

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

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
ФГБУ «ВНИИМС»



Ф.В. Булыгин

« 09 » июня 2023 г.

**«ГСИ. Расходомеры – счетчики газа ультразвуковые Turbo Flow UFG.
Методика поверки»**

МП 208-026-2023

г. Москва
2023 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки применяется для поверки Расходомеров – счетчиков газа ультразвуковых Turbo Flow UFG (далее - расходомеры), используемых в качестве рабочих средств измерений, и устанавливает требования к методам и средствам их первичной и периодических поверок.

1.2 В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблицах 1-3.

Таблица 1 – Расходомеры – счетчики газа ультразвуковые Turbo Flow UFG-H

	Диапазон расходов* ¹	
	$Q_{min} \leq Q < 0,01 Q_{max}$	$0,01 Q_{max} \leq Q < Q_{max}$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа при рабочих условиях, для комбинаций пар приемопередатчиков:		
исполнение Д - 1 пара приемопередатчиков, %	±3,0	±1,5
исполнение Г - 2 пары приемопередатчиков, %	±2,0	±1,0
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений давления* ⁵ , %	±0,5	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры газа* ⁵ , °С	$\pm(0,5 + 0,005 \cdot t)$, где t – измеряемая температура	
Пределы допускаемой относительной погрешности расходомера при преобразовании значения расхода газа в частотный выходной сигнал* ⁵ , %	±0,1	
Пределы допускаемой относительной погрешности вычислителя ВР, вычислений массового расхода и массы газа, объемного расхода и объема газа, приведенного к стандартным условиям* ⁵ , %	±0,01	

Таблица 2 – Расходомеры – счетчики газа ультразвуковые Turbo Flow UFG-F

	Диапазон расходов* ¹	
	$Q_{min} \leq Q < 0,01 Q_{max}$	$0,01 Q_{max} \leq Q < Q_{max}$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа при рабочих условиях, для комбинаций пар приемопередатчиков:		
исполнение Д - 1 пара приемопередатчиков, %	±3,0/3,2* ² (3,5)* ³	±1,5/1,7* ² (2,0)* ³
исполнение Г - 2, 4* ⁴ пары приемопередатчиков, %	±2,0/2,2* ² (2,5)* ³	±1,0/1,2* ² (1,5)* ³
исполнение В - 2, 4, 6, 8 пар приемопередатчиков, %	±1,0/1,2* ² (1,5)* ³	
исполнение Б - 4, 6, 8 пар приемопередатчиков, %	±0,5/0,7* ² (1,0)* ³	
исполнение А - 4, 6, 8, 12* ⁸ , 16* ⁸ пар приемопередатчиков, %	±0,5/0,7* ² (0,7)* ³	
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений давления* ⁵ , %	$\pm(0,1 + 0,01 \cdot \text{ВПИ}/P)$, где P – измеряемое давление	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры газа* ⁵ , °С	$\pm(0,15 + 0,002 \cdot t)$, где t – измеряемая температура	

Пределы допускаемой относительной погрешности измерений плотности газа для исполнения C5TP* ^{6*7} , % при рабочих условиях при стандартных условиях	$\pm 0,14; \pm 0,3; \pm 0,5; \pm 1,5$ $\pm (X + 0,1 \%)$, где X – пределы допускаемой относительной погрешности измерений плотности газа в рабочих условиях
Пределы допускаемой приведенной к диапазону измерений погрешности расходомера при преобразовании значения расхода газа в токовый выходной сигнал от 4 до 20 мА* ⁵ , %	$\pm 0,1$
Пределы допускаемой относительной погрешности расходомера при преобразовании значения расхода газа в частотный выходной сигнал* ⁵ , %	$\pm 0,1$
Пределы допускаемой относительной погрешности вычислителя ВР, вычислений массового расхода и массы газа, объемного расхода и объема газа, приведенного к стандартным условиям* ⁵ , %	$\pm 0,01$

Таблица 3 – Расходомеры – счетчики газа ультразвуковые Turbo Flow UFG-Z

	Диапазон расходов* ¹	
	$Q_{\min} \leq Q < 0,01 Q_{\max}$	$0,01 Q_{\max} \leq Q < Q_{\max}$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа при рабочих условиях: исполнение Д - 1 пара приемопередатчиков, %	$\pm 3,0/3,2^{*2*9}$	$\pm 1,5/1,7^{*2*9}$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений давления* ⁵ , %	$\pm (0,1 + 0,01 \cdot \text{ВПИ}/P)$, где P – измеряемое давление	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры газа* ⁵ , °C	$\pm (0,15 + 0,002 \cdot t)$, где t – измеряемая температура	
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений плотности газа для исполнения C5TP* ^{6*7} , % при рабочих условиях при стандартных условиях	$\pm 0,14; \pm 0,3; \pm 0,5; \pm 1,5$ $\pm (X + 0,1 \%)$, где X – пределы допускаемой относительной погрешности измерений плотности газа в рабочих условиях	
Пределы допускаемой приведенной к диапазону измерений погрешности расходомера при преобразовании значения расхода газа в токовый выходной сигнал от 4 до 20 мА* ⁵ , %	$\pm 0,1$	
Пределы допускаемой относительной погрешности расходомера при преобразовании значения расхода газа в частотный выходной сигнал* ⁵ , %	$\pm 0,1$	
Пределы допускаемой относительной погрешности вычислителя ВР, вычислений массового расхода и массы газа, объемного расхода и объема газа, приведенного к стандартным условиям* ⁵ , %	$\pm 0,01$	

- *¹ конкретные значения указываются в эксплуатационной документации изготовителя.
- *² погрешность в зависимости от метода проведения поверки – проливной / имитационный (первичный имитационный и/или периодический имитационный при условии первичной поверки проливным методом);
- *³ в скобках указана погрешность при периодическом имитационном методе, при условии проведения первичной поверки имитационным методом.
- *⁴ исполнение с 4 парами приемопередатчиков для UFG-F с DN 200 и более;
- *⁵ для всех исполнений кроме С4. Для исполнения С4 метрологические характеристики соответствуют эксплуатационной документации на применяемый корректор объема газа «Суперфлоу 23»;
- *⁶ диапазон измерений плотности газа в рабочих условиях зависит от модификации преобразователя плотности UDM, входящего в состав расходомера, и указывается в эксплуатационной документации изготовителя;
- *⁷ пределы допускаемой относительной погрешности измерений плотности газа в рабочих условиях зависит от модификации и поддиапазона измерений преобразователя плотности UDM входящего в состав расходомера;
- *⁸ по специальному заказу с удвоенным количеством пар ультразвуковых приемопередатчиков только для исполнения С1ТР/2;
- *⁹ без учета погрешности измерений геометрических параметров измерительного сечения.

1.3 При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается передача следующих единиц физических величин:

- единицы объемного и массового расхода газа в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 11.05.2022 № 1133 Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений объемного и массового расхода газа, подтверждающая прослеживаемость к Государственному первичному эталону единиц объемного и массового расходов газа ГЭТ 118-2017 методом непосредственного сличения и методом косвенных измерений;

- единицы избыточного давления в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 20.10.2022 № 2653 Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа, подтверждающая прослеживаемость к Государственному первичному эталону единиц давления – паскаля ГЭТ 23-2010 методом непосредственного сличения;

- единицы абсолютного давления в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 06.12.2019 № 2900 Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений абсолютного давления диапазоне $1 \cdot 10^{-1}$ - $1 \cdot 10^7$ Па, подтверждающая прослеживаемость к Государственному первичному эталону единицы давления для области абсолютного давления в диапазоне $1 \cdot 10^{-1}$ - $7 \cdot 10^5$ Па ГЭТ 101-2011 методом непосредственного сличения;

- единицы температуры в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 23.12.2022 № 3253 Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры, подтверждающая прослеживаемость к Государственному первичному эталону единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С ГЭТ 34-2020 и Государственному первичному эталону единицы температуры в диапазоне от 0,3 до 273,16 К ГЭТ 35-2021 методом непосредственного сличения;

- единицы частоты в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2360 Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты, подтверждающая прослеживаемость к Государственному первичному эталону единиц времени, частоты и национальной шкалы времени методом непосредственного сличения;

- единицы силы постоянного электрического тока в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 01.10.2018 № 2091 Об утвер-

ждении Государственной поверочной схемы для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А, подтверждающая прослеживаемость к Государственному первичному эталону единицы силы постоянного электрического тока ГЭТ 4-91 методом непосредственного сличения.

- единицы плотности в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной Приказом Росстандарта от 01.11.2019 № 2603 Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений плотности, подтверждающим прослеживаемость к Государственному первичному эталону единицы плотности ГЭТ 18-2014 посредством применения стандартных образцов состава искусственных газовых смесей.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 Для поверки расходомеров должны быть выполнены операции, указанные в таблице 4.

Таблица 4

Наименование операции поверки	Проведение операций при		Номер раздела (пункта) методики поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование	Да	Да	8
Проверка программного обеспечения	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10
Определение метрологических характеристик при измерении объемного расхода (объема) газа*: - имитационным методом - проливным методом			
	Да	Да	10.1
	Да	Да	10.2
Определение погрешности УПР при преобразовании значения расхода газа в частотный и токовый сигнал	Да	Да	10.3
Определение абсолютной погрешности при измерении температуры**	Да	Да	10.4
Определение относительной погрешности при измерении давления***	Да	Да	10.5
Определение погрешности ВР****	Да	Нет	10.6
*проводится или имитационным, или проливным методом; **для расходомеров с преобразователем температуры; ***для расходомеров с преобразователем давления; ****Для исполнений C1T, C1TP, C2TP, C2TP/2, C5TP.			

2.2 Результат проверки по каждому пункту настоящей методики считают положительным, если выполняются требования, указанные в соответствующем пункте и/или в опи-

сании типа на расходомеры. При получении отрицательных результатов при любой операции поверки, расходомер считают не прошедшим поверку и дальнейшие операции поверки не проводят.

2.3 Допускается проведение поверки расходомеров только для измерений объемного расхода (объема) газа при рабочих условиях по п. 10.2 в соответствии с заявлением владельца средства измерений с обязательным указанием в свидетельстве о поверке информации об объеме проведенной поверки. В случае необходимости дальнейшего применения расходомера для измерений других величин, проводят поверку по пунктам настоящей методики за исключением пп. 10.1, 10.2, 10.3.

2.4 Допускается проведение поверки расходомеров только для поддиапазона измерений от $0,01Q_{\max}$ до $Q_{\max}$.

2.5 Для расходомеров с полным дублированием в соответствии с заявлением владельца средства измерений допускается оформление результатов поверки для каждого комплекта преобразователей расхода, давления и температуры.

2.6 Поверку расходомеров исполнений С4 и С5ТР проводят поэлементно.

2.6.1 При поверке расходомеров исполнения С4 проверяют наличие оформленных в установленном порядке положительных результатов поверки Корректора объема газа «Суперфлоу 23», входящего в состав расходомера, по документу СНАГ.407229.001 МП Корректоры объема газа «Суперфлоу 23». Методика поверки. Операции по пунктам 10.4 и 10.5 не проводят.

2.6.2 При поверке расходомеров исполнения С5ТР проверяют наличие оформленных в установленном порядке положительных результатов поверки Преобразователя плотности газа Turbo Flow UDM, входящего в состав расходомера, по документу МП 2302-0003-2022 Государственная система обеспечения единства измерений. Преобразователи плотности газа Turbo Flow UDM. Методика поверки.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

- поверочная среда	воздух или газ известного состава
- температура окружающего воздуха, °С*	от 15 до 25
- температура поверочной среды, °С	от 15 до 25
- относительная влажность воздуха, %	от 30 до 95
- атмосферное давление, кПа	от 84,0 до 106,7
- изменение температуры окружающей среды за время поверки, °С, не более	2
- время выдержки расходомера до начала поверки при температуре поверки, не менее, ч	1

* При поверке расходомеров имитационным методом на измерительной линии или применении поверочных установок на природном газе допускается проведение поверки при температуре окружающего воздуха и поверочной среды от минус 23 до плюс 55 °С.

В случае применения в качестве поверочной среды природного газа необходимо обеспечить контроль его компонентного состава в соответствии с требованиями ГОСТ 31371.7-2020 «Газ природный. Определение состава методом газовой хроматографии с оценкой неопределенности. Часть 7. Методика измерений молярной доли компонентов», ГОСТ 31370-2008 «Газ природный. Руководство по отбору проб», ГОСТ 14920-79 «Газ сухой. Метод определения компонентного состава» с использованием потоковых или лабораторных хроматографов.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 Проведение поверки должен выполнять персонал, отвечающий требованиям, предъявляемым к поверителям средств измерений, знающий принцип действия используемых при проведении поверки эталонов и средств измерений, изучивший настоящую методику поверки, эксплуатационную документацию на расходомеры и прошедший инструктаж по технике безопасности.

4.2 Допускается проводить поверку с привлечением обученного персонала, под непосредственным руководством поверителя.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

При проведении поверки расходомеров применяют средства измерений и эталоны, указанные в таблице 5.

Таблица 5

Операции поверки требующие применение средств поверки (номер пункта настоящей методики)	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
8,3 10.2	Рабочий эталон 1-го разряда по приказу Росстандарта от 11.05.2022 № 1133	Установка поверочная СПУ-6, регистрационный номер 69032-17
10.3	Вольтметр, диапазон измерений от 0 до 50 В, КТ 0,5	Мультиметр АМ-7030, регистрационный номер 27587-04
	Частотомер, диапазон измеряемых частот от 1 МГц до 200 МГц, пределы допускаемой относительной погрешности по частоте за год $\pm 5 \cdot 10^{-8}$	Частотомер электронно-счетный ЧЗ-85/5, регистрационный номер 56478-14
	Источник постоянного тока, диапазон от 0 до 30 В, пределы абсолютной погрешности ± 200 мВ	Калибратор давления портативный Метран-517, регистрационный номер 39151-08
10.4	Термостат, диапазон температуры от -65 до 280 °С, пределы абсолютной погрешности $\pm 0,05$ °С	Калибратор температуры КТ-2, регистрационный номер 85591-22 Термостат жидкостный ТЕРМО-ТЕСТ-05-02, регистрационный номер 39300-09
	Термометр эталонный, диапазон измерений температуры от -65 до 280 °С, доверительные границы абсолютной погрешности при вероятности 0,95 при температуре +0,01 °С, не более $\pm 0,02$ °С	Термометр сопротивления эталонный ЭТС-100, регистрационный номер 19916-00
	Диапазон измерений от 0 до 400 Ом, пределы абсолютной погрешности $\pm (0,005-0,015)$ Ом, 4 разряд	Мультиметр многоканальный прецизионный Метран-514-ММП, регистрационный номер 32005-06

10.5	Преобразователь давления эталонный, диапазон измерений абсолютного давления от 0,1 до 32 МПа, пределы основной относительной погрешности от $\pm 0,02$ до $\pm 0,05$ %	Манометр грузопоршневой МП мод. МП-600, регистрационный номер 58794-14
		Модуль давления эталонный Метран-518 А6МВ, регистрационный номер 39152-12
3	Прибор комбинированный, диапазон измерений: температура от -10 до +60 °С; влажность от 10 до 95 %; давление: от 700 до 1100 гПа. Погрешность измерений абсолютная: температуры $\pm 0,3$ °С; влажности $\pm 3,0$ %; давления: $\pm 2,5$ гПа	Термогигрометр ИВА-6Н-Д, регистрационный номер 46434-11
10.2	Измерительная катушка с известными параметрами измерительного сечения	Измерительная катушка
8, 10	ПО «АРМ «UFG View»	ПО «АРМ «UFG View»
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

6 ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки соблюдают требования безопасности, определяемые:

- правилами безопасности труда, действующими в поверочной лаборатории;
- правилами безопасности, действующими на предприятии;
- правилами безопасности при эксплуатации используемых средств поверки, приведенными в их эксплуатационной документации.

6.2 Монтаж и демонтаж расходомера в измерительную линию должен производиться согласно его эксплуатационной документации при неработающей поверочной установке.

6.3 Монтаж и демонтаж расходомера должны производиться при отсутствии давления в измерительной линии.

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

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

При внешнем осмотре устанавливают соответствие расходомера следующим требованиям:

7.1 Надписи и обозначения на расходомере должны быть четкими и соответствовать требованиям эксплуатационной документации.

7.2 Видимые повреждения и механические дефекты, препятствующие применению расходомера, должны отсутствовать.

7.3 Пломбы должны находиться на местах, определенных эксплуатационной документацией на расходомер.

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

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Перед проведением поверки поверяемый расходомер должен быть подготовлен к работе согласно руководству по эксплуатации.

8.2 Монтаж расходомера модификации Turbo Flow UFG-Z в бескорпусном исполнении проводят в соответствии с руководством по эксплуатации в измерительную катушку с известными геометрическими параметрами измерительного сечения, подготовленную изготовителем поверяемого расходомера.

8.3 При поверке расходомеров проливным методом убеждаются в изменении показаний расходомера при изменении расхода газа на поверочной установке и наличии показаний значений давления и температуры. Проверка осуществляется при помощи программного обеспечения ПО «АРМ «UFG View» (далее - ПО), установленного на компьютер. На поверочной установке задают значения расхода $0,01Q_{\max} \pm 5\%$, $0,05Q_{\max} \pm 5\%$, $0,25Q_{\max} \pm 5\%$, $0,7Q_{\max} \pm 5\%$ и заносят все результаты измерений в ПО в автоматическом или ручном режиме. ПО в автоматическом режиме проводит необходимые диагностические процедуры и сообщает о наличии или отсутствии ошибок и неисправностей, препятствующих дальнейшему проведению поверки. Время измерения на каждом значении расхода должно составлять не менее 100 сек.

8.4 При поверке имитационным методом на месте эксплуатации убеждаются в наличии показаний значений расхода, давления и температуры до выполнения процедуры перекрытия расхода.

8.5 При поверке имитационным методом при снятии расходомера с газопровода убеждаются в показаниях по измерительным каналам расхода, давления и температуры расходомера любым доступным способом, задавая расход вентилятором, компрессором и т.п., при этом скорость воздушного потока по показаниям поверяемого расходомера не должна превышать 20 м/с.

8.6 Результаты опробования считают положительными, если значения скорости потока и расхода газа по показаниям расходомера отличны от нуля, а значения параметров температуры и давления соответствуют значениям, перечисленным в п. 3.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 При проверке идентификационных данных программного обеспечения (далее - ПО) определяют:

- идентификационное наименование программного обеспечения;
- номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения;
- цифровой идентификатор (контрольная сумма исполняемого кода) программного обеспечения.

9.2 Включают расходомер. После подачи питания встроенное ПО расходомера выполняет ряд самодиагностических проверок, в том числе проверку целостности конфигурационных данных и неизменности исполняемого кода путем расчета и публикации контрольной суммы.

При этом на показывающем устройстве расходомера должны отражаться следующие данные:

- идентификационное наименование ПО;
- номер версии (идентификационный номер) ПО;

- цифровой идентификатор (контрольная сумма) ПО.

9.3 Результаты поверки считают положительными, если идентификационные данные программного обеспечения соответствуют идентификационным данным программного обеспечения, приведенным в описании типа расходомеров.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Определение метрологических характеристик при измерении расхода газа имитационным методом

Поверка имитационным методом может быть выполнена одним из двух способов:

- со снятием расходомера с трубопровода;
- без снятия расходомера с трубопровода в рабочих условиях на месте эксплуатации.

Проведение поверки без снятия расходомера с трубопровода в рабочих условиях на месте эксплуатации возможно только в том случае, если участок трубопровода с установленным расходомером может быть полностью изолирован и в УПР отсутствует поток газа.

При проведении поверки имитационным методом соблюдают условия, указанные в таблице 6.

Таблица 6

Наименование параметра	Значение
Изменение абсолютного давления поверочной среды, %	$\pm 0,2 (\pm 0,4^*)$
Изменение температуры поверочной среды, °С	$\pm 0,2 (\pm 0,4^*)$
*Значение для расходомеров с пределами допускаемой относительной погрешности более $\pm 0,5$ %	

10.1.1 При проведении поверки без снятия расходомера с трубопровода выполняют следующие операции:

Для обеспечения удобства контроля за отсутствием утечек через запорную арматуру частично стравливают газ из изолированного участка. При этом давление в изолированном участке трубопровода должно отличаться от давления в остальном трубопроводе не менее, чем на 10 % или 0,1 МПа.

Участок трубопровода в 5Ду до и после расходомера, а также сам расходомер должны быть закрыты от попадания солнечных лучей и находиться на достаточном расстоянии от источников тепла во избежание неравномерного нагрева корпуса УПР и поверхности трубопровода.

10.1.2 При проведении поверки со снятием расходомера с трубопровода выполняют следующие операции:

Поверку расходомера, демонтированного с трубопровода, проводят в помещении при стабильной температуре воздуха (Таблица 6). На фланцы расходомера устанавливают заглушки, оснащенные штуцерами для подачи тестового газа в корпус расходомера и монтажа преобразователей температуры и давления. Для поверки расходомера исполнения С0 подключают преобразователи температуры и давления.

Корпус расходомера заполняют поверочной средой пока абсолютное давление газа не достигнет значения, соответствующего среднему рабочему давлению, но не менее 0,2 МПа. После чего для стабилизации температуры и давления выдерживают расходомер не менее 1 часа. В качестве поверочной среды рекомендуется использовать азот (особой чистоты по ГОСТ 9293-74 Азот газообразный и жидкий. Технические условия). Внутренняя полость корпуса расходомера перед заполнением азотом должна быть предварительно продута тем же самым азотом. Рекомендуется перед подачей азота из корпуса расходомера откачать воздух.

Примечание: допускается проводить поверку по п. 10.1.2 при любом значении давления измеряемой среды в пределах диапазона, указанного паспорте на расходомер, но не менее 0,2 МПа.

10.1.3 Выполняют следующие операции:

- запускают программу ПО «АРМ «UFG View» раздел «Тест канала U»
- вводят компонентный состав газа;
- устанавливают флаг «Использовать в вычислениях $V_{зв}$ ».

Проверку смещения нуля УПР проводят после стабилизации давления и температуры газа во внутренней полости УПР (см. таблицу 6) и выполняют измерение скорости потока газа по каждому акустическому каналу.

Производят измерение скорости звука и скорости потока газа при нулевом расходе, считывая параметры скорости потока – усредненную и по каждому акустическому пути, скорость звука – усредненную по лучам и для каждого акустического пути. Измеренные значения считывают из раздела «Тест канала U».

Проверку отклонений измеренных скоростей звука от расчетного значения по каждому акустическому каналу и отклонений значений измеренных скоростей звука по парам акустических каналов не следует начинать до тех пор, пока показания измеряемой скорости звука в газе будут изменяться в пределах 0,2 м/с в течение не менее 10 минут.

В качестве значений скоростей звука принимают их средние значения, измеренные за промежутки времени 300 с.

Скорость распространения звука в однокомпонентных газах рассчитывают по измеренным значениям давления и температуры газа, а в многокомпонентных газах по измеренным значениям давления, температуры и компонентного состава газа.

Расчет скорости звука в поверочной среде проводят в соответствии с нормативными документами, устанавливающими методы расчета физических свойств данных газов. Допускается применение аттестованного программного обеспечения реализующего методы определения скорости звука.

Определяют относительное отклонение измеренных значений скорости звука от расчетных значений для всех лучей, δC_{oi} по формуле 1:

$$\delta C_{oi} = \frac{C_{oi} - C_{op}}{C_{op}} \cdot 100\% \quad (1)$$

где C_{oi} – измеренное значение скорости звука по каждому лучу, м/с;

C_{op} – расчетное значение скорости звука, м/с.

Наибольшее относительное отклонение значений скорости звука между лучами определяют по формуле 2:

$$\delta C_{o\max} = \frac{C_{o\max} - C_{o\min}}{\bar{C}_o} \cdot 100\% \quad (2)$$

где $C_{o\max}$ – максимальное значение скорости звука по лучам, м/с;

$C_{o\min}$ – минимальное значение скорости звука по лучам, м/с;

$\bar{C}_o$ – среднее значение скорости звука по всем лучам, м/с.

Результаты поверки считают положительными, если:

1) Измеренные значения скорости газа при нулевом расходе за 300 с не превышают значений:

$\pm 0,012$ м/с для расходомеров с пределами допускаемой относительной погрешности измерений объемного расхода от $\pm 0,7\%$ до $\pm 1,5\%$;

$\pm 0,024$ м/с для расходомеров с пределами допускаемой относительной погрешности измерений объемного расхода от $\pm 1,5\%$ включительно.

2) Относительные отклонения расчетной скорости звука в поверочной среде от измеренных скоростей звука по каждому акустическому каналу не должны превышать 0,3%

3) Наибольшее относительное отклонение значений скорости звука между лучами не превышает 0,3%:

10.2 Определение относительной погрешности при измерении расхода газа проливным методом

Монтаж расходомера в измерительную линию поверочной установки осуществляют в соответствии с эксплуатационными документами на расходомер и поверочную установку. Расходомеры модификации Turbo Flow UFG – Z в бескорпусном исполнении предварительно устанавливают в измерительную катушку согласно требованиям, приведенным в эксплуатационном документе на расходомер.

Измерения проводят при следующих значениях объемного расхода газа Q , с допусковым отклонением:

$Q_{\max} - 5\%$;
 $0,7Q_{\max} \pm 5\%$;
 $0,5Q_{\max} \pm 5\%$;
 $0,25Q_{\max} \pm 5\%$;
 $0,1Q_{\max} \pm 5\%$;
 $0,05Q_{\max} \pm 5\%$;
 $0,01Q_{\max} \pm 5\%$;
 $Q_{\min} + 5\%$.

Допускается производить измерения в произвольном числе равно распределенных значений расхода (не менее 6 точек). Для удобства допускается округление дробной доли расхода в большую или меньшую сторону.

При поверке расходомеров с условными диаметрами DN200 и более допускается измерения при значении объемного расхода $Q_{\max}$ не проводить, ограничиваясь значением объемного расхода газа $0,7Q_{\max}$.

При каждом значении объемного расхода проводят не менее трех измерений длительностью не менее 100 с каждое. Для расходомеров с пределами допускаемой погрешности измерений объемного расхода (объема) $\pm 0,5\%$ проводят не менее десяти измерений длительностью не менее 100 с каждое.

Результаты измерений объемного расхода (объема), полученные по показаниям эталонного средства измерений, Q_{si} ($i = 1, 2, \dots, n$) приводят к рабочим условиям поверяемого расходомера Q_{sri} по формуле 3:

$$Q_{sri} = \frac{P_{si}}{P_{si} - \Delta P_{smi}} \cdot \frac{T_{mi} z_{mi}}{T_{si} \cdot z_{si}} \cdot Q_{si} \quad (3)$$

где P_{si} , T_{si} – результаты измерений абсолютного статического давления и термодинамической температуры потока газа в месте расположения эталонного средства измерения;

P_{mi} , T_{mi} – результаты измерений абсолютного статического давления и термодинамической температуры газа в месте расположения поверяемого расходомера;

$\Delta P_{smi} = P_{si} - P_{mi}$ – разница давлений перед эталонным средством измерений и перед поверяемым расходомером при условии расположения эталонного СИ выше по потоку;

z_{si} – коэффициент (фактор) сжимаемости среды, рассчитанный при температуре и давлении на участке эталонного средства измерений;

z_{mi} – коэффициент (фактор) сжимаемости среды, рассчитанный при температуре и давлении на участке поверяемого расходомера.

Определяют относительную погрешность расходомера в процентах по формуле 4:

$$\delta = \frac{Q_{mi} - Q_{sri}}{Q_{sri}} \cdot 100\%, \quad (4)$$

где Q_{mi} – результаты измерений расхода газа поверяемым расходомером.

Примечания:

- Допускается проводить измерения и обработку результатов измерений по объему среды. Результаты измерений объемного расхода (объема), полученные по показаниям эталонного средства измерения допускается приводить к рабочим условиям поверяемого расходомера по эксплуатационной документации на поверочную установку.

- Допускается применение корректировочных коэффициентов, определенных для каждого значения расхода.

Результаты поверки считают положительными, если значения относительной погрешности находятся в пределах, указанных в эксплуатационной документации на конкретный расходомер.

10.3 Определение погрешности УПР при преобразовании значения расхода газа в частотный и токовый сигнал.

Погрешность определяют при трех значениях расхода в рабочих условиях в трех точках Q_{max} , $0,1 Q_{max}$ и Q_{min} .

К частотному выходу электронного блока подключить частотомер, к токовому выходу вольтметр универсальный и источник питания постоянного тока (от 12 до 24 В). Допускается применять универсальный калибратор унифицированных сигналов.

С помощью ПО «АРМ «UFG View» войти в режиме «Тест выходных сигналов F,I». В режиме эмуляции задать значения расхода в расходомер, считать значения следующих параметров:

- значение расхода в рабочих условиях $Q_{изм}$ с показывающего устройства расходомера или с дисплея компьютера, м³/ч;

- значение частоты $F_{изм}$ – с частотомера, Гц;

- значение тока $I_{изм}$ – с токовой шкалы вольтметра, мА.

Определить расчетные значения частоты и тока по формулам 5 и 6:

$$F_{расч} = F_{max} \cdot Q_{изм} / Q_{max} \quad (5)$$

$$I_{расч} = ((I_{max} - I_0) \cdot Q_{изм} / Q_{max}) + I_0, \quad (6)$$

где F_{max} , I_{max} и Q_{max} – максимальные значения частоты (Гц), тока (мА) и расхода (м³/ч), заданные для шкалы выходного сигнала;

I_0 – значение тока, соответствующее нулевому значению расхода, мА, для шкалы выходного сигнала.

Указанные величины F_{max} , I_{max} и Q_{max} приведены в паспорте поверяемого расходомера и внесены в настроечную базу расходомера.

Вычислить относительную погрешность расходомера по частотному выходу в каждой точке расхода по формуле 7:

$$\delta_F = ((F_{изм} - F_{расч}) / F_{расч}) \cdot 100\% \quad (7)$$

где $F_{изм}$ – значение частоты с частотомера, Гц.

Расходомер считают прошедшим поверку, если значения относительной погрешности частотного выхода δ_F расходомера находятся в пределах $\pm 0,1 \%$.

Вычисляют приведенную погрешность по токовому выходу в каждой точке расхода по формуле 8:

$$\gamma_I = \left((I_{\text{изм}} - I_{\text{расч}}) / (I_{\text{max}} - I_0) \right) \cdot 100\% \quad (8)$$

где $I_{\text{изм}}$ - значение тока с токовой шкалы вольтметра, мА.

Результаты поверки считают положительными, если значения приведенной погрешности токового выхода γ_I расходомера находятся в пределах $\pm 0,1 \%$.

10.4 Определение абсолютной погрешности измерений температуры

10.4.1 Первичный преобразователь температуры расходомера и эталонный термометр помещают в колодец термостата так, чтобы рабочие части преобразователя и термометра были полностью погружены. Выбирают режим «Поверка канала Т» в ПО «АРМ «UFG View».

10.4.2 Устанавливают на термостате температуру 0°C и контролируют выход на режим термостата в соответствии с его эксплуатационной документацией. После установления стабильных значений температуры по индикации готовности термостата фиксируют не менее 10 значений температуры с цифрового табло расходомера (или монитора ПК) и эталонного термометра сопротивления или вторичного преобразователя температуры.

10.4.3 Определяют средние значения измеренной температуры эталонным термометром и поверяемым расходомером по формуле 9:

$$t_{\text{cp}} = \frac{\sum_{i=1}^N t_i}{N} \quad (9)$$

где t_{cp} - среднее значение температуры за время измерения, $^\circ\text{C}$;

t_i - измеренные значения температуры за время измерений, $^\circ\text{C}$;

N - количество измерений.

10.4.4 Значение абсолютной погрешности измерений температуры рассчитывают по формуле 10:

$$\Delta t = (t_{\text{cp-изм}} - t_{\text{cp-эт}}) \quad (10)$$

10.4.5 Повторяют пункты 10.4.2. – 10.4.4 для минимальной и максимальной температуры измеряемой среды.

10.4.6 Результаты поверки считают положительными, если значение абсолютной погрешности измерений температуры находится в пределах $\pm (0,5 + 0,005 \cdot |t|)$, $^\circ\text{C}$ для модификации Turbo Flow UFG-H и $\pm (0,15 + 0,002 \cdot |t|)$, $^\circ\text{C}$ для модификаций Turbo Flow UFG-F и Turbo Flow UFG-Z.

10.5 Определение относительной погрешности измерений давления

10.5.1 Определение относительной погрешности измерений давления проводят с помощью калибратора давления, обеспечивающего создание абсолютного (избыточного) давления в рабочем диапазоне измерений давления расходомера и программного обеспечения ПО «АРМ «UFG View» в режиме «Поверка канала Р».

Подключают первичный преобразователь давления к калибратору давления. Определяют погрешность измерений давления в пяти контрольных точках P_i :

$P_1 = 0,1 \cdot P_{\text{max}}$ или $P_1 = 84 \text{ кПа (абс.)}$, если $(0,1 \cdot P_{\text{max}}) \leq 84 \text{ кПа (абс.)}$;

$P_2 = (P_1 + P_3) / 2$

$P_3 = (P_1 + P_5) / 2$;

$P_4 = (P_3 + P_5) / 2$

$P_5 = P_{\text{max}}$, где $P_{\text{max}} = \text{ВПИ}$.

Примечание — Для расходомеров со встроенной батареей период обновления значения давления может достигать 5 минут.

10.5.2 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 $\pm 0,05 P_{\max}$ (5 % ВПИ).

В случае применения датчика избыточного давления значение эталонного абсолютного давления определяют по формуле 11:

$$P_{\text{эт}} = P_{\text{эт.изб}} + P_{\text{бар}}, \quad (11)$$

где $P_{\text{бар}}$ – показания барометра (атмосферное давление в месте проведения поверки), кПа (МПа);

$P_{\text{эт.изб}}$ – значение избыточного давления, заданное эталоном, кПа (МПа).

10.5.3 В каждой точке выполняют по одному измерению при прямом и обратном ходе и вычисляют значение погрешности по формуле 12:

$$\delta_{P_i} = \left(\frac{P_{\text{изм}}}{P_{\text{эт}}} - 1 \right) \cdot 100\%, \quad (12)$$

где $P_{\text{изм}}$ – показание расходомера, кПа (МПа);

$P_{\text{эт}}$ – давление, заданное калибратором, кПа (МПа).

10.5.4 Результаты поверки считают положительными, если значения относительной погрешности измерений давления находятся в пределах $\pm 0,5\%$ для модификации Turbo Flow UFG-H и $\pm (0,1 + 0,01 \cdot \text{ВПИ}/P)\%$, где P – измеряемое давление, для модификаций Turbo Flow UFG-F и Turbo Flow UFG-Z.

10.6 Определение относительной погрешности ВР

При помощи ПО «АРМ «UFG View» переводят расходомер в режим «Поверка-Тест рTZ». Выбирают алгоритм расчета плотности и коэффициента сжимаемости.

Вводят значения следующих параметров в соответствии с Приложением А:

- молярных долей азота и диоксида углерода (%);
- плотности газа при стандартных условиях ($\text{кг}/\text{м}^3$);
- температуры ($^{\circ}\text{C}$);
- абсолютного давления (МПа).

Вводят значения расхода в рабочих условиях, времени измерений объема и массы. Значение Q_p выбирают в диапазоне измерений объемного расхода газа в рабочих условиях расходомера.

Устанавливают флаг «Проверка вычисления объема и массы» и запускают накопление нажатием кнопки Пуск.

Считывают из расходомера с помощью ПО «АРМ «UFG View» значения объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям $Q_{\text{си}}$ ($\text{м}^3/\text{ч}$).

Вычисляют относительную погрешность вычислителя ВР при вычислении объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям, по формуле 13:

$$\delta_{Q_c} = \frac{Q_{\text{си}} - Q_{\text{ср}}}{Q_{\text{ср}}} \cdot 100\% \quad (13)$$

где $Q_{\text{си}}$ – значение объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям, вычисленное расходомером;

$Q_{\text{ср}}$ – значение объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям, вычисленное по формуле 14:

$$Q_{\text{ср}} = Q_p \cdot \frac{T_c}{Z \cdot P_c} \cdot \frac{P_p}{T_p} \quad (14)$$

где P_c – давление при стандартных условиях (101,325 кПа);
 T_c – термодинамическая температура при стандартных условиях (293,15 К);
 Q_p , T_p , P_p – объемный расход, температура и давление при рабочих условиях (м³/ч, К, кПа);

$$Z = z/z_c \quad (15)$$

где z – коэффициент (фактор) сжимаемости газа в рабочих условиях;
 z_c – коэффициент (фактор) сжимаемости газа при стандартных условиях.
 z и z_c вычисляется при помощи аттестованного программного обеспечения (при необходимости), реализующие методы расчета (определения) в соответствии с 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

Считывают из расходомера с помощью ПО «APM «UFG View» значение объема газа при стандартных условиях, вычисленное расходомером V_{cp} (м³).

Вычисляют значение объема газа при стандартных условиях V_{cp} (м³) по формуле 16:

$$V_{cp} = Q_{cp} \cdot \frac{t}{3600}, \quad (16)$$

где t – длительность накопления данных, с

Вычисляют относительную погрешность вычислителя ВР при вычислении объема газа, приведенного к стандартным условиям, по формуле 17:

$$\delta_{V_c} = \frac{V_{cu} - V_{cp}}{V_{cp}} \cdot 100\%, \quad (17)$$

где V_{cu} – значение объема газа при стандартных условиях, вычисленное расходомером.

Считывают из расходомера с помощью ПО «APM «UFG View» значение массового расхода газа, вычисленное расходомером Q_{mi} (кг/ч).

Вычисляют значение массового расхода газа Q_{mp} (кг/ч) по формуле 18.

$$Q_{mp} = Q_p \cdot \rho, \quad (18)$$

где ρ – плотность газа в рабочих условиях (вычисляется в соответствии с установленными параметрами расчета по ГОСТ 30319.2-2015, кг/м³).

Вычисляют относительную погрешность ВР при вычислении массового расхода газа по формуле 19:

$$\delta_{Q_m} = \frac{Q_{mi} - Q_{mp}}{Q_{mp}} \cdot 100\% \quad (19)$$

Считывают из расходомера с помощью ПО «APM «UFG View» значение массы газа, вычисленное расходомером M_u (кг). Вычисляют значение массы газа M_p (кг) по формуле 20:

$$M_p = Q_{mp} \cdot \frac{t}{3600}, \quad (20)$$

где t – длительность накопления данных, с

Вычисляют относительную погрешность вычислителя ВР при вычислении массы газа по формуле 21:

$$\delta_M = \frac{M_u - M_p}{M_p} \cdot 100\% \quad (21)$$

Поверка - Test PZ

Расчет коэффициента сжимаемости

Метод расчета: ГОСТ 30319.2-2016

Записать Считать

T (C.Y.), °C: 20,000 P (C.Y.), MPa: 0,101325

Состав газа

Компонент	Значение	Ед. изм.
Азот	5,7000	мол. %
Диоксид углерода	7,0000	мол. %
Плотность при C.Y.	0,8263	кг/м³

Результаты расчета:

Отладочное значение рабочего расхода, м³/ч: 30

Отладочное значение температуры, °C: -23,15

Отладочное значение давления, MPa: 0,1

Относительная влажность, %: Назад

Управление засором

Время изм., минут: 5

ПУСК

☒ Проверка вычисления объема и массы

Длительность, сек: 300,000

Расход, м³/ч

Q_{из}: 29,89542 Q_{пр}: 29,89541 Q_{отн}: 0,001

Объем, м³

V_{из}: 2,49128 V_{пр}: 2,49128 V_{отн}: 0,000

Массовый расход, кг/ч

G_{из}: 24,70258 G_{пр}: 24,70258 G_{отн}: 0,000

Масса, кг

M_{из}: 2,05855 M_{пр}: 2,05855 M_{отн}: 0,000

Результат поверки считают положительным, если полученные значения относительной погрешности ВР при вычислении массового расхода и массы газа, объемного расхода и объема газа, приведенного к стандартным условиям находятся в пределах $\pm 0,01\%$.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Результаты поверки оформляют протоколом в произвольной форме или распечатывают протокол поверки из архива памяти поверочной установки.

11.2 При положительных результатах поверки на расходомер наносят знаки поверки в соответствии с Приложением Б.

11.3 Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

11.4 По заявлению владельца средств измерений или лица, представившего их на поверку положительные результаты поверки, оформляют записью в Паспорте, удостоверенной подписью поверителя и нанесением знака поверки и (или) выдают свидетельство о поверке, оформленное в соответствии с приказом Минпромторга России от 31 июля 2020 г. № 2510 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

11.5 При отрицательных результатах поверки, расходомер считают непригодным и к эксплуатации не допускают. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего средство измерений на поверку, выдается извещение о непригодности, оформленное в соответствии с приказом Минпромторга России от 31.07.2020 г. № 2510 «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

Начальник отдела 208
ФГУП «ВНИИМС»

Заместитель начальника отдела 208
ФГУП «ВНИИМС»

Б.А. Иполитов

А.М. Шаронов

**Тестовые комбинации параметров при определении
относительной погрешности ВР**

Таблица А - Тестовые комбинации по ГОСТ 30319.2-2015, смесь № 2

Вводимые значения		z по ГОСТ	ρ , кг/м ³	Время измерения, с, не менее
t, °C	P _{абс} (МПа)			
-23,15	0,1	0,9964	0,9576	300
76,85	7,5	0,9284	55,056	300

Состав газа:

азот

5,7 мол. %

диоксида углерода

7,6 мол. %

Плотность при 0,101325 МПа и 293,15 К:

0,8263 кг/м³

z_c – коэффициент (фактор) сжимаемости газа при стандартных условиях: 0,9977

**Схема пломбировки от несанкционированного доступа,
обозначение мест нанесения знака поверки**

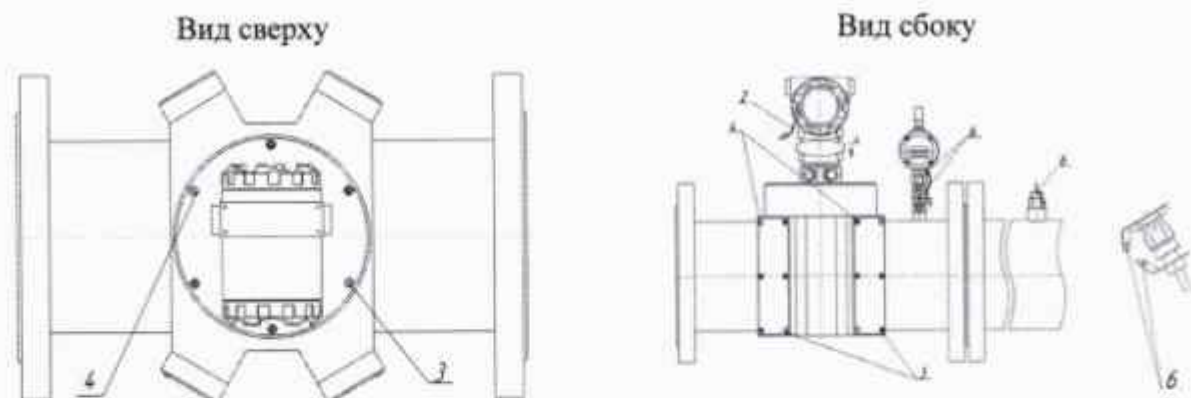


Рисунок Б.1 – Корпус круглого сечения с раздельными защитными крышками

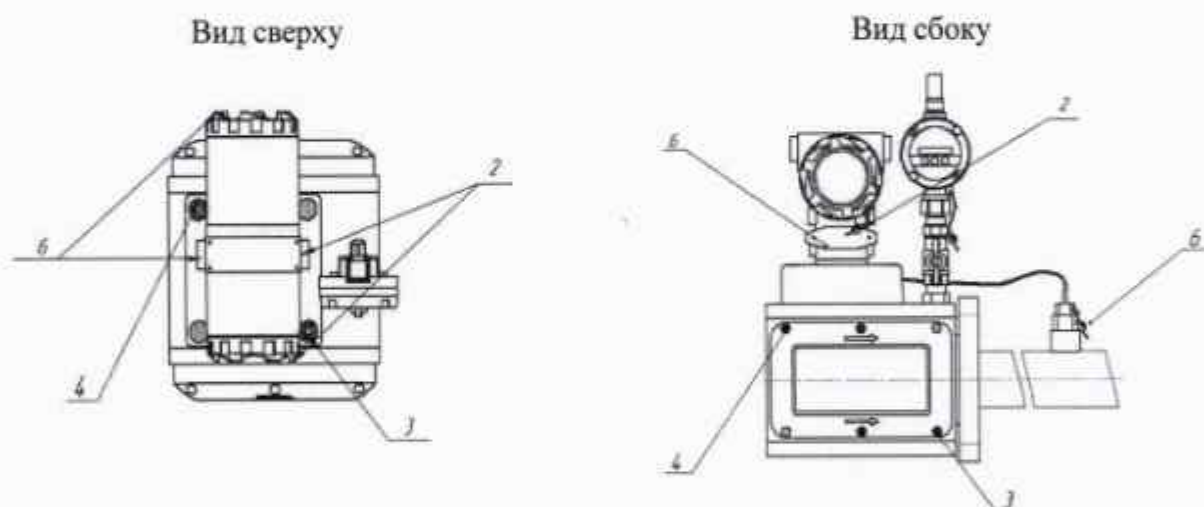


Рисунок Б.2 – Корпус прямоугольного сечения с совмещенными защитными крышками

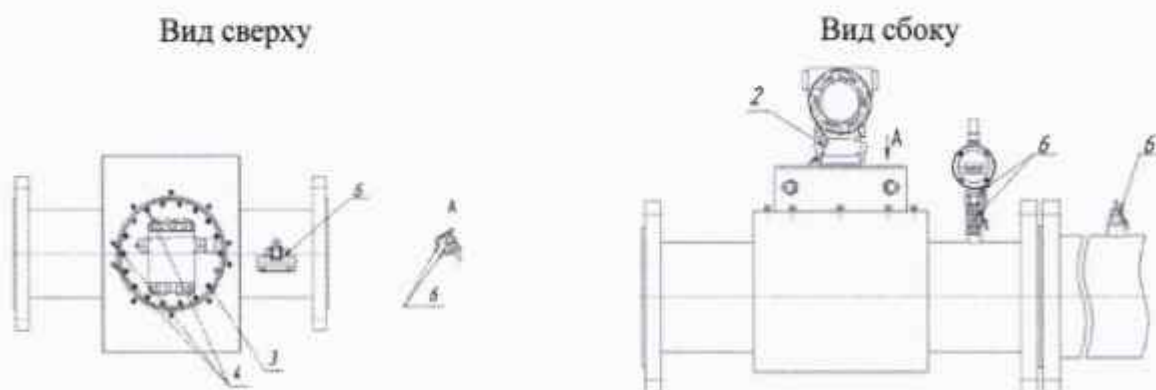


Рисунок Б.3 – Корпус круглого сечения с защитным кожухом



Рисунок Б.4 – Расходомерный шкаф

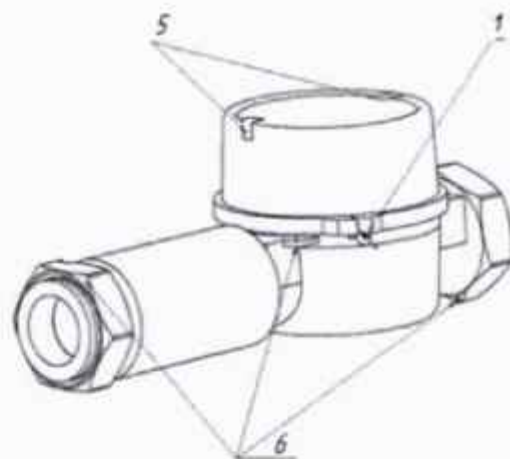


Рисунок Б.5 – Расходомеры – счетчики газа ультразвуковые Turbo Flow UFG-H

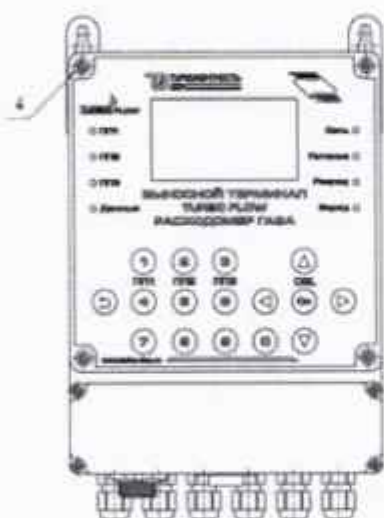


Рисунок Б.6 – Выносной терминал (ВТ)



Рисунок Б.7 – Выносной терминал в металлическом корпусе (ВТМ)



Рисунок Б.8 – Расходомеры
– счетчики газа ультразвуковые
Turbo Flow UFG-Z

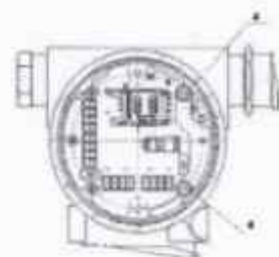


Рисунок Б.9 – Электронный блок

- 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.