 280 000	от 0,016 до 280 000	от 0,35 до 280 000
Динамический диапазон Q <sub>min</sub> /Q <sub>max</sub>	1:100 (1:250*)	1:20 (1:50*)	1:100 (1:160*)	1:100
Диаметр условный, мм	от 10 до 100	от 100 до 1400	от 10 до 1400	от 50 до 1400
Пределы относительной погрешности при измерении объемного расхода газа в рабочих условиях, %, в диапазоне: Q <sub>min</sub> ≤ Q < 0,01 Q <sub>max</sub> : 0,01 Q <sub>max</sub> ≤ Q ≤ Q <sub>max</sub> :	± 1,5 ± 1,0			
Диапазон избыточного давления газа, МПа	от 0 до 6,3	от 0 до 32,0		
Верхние пределы измерений избыточного давления (ВПИ), МПа	0,0025; 0,004; 0,0063; 0,01; 0,016; 0,025; 0,04; 0,063; 0,1; 0,160; 0,25; 0,4; 0,6; 1,0; 1,6; 2,5; 4,0; 6,3; 10; 16; 20; 32			
Верхние пределы измерений абсолютного давления (ВПИ), МПа	0,1; 0,16; 0,25; 0,4; 0,6; 1,0; 1,6; 2,5; 4,0; 6,0; 6,3; 10; 16; 20; 32			
Пределы допускаемой относительной погрешности при измерении давления, %	± 0,25			
Рабочий диапазон измерений давления, % ВПИ	от 33 до 100			



Продолжение таблицы 3

Наименование характеристики	Значение характеристики для модификации			
	GFG-H	GFG-Z	GFG-F	GFG-ΔP
Диапазон температур газа, °C	от -20 до +70	от -50 до +70		
Пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении температуры, °C	± (0,15 + 0,002 t ) где t – измеряемая температура			
Пределы допускаемой относительной погрешности при вычислении массового расхода и массы газа, объема, объемного расхода и объема газа, приведенного к стандартным условиям, %	± 0,02			
Пределы допускаемой приведенной погрешности при преобразовании измеренного расхода газа в выходной токовый сигнал (от 4 до 20 мА), %	± 0,1			
Пределы допускаемой относительной погрешности при преобразовании расхода газа в выходной частотный сигнал, %	± 0,1			
Пределы допускаемой приведенной погрешности при измерении постоянного тока (от 4 до 20 мА), %	± 0,1			
* По специальному заказу				

Таблица 4 – Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение характеристики для модификации			
	GFG-H	GFG-Z	GFG-F	GFG-ΔP
Цифровые проводные интерфейсы	HART, MODBUS RTU			
Цифровые беспроводные интерфейсы	GSM, GPRS, Bluetooth, IrDA (ИК-порт), Zig Bee, M2M 433/868 МГц, NB-IoT, NB-Fi, LoRa			
Маркировка взрывозащиты ПР ВТ	1Ex db ib [ia Ga] IIC T4 Gb [Ex ib Gb] IIC			
Параметры питания, В:	от встроенной батареи 7,2	от встроенной батареи 7,2; от внешнего блока питания от 12 до 18; от сети переменного тока 50 Гц $220 \pm 10\%$		
Потребляемая мощность, Вт, не более	5,0	15,0		

Продолжение таблицы 4

Наименование характеристики	Значение характеристики для модификации			
	GFG-H	GFG-Z	GFG-F	GFG-ΔP
Условия эксплуатации: - температура окружающего воздуха, °C  - относительная влажность воздуха, %,	от -40 до +70	от -50 до +70		
	до 95			
Масса, кг	от 0,5 до 50	от 2 до 100	от 2 до 5000	
Габаритные размеры, мм:	от (120×82× 84) до (290×130× 135)	от (150x12 5x80) до (1800x3 00x300)	от (150x125x80) до (9000x2000x2000)	
Средняя наработка на отказ, ч, не менее	60 000			

### Знак утверждения типа

наносится на маркировочную табличку, закрепленную на ПР и ВТ (при наличии), методом аппликации и на титульные листы руководства по эксплуатации и паспорта типографским способом.

### Комплектность средства измерений

Комплект поставки расходомеров в таблице 5

Таблица 5 - Комплектность средства измерений

Наименование	Обозначение	Кол-во	Примечание
Расходомер Turbo Flow GFG	Turbo Flow GFG - H Turbo Flow GFG - F Turbo Flow GFG – Z Turbo Flow GFG – ΔP	1 шт.	Модификация в зависимости от заказа
Расходомеры Turbo Flow GFG. Руководство по эксплуатации	ТУАС.407299.001 РЭ	1 экз.	Допускается поставлять один экземпляр в один адрес отгрузки
Расходомер Turbo Flow GFG. Паспорт	ТУАС.407299.001 ПС	1 экз.	
ГСИ. Расходомеры Turbo Flow GFG. Методика поверки		1 экз.	Допускается поставлять один экземпляр в один адрес отгрузки
Комплект монтажных частей		1 компл.	

### Сведения о методиках (методах) измерений

Методика измерений представлена в разделе 1.5 руководства по эксплуатации «Расходомеры Turbo Flow GFG Руководство по эксплуатации ТУАС.407299.001 РЭ».

## **Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к средству измерений**

Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 11 мая 2022 г. № 1133 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений объемного и массового расходов газа»;

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;

ГСССД МР 118-2005 Расчет плотности, фактора сжимаемости, показателя адиабаты и коэффициента динамической вязкости умеренносжатых газовых смесей;

ГСССД МР 134-2007 Расчет плотности, фактора сжимаемости, показателя адиабаты и коэффициента динамической вязкости азота, ацетилена, кислорода, диоксида углерода, аммиака, аргона и водорода в диапазоне температур 200...425 К и давлений до 10 МПа;

ГСССД МР 273-2018 Методика расчетного определения плотности, фактора сжимаемости, скорости звука, показателя адиабаты, коэффициента динамической вязкости влажных газовых смесей в диапазоне температур от 263 К до 500 К при давлениях до 30 МПа;

ГСССД МР 229-2014 Методика расчетного определения термодинамических свойств и коэффициента динамической вязкости природного газа при температурах 250...350 К и давлениях до 30 МПа на основе ГОСТ Р 8.662-2009 и ГОСТ Р 8.770-2011;

ТУ 4213-014-70670506-2013 Расходомер Turbo Flow GFG. Технические условия.

## **Изготовитель**

Общество с ограниченной ответственностью НПО «Турбулентность-ДОН»  
(ООО НПО «Турбулентность-ДОН»)

ИНН 6141021685

Адрес юридического лица: 129110, г. Москва, вн.тер.г. Мещанский, ул. Щепкина, д. 47, стр. 1, оф. V, ком. 11

Адрес места осуществления деятельности: 346815, Ростовская обл., Мясниковский м.р-н, Краснокрымское с.п., автодорога Ростов-на-Дону – Новошахтинск тер., 1-й км, зд. 6/8

Телефон/факс: +7 (863) 203-77-80 / 203-77-81

E-mail: info@turbo-don.ru

## **Испытательный центр**

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы» (ФГБУ «ВНИИМС»)

Адрес: 119361, г. Москва, ул. Озерная, д. 46

Телефон: +7 (495) 437-55-77, факс: +7 (495) 437-56-66

Web-сайт: www.vniims.ru

E-mail: office@vniims.ru

Уникальный номер записи в реестре аккредитованных лиц № 30004-13.