

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ
(ФГУП «ВНИИМС»)**

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГУП «ВНИИМС»



И.В. Иванникова

2017 г.

**РАСХОДОМЕРЫ – СЧЕТЧИКИ ГАЗА УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ
Turbo Flow UFG**

Методика поверки

МП 208-055-2017

г. Москва
2017 г.

Настоящая методика поверки распространяется на расходомеры-счетчики газа ультразвуковые Turbo Flow UFG (далее - расходомеры) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

Расходомеры Turbo Flow UFG модификации F при выпуске из производства поверяются имитационным и проливным методом.

Расходомеры Turbo Flow UFG модификации H при выпуске из производства и при периодической поверке поверяются проливным методом.

Интервал между поверками 4 года.

1 Операции поверки

1.1 При проведении поверки выполняются операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	7.1	да	да
Опробование	7.2	да	да
Определение геометрических параметров расходомера:	7.3	да	нет
- измерение длины акустического канала	7.3.1	да	нет
- измерение внутреннего диаметра корпуса УПР	7.3.2	да	нет
Определение метрологических характеристик при измерении расхода газа:	7.4	да	да
- имитационным методом	7.4.1	да	да
- проливным методом	7.4.2	да	да
Определение погрешности УПР при преобразовании значения расхода газа в частотный и токовый сигнал	7.5	да	да
Определение абсолютной погрешности при измерении температуры*	7.6	да	да
Определение относительной погрешности при измерении давления**	7.7	да	да
Определение погрешности вычислителя ВР	7.8	да	нет
*для расходомеров с каналом измерения температуры;			
**для расходомеров с каналом измерения давления.			

2 Средства поверки

2.1 При проведении поверки применяются средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Наименование операции	Номер пункта	Наименование средства измерения, его технические характеристики
Внешний осмотр	7.1	Визуально
Опробование	7.2	СИ согласно п. 7.4
Подтверждение соответствия программного обеспечения СИ	7.2.3	Визуально

Определение геометрических параметров расходомера: - измерение длины акустического канала; - измерение внутреннего диаметра корпуса УПР	7.3 7.3.1 7.3.2	Нутромер микрометрический НМ, диапазон измерений от 50 до 600 мм, пределы абсолютной погрешности $\pm 0,015$ мм
Определение метрологических характеристик расходомера имитационным методом без демонтажа с измерительного трубопровода	7.4.1.1	Барометр aneroid БАММ-1, диапазон от 80 до 106 кПа, цена деления 0,1 кПа ПО «АРМ «UFG View» или другое сервисное ПО
Определение метрологических характеристик расходомера имитационным методом при демонтаже с измерительного трубопровода	7.4.1.2	СИ согласно п. 7.4.1.1
Определение метрологических характеристик проливным методом	7.4.2	Государственный первичный эталон единиц объемного и массового расходов газа ГЭТ 118-2013, СКО 0,05 %, НСП 0,04 %, диапазон воспроизведения объемного расхода газа от 0,003 до 16 000 м³/ч; Рабочий эталон 1-го разряда по ГОСТ Р 8.618-2014 с пределами допускаемой относительной погрешности от 0,2 % до 0,5 %, диапазон воспроизведения объемного расхода газа от 0,016 до 32 000 м³/ч; Прибор цифровой для измерения давления DPI 740 «Druck», диапазон от 75 до 115 кПа, пределы относительной погрешности $\pm 0,02$ %; Термометр СП-95, диапазон от плюс 10 °С до плюс 35 °С, пределы абсолютной погрешности $\pm 0,2$ °С
Определение погрешности УПР при преобразовании значения расхода газа в частотный и токовый сигнал	7.5	Частотомер электронно-счетный ЧЗ-63/1, диапазон от 0,1 до 10⁸ Гц, пределы относительной погрешности $\pm 5 \times 10^{-7}$; Мультиметр АМ-7030, диапазон от 5 до 500 мА, пределы относительной погрешности $\pm (0,0006 I_{\text{изм.}} + 3 \text{ е.м.р.})$; Источник постоянного тока Б5-71, диапазон от 0 до 30 В, пределы абсолютной погрешности $\Delta = \pm 200$ мВ

Определение абсолютной погрешности при измерении температуры	7.6	Термостат жидкостный Термотест-100, диапазон от минус 30 до плюс 100 °С, нестабильность $\pm 0,01$ °С, неоднородность $\pm 0,01$ °С; Эталонный термометр ЭТС-100, диапазон от минус 196 до 0 °С 3 разряд; Эталонный термометр ЭТС-100, диапазон от 0 до 660 °С 3 разряд; Мультиметр многоканальный прецизионный Метран-514-ММП, диапазон от 0 до 2000 Ом, $\Delta = \pm (0,025 \text{ ИВ} + 0,02 \text{ Ом})$
Определение относительной погрешности при измерении давления	7.7	Калибратор давления портативный Метран-517, диапазон от минус 100 кПа до 60 МПа, пределы основной относительной погрешности от $\pm 0,02$ до $\pm 0,1$ %
Определение относительной погрешности вычислителя ВР при вычислении объемного расхода и объема газа, приведенного к стандартным условиям, массового расхода и массы газа.	7.8	ПО «АРМ «UFG View» в режиме «Поверка-Тест рTZ»

2.2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью.

2.3 Все средства измерений должны быть поверены в установленном порядке. Эталоны и испытательное оборудование должно быть аттестовано.

3 Требования к квалификации поверителей

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

4 Требования безопасности

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

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

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

5 Условия поверки

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- | | |
|---|-----------------------------------|
| - 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 40 до 95
- атмосферное давление, кПа	от 84,0 до 106,7
- изменение температуры окружающей среды за время поверки, °С, не более	2

Примечание –

^{*)} При поверке расходомеров имитационным методом на измерительной линии или применении поверочных установок на природном газе допускается проведение поверки при температуре окружающего воздуха от минус 20 до плюс 55 °С.

В случае применения природного газа необходимо обеспечить контроль его компонентного состава в соответствии с требованиями ГОСТ 31371-2008, ГОСТ 31370-2008, ГОСТ 14920-79 с использованием потоковых либо лабораторных хроматографов.

6 Подготовка к поверке

Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

- проверяют выполнение условий, изложенных в разделах 2, 3, 4, 5;
- подготавливают к работе поверяемый расходомер и средства поверки в соответствии с эксплуатационной документацией.

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре устанавливают соответствие расходомера следующим требованиям:

- соответствие комплектности, маркировки, пломбирования расходомера требованиям, указанным в эксплуатационной документации;
- отсутствие видимых повреждений и механических дефектов, препятствующих применению расходомера.

По результатам внешнего осмотра делают отметку в протоколе поверки.

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

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

7.2 Опробование

7.2.1 Опробование заключается в проверке работоспособности поверяемого расходомера и его отдельных компонентов. Проверка может осуществляться при помощи персонального компьютера (далее ПК) и установленного программного обеспечения (далее ПО) – ПО «АРМ «UFG View», либо непосредственно при помощи встроенного интерфейса показывающего устройства расходомера.

7.2.2 При поверке расходомеров проливным методом убеждаются в изменении показаний расходомера при изменении расхода газа на поверочной установке.

При поверке имитационным методом на месте эксплуатации убеждаются в показаниях расходомера по измерительным каналам расхода, давления и температуры до выполнения процедуры перекрытия расхода.

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. Воздушный поток не должен превышать значения по скорости в 20 м/с. Контроль скорости проводят с помощью анемометра.

По результатам опробования делают отметку в протоколе поверки.

Результаты опробования считают положительными, если значение скорости потока и расхода газа по показаниям расходомера отличны от нуля, а значения параметров температуры и давления соответствуют значениям, перечисленным в п. 5.

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

7.2.3 Подтверждение соответствия программного обеспечения расходомеров.

Операция «Подтверждение соответствия программного обеспечения» включает:

- определение идентификационного наименования программного обеспечения;
- определение номера версии (идентификационного номера) программного обеспечения;
- определение цифрового идентификатора (контрольной суммы исполняемого кода) программного обеспечения.

7.2.3.1 Включить расходомер. После подачи питания встроенное ПО расходомера выполняет ряд само диагностических 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.

Результат подтверждения соответствия программного обеспечения считается положительным, если полученные идентификационные данные ПО расходомера (идентификационное наименование, номер версии (идентификационный номер) и цифровой идентификатор) соответствуют идентификационным данным, указанным в подразделе «Программное обеспечение» раздела «Описание средства измерений» описания типа расходомера:

Идентификационное наименование программного обеспечения	Номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения	Цифровой идентификатор программного обеспечения (контрольная сумма исполняемого кода)
UFG.H	2.00	0x26423682
UFG.F	2.00	0x176C298B

7.3 Определение геометрических параметров расходомера.

Определение геометрических параметров расходомера заключается в определении длины акустического канала для каждой пары приемопередатчиков и определении внутреннего диаметра корпуса УПР.

Определение геометрических параметров выполняют только для расходомеров Turbo Flow UFG модификации F.

7.3.1 Измерение длины акустического канала

Измерение длины акустического канала производится микрометрическим нутромером трижды для каждой пары ультразвуковых приемо-передатчиков. При этом необходимо соблюдать осторожность, чтобы не повредить защитное напыление, нанесенное на поверхность приемо-передатчиков.

Вычисляется среднее арифметическое значение из измеренных значений для каждого акустического канала:

Полученное значение длины акустического канала вводится в настроечную базу данных расходомера - если отклонения измеренных значений длины акустического канала от среднего арифметического значения не превышают $\pm 0,1$ мм.

Измеренные значения длины акустического канала заносятся в протокол поверки.

7.3.2 Измерение внутреннего диаметра корпуса УПР

Внутренние диаметры корпуса УПР $D_{\text{вн}}$ (мм), измеряются в трех точках:

- в зоне входных ультразвуковых датчиков относительно потока.
- между входными и выходными ультразвуковыми датчиками
- в зоне выходных ультразвуковых датчиков относительно потока.

В каждой точке проводится не менее 4-х измерений по всему внутреннему диаметру корпуса УЗПР:

- по горизонтали
- по вертикали
- по диагонали (под углом 45°) к горизонтали
- по диагонали (под углом 45°) к вертикали.

как показано на рисунках 1 и 2.

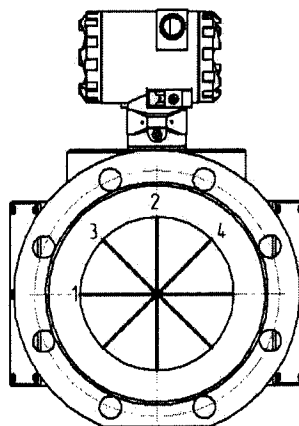


Рисунок 1 – ориентация измерений внутреннего диаметра ИК.

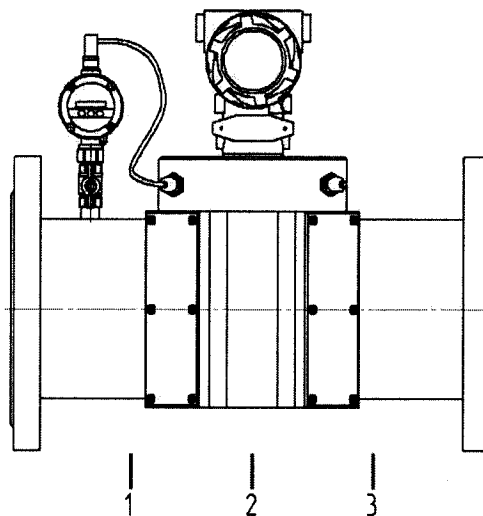


Рисунок 2 – места измерений внутреннего диаметра ИК

Вычисляется среднее арифметическое значение $\overline{D_{\text{вн}}}$ из данных двенадцати измерений по формуле 1:

$$\overline{D_{\text{вн}}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n D_{\text{вн}.i} \quad (1)$$

где: n – количество измерений;
 i – порядковый номер измерения.

Вычисляется максимальное отклонение измеренных значений внутреннего диаметра от среднеарифметического значения внутреннего диаметра ИК, $\delta D_{\text{вн.мах}}$, по формуле 2:

$$\delta D_{\text{вн.мах}} = \frac{\Delta D_{\text{вн.мах}}}{\overline{D_{\text{вн}}}} \cdot 100\% \quad (2)$$

где: $\Delta D_{\text{вн.мах}}$ – максимальное абсолютное отклонение внутреннего диаметра ИК от среднеарифметического значения внутреннего диаметра ИК, мм, вычисляется по формуле 3:

$$\Delta D_{\text{вн.}} = D_{\text{вн.}} - \overline{D_{\text{вн.}}} \quad (3)$$

Измеряется температура окружающего воздуха.

Среднее арифметическое значение внутреннего диаметра ИК и значение максимального отклонения измеренных значений внутреннего диаметра от среднеарифметического значения внутреннего диаметра ИК вносятся в протокол поверки.

Среднее арифметическое значение внутреннего диаметра ИК и измеренная температура окружающего воздуха вносятся в базу данных расходомера с помощью программного обеспечения, в соответствии с руководством по эксплуатации.

Результаты проверки считаются положительными, если $\delta D_{\text{вн.мах}}$ не превышает $\pm 0,1$ % для расходомеров Turbo Flow UFG модификации F, имеющих 4, 6, 8 пар приемопередатчиков, и $\pm 0,2$ % для расходомеров Turbo Flow UFG модификации F, имеющих 1 или 2 пары приемопередатчиков.

7.4 Определение метрологических характеристик при измерении расхода газа

7.4.1 Определение метрологических характеристик при измерении расхода газа имитационным методом

Поверка имитационным методом может быть выполнена одним из двух способов:

- при снятии расходомера с трубопровода;
- без снятия расходомера с трубопровода в рабочих условиях на месте эксплуатации.

Метод проведения поверки в рабочих условиях на месте эксплуатации может быть применен только в том случае, если отрезок трубопровода с вмонтированным расходомером может быть полностью перекрыт и в УПР отсутствует поток газа.

Условия выполнения измерений:

Допускаемые диапазоны изменения параметров поверочной среды приведены в таблице 3:

Таблица 3

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 $\pm 0,5$ %.	

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

Для обеспечения удобства контроля над 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 2Ду 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.

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

Поверку расходомера, демонтированного с трубопровода, проводят в помещении при стабильной температуре воздуха (Таблица 3). На фланцы расходомера устанавливают заглушки, оснащенные штуцерами для подачи тестового газа в корпус расходомера и монтажа преобразователей температуры и давления.

Подключают преобразователи температуры и давления.

В качестве тестового газа рекомендуется использовать азот (особой чистоты по ГОСТ 293-74). Внутренняя полость корпуса расходомера перед заполнением азотом должна быть предварительно продута тем же самым азотом. Рекомендуется перед подачей азота из корпуса расходомера откачать воздух.

Корпус расходомера заполняют тестовым газом, пока давление газа не достигнет необходимого значения, равного среднему рабочему давлению. Заполнив корпус расходомера измеряемой средой до давления не менее $P_{\text{абс}} = 0,2$ МПа, ожидают стабилизации её

температуры и давления. Проводят проверку давления не менее чем через 1 час после заполнения корпуса тестовым газом.

П р и м е ч а н и е: допускается проводить дополнительную поверку по п.7.4.1.2. при давлении измеряемой среды, равном давлению рабочей среды во время эксплуатации, но не более максимально допустимого в соответствии с паспортом на расходомер.

Выполняют следующие операции:

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

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. Параметры фиксируют при помощи снимка экранной формы раздела «Тест канала U».

Проверку смещения нуля УПР проводят после стабилизации давления и температуры газа во внутренней полости УПР (см. таблицу 4) и выполняют измерение скорости потока газа по каждому акустическому каналу.

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 не более 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.

Производят расчёт скорости звука в измеряемой среде исходя из абсолютного давления, температуры и состава газа по алгоритмам стандартов ГОСТ 30319.2-2015 и ГОСТ 30319.3-2015 используя ПО «АРМ «UFG View».

Определяют относительное отклонение измеренных значений скорости звука от расчетных значений для всех лучей, δC_{oi} , по формуле 4:

$$\delta C_{oi} = \frac{C_{oui} - C_{op}}{C_{op}} \cdot 100\% \quad (4)$$

где C_{oui} - измеренное значение скорости звука, м/с;

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

Наибольшее относительное отклонение значений скорости звука между лучами определяют по формуле 5:

$$\delta C_{omax} = \frac{C_{omax} - C_{omin}}{\bar{C}_o} \cdot 100\% \quad (5)$$

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 лучам, м/с.

Данные и результаты измерений вносят в протокол поверки.

Результаты определения метрологических характеристик при измерении расхода газа имитационным методом считают положительными, если:

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

0,006 м/с для расходомеров с пределами допускаемой относительной погрешности при измерении объемного расхода $\delta \leq \pm 0,5 \%$;

0,012 м/с для расходомеров с пределами допускаемой относительной погрешности при измерении объемного расхода $\pm 0,5 \% < \delta < \pm 1,5 \%$;

0,024 м/с для расходомеров с пределами допускаемой относительной погрешности при измерении объемного расхода $\delta \geq \pm 1,5 \%$,

где δ — пределы допускаемой относительной погрешности измерения расхода.

2) отклонения δ_{ci} расчетной скорости звука в газе от измеренных скоростей звука по каждому акустическому каналу должны удовлетворять условию $|\delta_{ci}| \leq (A + U'_{co})$

где U'_{co} — относительная расширенная неопределенность определения скорости звука;

A — параметр, значение которого принимают равным:

0,1 % при $\delta_{вп} \leq 0,7 \%$;

0,2 % при $0,7\% < \delta_{вп} \leq 1,5 \%$;

0,3 % при $\delta_{вп} > 1,5 \%$.

Значение относительной расширенной неопределенности определения скорости звука определяют по формуле 5.1:

$$U'_{co} = 2(u'_{cf}^2 + 0,25u_T'^2)^{0,5} \quad (5.1)$$

где u'_{cf} — относительная стандартная неопределенность, приписываемая функциональной зависимости, используемой для расчета скорости звука;

u_T' — относительная стандартная неопределенность измерения температуры газа.

Примечание — Ввиду малой чувствительности скорости звука газа к изменению давления и в связи с тем, что скорость звука при допущении постоянства показателя адиабаты пропорциональна квадратному корню из термодинамической температуры, в формуле не учитывается составляющая от неопределенности измерений давления, и относительный коэффициент чувствительности скорости звука к изменению температуры принят равным 0,5. Рекомендуется для расчета скорости распространения звука в газе применять зависимости, для которых $u'_{cf} \leq 0,1 \%$.

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

$\pm 0,1 \%$ для расходомеров с пределами допускаемой относительной погрешности при измерении объемного расхода $\delta \leq \pm 0,5 \%$;

$\pm 0,2 \%$ для расходомеров с пределами допускаемой относительной погрешности при измерении объемного расхода $\pm 0,5 \% < \delta < \pm 1,5 \%$;

$\pm 0,3 \%$ для расходомеров с пределами допускаемой относительной погрешности при измерении объемного расхода $\delta \geq \pm 1,5 \%$.

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

7.4.2 Определение относительной погрешности при измерении расхода газа в рабочих условиях на поверочной установке

Измерения проводятся при следующих значениях объемного расхода газа Q_j : $Q_{\max}$, $0,65 Q_{\max}$, $0,5 Q_{\max}$, $0,25 Q_{\max}$, $0,1 Q_{\max}$, $0,05 Q_{\max}$, $0,01 Q_{\max}$ и $Q_{\min}$. Допускается производить измерения в произвольном числе равно распределенных значений расхода, (не менее 7 точек). Для удобства допускается округление дробной доли расхода в большую или меньшую сторону.

Отклонение расходов, задаваемых эталонной установкой от вышеприведенных значений:

- 5 % - для $Q_{\max}$;
- + 10 % - для $Q_{\min}$;
- ± 10 % - для остальных расходов.

Рабочая среда – природный газ или воздух.

С помощью средств измерений, входящих в состав установки, необходимо измерить абсолютное давление и температуру в месте установки поверяемого расходомера, потерю давления на поверяемом расходомере, а также температуру газа перед эталонными критическими соплами или эталонными расходомерами.

Действительное значение расхода (Q_{dp}) газа в рабочих условиях в поверяемом расходомере вычислить по формуле 6 при использовании эталонных критических сопел или определить в соответствии с эксплуатационной документацией на поверочную установку другого типа:

$$Q_{dp} = \left[1 - \frac{\Delta P}{P_s} \right] \cdot \sqrt{\frac{273,15 + t_s}{293,15}} \cdot Q_{20} \cdot \frac{1}{K_{\phi}}; \quad (6)$$

где:

- ΔP - потери давления на расходомере, кПа;
- P_s - абсолютное давление в расходомере, кПа;
- t_s - температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$;
- K_{ϕ} - поправочный коэффициент на влажность воздуха при применении воздуха в качестве измеряемой среды (Таблица А.1 Приложения А);
- Q_{20} - объемный расход через эталонное критическое сопло при 20°C , $\text{м}^3/\text{ч}$ (находится из сертификата калибровки или свидетельства о поверки сопел).

Считать не менее 50 значений показаний объемного расхода по поверяемому расходомеру с периодичностью, равной или большей времени одного независимого измерения по всем акустическим каналам, вычислить среднее арифметическое значение Q_p . С целью автоматизации процесса поверки используется ПО «APM «UFG View» - раздел Инструменты - «Поверка по расходу».

Вычислить относительную погрешность при измерении расхода газа (δQ_p) поверяемым расходомером по формуле 7:

$$\delta Q_p = \frac{Q_p - Q_{\partial p}}{Q_{\partial p}} \cdot 100\%, \quad (7)$$

где:

Q_p – значение объемного расхода, измеренного расходомером, м³/ч;

$Q_{\partial p}$ – действительное значение объемного расхода, измеренного установкой, м³/ч.

Данные и результаты измерений вносят в протокол поверки.

Результаты поверки считают положительными, если полученные значения относительной погрешности расходомера при измерении объемного расхода находятся в пределах, указанных в паспорте на расходомер.

7.5 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 выходного сигнала F» и «Тест выходного сигнала 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 8 и 9:

$$F_{расч} = F_{max} \cdot Q_{изм} / Q_{max} \quad (8)$$

$$I_{расч} = ((I_{max} - I_o) \cdot Q_{изм} / Q_{max}) + I_o, \quad (9)$$

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

- I_o – 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 должны быть внесены в настройчную базу расходомера.

Вычислить относительную погрешность расходомера по частотному выходу в каждой точке расхода по формуле 10:

$$\delta_F = ((F_{изм} - F_{расч}) / F_{расч}) \cdot 100\% \quad (10)$$

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

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

Вычислить приведенную погрешность по токовому выходу в каждой точке расхода по формуле 11:

$$\delta_I = ((I_{изм} - I_{расч}) / I_{max}) \cdot 100\% , \quad (11)$$

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

Расходомер считают прошедшим поверку, если значения приведенной погрешности токового выхода δ_I расходомера находятся в пределах $\pm 0,1 \%$.

7.6 Определение абсолютной погрешности при измерении температуры

7.6.1 Первичный преобразователь температуры расходомера помещают в колодец термостата так, чтобы рабочая часть преобразователя была полностью погружена. Выбирают режим «Поверка канала Т» в ПО «АРМ «UFG View».

7.6.2 Установить на термостате температуру 0°C и контролировать выход на режим термостата в соответствии с его эксплуатационной документацией. После установления стабильных значений температуры по индикации готовности термостата зафиксировать показания температуры с цифрового табло расходомера (или монитора ПК) и эталонного термометра сопротивления (не менее 10 значений).

7.6.3 Определить среднее значение температуры за время измерения, а также среднее значение показаний температуры с поверяемого расходомера по формуле 12:

$$t_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^N t_i}{N} \quad (12)$$

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

N – количество измерений.

7.6.4 Значение абсолютной погрешности расходомера при измерении температуры 0°C определить по формуле 13:

$$\Delta t = (t_{cp.изм.} - t_{cp.эт.}) \quad (13)$$

7.6.5 Повторить пункты 7.6.2. – 7.6.4 для минимальной и максимальной температуры измеряемой среды.

7.6.6 Результаты измерений занести в протокол поверки.

Результаты определения абсолютной погрешности при измерении температуры считают положительными, если абсолютная погрешность при измерении температуры находится в пределах $\pm (0,5 + 0,005 \cdot |t|)$, $^{\circ}\text{C}$ для модификации Turbo Flow UFG - Н и $\pm (0,15 + 0,002 \cdot |t|)$, $^{\circ}\text{C}$ для модификации Turbo Flow UFG – F.

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

7.7 Определение относительной погрешности при измерении давления

7.7.1 Определение относительной погрешности при измерении давления проводят с помощью калибратора давления, обеспечивающего создание абсолютного (избыточного)

давления в рабочем диапазоне измерения давления расходомером и программного обеспечения ПО «АРМ «UFG View» в режиме «Поверка канала Р».

Для расходомеров автономного исполнения период обновления значения давления может достигать 5 минут.

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

$$P_1 = 0,25 P_{\max};$$

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

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

7.7.2 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 определить по формуле: $P_{\text{эт}} = P_{\text{эт.изб}} + P_{\text{бар}}$,

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

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

7.7.3 В каждой точке выполняют по одному измерению при прямом и обратном ходе и вычисляют значение погрешности по формуле 14:

$$\delta_{p_i} = \left(\frac{P_{\text{изм}} - P_{\text{эт}}}{P_{\text{эт}}} \right) \cdot 100\%, \quad (14)$$

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

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

7.7.4 Результаты измерений занести в протокол поверки.

Результаты поверки считают положительными, если значение относительной погрешности при измерении давления находится в пределах $\pm 0,5$ % для модификации Turbo Flow UFG - Н и $\pm 0,25$ % для модификации Turbo Flow UFG – F.

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

7.8 Определение относительной погрешности вычислителя ВР

При помощи ПО «АРМ «UFG View» переводят расходомер в режим «Поверка- Тест рTZ». Вводят значения следующих параметров:

- расхода в рабочих условиях ($\text{м}^3/\text{ч}$);

-температуры ($^{\circ}\text{C}$);

-абсолютного давления (МПа).

Вводят значения параметров газовой смеси:

-плотность газа при стандартных условиях ($\text{кг}/\text{м}^3$);

-молярные доли компонентов (%).

Выбирают алгоритм расчета плотности и коэффициента сжимаемости.

Вводят время измерения объема и массы. Устанавливают флаг «Проверка вычисления объема и массы». 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 15:

$$\delta Q_c = \frac{Q_{cu} - Q_{cp}}{Q_{cp}} \cdot 100\% \quad (15)$$

Q_{cu} – значение объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям, вычисленное расходомером;

Q_{cp} – значение объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям, теоретически расчетное с учетом требований 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» или ГОСТ 30319.3-2015 «Газ природный. Методы расчета физических свойств. Вычисление физических свойств на основе данных о компонентном составе».

Значения Q_{cp} , V_{cp} , Q_{mp} , M_p приведены в Таблицах Б.1, Б.2 Приложения Б.

Считывают из расходомера с помощью ПО «АРМ «UFG View» значение объема газа, вычисленное расходомером V_{cu} (м³).

Вычисляют относительную погрешность вычислителя ВР при вычислении объема газа, приведенного к стандартным условиям, по формуле 16:

$$\delta V_c = \frac{V_{cu} - V_{cp}}{V_{cp}} \cdot 100\% \quad (16)$$

V_{cu} – значение объема газа, вычисленное расходомером;

V_{cp} – значение объема газа, теоретически расчетное в соответствии с установленными параметрами расчета с учетом требований ГОСТ 30319.2-2015 или ГОСТ 30319.3-2015.

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

Вычисляют относительную погрешность вычислителя ВР при вычислении массового расхода газа по формуле 17:

$$\delta Q_M = \frac{Q_{mu} - Q_{mp}}{Q_{mp}} \cdot 100\% \quad (17)$$

Q_{mu} – значение массового расхода газа, вычисленное расходомером;

Q_{mp} – значение массового расхода газа, теоретически расчетное в соответствии с установленными параметрами расчета с учетом требований ГОСТ 30319.2-2015 или ГОСТ 30319.3-2015.

Считывают из расходомера с помощью ПО «АРМ «UFG View» значение массы газа, вычисленное расходомером M_u (кг).

Вычисляют относительную погрешность вычислителя ВР при вычислении массы газа по формуле 18:

$$\delta M = \frac{M_u - M_p}{M_p} \cdot 100\% \quad (18)$$

M_u – значение массы газа, вычисленное расходомером;

M_p – значение массы газа, теоретически расчетное в соответствии с установленными параметрами расчета с учетом требований ГОСТ 30319.2-2015 или ГОСТ 30319.3-2015..

Процесс считывания и вычисления погрешностей по формулам 15-18 автоматизирован в ПО «АРМ «UFG View».

Проверка проводится для каждой комбинации значений параметров, приведенных в таблицах Б.1, Б.2 Приложения Б.

Результат поверки считают положительным, если рассчитанные значения погрешности находится в пределах $\pm 0,02 \%$.

9 Оформление результатов поверки

9.1 При положительных результатах поверки расходомер признают пригодным к применению. Наносят знак поверки и делают соответствующую запись в паспорте расходомера или оформляют свидетельство о поверке с нанесением знака поверки в соответствии с Приказом Минпромторга России от 2 июля 2015 г. № 1815 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке». Расходомер пломбируют и наносят знаки поверки в соответствии с Приложением В.

9.2 Если расходомер по результатам поверки признан непригодным к применению, свидетельство о поверке аннулируется и выписывают извещение о непригодности к применению в соответствии с Приказом Минпромторга России от 2 июля 2015 г. № 1815.

Начальник отдела 208
ФГУП «ВНИИМС»

Б.А. Иполитов

Заместитель начальника отдела 208
ФГУП «ВНИИМС»

А.М. Шаронов

Таблица А.1

φ, % / t, °C	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
30	1,0017	1,0016	1,0015	1,0014	1,0013	1,0012	1,001	1,0008	1,0006	1,0004	1,0002
40	1,0015	1,0014	1,0013	1,0011	1,0009	1,0008	1,0005	1,0003	1	0,9998	0,9995
50	1,0013	1,0011	1,001	1,0007	1,0005	1,0004	1,0001	0,9998	0,9995	0,9992	0,9988
60	1,0011	1,0009	1,0007	1,0005	1,0002	1	0,9996	0,9993	0,9989	0,9984	0,998
70	1,0009	1,0007	1,0004	1,0002	0,9999	0,9996	0,9992	0,9988	0,9983	0,9978	0,9973
80	1,0007	1,0004	1,0002	0,9999	0,9995	0,9992	0,9988	0,9983	0,9978	0,9972	0,9965
90	1,0005	1,0002	0,9999	0,9996	0,9992	0,9988	0,9983	0,9978	0,9972	0,9965	0,9959

Таблица Б.1 Тестовые комбинации значений параметров при вычислении коэффициента сжимаемости природного газа по ГОСТ 30319.2-2015, смесь №2.

Вводимые значения			Коэффициент сжимаемости, z	Вычисленное значение	Расчетное значение	Вычисленное значение	Расчетное значение	Вычисленное значение	Расчетное значение	Вычисленное значение	Расчетное значение	Время измерения
Q_p , м ³ /ч	T , °C	$P_{абс}$, (МПа)		$Q_{си}$, м ³ /ч	$Q_{ср}$, м ³ /ч	$Q_{ми}$, кг/ч	$Q_{мр}$, кг/ч	$V_{си}$, м ³	$V_{ср}$, м ³	$M_{и}$, кг	$M_{р}$, кг	τ
30	-23,15	0,1	0,9964		34,76558		28,7280		14,4857		11,9700	1500
30	76,85	7,5	0,9284		1998,85477		1651,6800		499,7137		412,9200	900

Состав газа:

азот

5,7 мол. %

диоксида углерода

7,6 мол. %

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

0,8263 кг/м³

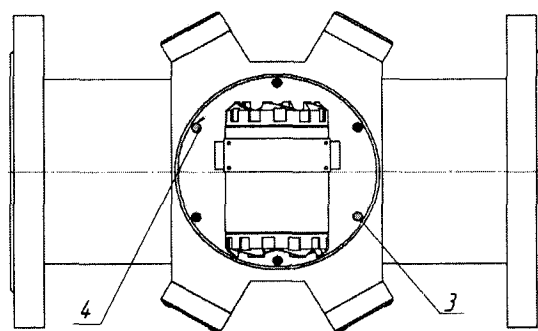
Таблица Б.2 Тестовые комбинации значений параметров при вычислении коэффициента сжимаемости природного газа по ГОСТ 30319.3-2015, смесь №3

Вводимые значения			Коэффициент сжимаемости, z	Вычисленное значение	Расчетное значение	Вычисленное значение	Расчетное значение	Вычисленное значение	Расчетное значение	Вычисленное значение	Расчетное значение	Время измерения
Q_p , м ³ /ч	T , °C	$P_{абс}$, (МПа)		$Q_{си}$, м ³ /ч	$Q_{ср}$, м ³ /ч	$Q_{ми}$, кг/ч	$Q_{мр}$, кг/ч	$V_{си}$, м ³	$V_{ср}$, м ³	$M_{и}$, кг	$M_{р}$, кг	с
30	-23,15	0,1	0,9972		34,75950		22,3620		17,3797		11,1810	1800
30	76,85	30	1,003		7405,39180		4764,0000		1851,3480		1191,0000	900

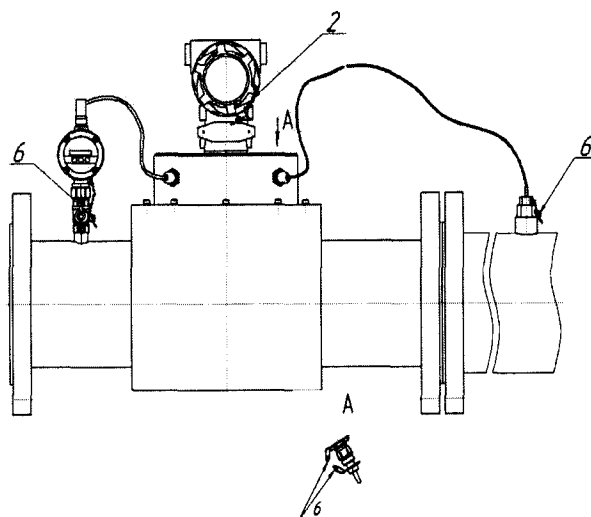
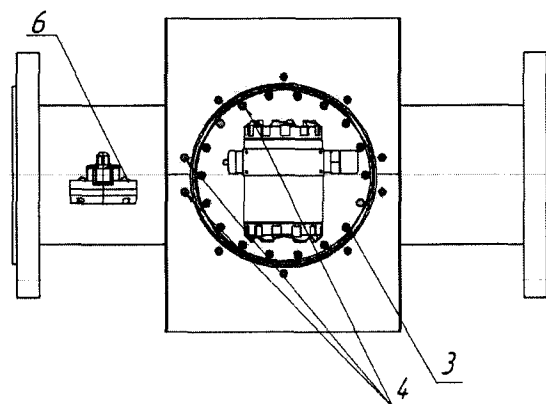
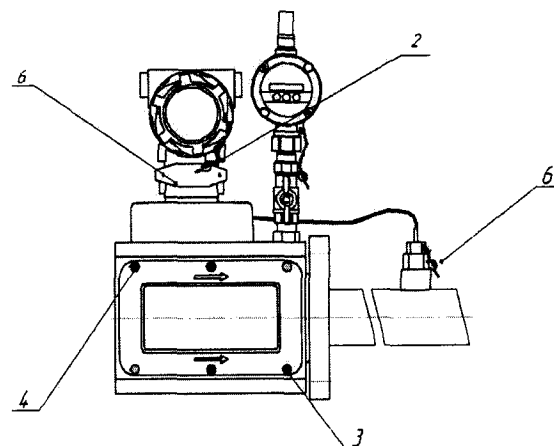
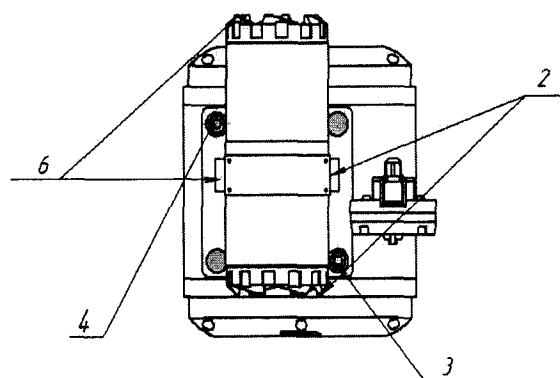
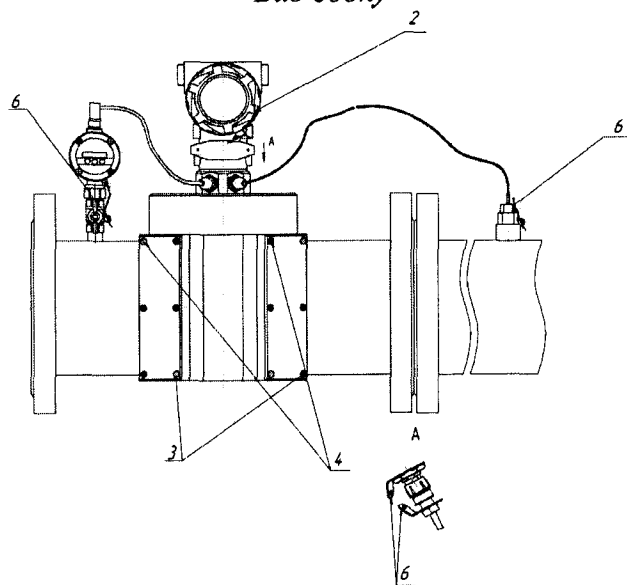
Состав газа:

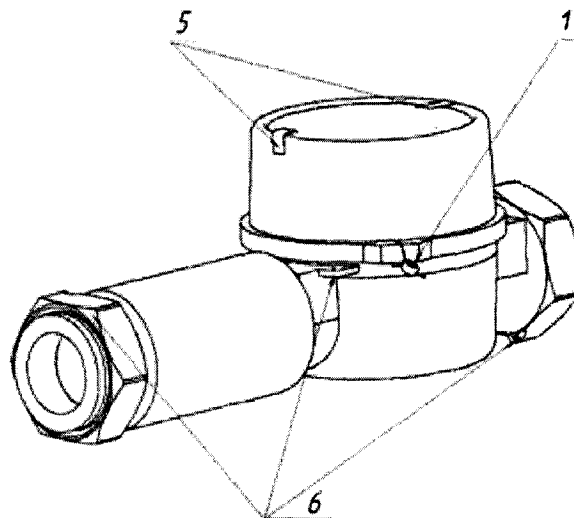
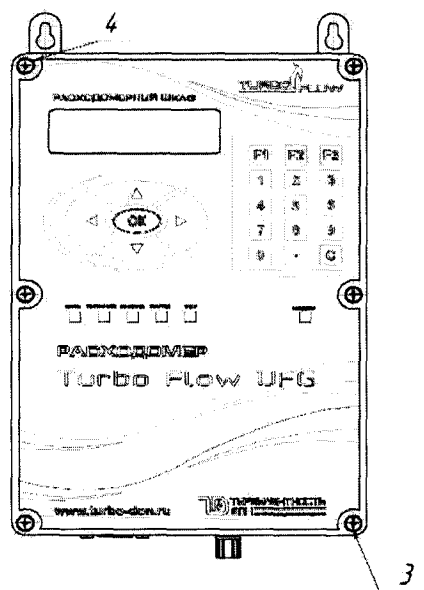
Метан	86,41	мол. %
Этан	1,8	мол. %
Пропан	0,45	мол. %
и-Бутан	0,1	мол. %
н-Бутан	0,1	мол. %
и-Пентан	0,03	мол. %
н-Пентан	0,05	мол. %
н-Гексан	0,12	мол. %
Азот	0,34	мол. %
Диоксид	0,6	мол. %
Гелий	0,5	мол. %
Водород	9,5	мол. %

Вид сверху



Вид сбоку





- 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 – отверстие для пломбирования газоснабжающими организациями.

Рисунок В.1 - Схемы пломбирования
расходомеров - счетчиков газа ультразвуковых Turbo Flow UFG