

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

СОГЛАСОВАНО
Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГБУ «ВНИИМС»



А.Е. Коломин

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 | | |
|---|--|-------------------------------------|---------------------------------|
| Диаметр номинальный DN, мм | от 50 до 500 | | от 600 до 1400 |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа при рабочих условиях, в диапазоне расходов ¹⁾ | $Q_{\min} \leq Q < 0,01Q_{\max}$ | $0,01Q_{\max} \leq Q \leq Q_{\max}$ | $Q_{\min} \leq Q \leq Q_{\max}$ |
| исполнение Δ, % | $\pm 3,0/3,2^{2)} (3,5)^3)$ | $\pm 1,5/1,7^{2)} (2,0)^3)$ | - |
| 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 ⁴⁾ , % | $\pm(0,1+0,01 \cdot \text{ВПИ}/P)$, 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 ⁴⁾ , °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 ⁴⁾ , % | $\pm 0,01$ | | |

- 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 °C ГЭТ 34-2020 и Государственному первичному эталону единицы температуры в диапазоне от 0,3 до 273,16 K 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 A, 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 ¹⁾ : | | | |
| - 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 ²⁾ | Да | Да | 10.4 |
| Определение относительной погрешности при измерении давления ²⁾ | Да | Да | 10.5 |
| Определение погрешности ВР ²⁾ | Да | Нет | 10.6 |

¹⁾ проводится или имитационным, или проливным методом;

²⁾ для расходомеров исполнений С1ТР, С2ТР, С5ТР.

2.2 Результат проверки 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 Проверку 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 $\pm 5,0 \cdot 10^{-5} \%$. | Частотометр 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 -60 до +70 °C | Термостат жидкостный ТЕРМОТЕСТ-100-40, 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 °C, доверительные границы абсолютной погрешности при вероятности 0,95 при температуре +0,01 °C, не более $\pm 0,02$ °C. | Термостат жидкостный ТЕРМОТЕСТ-05-02, регистрационный номер 39300-08 |
| | | 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 |
| 3 | Прибор комбинированный, диапазон измерений: температура от -10 до +60 °C; влажность от 10 до 95 %; давление от 700 до 1100 гПа. Погрешность измерений абсолютная: температуры $\pm 0,3 \text{ }^{\circ}\text{C}$; влажности $\pm 3,0 \%$; давления $\pm 2,5 \text{ гПа}$. | Калибратор давления портативный Метран-517, регистрационный номер 39151-08 |
| 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 считаю 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

Проверка 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, $^{\circ}\text{C}$ | $\pm 0,2 (\pm 0,4^*)$ |

*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 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 жидккий. 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_{3B} ».

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.

Расчет 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 δC_{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 δC_{0max} , % определяют по формуле

$$\delta C_{0max} = \frac{C_{omax} - C_{omin}}{\bar{C}_o} \cdot 100, \quad (2)$$

где C_{omax} - максимальное значение скорости звука по лучам, м/с;
 C_{omin} - 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.

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

Измерения проводят при следующих значениях объемного расхода газа Q , 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

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

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, $\text{м}^3/\text{ч}$;
- 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, $\text{м}^3/\text{ч}$, заданные для шкалы выходного сигнала. Значения приведены в паспорте поверяемого расходомера и внесены в настроочную базу расходомера;
 I_0 – значение силы тока, соответствующее нулевому значению расхода для шкалы выходного сигнала, мА.

Вычисляют относительную погрешность расходомера по частотному выходу δ_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 δ_F расходомера находятся в пределах $\pm 0,1\%$.

Вычисляют приведенную погрешность по токовому выходу γ_I , % в каждой точке расхода по формуле

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

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 «Проверка канала Т» в ПО «АРМ «UFG View».

10.4.2 Устанавливают на термостате температуру $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 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_{cp} , $^{\circ}\text{C}$ эталонным термометром и поверяемым расходомером по формуле

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

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 Δt , $^{\circ}\text{C}$ рассчитывают по формуле

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

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

10.5 Определение относительной погрешности измерений давления

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

Первичный преобразователь давления, демонтированный из корпуса расходомера, подключают к задатчику давления. Определяют погрешность измерений давления в пяти контрольных точках P_i :

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

$P_2 = (P_1 + P_3) / 2$

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

$P_4 = (P_3 + P_5) / 2$

$P_5 = P_{max}$, где P_{max} = 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 задатчика 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 δ_{P_i} , % по формуле

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

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

10.6 Определение относительной погрешности ВР

При помощи ПО «АРМ «UFG View» переводят расходомер в режим «Проверка- Тест рТЗ». 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/м³;
- 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 $Q_{\text{сн}}$, м³/ч.

Вычисляют относительную погрешность вычислителя ВР при вычислении объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям δ_{Q_c} , % по формуле

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

где $Q_{\text{сн}}$ — 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, $\text{м}^3/\text{ч}$, 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_{cu} , 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 δ_{Vc} , % по формуле

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

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

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

Вычисляют значение массового расхода газа Q_{mp} , $\text{кг}/\text{ч}$ по формуле

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

где ρ – плотность газа в рабочих условиях (вычисляется в соответствии с установленными параметрами расчета по ГОСТ 30319.2-2015), $\text{кг}/\text{м}^3$.

Вычисляют относительную погрешность ВР при вычислении массового расхода газа δ_{Qm} , % по формуле

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

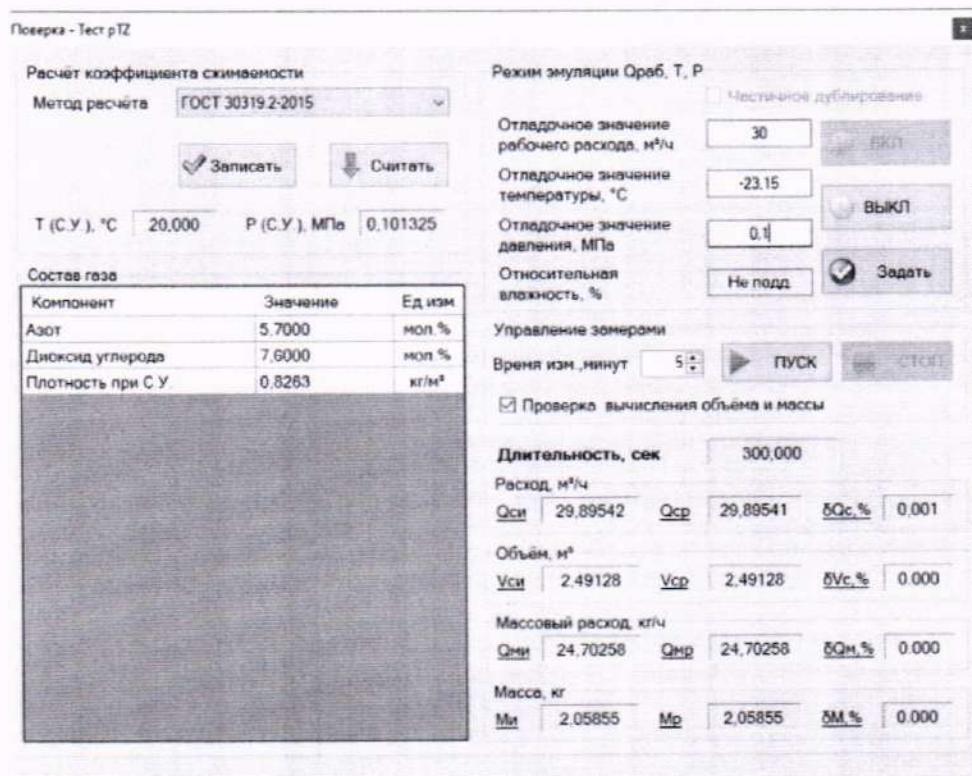
Считывают из расходомера с помощью ПО «АРМ «UFG View» значение массы газа, вычисленное расходомером M_u , кг. Вычисляют значение массы газа M_p , кг по формуле

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

где t – длительность накопления данных, с

Вычисляют относительную погрешность вычислителя ВР при вычислении массы газа δ_M , % по формуле

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



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 | 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

коэффициент сжимаемости газа при 0,9977658

стандартных условиях

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

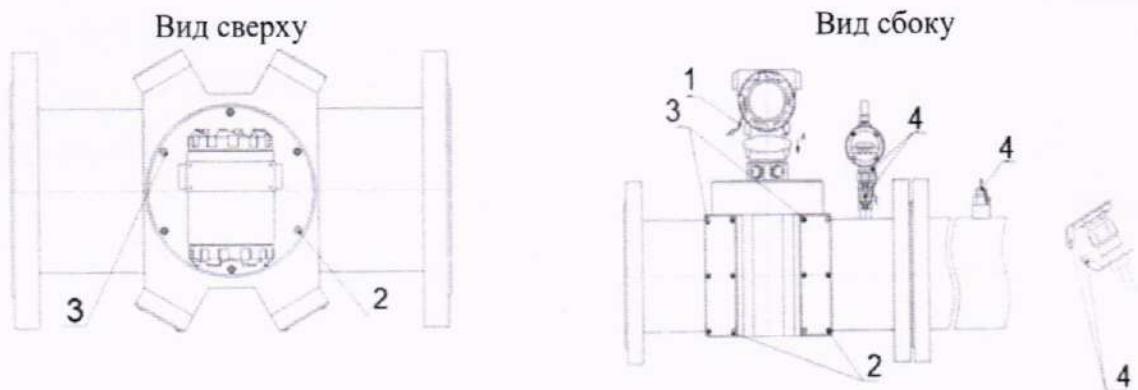


Рисунок Б.1 – Корпус круглого сечения с раздельными защитными крышками

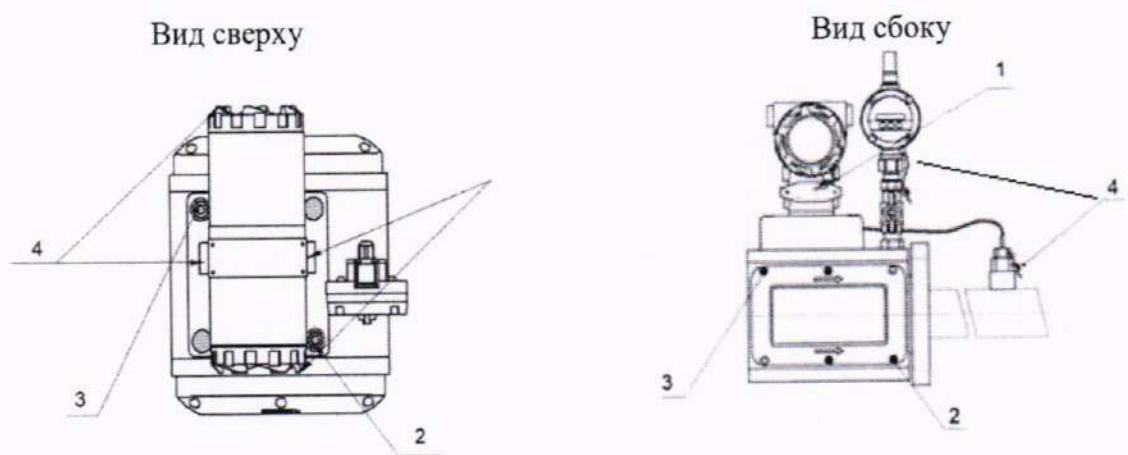


Рисунок Б.2 – Корпус прямоугольного сечения с совмещенными защитными крышками

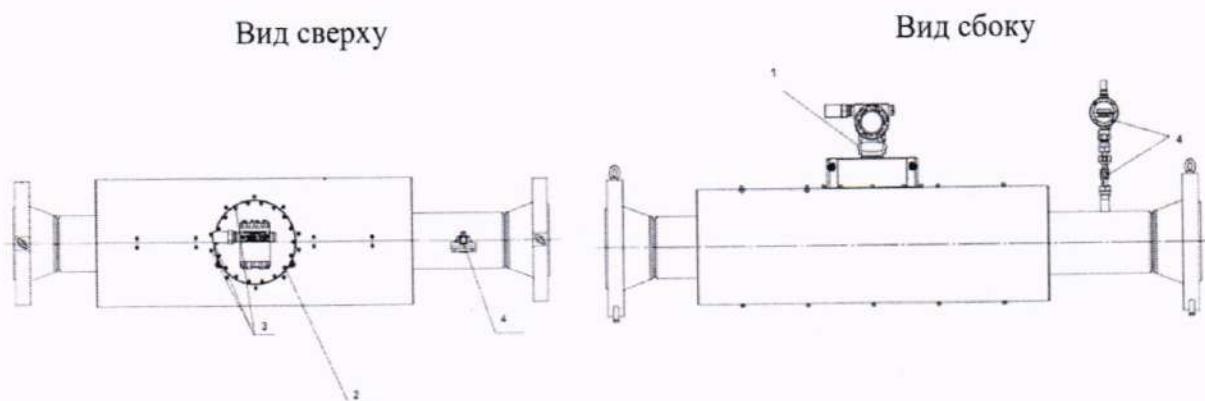


Рисунок Б.3 – Корпус круглого сечения с защитным кожухом



Рисунок Б.4 – Расходомерный шкаф

- 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