

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

**СОГЛАСОВАНО**

Заместитель директора  
по производственной метрологии  
ФГБУ «ВНИИМС»

  
А.Е. Коломин  
« 24 » сентября 2024 г.

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

**МП 208-111-2024**

г. Москва  
2024 г.

# 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки применяется для поверки Расходомеров – счетчиков газа ультразвуковых широкодиапазонных Turbo Flow UFG-WR (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 таблице 1.

Таблица 1

Наименование характеристики	Значение		
	от 50 до 500		от 600 до 1400
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа при рабочих условиях, в диапазоне расходов <sup>1)</sup>	$Q_{\min} \leq Q < 0,01 Q_{\max}$	$0,01 Q_{\max} \leq Q \leq Q_{\max}$	$Q_{\min} \leq Q \leq Q_{\max}$
исполнение Д, %	$\pm 3,0/3,2^2) (3,5)^3)$	$\pm 1,5/1,7^2) (2,0)^3)$	-
исполнение Г, %	$\pm 2,0/2,2^2) (2,5)^3)$	$\pm 1,0/1,2^2) (1,5)^3)$	-
исполнение В, %	$\pm 1,0/1,2^2) (1,5)^3)$	$\pm 0,5/0,7^2) (1,0)^3)$	-
исполнение Б, %	$\pm 0,5/0,7^2) (1,0)^3)$		-
исполнение А, %	$\pm 0,5/0,7^2) (0,7)^3)$		-
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений давления <sup>4)</sup> , %	$\pm(0,1+0,01 \cdot \text{ВПИ}/P)$ , где P – измеряемое давление		
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений плотности газа для исполнения С5ТР, % 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, %	$\pm 0,1$		
Пределы допускаемой относительной погрешности расходомера при преобразовании значения расхода газа в частотный выходной сигнал, %	$\pm 0,1$		
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры газа <sup>4)</sup> , °С	$\pm(0,15 + 0,002 \cdot  t )$ , где t – измеряемая температура		
Пределы допускаемой относительной погрешности вычислителя ВР, вычислений массового расхода и массы газа, объемного расхода и объема газа, приведенного к стандартным условиям <sup>4)</sup> , %	$\pm 0,01$		



- 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) для всех исполнений кроме С4. Для исполнения С4 метрологические характеристики соответствуют метрологическим характеристикам применяемого корректора объема газа Суперфлоу 23.

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 утверждении 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 2.

Таблица 2

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 <sup>1)</sup> :			
- имитационным методом	Да	Да	10.1
- проливным методом	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 <sup>2)</sup>	Да	Да	10.4
Определение относительной погрешности при измерении давления <sup>2)</sup>	Да	Да	10.5
Определение погрешности ВР <sup>2)</sup>	Да	Нет	10.6

<sup>1)</sup> проводится или имитационным, или проливным методом;

<sup>2)</sup> для расходомеров исполнений С1ТР, С2ТР, С5ТР.

2.2 Результат поверки по каждому пункту настоящей методики считают положительным, если выполняются требования, указанные в соответствующем пункте и/или в описании 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 Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений и 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 исполнений В, Г, Д 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 МП 201-006-2023 Государственная система обеспечения единства измерений. Корректоры объема газа Суперфлоу 23. Методика поверки, что подтверждает соответствие метрологических характеристик Корректора объема газа Суперфлоу 23, требованиям, установленным в описании типа Корректоров объема газа Суперфлоу 23 и указанным в эксплуатационной документации на конкретный экземпляр средства измерений.

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, что подтверждает соответствие метрологических характеристик Преобразователя плотности газа Turbo Flow UDM, требованиям, указанным в таблице 2, в части допускаемой относительной погрешности измерений плотности газа.

### 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 31370-2023 «Газ природный. Руководство по отбору проб», ГОСТ 14920-2024 «Газы нефтепереработки и газопереработки. Определение компонентного состава методом газовой хроматографии».

### 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 3.

Таблица 3

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 единицы объемного расхода газа 1-го разряда в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 11.05.2022 № 1133 с диапазоном воспроизведения объемного расхода, соответствующим диапазону расхода, задаваемого при поверке.	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
	Рабочий эталон единиц времени и частоты 5-го разряда в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2360. Пределы допускаемой относительной погрешности по частоте опорного генератора, $\Delta_0 f$ от $\pm 1,0 \cdot 10^{-7}$ до $\pm 5,0 \cdot 10^{-5} \%$ .	Частотомер электронно-счетный ЧЗ-85/5, регистрационный номер 56478-14
	Источник постоянного тока, диапазон от 0 до 30 В, пределы абсолютной погрешности $\pm 200$ мВ	Калибратор давления портативный Метран-517, регистрационный номер 39151-08
10.4	Термостат, диапазон температуры от -60 до +70 °С	Термостат жидкостный ТЕРМОТЕСТ-100-40, регистрационный номер 39300-08
		Термостат жидкостный ТЕРМОТЕСТ-05-02, регистрационный номер 39300-08
	Рабочий эталон единицы температуры 3-го разряда в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 23.12.2022 № 3253. Диапазон измерений температуры от -60 до +70 °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

	Рабочие эталоны 4-го разряда в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3456 диапазон измерений от 0 до 400 Ом, пределы абсолютной погрешности $\pm(0,0025\% \text{ ИВ} + 0,005 \text{ Ом})$	Мультиметр многоканальный прецизионный Метран-514-ММП, регистрационный номер 32005-06
10.5	Рабочие эталоны единицы избыточного давления 2-го или 3-го разряда в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 20.10.2022 № 2653, Рабочие эталоны единицы абсолютного давления 2-го разряда в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 06.12.2019 № 2900, с верхними пределами измерений до 32 МПа, обеспечивающие воспроизведение единицы величины в контрольных точках при поверке с пределами 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
		Калибратор давления портативный Метран-517, регистрационный номер 39151-08
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
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 Внешний вид расходомера должен соответствовать описанию и изображению, приведенному в описании типа средства измерений.

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

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

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

7.5 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 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  $0,01Q_{\max} \pm 5\%$ ,  $0,05Q_{\max} \pm 5\%$ ,  $0,25Q_{\max} \pm 5\%$ ,  $0,7Q_{\max} \pm 5\%$ , где  $Q_{\max}$  – максимальное значение диапазона измерений объемного расхода поверяемого расходомера, и заносят 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.

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

8.4 При проверке 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.

8.5 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, указанным в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	UFG.WR
Номер версии (идентификационный номер) ПО	2.00
Цифровой идентификатор ПО	0xB7B9EBBE

## 10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

### 10.1 Определение метрологических характеристик при измерении объемного расхода (объема) 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 5.

Таблица 5

Наименование параметра	Значение
Изменение абсолютного давления поверочной среды, %	$\pm 0,2$ ( $\pm 0,4^*$ )
Изменение температуры поверочной среды, °C	$\pm 0,2$ ( $\pm 0,4^*$ )
*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 5). На фланцы расходомера устанавливают заглушки, оснащенные штуцерами для подачи тестового газа в корпус расходомера и монтажа преобразователей температуры и давления.

Корпус расходомера заполняют поверочной средой пока абсолютное давление газа не достигнет значения в пределах диапазона, указанного в паспорте на расходомер, 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.

В соответствии с руководством по эксплуатации выполняют корректировку скорости потока газа и скорости звука.

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 5) 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 промежуток 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 компонентному составу газа.

Расчёт скорости звука в поверочной среде проводят в соответствии с нормативными документами, устанавливающими методы расчета физических свойств, по ГСССД МР 228-2014, ГОСТ 30319.3-2015, ГСССД МР 273-2018, ГСССД МР 176-2010, ГСССД МР 229-2014, ГСССД МР 118-05, ГСССД МР 261. Допускается применение аттестованного программного обеспечения реализующего методы определения скорости



звука.

Определяют относительное отклонение измеренных значений скорости звука от расчетных значений для всех лучей  $\delta C_{oi}$ , % по формуле

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

где  $C_{oui}$  - 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  $\delta C_{o\max}$ , % определяют по формуле

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

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  $\pm 0,3$  %.

3) Наибольшее относительное отклонение значений скорости звука между лучами не превышает  $\pm 0,3$  %.

## 10.2 Определение относительной погрешности при измерении объемного расхода (объема) газа проливным методом

Монтаж расходомера в измерительную линию поверочной установки осуществляют в соответствии с эксплуатационными документами на расходомер и поверочную установку.

Поверка реверсивных расходомеров проводится при прямом и при обратном направлении потока газа.

Измерения проводят при следующих значениях объемного расхода газа  $Q_j$  с допускаемым отклонением:

$Q_{\max} - 5$  % (при поверке расходомеров с номинальными диаметрами DN200 и более в точке, соответствующей верхней границе диапазона измерений расходомера  $Q_{\max}$ , допускаемое отклонение может составлять не более -30 %);

$0,7Q_{\max} \pm 5$  %;

$0,5Q_{\max} \pm 5$  %;

$0,25Q_{\max} \pm 5$  %;

$0,1Q_{\max} \pm 5$  %;

$0,05Q_{\max} \pm 5$  %;



$$0,01Q_{\max} \pm 5 \%;$$

$$Q_{\min} + 5 \%.$$

Допускается производить измерения в произвольном числе равно распределенных значений расхода (не менее 7 точек) с обязательным включением  $Q_{\min}$ ,  $0,01Q_{\max}$  и  $Q_{\max}$ . Для удобства допускается округление дробной доли расхода в большую или меньшую сторону.

При каждом значении объемного расхода проводят до трех измерений длительностью не менее 100 с каждое.

Если по результатам первого измерения значение относительной погрешности находится в допускаемых пределах, повторные измерения не проводят, иначе повторяют до трех измерений и за результат принимают среднее арифметическое значение результатов трех измерений.

Для расходомеров с пределами допускаемой погрешности измерений объемного расхода (объема)  $\pm 0,5 \%$  проводят не менее трех измерений длительностью не менее 100 с каждое. Значение относительной погрешности при каждом измерении должно находиться в допускаемых пределах.

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

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

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

$P_{mi}$ ,  $T_{mi}$  – результаты измерений абсолютного 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 сжимаемости среды, рассчитанный при температуре и давлении на участке эталонного средства измерений;

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

Определяют относительную погрешность расходомера  $\delta$ , % по формуле

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

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

Примечания:

- Допускается проводить измерения и обработку результатов измерений по объему газа. При этом в формулах (3) и (4) вместо значений объемного расхода используют значения объема.

- Результаты измерений объемного расхода (объема), полученные по показаниям эталонного средства измерения допускается приводить к рабочим условиям поверяемого расходомера  $Q_{mi}$  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 таблице 1 в соответствии с исполнением расходомера, указанным 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» входят в режиме «Тест выходных сигналов F,I». В режиме эмуляции задают значения расхода в расходомер, считывают значения следующих параметров:

- значение расхода в рабочих условиях  $Q_{изм}$  с показывающего устройства расходомера или с дисплея компьютера, м<sup>3</sup>/ч;

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

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

Определяют расчетные значения частоты  $F_{расч}$ , Гц и силы тока  $I_{расч}$ , мА по формулам:

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

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

где  $F_{max}$ ,  $I_{max}$  и  $Q_{max}$  – максимальные значения частоты, Гц, силы тока, мА, и объемного расхода, м<sup>3</sup>/ч, заданные для шкалы выходного сигнала. Значения приведены в паспорте поверяемого расходомера и внесены в настроенную базу расходомера;  
 $I_0$  – значение силы тока, соответствующее нулевому значению расхода для шкалы выходного сигнала, мА.

Вычисляют относительную погрешность расходомера по частотному выходу  $\delta_F$ , % в каждой точке расхода по формуле

$$\delta_F = \left( \frac{F_{изм} - F_{расч}}{F_{расч}} \right) \cdot 100, \quad (7)$$

где  $F_{изм}$  – значение частоты, измеренное частотомером, Гц.

Результаты поверки считают положительными, если значения относительной погрешности по частотному выходу  $\delta_F$  расходомера находятся в пределах  $\pm 0,1$  %.

Вычисляют приведенную погрешность по токовому выходу  $\gamma_I$ , % в каждой точке расхода по формуле

$$\gamma_I = \frac{I_{изм} - I_{расч}}{I_{max} - I_0} \cdot 100, \quad (8)$$

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

Результаты поверки считают положительными, если значения приведенной



погрешности по токовому выходу расходомера находятся в пределах  $\pm 0,1 \%$ .

#### 10.4 Определение абсолютной погрешности измерений температуры

10.4.1 Первичный преобразователь температуры, демонтированный из корпуса 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  $0^\circ\text{C}$  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  $t_{\text{ср}}$ ,  $^\circ\text{C}$  эталонным термометром и поверяемым расходомером по формуле

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

где  $t_{\text{ср}}$  - 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  $\Delta t$ ,  $^\circ\text{C}$  рассчитывают по формуле

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

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  $\pm(0,15 + 0,002 \cdot |t|)$ ,  $^\circ\text{C}$ , где  $t$  – измеряемая температура.

#### 10.5 Определение относительной погрешности измерений давления

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

Первичный преобразователь давления, демонтированный из корпуса расходомера, подключают к датчику 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

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

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  $\delta_{Pi}$ , % по формуле

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

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  $\pm(0,1+0,01 \cdot \text{ВПИ}/P)$  %, где  $P$  – измеряемое давление.

## 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, кг/м<sup>3</sup>;
- температуры, °С;
- абсолютного давления, МПа.

Вводят значения расхода в рабочих условиях  $Q_p$ , 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  $Q_{\text{си}}$ , м<sup>3</sup>/ч.

Вычисляют относительную погрешность вычислителя ВР при вычислении объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям  $\delta_{Qc}$ , % по формуле

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

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



$Q_{cp}$  – значение объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям, вычисленное по формуле

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

где  $P_c$  – давление газа 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, м<sup>3</sup>/ч, К, кПа соответственно.

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

где  $z$  – коэффициент сжимаемости газа в рабочих условиях;  
 $z_c$  – коэффициент 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 «АРМ «UFG View» значение объема газа при стандартных условиях, вычисленное расходомером  $V_{си}, м^3$ .

Вычисляют значение объема газа при стандартных условиях  $V_{cp}, м^3$  по формуле

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

где  $t$  – длительность накопления данных, с.

Вычисляют относительную погрешность вычислителя ВР при вычислении объема газа, приведенного к стандартным условиям  $\delta_{V_c}, \%$  по формуле

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

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

Считывают из расходомера с помощью ПО «АРМ «UFG View» значение массового расхода газа, вычисленное расходомером  $Q_{ми}, кг/ч$ .

Вычисляют значение массового расхода газа  $Q_{мр}, кг/ч$  по формуле

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

где  $\rho$  – плотность газа в рабочих условиях (вычисляется в соответствии с установленными параметрами расчета по ГОСТ 30319.2-2015), кг/м<sup>3</sup>.

Вычисляют относительную погрешность ВР при вычислении массового расхода газа  $\delta_{Q_M}, \%$  по формуле

$$\delta_{Q_M} = \frac{Q_{ми} - Q_{мр}}{Q_{мр}} \cdot 100. \quad (19)$$



Считывают из расходомера с помощью ПО «АРМ «UFG View» значение массы газа, вычисленное расходомером  $M_u$ , кг. Вычисляют значение массы газа  $M_p$ , кг по формуле

$$M_p = Q_{\text{мр}} \cdot \frac{t}{3600}. \quad (20)$$

где  $t$  – длительность накопления данных, с

Вычисляют относительную погрешность вычислителя ВР при вычислении массы газа  $\delta_M$ , % по формуле

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

Поверка - Тест pTZ

Расчёт коэффициента сжимаемости

Метод расчёта: ГОСТ 30319.2-2015

☒ Записать

T (С.У.), °C: 20,000 P (С.У.), МПа: 0,101325

Состав газа

Компонент	Значение	Ед. изм.
Азот	5,7000	мол. %
Диоксид углерода	7,6000	мол. %
Плотность при С.У.	0,8263	кг/м³

Режим эмуляции Qраб, T, P

☐ Частичное дублирование

Отладочное значение рабочего расхода, м³/ч: 30

Отладочное значение температуры, °C: -23,15

Отладочное значение давления, МПа: 0,1

Относительная влажность, %: Не подд. ☒

Управление зондами

Время изм., минут: 5

☒ Проверка вычисления объёма и массы

Длительность, сек: 300,000

Расход, м³/ч

Qси	29,89542	Qср	29,89541	δQс, %	0,001
-----	----------	-----	----------	--------	-------

Объём, м³

Уси	2,49128	Уср	2,49128	δVс, %	0,000
-----	---------	-----	---------	--------	-------

Массовый расход, кг/ч

Qми	24,70258	Qмр	24,70258	δQм, %	0,000
-----	----------	-----	----------	--------	-------

Масса, кг

Mи	2,05855	Mр	2,05855	δM, %	0,000
----	---------	----	---------	-------	-------

Результаты поверки считают положительным, если 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, предоставившего 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  
ФГБУ «ВНИИМС»

Заместитель начальника отдела 208  
ФГБУ «ВНИИМС»

Б.А. Иполитов

А.М. Шаронов



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

Таблица А.1 - Тестовые комбинации по ГОСТ 30319.2-2015, смесь № 2

Вводимые значения		z по ГОСТ	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Время измерения, с, не менее
t, °C	P <sub>абс</sub> , (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/м<sup>3</sup>

коэффициент сжимаемости газа при  
стандартных условиях

0,9977658



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

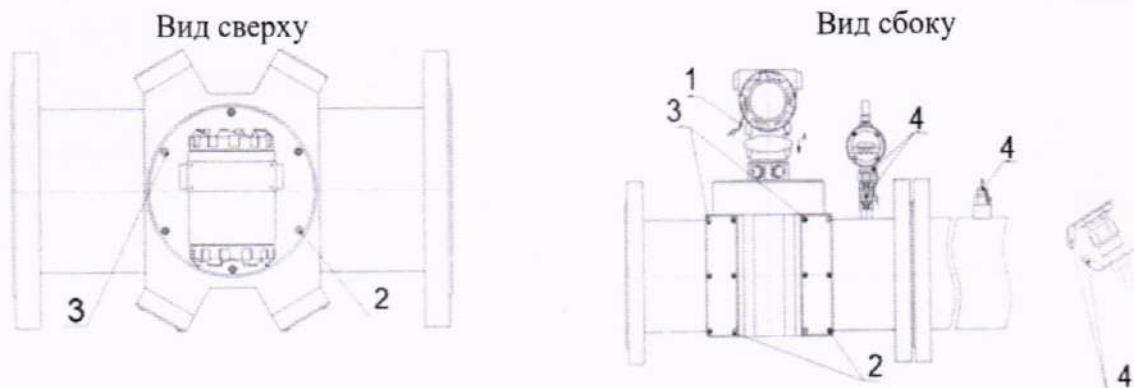


Рисунок Б.1 – Корпус круглого сечения с отдельными защитными крышками

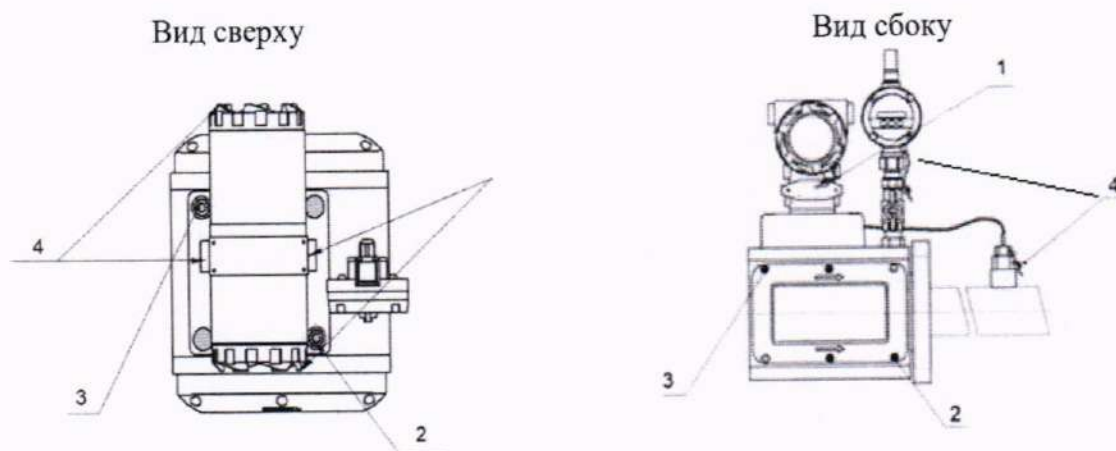


Рисунок Б.2 – Корпус прямоугольного сечения с совмещенными защитными крышками

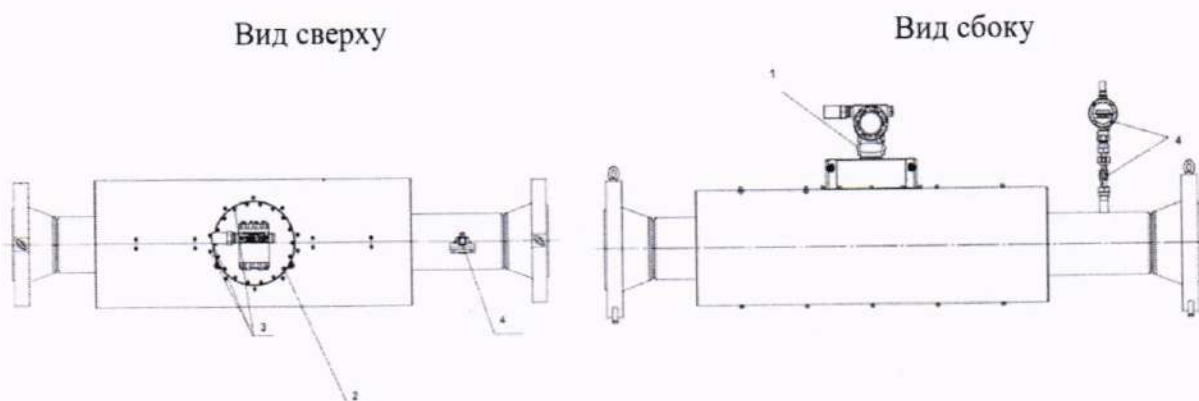


Рисунок Б.3 – Корпус круглого сечения с защитным кожухом



Рисунок Б.4 – Расходомерный шкаф

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