

## Расходомеры Turbo Flow TFG модификаций TFG-S и TFG-H

**Назначение средства измерений**

Расходомеры Turbo Flow TFG модификаций TFG-S и TFG-H (далее – расходомеры) предназначены для измерений объемного расхода и объема газа (природного, свободного (попутного) нефтяного, азота, воздуха, инертных и других газов известного состава), приведенного к стандартным условиям.

**Описание средства измерений**

Принцип действия расходомеров основан на измерении массовой скорости потока газа в одной или нескольких точках поперечного сечения трубопровода. В качестве первичного преобразователя скорости газового потока используется термоанемометр постоянной разницы температуры, в качестве первичного измерительного преобразователя температуры измеряемой среды используется платиновый термопреобразователь сопротивления, давление измеряется вынесенным датчиком (преобразователем) абсолютного (избыточного) давления.

Аналого-цифровая система в режиме реального времени поддерживает постоянную разницу температур между нагреваемым чувствительным элементом термоанемометра и измеряющей температуру газа термопреобразователем. Мощность, необходимая для поддержания постоянной разницы температур, пропорциональна массовой скорости потока газа, прошедшего через измерительное сечение. Текущее значение расхода газа вычисляется по значению рассеиваемой тепловой мощности термоанемометра, составу и теплофизическим свойствам газа, параметрам давления, а также размерам чувствительного элемента первичного преобразователя и площади поперечного сечения трубопровода.

Расходомеры состоят из расходомерного шкафа (далее – РШ) и одного или нескольких преобразователей потока (далее – ПП). РШ представляет собой блок с клавиатурой и жидкокристаллическим индикатором (далее ЖКИ), включающий в себя блок питания, блок разделения и ограничения напряжения и тока в искробезопасных цепях и блок связи с внешней периферией (ПК, принтер, АСУ и т.п.). РШ обеспечивает выполнение следующих функций:

§ архивирование в энергонезависимой памяти и вывод на жидкокристаллический индикатор (далее - ЖКИ) результатов измерений и вычислений объема, расхода, температуры, давления и параметров функционирования;

§ передача оперативных данных, параметров настройки и архивной информации на принтер, ПК или устройство передачи данных (модем, контроллер, и т.п.) по проводным интерфейсам RS-232, RS-485, Ethernet или беспроводным интерфейсам;

§ разделение и ограничение напряжения и тока в искробезопасных цепях;

§ блока питания от промышленной сети  $220^{+10\%}_{-15\%}$  В,  $(50 \pm 1)$  Гц;

§ блока бесперебойного питания – от 12 до 18 В.

Конструкция РШ предусматривает отсутствие клавиатуры и ЖКИ. В этом случае РШ может использоваться как источник питания ПП напряжением  $18$  В от сети  $220^{+10\%}_{-15\%}$  В,  $(50 \pm 1)$  Гц с блоком разделения и ограничения напряжения и тока в искробезопасных цепях без дополнительных функций.

РШ с выходными искробезопасными электрическими цепями уровня «ib» имеет маркировку взрывозащиты [Ex ib] ПА и предназначен для установки вне взрывоопасных зон помещений и наружных установок.

Конструкция РШ предусматривает возможность его размещения в переносном кейсе.

Конструкция РШ предусматривает возможность подключения к нему одного или нескольких ПП.

ПП состоит из первичных преобразователей и блока вычисления расхода. Конструкция ПП предусматривает наличие клавиатуры и ЖКИ.

Архангельск (8182)63-90-72  
Астана (7172)727-132  
Астрахань (8512)99-46-04  
Барнаул (3852)73-04-60  
Белгород (4722)40-23-64  
Брянск (4832)59-03-52  
Владивосток (423)249-28-31  
Волгоград (844)278-03-48  
Вологда (8172)26-41-59  
Воронеж (473)204-51-73  
Екатеринбург (343)384-55-89  
Иваново (4932)77-34-06

Ижевск (3412)26-03-58  
Иркутск (395)279-98-46  
Казань (843)206-01-48  
Калининград (4012)72-03-81  
Калуга (4842)92-23-67  
Кемерово (3842)65-04-62  
Киров (8332)68-02-04  
Краснодар (861)203-40-90  
Красноярск (391)204-63-61  
Курск (4712)77-13-04  
Липецк (4742)52-20-81  
Киргизия (996)312-96-26-47

Магнитогорск (3519)55-03-13  
Москва (495)268-04-70  
Мурманск (8152)59-64-93  
Набережные Челны (8552)20-53-41  
Нижний Новгород (831)429-08-12  
Новокузнецк (3843)20-46-81  
Новосибирск (383)227-86-73  
Омск (3812)21-46-40  
Орел (4862)44-53-42  
Оренбург (3532)37-68-04  
Пенза (8412)22-31-16  
Казахстан (772)734-952-31

Пермь (342)205-81-47  
Ростов-на-Дону (863)308-18-15  
Рязань (4912)46-61-64  
Самара (846)206-03-16  
Санкт-Петербург (812)309-46-40  
Саратов (845)249-38-78  
Севастополь (8692)22-31-93  
Симферополь (3652)67-13-56  
Смоленск (4812)29-41-54  
Сочи (862)225-72-31  
Ставрополь (8652)20-65-13  
Таджикистан (992)427-82-92-69

Сургут (3462)77-98-35  
Тверь (4822)63-31-35  
Томск (3822)98-41-53  
Тула (4872)74-02-29  
Тюмень (3452)66-21-18  
Ульяновск (8422)24-23-59  
Уфа (347)229-48-12  
Хабаровск (4212)92-98-04  
Челябинск (351)202-03-61  
Череповец (8202)49-02-64  
Ярославль (4852)69-52-93

ППП обеспечивает выполнение следующих функций:

§ измерение температуры, давления, расхода и вычисление расхода и объема газа, приведенного к стандартным условиям;

§ архивирование в энергонезависимой памяти и вывод на ЖКИ результатов измерений и вычислений объема, расхода, температуры и давления и параметров функционирования;

§ передача оперативных данных, параметров настройки и архивной информации на РШ, принтер, ПК или устройство передачи данных (модем, контроллер, и т.п.) по проводным интерфейсам RS-232, RS-485 или беспроводным интерфейсам.

Предусматривается возможность функционирования ППП в автономном режиме с питанием от встроенной АКБ.

ППП выполнен во взрывобезопасном исполнении, имеет маркировку взрывозащиты 1 Ex ib IIA T1 и может устанавливаться во взрывоопасных зонах помещений и наружных установок.

В зависимости от конструкции первичного преобразователя и диаметра измерительного трубопровода расходомеры имеют следующие модификации:

§ модификация H, предназначена для установки в измерительные трубопроводы условным диаметром от 25 до 100 мм включительно с вынесенным чувствительным элементом для измерения температуры газа;

§ модификация S, предназначена для установки в измерительные трубопроводы условным диаметром от 50 до 1400 мм включительно с вынесенным или встроенным чувствительным элементом для измерения температуры газа.

В зависимости от максимального давления в трубопроводе расходомер имеет следующие исполнения:

§ исполнение A предназначено для установки в измерительные трубопроводы с рабочим давлением до 1,6 МПа включительно;

§ исполнение B предназначено для установки в измерительные трубопроводы с рабочим давлением до 6,3 МПа включительно;

§ исполнение C предназначено для установки в измерительные трубопроводы с рабочим давлением до 16 МПа включительно;

§ исполнение D предназначено для установки в измерительные трубопроводы с рабочим давлением до 32 МПа включительно.

В зависимости от измеряемой среды расходомер может иметь следующие диапазоны измерений температуры: от минус 60 до плюс 70 °С, от минус 60 до плюс 300 °С.

РШ и ППП конструктивно разделены и коммутируются при помощи кабеля связи.

На фото 1 приведен общий вид расходомера.



Turbo Flow TFG-S с 1 ППП



Turbo Flow TFG-S с 2 ППП



Turbo Flow TFG-S  
в переносном кейсе



Turbo Flow TFG-H

Фото 1. Общий вид расходомера Turbo Flow TFG.

На рисунке 1 приведены схемы пломбирования и обозначение мест для нанесения пломб в целях предотвращения несанкционированного вмешательства.

При выпуске из производства пломбы предприятия-изготовителя наносятся способом давления на специальную мастику в места, указанные на рис. 1 (1).

При первичной и периодической проверке поверительные клейма наносятся способом давления на специальную мастику в места, указанные на рис. 1 (2) по диагонали от пломб предприятия – изготовителя.

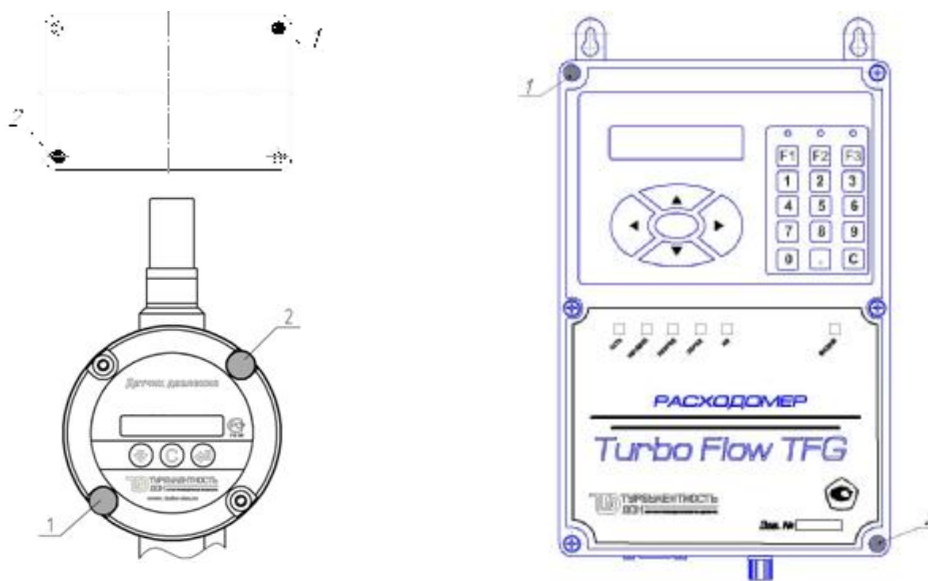


Рисунок 1. Схема пломбирования ПП и РШ расходомера

### Программное обеспечение

Программное обеспечение расходомеров (ПО ПП и ПО РШ) 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 ПП и РШ 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 представление 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 между метрологически значимой и незначимой частями ПО.

Идентификационные данные ПО ПП приведены в таблице 1.

Таблица 1

Наименование ПО	Разделитель	Идентификационное наименование ПО	Разделитель	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Разделитель	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО
TFG.ПП		01.03.2012		4.55		A8B1	CRC16 Modbus (полином 0x8005, начальное значение 0xFFFF)

Идентификационные данные ПО РШ приведены в таблице 2.

Таблица 2

Наименование ПО	Разделитель	Идентификационное наименование ПО	Разделитель	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Разделитель	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО
TFG.РШ		01.03.2012		5.4.4.6		66c84d15	CRC32

Примечание: в качестве разделителя используется пробел.

Недопустимое влияние на метрологически значимую часть ПО ПП и РШ через интерфейс пользователя и интерфейс связи отсутствует. Программное обеспечение ПП и РШ не оказывает влияния на метрологические характеристики средств измерений.

Защита программного обеспечения ПП и РШ от преднамеренных и непреднамеренных изменений соответствует уровню «С» по МИ 3286-2010. Примененные специальные средства защиты в достаточной мере исключают возможность несанкционированной модификации,

обновления (загрузки), удаления и иных преднамеренных изменений метрологически значимой части ПО ПП и РШ и измеренных (вычисленных) данных.

Дистанционный сбор данных, считывание архивов и передача параметров настроек расходомера может осуществляться по проводным интерфейсам RS-232, RS-485, Ethernet, USB или беспроводным интерфейсам.

### Метрологические и технические характеристики

Основные метрологические и технические характеристики расходомеров приведены в таблице 3.

Таблица 3

Характеристика	Значение характеристики	
	для модификации TFG-S	для модификации TFG-H
Диапазон измерений объемного расхода газа при стандартных условиях, м <sup>3</sup> /ч	от 1,25 до 588000	от 0,05 до 1200
Диаметр трубопровода, мм	от 50 до 1400	от 25 до 100
Пределы допускаемой относительной погрешности при измерении объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям, % - с использованием измерительного участка предприятия – изготовителя  - без использования измерительного участка предприятия – изготовителя	± 1,0 в диапазоне $0,015 Q_{\max} \leq Q \leq Q_{\max}$ ± 2,0 в диапазоне $Q_{\min} \leq Q < 0,015 Q_{\max}$  ± 1,5 в диапазоне $0,015 Q_{\max} \leq Q \leq Q_{\max}$ ± 2,5 в диапазоне $Q_{\min} \leq Q < 0,015 Q_{\max}$	
Диапазон измерений температуры газа, °С	от минус 60 до плюс 300	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении температуры, °С	± (0,3 + 0,005 ·  t ), где t – измеряемая температура, °С	
Пределы абсолютной погрешности при измерении времени, с	± 1 за 24 ч	
Диапазон скоростей потока, м/с	от 0,03 до 350	
Верхние пределы измерений избыточного давления (ВПИ), кПа	2,5; 4; 6,3; 10; 16; 25; 40; 63; 100; 160; 250; 400; 600	
МПа	1,0; 1,6; 2,5; 4,0; 6,3; 10; 16; 25; 32	
Рабочий диапазон измерений избыточного давления, % ВПИ	от 33 до 100	
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; 25; 32	
Рабочий диапазон измерений абсолютного давления, % ВПИ	от 33 до 100	
Пределы допускаемой относительной погрешности при измерении давления, %	± 0,5	
Динамический диапазон ( $Q_{\min}/Q_{\max}$ )	1:600	1:1500
Порог чувствительности	0,3 $Q_{\min}$	
Напряжение питания, В: - ПП: - внешнее, от РШ - от встроенной АКБ - РШ	от 9 до 18 7,2 220; АКБ 12; автономный источник (12 - 18)	
Потребляемая мощность, Вт, не более	15	

Характеристика	Значение характеристики	
	для модификации TFG-S	для модификации TFG-H
Условия эксплуатации ПП: - температура окружающего воздуха, °С	от минус 60 до плюс 70	
Условия эксплуатации РШ: - температура окружающего воздуха, °С	от плюс 5 до плюс 50	
Масса ПП, кг, не более	1,5	
Масса РШ, кг, не более	4,5; (6,0)*	
Габаритные размеры ПП, мм, не более	150x620x140	
Габаритные размеры РШ, мм, не более	160x275x130 (200x350x135)*	
Степень защиты ПП по ГОСТ 14254	IP65	
Степень защиты РШ по ГОСТ 14254	IP54	
Средняя наработка на отказ, ч, не менее	60 000	

\*- для расходомеров с двумя и более ПП.

Расходомеры обеспечивают индикацию следующих значений параметров:

- § текущего расхода газа;
- § суммарного объема газа за предыдущие и текущие сутки;
- § суммарного объема газа с момента включения расходомера;
- § суммарного объема газа за предыдущий и текущий месяц;
- § температуры газа;
- § давления газа;
- § времени наработки;
- § времени простоя;
- § текущих даты и времени.

Расходомеры обеспечивают хранение в памяти и вывод на печать среднечасовых и среднесуточных значений параметров расхода газа за 12 предыдущих месяцев.

### Знак утверждения типа

Наносится на лицевую панель РШ методом аппликации и на титульный лист руководства по эксплуатации и паспорта типографским способом.

### Комплектность средства измерений

Комплект поставки расходомера приведен в таблице 4.

Таблица 4

Наименование	Обозначение	Кол-во	Примечание
Расходомер Turbo Flow TFG	TFG-S TFG-H	1 шт.	в зависимости от заказа
Измерительный участок			по дополнительному заказу
Блок грозозащиты по питанию	TPS - 01	1 шт.	
Кожух защитный			по дополнительному заказу
Комплект монтажных частей	TFG.00.03.000 KM TFG-H.03.00.000 KM	1 к-т	в соответствии с паспортом
Расходомер Turbo Flow TFG модификаций TFG-S и TFG-H. Паспорт	ТУАС.407279.001 ПС	1 экз..	
Расходомеры Turbo Flow TFG модификаций TFG-S и TFG-H. Руководство по эксплуатации	ТУАС.407279.001 РЭ	1 экз.	

Наименование	Обозначение	Кол-во	Примечание
Расходомеры Turbo Flow TFG модификаций TFG-S и TFG-H. Методика поверки		1 экз.	

## Поверка

осуществляется по методике МП 51969-12 «Расходомеры Turbo Flow TFG модификаций TFG-S и TFG-H. Методика поверки», утвержденной ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМС» в августе 2012 г.

Основные средства поверки:

- установка расходомерная СПУ ПГ-2М, диапазон от 12 до 16000 м<sup>3</sup>/ч, пределы относительной погрешности при измерении объема газа ± 0,3%;
- установка поверочная УПСГ - 1600, диапазон от 0,8 до 1600 м<sup>3</sup>/ч, пределы относительной погрешности ± 0,31 %;
- установка поверочная УПГ-6500, ВПИ 6500 м<sup>3</sup>/ч, пределы относительной погрешности ± 0,5% при расходе до 0,04 м<sup>3</sup>/ч включительно; ± 0,3% - при расходе свыше 0,04 м<sup>3</sup>/ч;
- установка поверочная СПУ-5, диапазон от 0,016 до 25 м<sup>3</sup>/ч, пределы относительной погрешности ± 0,35% при использовании микросопел с пределами допускаемой относительной погрешности ± 0,25%; ± 0,45% при использовании микросопел с пределами допускаемой относительной погрешности ± 0,30 %;
- калибратор давления портативный Метран-517, диапазон от минус 100 кПа до 60 МПа, пределы относительной погрешности от ± 0,02 до ± 0,1 %;
- калибратор температуры эталонный КТ-110, диапазон от минус 40 до плюс 110 °С, погрешность воспроизведения температуры ±0,15 °С, нестабильность за 30 минут ±0,03 °С;
- калибратор температуры 150-ТС, диапазон от 45 °С ниже t окр. среды до плюс 150 °С, погрешность воспроизведения температуры ±0,2 °С, нестабильность ±0,03 °С;
- термостат жидкостный «Термотест-100», диапазон от минус 30 до плюс 100 °С, нестабильность поддержания установленной температуры в течение 1 часа в пределах ± 0,01 °С, неоднородность температурного поля в рабочем объеме термостата в пределах ± 0,01 °С;
- эталонный термометр ЭТС-100, диапазон от минус 196 до 0 °С, 3 разряд;
- эталонный термометр ЭТС-100, диапазон от 0 до плюс 660 °С, 3 разряд;
- частотомер электронный ЧЗ-63/1, диапазон от 0,1 до 10<sup>8</sup> Гц, пределы относительной погрешности ± 5x10<sup>-7</sup>.

## Сведения о методиках (методах) измерений

1 «ГСИ. Расход и объем природного газа. Методика измерений при помощи расходомеров Turbo Flow серии TFG ФР.1.29.2011.10157», утверждена ФГУП «ВНИИМС» в июне 2011 г.;

2 «Инструкция. ГСИ. Расход и объем свободного нефтяного (попутного) газа. Методика измерений при помощи расходомеров Turbo Flow серии TFG ФР.1.29.2010.06902», утверждена ФГУП «ВНИИМС» в феврале 2010 г.

## Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к расходомерам Turbo Flow TFG модификаций TFG-S и TFG-H

1. ГОСТ Р 8.618-2006 Государственная поверочная схема для средств измерений объемного и массового расхода газа.

2. ТУ 4213-009-70670506-2011 Расходомер Turbo Flow TFG модификаций TFG-S и TFG-H. Технические условия.

## Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений

Осуществление торговли и товарообменных операций.

Архангельск (8182)63-90-72  
Астана (7172)727-132  
Астрахань (8512)99-46-04  
Барнаул (3852)73-04-60  
Белгород (4722)40-23-64  
Брянск (4832)59-03-52  
Владивосток (423)249-28-31  
Волгоград (844)278-03-48  
Вологда (8172)26-41-59  
Воронеж (473)204-51-73  
Екатеринбург (343)384-55-89  
Иваново (4932)77-34-06

Ижевск (3412)26-03-58  
Иркутск (395)279-98-46  
Казань (843)206-01-48  
Калининград (4012)72-03-81  
Калуга (4842)92-23-67  
Кемерово (3842)65-04-62  
Киров (8332)68-02-04  
Краснодар (861)203-40-90  
Красноярск (391)204-63-61  
Курск (4712)77-13-04  
Липецк (4742)52-20-81  
Киргизия (996)312-96-26-47

Магнитогорск (3519)55-03-13  
Москва (495)268-04-70  
Мурманск (8152)59-64-93  
Набережные Челны (8552)20-53-41  
Нижний Новгород (831)429-08-12  
Новокузнецк (3843)20-46-81  
Новосибирск (383)227-86-73  
Омск (3812)21-46-40  
Оренбург (3532)37-68-04  
Пenza (8412)22-31-16  
Казахстан (772)734-952-31

Пермь (342)205-81-47  
Ростов-на-Дону (863)308-18-15  
Рязань (4912)46-61-64  
Самара (846)206-03-16  
Санкт-Петербург (812)309-46-40  
Саратов (845)249-38-78  
Севастополь (8692)22-31-93  
Симферополь (3652)67-13-56  
Смоленск (4812)29-41-54  
Сочи (862)225-72-31  
Ставрополь (8652)20-65-13  
Таджикистан (992)427-82-92-69

Сургут (3462)77-98-35  
Тверь (4822)63-31-35  
Томск (3822)98-41-53  
Тула (4872)74-02-29  
Тюмень (3452)66-21-18  
Ульяновск (8422)24-23-59  
Уфа (347)229-48-12  
Хабаровск (4212)92-98-04  
Челябинск (351)202-03-61  
Череповец (8202)49-02-64  
Ярославль (4852)69-52-93