

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель ГЦИ СИ -
заместитель директора
ФГУП «ВНИИМС»



В.Н. Яншин

№ 01 » августа 2012 г.

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

Методика поверки

г. Москва
2012 г.

Настоящая методика поверки распространяется на расходомеры Turbo Flow TFG модификаций TFG-S и TFG-H (далее расходомеры) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

Первичная поверка проводится на предприятии – изготовителе при выпуске из производства и после ремонта на том виде газа, на котором он будет использоваться. Периодическую поверку допускается проводить на воздухе.

После замены предприятием – изготовителем или его лицензиатом любых сборочных единиц (корпуса, кабельных вводов, клавиатуры и т.п.), кроме преобразователя потока, определяющего метрологические характеристики расходомера, поверку не проводят до истечения срока рекомендованной периодичности.

Интервал между поверками не более 3 лет.

Расходомеры Turbo Flow TFG модификаций TFG-H и TFG-S (для DN меньше 100 мм) должны поверяться на измерительных участках трубопровода с тем же условным диаметром (DN), на котором они применяются. Для поверки расходомеров модификации TFG-S, применяемых на трубопроводах с DN 100 и выше, должны применяться измерительные участки трубопровода согласно приложению А.

1 Операции поверки

1.1 При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	7.1	да	да
Проверка электрической прочности изоляции	7.2	да	нет
Проверка сопротивления изоляции	7.3	да	да
Проверка герметичности погружаемой части ГПП	7.4	да	да
Опробование	7.5	да	да
Определение метрологических характеристик	7.6	да	да

2 Средства поверки

2.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Номер пункта МП	Наименование основного или вспомогательного средства поверки	Тип средства поверки	Диапазон измерения	Погрешность, класс точности
7.5-7.6	Установка расходомерная	СПУ ПГ-2М	от 12 до 16000 ст.м ³ /ч	$\delta = \pm 0,3 \%$
7.5-7.6	Установка поверочная	УПСГ-1600	от 0,8 до 1600 м ³ /ч	$\delta = \pm 0,31 \%$

7.5-7.6	Установка поверочная	СПУ-5	от 0,016 до 25 м ³ /ч	$\delta = \pm 0,35 \%$ при использовании микросопел с $\delta = \pm 0,25 \%$; $\delta = \pm 0,45 \%$ при использовании микросопел с $\delta = \pm 0,30 \%$
7.5-7.6	Установка поверочная	УПГ-6500	ВПИ 6500 м ³ /ч,	$\delta = \pm 0,5 \%$ при расходе до 0,04 м ³ /ч включительно, $\delta = \pm 0,3 \%$ при расходе свыше 0,04 м ³ /ч;
7.2	Установка пробойная	УПУ-10М	исп. напряжение от 0 до 10000 В	$\delta = \pm 4 \%$
7.3	Мегаомметр	М 4100/3	от 0 до 100 МОм исп. напряж. 500 В	КТ 1,0
7.4	Стенд водяной высокого давления	СВД	до 60 МПа	
	Манометр	МТИф	до 40 МПа	КТ 0,6
7.6	Частотомер электронный	ЧЗ-63/1	от 0,1 Гц до 100 МГц	$\delta = \pm 5 \cdot 10^{-7}$
7.6	Термостат жидкостный	Термотест- 100	от минус 30 до плюс 100 °С,	нестабильность поддержания температуры в течение 1 часа $\pm 0,01$ °С, неоднородность температурного поля $\pm 0,01$ °С;
7.6	Калибратор температуры эталонный	КТ-110	от минус 40 до плюс 110 °С,	погрешность воспроизведения температуры $\pm 0,15$ °С нестабильность за 30 минут $\pm 0,03$ °С
7.6	Калибратор температуры ДВС	150-ТС	от 45 °С ниже t окр. среды до плюс 150 °С	погрешность воспроизведения температуры $\pm 0,2$ °С нестабильность $\pm 0,03$ °С;
7.6	Эталонный термометр	ЭТС-100	от минус 196 до 0 °С,	3 разряд
7.6	Эталонный термометр	ЭТС-100	от 0 до плюс 660 °С	3 разряд
7.6	Мультиметр	АМ-7030	от 0,001 Ом до 50 МОм	$\delta = \pm 1,5 \%$
7.6	Калибратор давления портативный	Метран-517	от 0 до 60 МПа	$\delta = \pm (0,02 - 0,1) \%$
7.7	Барометр	М - 67	600 – 800 мм рт.ст.	$\Delta = \pm 8$ мм рт.ст.

2.2 Допускается применение других средств измерений с характеристиками, не хуже приведенных в таблице 2.

2.3 Все средства измерений должны быть поверены в установленном порядке и иметь действующие свидетельства о поверке или оттиски поверительных клейм. Испытательное оборудование должно быть аттестовано.

3 Требования к квалификации поверителей

3.1 К проведению измерений при поверке и обработке результатов измерений допускаются лица, аттестованные в качестве поверителей, изучившие техническую документацию на расходомер, эксплуатационную документацию на используемые при проведении поверки средства измерений и прошедшие инструктаж по технике безопасности в установленном порядке.

4 Требования безопасности

4.1 При поверке расходомеров необходимо соблюдать требования техники безопасности, изложенные в эксплуатационной документации на расходомеры и средства поверки.

4.2 Электрооборудование, предусматривающее заземление, должно быть заземлено в соответствии с ГОСТ 12.1.030-81.

5 Условия поверки

5.1	При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:
- поверочная среда	воздух или газ известного состава
- температура окружающего воздуха, °C	20±5
- температура поверочной среды, °C	20±5
- относительная влажность воздуха, %	от 40 до 70
- атмосферное давление, кПа	от 84,0 до 106,7
- внешние электрические и магнитные поля, тряска, вибрация	отсутствуют
- в окружающей среде не должно быть масляных паров и паров агрессивных жидкостей	

6 Подготовка к поверке

6.1 Выдержать расходомер при температуре поверки не менее двух часов.

6.2 Средства поверки подготовить к работе в соответствии с руководствами по эксплуатации на них.

6.3 Подготовить расходомер к поверке в соответствии с руководством по эксплуатации. Настройку расходомера для работы с определенной измеряемой средой провести с помощью выбора в меню расходомера измеряемой среды.

6.4 Смонтировать расходомер на измерительном участке трубопровода с соблюдением требований Руководства по эксплуатации и проверить герметичность мест соединения.

6.5 Перед включением расходомера проверить выполнение требований безопасности, указанных в разделе 4.

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

7.1.1 При внешнем осмотре устанавливают соответствие расходомера следующим требованиям:

— соответствие комплектности, маркировки, пломбирования расходомера требованиям, указанным в эксплуатационной документации;

– отсутствие видимых повреждений и механических дефектов, препятствующих применению расходомера.

7.1.1 По результатам внешнего осмотра делают отметку в протоколе поверки.

Результаты поверки считают положительными, если расходомер удовлетворяет всем вышеперечисленным требованиям.

7.1.2 Расходомер, не удовлетворяющий перечисленным требованиям, дальнейшей поверке не подлежит.

7.2 Проверка электрической прочности изоляции

7.2.1 Проверку электрической прочности изоляции цепей 220 В, 50 Гц расходомера проводят с помощью установки пробойной УПУ-10М.

7.2.2 Испытательное напряжение 1500 В синусоидального переменного тока частотой 50 Гц прикладывают между соединенными накоротко сетевыми выводами и корпусом расходомерного шкафа (РШ) расходомера. Перед началом проверки тумблеры РШ СЕТЬ и АКБ должны быть в положении ВЫКЛ. Испытательное напряжение увеличивают с нуля до действующего значения плавно или равномерно ступенями, не превышающими 10% от значения испытательного напряжения. Изоляцию выдерживают под испытательным напряжением 1 минуту, после чего плавно снижают до нуля.

7.2.3 По результатам проверки электрической прочности изоляции делают отметку в протоколе поверки.

Результаты проверки считают положительными, если в течение 1 минуты не произошло пробоя или перекрытия изоляции, характеризующегося резким падением напряжения.

7.2.4 Расходомер, не выдержавший проверку, дальнейшей поверке не подлежит.

7.3 Проверка электрического сопротивления изоляции

7.3.1 Проверку сопротивления изоляции электрических цепей 220 В, 50 Гц РШ расходомеров проводят мегаомметром напряжением постоянного тока 500 В между корпусом РШ и соединенными накоротко сетевыми выводами РШ расходомера. Перед началом измерений тумблеры РШ СЕТЬ и АКБ должны быть в положении ВЫКЛ.

7.3.2 Показания мегаомметра отсчитывают через 1 минуту после подачи измерительного напряжения в электрическую цепь установки.

7.3.3 По результатам проверки сопротивления изоляции делают отметку в протоколе поверки.

Результаты проверки считают положительными, если сопротивление изоляции составило не менее 20 МОм.

7.3.4 Расходомер, не выдержавший проверку, дальнейшей поверке не подлежит.

7.4 Проверка герметичности

7.4.1 Проверку герметичности погружаемой части преобразователя потока (ПП) расходомера проводят при помощи испытательного стенда водяного высокого давления, на котором задают избыточное давление $1,25 \cdot P_r$, где P_r – рабочее давление измеряемой среды согласно исполнению прибора. Для гидравлического испытания погружаемой части ПП должна применяться вода температурой не ниже плюс 5 °С и не выше плюс 40 °С.

7.4.2 ПП с помощью монтажного комплекта монтируют на испытательный стенд, плавно повышают давление до $1,25 P_r$, контролируя давление по манометрам. Выдерживают ПП под испытательным давлением в течение не менее 10 мин, отслеживая падение давления по манометру. Затем снижают давление до номинального рабочего давления (согласно исполнению прибора) и производят осмотр места монтажа. Снимают давление, извлекают ПП и производят внешний осмотр.

7.4.3 По результатам проверки герметичности делают отметку в протоколе поверки.

Результаты проверки считают положительными, если в течение времени выдержки под избыточным давлением не наблюдалось течей, трещин, слезок, потения металла и падения давления по манометру.

7.4.4 Расходомер, не выдержавший проверку, дальнейшей поверке не подлежит.

7.5 Опробование

7.5.1 Установить ГП расходомера на измерительный участок трубопровода. Задать поверочной установкой расход 10 % от $Q_{\max}$. При этом на жидкокристаллическом индикаторе должны индцироваться значения расхода, температуры и давления, а показания накопленного объема должны увеличиваться. $Q_{\max}$ для расходомеров TFG-S рассчитывают по формуле (2), для расходомеров модификации TFG-H рассчитывают по формуле (4).

7.5.2 По результатам опробования делают отметку в протоколе поверки.

7.5.3 Расходомер, не удовлетворяющий перечисленным требованиям, дальнейшей поверке не подлежит.

7.6 Определение метрологических характеристик

7.6.1 Определение относительной погрешности расходомера при измерении объемного расхода, приведенного к стандартным условиям

7.6.1.1 Относительную погрешность расходомера при измерении объемного расхода, приведенного к стандартным условиям, определяют путем непосредственного сличения показаний расходов, измеренных расходомером и заданных эталонной установкой на расходах $Q_{\min}$, $0,005 Q_{\max}$, $0,015 Q_{\max}$, $0,1 Q_{\max}$, $0,25 Q_{\max}$, $0,5 Q_{\max}$, $0,8 Q_{\max}$ и $Q_{\max}$. Значения $Q_{\min}$ и $Q_{\max}$ для расходомеров модификации TFG-S рассчитывают по формулам:

$$Q_{\min} = 5 \cdot \left(\frac{DN(мм)}{100мм} \right)^2 \cdot \frac{P_{абс}(МПа)}{0,101325МПа} \quad (1)$$

$$Q_{\max} = 3000 \cdot \left(\frac{DN(мм)}{100мм} \right)^2 \cdot \frac{P_{абс}(МПа)}{0,101325МПа} \quad (2)$$

Значения $Q_{\min}$ и $Q_{\max}$ для расходомеров модификации TFG-H рассчитывают по формулам:

$$Q_{\min} = 0,8 \cdot \left(\frac{DN(мм)}{100мм} \right)^2 \cdot \frac{P_{абс}(МПа)}{0,101325МПа} \quad (3)$$

$$Q_{\max} = 1200 \cdot \left(\frac{DN(мм)}{100мм} \right)^2 \cdot \frac{P_{абс}(МПа)}{0,101325МПа} \quad (4)$$

где DN – условный диаметр измерительного сечения;

$P_{абс} = P_{атм} + P_{изб}$; $P_{атм} = 760$ мм.рт.ст. (0,101325 МПа).

7.6.1.2 Объемный расход, приведенный к стандартным условиям, задаваемый поверочной установкой, вычисляют согласно ГОСТ 2939-63 по формуле 5:

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

где: P_c – давление при стандартных условиях (0,101325 МПа);

T_c – температура при стандартных условиях (20 °C);

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

k – коэффициент сжимаемости газа.

Значение расхода в поверяемой точке допускается устанавливать с допуском $\pm 10\%$.

7.6.1.3 Изменение параметров измеряемой среды от установленного значения в процессе одной серии измерений должно быть не более: давления $\pm 1,0\%$; температуры $\pm 0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$; расхода $\pm 0,2\%$.

7.6.1.4 После выхода ПП на режим измерения (отклонение показаний по расходу не превышает $2\cdot\delta$) снимают показания - визуально с ЖК индикатора или через ПК с помощью специализированного ПО, в каждой поверяемой точке не менее двадцати значений расхода с интервалом не чаще одного раза за пять секунд. Вычисляют среднее арифметическое значение текущего расхода на i -том поверочном расходе Q_{pi} .

Значение относительной погрешности определяют по формуле 6:

$$\delta_i = \frac{Q_{pi} - Q_{yi}}{Q_{yi}} \cdot 100\% \quad (6)$$

где δ_i - относительная погрешность расходомера на i -том поверочном расходе, %;
 Q_{yi} - значение расхода, заданное поверочной установкой, $\text{ст.м}^3/\text{ч}$.

7.6.1.5 Результаты определения относительной погрешности расходомера заносят в протокол поверки.

Результаты поверки считают положительными, если относительная погрешность расходомера при измерении объемного расхода, приведенного к стандартным условиям, находится в пределах:

- $\pm 2,0\%$ в диапазоне расходов от $Q_{\min}$ до $0,015 Q_{\max}$, $\pm 1\%$ в диапазоне расходов от $0,015 Q_{\max}$ до $Q_{\max}$ при использовании измерительного участка предприятия-изготовителя;
- $\pm 2,5\%$ в диапазоне расходов от $Q_{\min}$ до $0,015 Q_{\max}$, $\pm 1,5\%$ в диапазоне расходов от $0,015 Q_{\max}$ до $Q_{\max}$ без использования измерительного участка предприятия-изготовителя.

7.6.1.6 Расходомер, не удовлетворяющий перечисленным требованиям, дальнейшей поверке не подлежит.

7.6.2 Определение абсолютной погрешности расходомеров при измерении температуры

7.6.2.1 Чувствительный элемент ПП расходомера помещают в колодец термостата на глубину 20 – 25 см, заранее установив режим «Поверка канала Т» с клавиатуры расходомера или с помощью программы АРМ.

7.6.2.2 Устанавливают на термостате температуру $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ и контролируют выход на режим термостата. После установления стабильных значений температуры снимают показания температуры с цифрового табло расходомера (или монитора ПК) и эталонного термометра сопротивления (не менее 10 значений).

7.6.2.3 Определяют среднее значение температуры за время измерения, а также среднее значение показаний температуры с поверяемого расходомера по формуле 7:

$$t_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^N t_i}{N} \quad (7)$$

где t_{cp} - среднее значение температуры за время измерения;
 N - количество измерений.

7.6.2.4 Значение абсолютной погрешности расходомера при измерении температуры $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ определяют по формуле 8:

$$\Delta t = (t_{cp\text{-изм.}} - t_{cp\text{-эт.}}) \quad (8)$$

7.6.2.5 Повторяют пункты 7.6.2.2 – 7.6.2.4 для температуры минус 20, плюс 20 и плюс 70 °С.

7.6.2.6 Результаты измерений заносят в протокол поверки.

Результаты определения абсолютной погрешности расходомеров при измерении температуры считают положительными, если абсолютная погрешность при измерении температуры находится в пределах $\pm (0,3 + 0,005 \cdot |t|)$, °С.

7.6.2.7 Расходомер, не удовлетворяющий вышеуказанным требованиям, дальнейшей поверке не подлежит.

7.6.3 Определение абсолютной погрешности расходомеров при измерении времени

7.6.3.1 Абсолютную погрешность при измерении времени определяют косвенным способом, основанном на измерении периода следования частоты $T_{\text{изм}}$ встроенных часов расходомера (кратного периоду сигналов часового кварцевого генератора) с последующим расчетным определением погрешности на основании $T_{\text{изм}}$.

7.6.3.2 Подключить вход частотомера к диагностическому разъему контроля частоты задающего генератора часов реального времени (RTC) РШ расходомера. Измерить период следования импульсов частоты встроенных часов расходомера $T_{\text{изм}}$ с числом знаков не менее шести. Определить значение абсолютной погрешности при измерении времени по формуле 9:

$$\Delta T = (T_{\text{изм}} - 1) \cdot 3600 \cdot 24, \quad (9)$$

где $T_{\text{изм}}$ – измеренный период следования частоты при измерении времени, с.

7.6.3.3 Результаты определения абсолютной погрешности расходомеров при измерении времени заносят в протокол.

Результаты поверки считают положительными, если абсолютная погрешность расходомера при измерении времени находится в пределах ± 1 с.

7.6.3.5 Расходомер, не удовлетворяющий перечисленным требованиям, дальнейшей поверке не подлежит.

7.6.4 Определение относительной погрешности при измерении давления

7.6.4.1 Определение относительной погрешности расходомера при измерении давления проводят с помощью калибратора давления, обеспечивающего создание абсолютного (избыточного) давления в рабочем диапазоне измерения давления расходомером. Установить значение верхнего предела измерения (ВПИ) давления в настройках расходомера.

Подключить первичный преобразователь давления к калибратору давления. Определить погрешность измерения давления в трех контрольных точках:

$$P_1 = 0,33 P_{\text{max}};$$

$$P_2 = (P_1 + P_3) / 2;$$

$$P_3 = P_{\text{max}}, \text{ где } P_{\text{max}} - \text{ВПИ.}$$

7.6.4.2 Для согласования характеристик эталонных средств измерений с расчетными значениями контрольных точек допускается отклонение значений давления, поданного на вход первичного преобразователя давления, от расчетного значения не более чем на $\pm 0,05 P_{\text{max}}$ (5 % ВПИ).

В случае применения задатчика избыточного давления значение эталонного давления определяется по формуле $P_{\text{эт}} = P_{\text{эт.изб}} + P_{\text{бар}}$,

где $P_{\text{бар}}$ – показания барометра;

$P_{\text{эт.изб}}$ – значение избыточного давления, заданное эталонным средством.

7.6.4.3 В каждой точке выполняют по одному измерению при прямом и обратном ходе и вычисляют значение погрешности по формуле:

$$\delta_{pi} = \left(\frac{P_{изм}}{P_{эт}} - 1 \right) \cdot 100\%,$$

где $P_{изм}$ — показание расходомера;

$P_{эт}$ — давление, заданное калибратором.

7.6.4.4 Результаты измерений заносят в протокол поверки.

Результаты поверки считают положительными, если значение относительной погрешности при измерении давления находится в пределах $\pm 0,5\%$.

8 Оформление результатов поверки

8.1 По результатам поверки расходомера оформляют протокол, форма которого приведена в Приложении Б.

8.2 Положительные результаты поверки оформляют записью в паспорте.

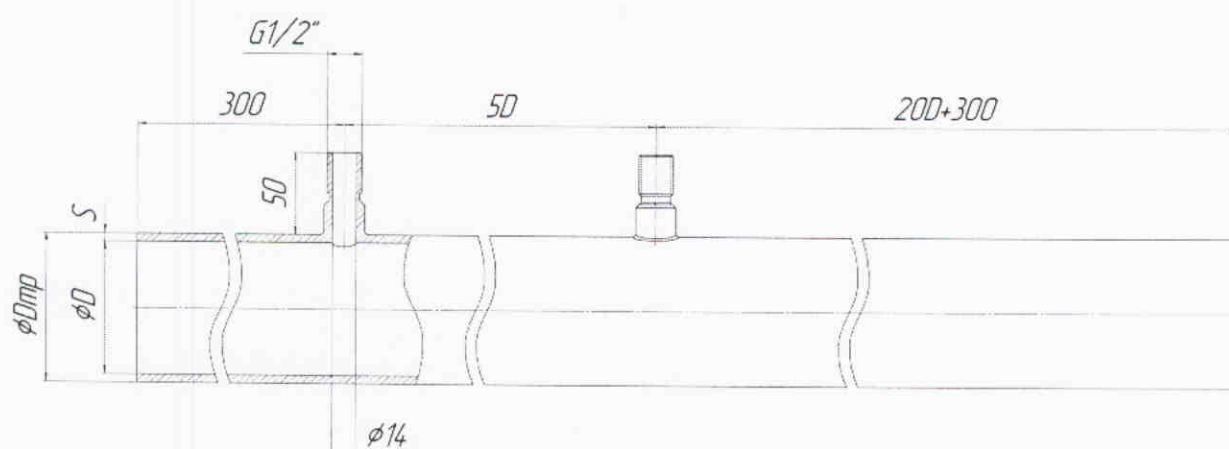
8.3 Положительные результаты периодической поверки при отсутствии паспорта оформляют свидетельством о поверке, форма которого приведена в Приложении 1 ПР 50.2.006.

8.4 При положительных результатах поверки поверительное клеймо способом давления на специальную мастику наносится по диагонали от пломбы предприятия - изготовителя в одно из мест, предназначенных для нанесения клейм на РШ и ПП расходомеров (приложение В). Поверительные клейма наносят в соответствии с ПР 50.2.007-2001.

8.5 При отрицательных результатах первичной поверки расходомер считают непригодным к применению и в эксплуатацию не допускают.

8.6 При отрицательных результатах периодической поверки расходомер считают непригодным к применению, поверительное клеймо гасят и оформляют извещение о непригодности расходомера с указанием причин в соответствии с ПР 50.2.006.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)



Расходомер	D, мм	D _{гр} , мм	S, мм	Материал
TFG-H	25	32	3,5	Труба стальная бесшовная горячедеформированная ГОСТ 8732
	32	38	3	
	40	45	2,5	
TFG-H, TFG-S	50	57	3,5	
	65	73	4	
	80	89	4,5	
	100	108	8	
TFG-S	100	108	8	
	150	159	4,5	

Рисунок А.1 Измерительный участок для расходомеров TFG.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б (рекомендуемое)

Протокол поверки № _____ от « _____ » _____ 20____ г.

Расходомер Turbo Flow TFG- _____ № _____ г. выпуска

1 Условия поверки:

- поверочная среда
- температура окружающего воздуха, °С
- температура поверочной среды, °С
- относительная влажность воздуха, %
- атмосферное давление, кПа
- внешние электрические и магнитные поля, тряска, вибрация

2 Средства поверки

3 Операции поверки

3.1 Внешний осмотр

3.2 Проверка электрического сопротивления изоляции

3.3 Проверка герметичности погружаемой части ПП

3.4 Опробование

3.5 Определение метрологических характеристик

3.5.1 Определение относительной погрешности при измерении объемного расхода, приведенного к стандартным условиям

Таблица А.1

Значение расхода, ст.м ³ /ч	$Q_{\min}$	$0,005 Q_{\max}$	$0,015 Q_{\max}$	$0,1 Q_{\max}$	$0,25 Q_{\max}$	$0,5 Q_{\max}$	$0,8 Q_{\max}$	$Q_{\max}$
Q_y								
Q_{pi}								
Погрешность, %								
Пределы погрешности, %	$\pm 2,0 (2,5)$		$\pm 1,0 (1,5)$					

3.5.2 Определение абсолютной погрешности при измерении температуры газа
Таблица А.2

Значение температуры, °C				
$t_{\text{эт}}$				
$t_{\text{изм}}$				
Абсолютная погрешность, °C				
Пределы абсолютной погрешности, $\pm$ °C				

3.5.3 Определение абсолютной погрешности при измерении времени
Таблица А.3

Измеренный период следования частоты $T_{\text{изм}}$, с	Абсолютная погрешность при измерении времени ΔT , с	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, $\pm$, с
		1

3.5.4 Определение относительной погрешности при измерении давления
Таблица А.4

Заданное (эталонное) давление,	Измеренное давление		Относительная погрешность, %	Предел допускаемой относительной погрешности, $\pm$, %
	при прямом ходе	при обратном ходе		

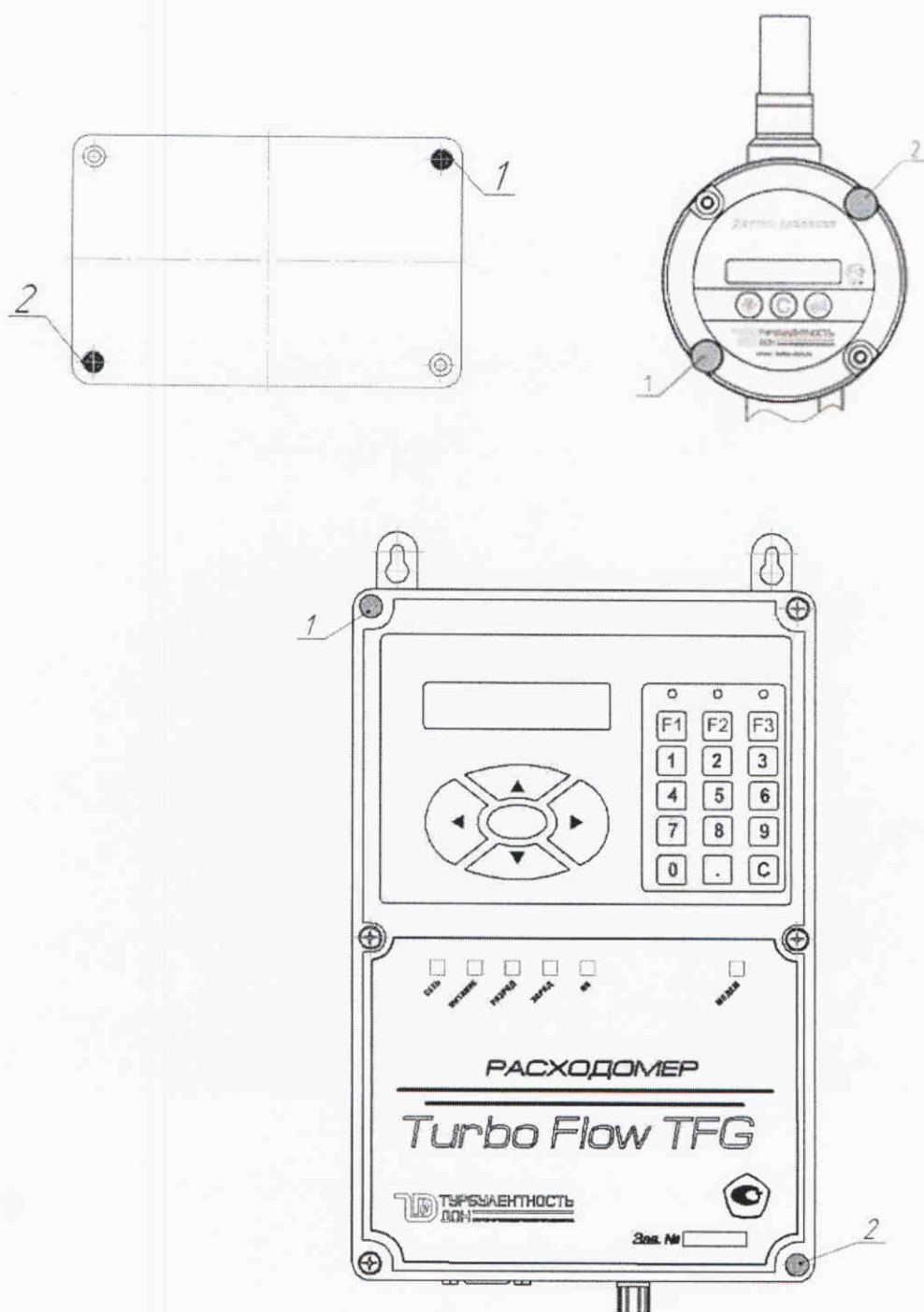
Заключение:

Поверитель:

ФИО

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Схема пломбирования ГП и РШ расходомера



1 и 2 – места для нанесения пломбы предприятия-изготовителя и поверительного клейма способом давления на мастику.