

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

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГБУ «ВНИИМС»



А.Е. Коломин

« 26 » сентября 2024 г.

**«ГСИ. Комплексы для измерения количества газа Ultramag PRO.
Методика поверки»**

МП 208-084-2024

г. Москва
2024 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки применяется для поверки Комплексов для измерения количества газа Ultramag PRO (далее - комплексы), 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
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа при рабочих условиях, %: вариант исполнения А: - в диапазоне расходов $Q_{\min} \leq Q < 0,05Q_{\max}$ - в диапазоне расходов $0,05Q_{\max} \leq Q \leq Q_{\max}$ вариант исполнения В: - в диапазоне расходов $Q_{\min} \leq Q < 0,05Q_{\max}$ - в диапазоне расходов $0,05Q_{\max} \leq Q \leq Q_{\max}$ вариант исполнения С: - в диапазоне расходов $Q_{\min} \leq Q < 0,05Q_{\max}$ - в диапазоне расходов $0,05Q_{\max} \leq Q \leq Q_{\max}$ вариант исполнения D: - в диапазоне расходов $Q_{\min} \leq Q < 0,05Q_{\max}$ - в диапазоне расходов $0,05Q_{\max} \leq Q \leq Q_{\max}$ вариант исполнения Е: - в диапазоне расходов $Q_{\min} \leq Q < 0,05Q_{\max}$ - в диапазоне расходов $0,05Q_{\max} \leq Q \leq Q_{\max}$	$\pm 1,7/\pm 1,9^1 (\pm 1,9/\pm 2,2)^2$ $\pm 0,75/\pm 0,95^1 (\pm 0,95/\pm 1,3)^2$ $\pm 2,0/\pm 2,2^1 (\pm 2,2/\pm 2,5)^2$ $\pm 1,0/\pm 1,2^1 (\pm 1,2/\pm 1,5)^2$ $\pm 1,2/\pm 1,4^1 (\pm 1,4/\pm 1,7)^2$ $\pm 0,75/\pm 0,95^1 (\pm 0,95/\pm 1,3)^2$ $\pm 0,7/\pm 0,9^1 (\pm 0,9/\pm 1,2)^2$ $\pm 0,7/\pm 0,9^1 (\pm 0,9/\pm 1,2)^2$ $\pm 2,6/\pm 2,8^1 (\pm 2,8/\pm 3,1)^2$ $\pm 1,2/\pm 1,4^1 (\pm 1,4/\pm 1,7)^2$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений давления, %	$\pm 0,4; \pm 0,25$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений температуры газа, %	$\pm 0,1$
Пределы допускаемой относительной погрешности приведений объёма к стандартным условиям с учетом погрешности измерения давления, температуры и вычисления коэффициента коррекции, %	$\pm 0,5; \pm 0,3$

Продолжение таблицы 1

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений и вычислений объема газа, приведенного к стандартным условиям по ГОСТ 2939-63, %:	
вариант исполнения 1:	
- в диапазоне расходов $Q_{\min} \leq Q < 0,05Q_{\max}$	$\pm 2,0/\pm 2,2^1 (\pm 2,2/\pm 2,5)^2$
- в диапазоне расходов $0,05Q_{\max} \leq Q \leq Q_{\max}$	$\pm 1,0/\pm 1,2^1 (\pm 1,2/\pm 1,5)^2$
вариант исполнения 2:	
- в диапазоне расходов $Q_{\min} \leq Q < 0,05Q_{\max}$	$\pm 2,3/\pm 2,5^1 (\pm 2,5/\pm 2,8)^2$
- в диапазоне расходов $0,05Q_{\max} \leq Q \leq Q_{\max}$	$\pm 1,3/\pm 1,5^1 (\pm 1,5/\pm 1,8)^2$
вариант исполнения 3:	
- в диапазоне расходов $Q_{\min} \leq Q < 0,05Q_{\max}$	$\pm 1,5/\pm 1,7^1 (\pm 1,7/\pm 2,0)^2$
- в диапазоне расходов $0,05Q_{\max} \leq Q \leq Q_{\max}$	$\pm 1,0/\pm 1,2^1 (\pm 1,2/\pm 1,5)^2$
вариант исполнения 4:	
- в диапазоне расходов $Q_{\min} \leq Q < 0,05Q_{\max}$	$\pm 1,0/\pm 1,2^1 (\pm 1,2/\pm 1,5)^2$
- в диапазоне расходов $0,05Q_{\max} \leq Q \leq Q_{\max}$	$\pm 1,0/\pm 1,2^1 (\pm 1,2/\pm 1,5)^2$
вариант исполнения 5:	
- в диапазоне расходов $Q_{\min} \leq Q < 0,05Q_{\max}$	$\pm 3,0/\pm 3,2^1 (\pm 3,2/\pm 3,5)^2$
- в диапазоне расходов $0,05Q_{\max} \leq Q \leq Q_{\max}$	$\pm 1,5/\pm 1,7^1 (\pm 1,7/\pm 2,0)^2$
¹ погрешность в зависимости от метода проведения поверки – при условии первичной или периодической поверки проливным методом / первичной поверки имитационным методом;	
² погрешность в зависимости от метода проведения поверки – при условии периодической поверки имитационным методом при условии проведения первичной поверки проливным методом / при условии периодической поверки имитационным методом при условии проведения первичной поверки имитационным методом;	

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

- единицы объема газа при рабочих условиях в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений объемного и массового расхода газов, 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;

- 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 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 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 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;

1.4 При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений используется метод непосредственного сличения (сравнения) результата измерения поверяемого средства измерений со значением, воспроизводимым (измеренным) эталоном, и расчетный метод.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 Для поверки комплексов 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
Проверка герметичности	Да	Да	10.1
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 погрешности при измерении количества импульсов ¹	Да	Да	10.6
Определение погрешности измерений давления ²	Да	Да	10.2
Определение погрешности измерений температуры газа ³	Да	Да	10.3
Определение относительной погрешности приведения объема газа к стандартным условиям в диапазоне изменения параметров газа	Да	Да	10.4
Определение погрешности измерений объема газа при рабочих условиях ⁴ - проливным методом - имитационным методом	Да	Да	10.5
	Да	Да	10.8
Определение погрешности измерений и вычислений объема газа, приведенного к стандартным условиям по ГОСТ 2939-63	Да	Да	10.7

¹ при проведении первичной или периодической поверки имитационным методом не производится

² для исполнений с наличием преобразователя давления

³ для исполнений с наличием преобразователя температуры

⁴ производится проливным или имитационным методом

2.2 Результат поверки по каждому пункту настоящей методики считают положительным, если выполняются требования, указанные в соответствующем пункте и/или в описании типа на комплексы. При получении отрицательных результатов при любой операции поверки, комплекс считают не прошедшим поверку и дальнейшие операции поверки не проводят.

2.3 Для комплексов с несколькими значениями ВПИ давления в соответствии с заявлением владельца средства измерений допускается проведение периодической поверки для одного или нескольких диапазонов измерений давления (установленных ВПИ) с обязательным указанием в свидетельстве о поверке и передаче в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений информации об объеме проведенной поверки.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

- поверочная среда	воздух
- температура окружающего воздуха, °С	от 15 до 25
- температура поверочной среды, °С	от 15 до 25
- относительная влажность воздуха, %	от 30 до 80
- атмосферное давление, кПа	от 84,0 до 106,7
- изменение температуры окружающей среды за время поверки, °С, не более	2
- время выдержки комплекса до начала поверки при температуре поверки, ч, не менее	1

При определении погрешности измерений объема газа при рабочих условиях имитационным методом допускается проведение поверки при температуре от минус 23 до плюс 55 °С, поверочная среда - природный газ, азот или другие газы. Расчёт скорости звука в поверочной среде проводят в соответствии с нормативными документами, устанавливающими методы расчета физических свойств данных газов. Допускается применение аттестованного программного обеспечения реализующего методы определения скорости звука.

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

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

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

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

При проведении поверки комплексов 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
1	2	3
Раздел 3	Прибор комбинированный, диапазон измерений: температура от -20 до +60 °С; относительная влажность от 0 до 99 %; Погрешность измерений абсолютная: температуры ±0,2 °С; относительной влажности ±2,0 %;	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7М, рег. номер 15500-12
Раздел 3	Барометр, диапазон измерений: атмосферного давления: от 610 до 790 мм рт.ст. Погрешность измерений абсолютная: атмосферного давления: ±1,0 мм рт.ст.	Барометр-анероид контрольный М-98, рег. номер 3743-73
10.5	Рабочий эталон 1-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 11.05.2022 № 1133. Диапазон задаваемого объемного расхода газа должен соответствовать диапазону измерений поверяемого средства измерений, соотношение доверительных границ относительной погрешности рабочих эталонов 1 разряда и пределов допускаемой относительной погрешности средств измерений должно быть не более 1/2,5 (1/3 при применении на территории Республики Беларусь)	Установка поверочная промышленная «Стандарт», рег. номер 84753-22
10.1	Манометр с верхним пределом измерений избыточного давления 2,5 МПа, 10 МПа, класс точности 1	Манометр МТИ, рег. номер 1844-63
10.6	Частотомер, диапазон измерений: частот от 0,1 Гц до 1 МГц Погрешность $1,5 \cdot 10^{-7} \%$	Частотомер электронно-счетный вычислительный ЧЗ-64, рег. номер 9135-83
10.2, 10.4	Рабочие эталоны 3-го разряда по приказам Росстандарта от 20.10.2022 № 2653 и от 06.12.2019 № 2900, ВПИ абсолютного давления до 16,1 МПа, ВПИ избыточного давления до 16 МПа. Соотношение пределов допускаемых абсолютных погрешностей эталонов и поверяемых комплексов при одном и том же значении давления не более 1:4	Калибратор давления СРС 3000, рег. номер 42907-09
		Калибратор давления СРС 6000, рег. номер 59862-15

Продолжение таблицы 3

1	2	3
10.3, 10.4	Термостат переливной прецизионный, диапазон воспроизводимых температур от минус 40 до плюс 60 °С, нестабильность поддержания температуры $\pm 0,01$ °С, неравномерность температурного поля в рабочем пространстве, не более $\pm 0,01$ °С	Термостат переливной прецизионный ТПП-1.2, рег. номер 33744-07
10.3, 10.4	Рабочие эталоны 3-го разряда по приказу Росстандарта от 23.12.2022 № 3253, диапазон измерений температуры от минус 40 до плюс 60 °С, доверительные границы абсолютной погрешности при вероятности 0,95 не более $\pm 0,1$ °С (К)	Преобразователь сигналов ТС и ТП прецизионный Теркон, рег. номер 23245-08
		Термометр сопротивления платиновый вибропрочный эталонный ПТСВ-3-3, рег. номер в 32777-06
9.2, 10	Программное обеспечение «Ultramag Pro Test»	Программное обеспечение «Ultramag Pro Test»
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 комплексов в измерительную линию поверочной установки должен производиться согласно его эксплуатационной документации при неработающей поверочной установке.

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

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

При внешнем осмотре устанавливают соответствие комплекса следующим требованиям:

7.1 Внешний вид комплекса должен соответствовать описанию и изображению, приведенному в описании типа средства измерений.

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

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

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

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

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРНИЙ

8.1 Подготовка к работе средств поверки проводят согласно прилагаемой к ним эксплуатационной документации.

8.2 При опробовании проверяют работоспособность комплекса в соответствии с руководством по эксплуатации без определения метрологических характеристик.

Убеждаются в изменении показаний комплекса при изменении расхода газа в поверочной установке. Комплекс считают выдержавшим проверку, если при увеличении (уменьшении) расхода наблюдается увеличение (уменьшение) показаний комплекса.

8.3 При поверке имитационным методом на месте эксплуатации убеждаются в наличии показаний значений расхода, давления и температуры (в зависимости от исполнения) до перекрытия трубопровода.

При поверке имитационным методом со снятием комплекса с трубопровода убеждаются в показаниях расхода, давления и температуры (в зависимости от исполнения) задавая расход компрессором или другим доступным методом, не превышая максимальный расход поверяемого комплекса.

Результаты опробования считают положительными, если значения расхода газа по показаниям комплекса отличны от нуля, а значения параметров температуры и давления соответствуют значениям, перечисленным в пункте 3.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 При проверке идентификационных данных программного обеспечения комплекса определяют:

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

9.2 Проверку проводят при помощи персонального компьютера (далее – ПК) и программного обеспечения «Ultramag Pro Test» (далее – ПО «Ultramag Pro Test»). Подключают комплекс к компьютеру с помощью интерфейса связи. Выбирают сетевой порт и сетевой адрес прибора, подтверждают данные. На мониторе ПК должны отобразиться идентификационные данные программного обеспечения. Контрольная сумма метрологически значимой части ПО выводится на дисплей с помощью клавиатуры. Так же можно выполнять проверку при помощи клавиатуры комплекса считывая данные с дисплея комплекса.

9.3 Результаты поверки считают положительными, если идентификационные данные программного обеспечения соответствуют идентификационным данным программного обеспечения, приведенным таблице 4.

Таблица 4

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	00079-01 12 01
Номер версии (идентификационный номер) ПО	2.0.1
Цифровой идентификатор	83AA

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Проверка герметичности

Для проверки герметичности используют схему согласно приложению А или стенды для проверки герметичности.

Проверку герметичности проводят обмыливанием мест соединений преобразователя давления, гильзы термопреобразователя при подаче давления в рабочую полость комплекса. Величина максимального испытательного давления определяется верхним пределом измерений применяемого на комплексе преобразователя давления.

При использовании стендов для проверки герметичности руководствуются требованиями эксплуатационной документации на них.

Результаты поверки считают положительными, если не наблюдается падение давления по манометру и не произошло выделения пузырьков воздуха в течение 3 минут после достижения контрольного давления.

10.2 Определение погрешности измерений давления (за исключением вариантов исполнений V, VP и комплексов без встроенного преобразователя абсолютного или избыточного давления).

10.2.1 Извлекают преобразователь давления и подключают калибратор давления (датчик давления) к штуцеру преобразователя давления. Измерения проводят при значениях абсолютного (избыточного) давления соответствующие пяти значениям измеряемой величины, достаточно равномерно распределенным в рабочем диапазоне измерений, в том числе значения измеряемой величины, соответствующими нижнему и верхнему пределу рабочего диапазона измерения с допуском отклонением:

$$P_{\max} - 5\%;$$

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

Значения величины давления, соответствующие нижнему P_{\min} и верхнему P_{\max} пределу рабочего диапазона измерения указаны в паспорте на конкретный комплекс.

В случае применения датчика избыточного давления значение эталонного абсолютного давления определяют по формуле 1:

$$P_{\text{эт}} = P_{\text{эт.изб}} + P_{\text{бар}}, \quad (1)$$

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).

Снимают показания с индикатора комплекса или персонального компьютера при помощи ПО «Ultramag Pro Test» и для каждого измеренного значения давления рассчитывают относительную погрешность δ_p , % измерений давления по формуле 2:

$$\delta_p = \frac{P_{\text{изм}} - P_{\text{зад}}}{P_{\text{зад}}} \cdot 100, \quad (2)$$

где $P_{\text{изм}}$ - измеренное значение давления, кПа;

$P_{\text{зад}}$ - значение давления, заданное с помощью эталона, кПа.

10.2.2 После проведения процедуры в соответствии с п. 10.2.1 производят переключение диапазона измерений абсолютного (избыточного) давления на следующий,

если в паспорте на комплекс указано несколько диапазонов измерений давления и повторяют процедуру описанную в пункте 10.2.1.

10.2.4 Результаты поверки считают положительными, если значения относительной погрешности измерений абсолютного (избыточного) давления во всех диапазонах не превышают пределов, указанных в таблице 1 с учетом паспортных данных комплекса.

10.3 Определение погрешности измерений температуры газа (за исключением вариантов исполнений без встроенного преобразователя температуры).

10.3.1 Извлекают преобразователь температуры и погружают его в термостат. Последовательно задают в термостате значения температуры $-40, +20, +60$ °С для комплексов с диапазоном измерений температуры газа от -40 до $+60$ или $-30, +20, +60$ °С для комплексов с диапазоном измерений температуры газа от -30 до $+60$. Снимают показания с индикатора комплекса (или ПК) используя преобразователь сигналов ТС и ТП прецизионный с подключенным термометром сопротивления платиновым вибропрочным эталонным и рассчитывают относительную погрешность измерений температуры газа $\delta_T, \%$ по формуле 3:

$$\delta_T = \frac{t_{\text{изм}} - t_{\text{зад}}}{t_{\text{зад}}} \cdot 100, \quad (3)$$

где $t_{\text{изм}}$ – измеренное значение температуры, К;
 $t_{\text{зад}}$ – эталонное значение температуры, К.

Результаты поверки считают положительными, если значения относительной погрешности измерений температуры не превышают $\pm 0,1 \%$.

10.4 Определение относительной погрешности приведения объема газа к стандартным условиям в диапазоне изменения параметров газа.

Определение относительной погрешности приведений объема к стандартным условиям с учетом погрешности измерения давления, температуры и вычисления коэффициента коррекции в диапазоне изменения параметров газа.

Измерения коэффициента коррекции $K_{\text{кор}}$ производят в четырех точках при следующих значениях давления и температуры:

1. $P = P_{\text{мин}}$, $T = 333,15$ К (если нижний предел ($P_{\text{мин}}$) применяемого преобразователя давления ниже $0,1$ МПа, то при определении относительной погрешности приведения рабочего объема газа к стандартным условиям $P = 0,1$ МПа);

2. $P = \frac{P_{\text{мин}} + P_{\text{макс}}}{2}$, $T = 293,15$ К;

3. $P = P_{\text{макс}}$, $T = 253,15$ К.

4. $P = P_{\text{макс}}$, $T = 243,15$ К.

Давление задают с допускаемыми отклонениями:

$P_{\text{макс}} - 5\%$; $P_{\text{мин}} + 5\%$; $\frac{P_{\text{мин}} + P_{\text{макс}}}{2} \pm 1,0 \%$

Температуру задают с отклонениями не более $\pm 0,5$ К.

Изменение параметров газа и просмотр (определение) установленного метода вычисления коэффициента сжимаемости выполняют с клавиатуры корректора или через интерфейс:

– содержание $\text{CO}_2 = 0,3$ мольн. %;

– плотность среды при стандартных условиях = $0,68$ кг/м³;

– содержание $\text{N}_2 = 0,5$ мольн. %;

Примечание – Содержание CO_2 , N_2 , плотности среды – могут быть приняты и другие, но не превышающие, указанных в ГОСТ 30319.2-2015, ГОСТ Р 70927-2023.

–режим вычисления – ГОСТ 30319.2-2015, ГОСТ Р 70927-2023 (при температуре газа ниже 23,15 °С)

При использовании на комплексе другого метода определения коэффициента сжимаемости поверка по п.10.4 производится с использованием метода, указанного в конфигурации прибора.

В каждой точке проводят по одному измерению и определяют:

$K_{кор}$ – коэффициент коррекции, вычисленный корректором;

$K_{кор,ЭТ}$ – эталонный коэффициент коррекции.

Значение эталонного коэффициента коррекции $K_{кор,ЭТ}$ можно рассчитать при помощи технологической программы «Расчет эталонного коэффициента коррекции Ultramag PRO», размещенной на официальном сайте производителя или рассчитывают по формуле 4:

$$K_{кор,ЭТ} = \frac{P \cdot T_c}{P_c \cdot T \cdot K_{сж}}, \quad (4)$$

где P – значение абсолютного давления, измеренное калибратором давления, МПа;

T – значение температуры, измеренное эталоном температуры, К;

P_c – значение абсолютного давления при стандартных условиях, МПа (0,101325 МПа);

T_c – значение температуры при стандартных условиях, К (293,15 К);

$K_{сж}$ – коэффициент сжимаемости газа, рассчитанный в соответствии с выбранным методом расчета.

Примечание - При варианте исполнений комплексов без преобразователя давления значение заданного давления заменяется подстановочным давлением

Определяют относительную погрешность приведения рабочего объема газа к стандартным δ_k , % условиям по формуле 5:

$$\delta_k = \frac{K_{кор} - K_{кор,ЭТ}}{K_{кор,ЭТ}} \cdot 100, \quad (5)$$

Результат определения относительной погрешности приведений объема к стандартным условиям с учетом погрешности измерения давления, температуры и вычисления коэффициента коррекции при каждом измерении не превышает пределов, указанных в таблице 1.

Примечание - При поверке допускается совмещать выполнение п. 10.4 с выполнением пп. 10.2 и 10.3.

10.5 Определение погрешности измерений объема газа при рабочих условиях проливным методом.

10.5.1 Определение относительной погрешности измерений объема газа при рабочих условиях $\delta V_{пр}$, % осуществляют методом сравнения объема, прошедшего через комплекс, с объемом, задаваемым поверочной установкой, в соответствии с эксплуатационной документацией установки на которой производится определение погрешности, и рассчитывают по формуле 6:

$$\delta V_{ПП} = \left(\frac{V_{ПП}}{V_{уст}} - 1 \right) 100, \quad (6)$$

где $V_{пр}$ – объем, измеренный комплексом, м³;

$V_{уст}$ – объем, заданный поверочной установкой, м³.

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

Q_{max} - 5%;

$0,7Q_{\max} \pm 5\%$;
 $0,4Q_{\max} \pm 5\%$;
 $0,25Q_{\max} \pm 5\%$;
 $0,15Q_{\max} \pm 5\%$;
 $0,05Q_{\max} \pm 5\%$;
 $Q_{\min} + 5\%$.

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.

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

При каждом значении объемного расхода, задаваемого эталоном, объем газа, измеренный комплексом, должен быть не менее объема, соответствующего количеству импульсов, указанному в таблице 5.

Таблица 5 – Минимальное количество импульсов при проверке комплексов

Количество импульсов						
100	70	50	30	15	7	3
Q_{\max}	$0,7Q_{\max}$	$0,4Q_{\max}$	$0,25Q_{\max}$	$0,15Q_{\max}$	$0,05Q_{\max}$	Q_{\min}

10.5.2 Если в комплексе реализована возможность измерений расхода газа в прямом и в обратном направлении (реверсивный режим), то процедуру по пункту 10.4.1 повторяют для обратного направления потока газа.

Результаты поверки считают положительными, если относительная погрешность комплекса не превышает:

- вариант исполнения А

$\pm 1,7\%$ при расходе Q_{\min} ,

$\pm 0,75\%$ при расходах Q_{\max} , $0,7 Q_{\max}$, $0,4 Q_{\max}$, $0,25 Q_{\max}$, $0,15 Q_{\max}$, $0,05 Q_{\max}$;

- вариант В

$\pm 2\%$ при расходе Q_{\min} ,

$\pm 1\%$ при расходах Q_{\max} , $0,7 Q_{\max}$, $0,4 Q_{\max}$, $0,25 Q_{\max}$, $0,15 Q_{\max}$, $0,05 Q_{\max}$;

- вариант С

$\pm 1,2\%$ при расходе Q_{\min} ,

$\pm 0,75\%$ при расходах Q_{\max} , $0,7 Q_{\max}$, $0,4 Q_{\max}$, $0,25 Q_{\max}$, $0,15 Q_{\max}$, $0,05 Q_{\max}$;

- вариант D

$\pm 0,7\%$ при расходе Q_{\min} ,

$\pm 0,7\%$ при расходах Q_{\max} , $0,7 Q_{\max}$, $0,4 Q_{\max}$, $0,25 Q_{\max}$, $0,15 Q_{\max}$, $0,05 Q_{\max}$;

- вариант E

$\pm 2,6\%$ при расходе Q_{\min} ,

$\pm 1,2\%$ при расходах Q_{\max} , $0,7 Q_{\max}$, $0,4 Q_{\max}$, $0,25 Q_{\max}$, $0,15 Q_{\max}$, $0,05 Q_{\max}$.

10.6 Определение погрешности при измерении количества импульсов.

Определение погрешности при измерении количества импульсов проводят в следующей последовательности:

- соединить частотомер с НЧ-выходом комплекса, вывести на индикатор комплекса с помощью клавиатуры или персональный компьютер при помощи ПО «Ultramag Pro Test» показания объема при рабочих условиях.

- пропустить через комплекс с помощью поверочной установки объем воздуха, соответствующий, не менее, чем 10 импульсам выходного сигнала, фиксируемого частотомером (комплексом импульсов), а также зафиксировать начальное V_n и конечное

V_k показания объема на индикаторе комплекса.

10.6.1 Вычислить расчетное число импульсов N_p по формуле 7:

$$N_p = \frac{(V_k - V_n)}{n}, \quad (7)$$

где n – вес импульса выходного сигнала комплекса, м³.

Результаты поверки считают положительными, если количество импульсов выходного сигнала, измеренное частотомером, соответствует N_p .

10.7 Определение погрешности измерений и вычислений объема газа, приведенного к стандартным условиям по ГОСТ 2939-63.

Относительную погрешность комплекса при измерении объема газа, приведенного к стандартным условиям, рассчитывают для каждого диапазона расходов по формуле 8:

$$\delta V_{ст} = \pm 1,1 \sqrt{\delta V_{пр}^2 + \delta_k^2}, \quad (8)$$

где $\delta V_{пр}$ – значение относительной погрешности измерений объема газа при рабочих условиях, % полученное по п. 10.5 настоящей методики.

δ_k – максимальное значение относительной погрешности приведений объема к стандартным условиям с учетом погрешности измерения давления, температуры и вычисления коэффициента коррекции в диапазоне изменения параметров газа, % полученное по п. 10.4 настоящей методики.

Результаты поверки считают положительными, если значение относительной погрешности измерений и вычислений объема газа, приведенного к стандартным условиям по ГОСТ 2939-63 не превышает:

- вариант исполнения 1

$\pm 2\%$ в диапазоне расходов от Q_{min} до $0,05 Q_{max}$,

$\pm 1\%$ в диапазоне расходов от $0,05 Q_{max}$ до Q_{max} ;

- вариант 2

$\pm 2,3\%$ в диапазоне расходов от Q_{min} до $0,05 Q_{max}$,

$\pm 1,3\%$ в диапазоне расходов от $0,05 Q_{max}$ до Q_{max} ;

- вариант 3

$\pm 1,5\%$ в диапазоне расходов от Q_{min} до $0,05 Q_{max}$,

$\pm 1\%$ в диапазоне расходов от $0,05 Q_{max}$ до Q_{max} ;

- вариант 4

$\pm 1,0\%$ при расходе Q_{min} ,

$\pm 1,0\%$ при расходах Q_{max} , $0,7 Q_{max}$, $0,4 Q_{max}$, $0,25 Q_{max}$, $0,15 Q_{max}$, $0,05 Q_{max}$;

- вариант 5

$\pm 3,0\%$ при расходе Q_{min} ,

$\pm 1,5\%$ при расходах Q_{max} , $0,7 Q_{max}$, $0,4 Q_{max}$, $0,25 Q_{max}$, $0,15 Q_{max}$, $0,05 Q_{max}$.

10.8 Определение погрешности измерений объема газа при рабочих условиях имитационным методом.

Поверка имитационным методом проводится одним из следующих способов:

- со снятием комплекса с трубопровода;

- без снятия комплекса с трубопровода в рабочих условиях на месте эксплуатации.

Проведение поверки без снятия комплекса 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 комплексе отсутствует поток газа.

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

Таблица 6

Наименование параметра	Значение
Изменение абсолютного давления поверочной среды, %	$\pm 0,2 (\pm 0,4^*)$
Изменение температуры поверочной среды, °С	$\pm 0,2 (\pm 0,4^*)$
*Значение для расходомеров вариантов А, В, С, Е	

10.8.1 При проведении поверки без снятия комплекса 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 %.

Участок трубопровода с прямыми участками до и после комплекса, а также сам комплекс должны быть закрыты от попадания солнечных лучей и находиться на достаточном расстоянии от источников тепла во избежание неравномерного нагрева корпуса комплекса и поверхности трубопровода.

10.8.2 При проведении поверки со снятием комплекса с трубопровода выполняют следующие операции:

Поверку комплекса, демонтированного с трубопровода, проводят в помещении при стабильной температуре воздуха (Таблица 6). На фланцы расходомера устанавливают заглушки, оснащенные штуцерами для подачи поверочной среды (тестового газа) в корпус комплекса и монтажа преобразователей температуры и давления.

Корпус комплекса заполняют поверочной средой, пока абсолютное давление газа не достигнет значения, соответствующего среднему рабочему давлению, но не менее 0,2 МПа для исполнений RT, BA, BT, MT. После чего для стабилизации температуры и давления выдерживают комплекс не менее 1 часа. В качестве поверочной среды рекомендуется использовать азот (особой чистоты по ГОСТ 9293-74 «Азот газообразный и жидкий. Технические условия») или аргон (высший сорт по ГОСТ 10157-2016). Внутренняя полость корпуса комплекса перед заполнением азотом (аргоном) должна быть предварительно продута тем же самым азотом (аргоном). Рекомендуется перед подачей азота или аргона откачать воздух из корпуса расходомера.

Примечание: допускается проводить поверку по пункту 10.8.2 при любом значении давления измеряемой среды в пределах диапазона, указанного в паспорте на расходомер, но не менее 0,2 МПа для исполнений RT, BA, BT, MT. В качестве поверочной среды могут быть использованы другие газы, с известной скоростью звука.

10.8.3 Выполняют следующие операции:

- запускают программу «Ultramag Pro Test»;
- заходят в раздел программы «Тест при нулевом расходе»;
- вводят компонентный состав поверочной среды;
- нажимают на кнопку «Тест».

После этого программа «Ultramag Pro Test» в режиме реального времени считывает скорость потока газа v_i , м/с при нулевом расходе и скорость звука c_i , м/с, измеренные по каждому i -му акустическому каналу, а также вычисляет значения этих параметров, усреднённые по всем акустическим каналам.

Дальнейшую поверку не следует начинать до тех пор, пока показания c_i не будут оставаться в пределах 0,2 м/с не менее 10 мин (по каждому акустическому каналу).

В качестве значений c_i принимают средние значения скорости звука по каждому акустическому каналу, измеренные за интервал времени не менее 5 мин.

Определяют расчетную скорость звука в поверочной среде c_p , м/с.

В однокомпонентных газах для вычисления c_p используются измеренные значения давления и температуры газа.

В многокомпонентных газах для вычисления c_p используются измеренные значения давления, температуры и компонентного состава газа.

Расчет c_p проводят в соответствии с нормативными документами, устанавливающими методы расчета физических свойств данных газов. Допускается применение аттестованного программного обеспечения, которое позволяет вычислять c_p .

Вычисляют относительное отклонение измеренных значений скорости звука по каждому i -му акустическому каналу δ_{ci} , % от расчетного значения скорости звука c_p , м/с по формуле 9:

$$\delta_{ci} = \frac{c_i - c_p}{c_p} \cdot 100, \quad (9)$$

где c_i – значений скорости звука по i -му акустическому каналу, м/с.

Определяют максимальное c_{max} , м/с и минимальное c_{min} , м/с значения скорости звука на акустических каналах.

Вычисляют наибольшее относительное отклонение измеренных значений скорости звука между разными акустическими каналами δ_{Cmax} , % по формуле 10:

$$\delta_{Cmax} = \frac{c_{max} - c_{min}}{c_{cp}} \cdot 100, \quad (10)$$

где c_{cp} – среднее значение скорости звука по всем акустическим каналам, м/с.

Исходные данные и результаты измерений вносят в протокол поверки.

Результат поверки считают положительным, если:

1) значение v_i по каждому акустическому каналу не превышает значений, указанных в таблице 7.

Таблица 7

Номинальный диаметр DN	При снятии с трубопровода			Без снятия трубопровода		
	Варианты исполнения					
	D	A, B, C	E	D	A, B, C	E
от 25 до 80 включ.	0,012	0,015	0,018	0,015	0,02	0,022
от 80 до 150 включ.	0,015	0,018	0,022	0,018	0,025	0,027
от 150 до 300 включ.	0,018	0,025	0,03	0,025	0,03	0,035
от 300 до 500	0,022	0,03	0,04	0,03	0,04	0,045

2) значение δ_{ci} по каждому акустическому каналу находится в пределах $\pm 0,3$ %;

3) значение δ_{Cmax} находится в пределах $\pm 0,3$ %.

11.1 По результатам поверки оформляют протокол в произвольной форме или распечатывают протокол поверки из архива памяти поверочной установки.

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

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

Заместитель начальника отдела 208
ФГБУ «ВНИИМС»



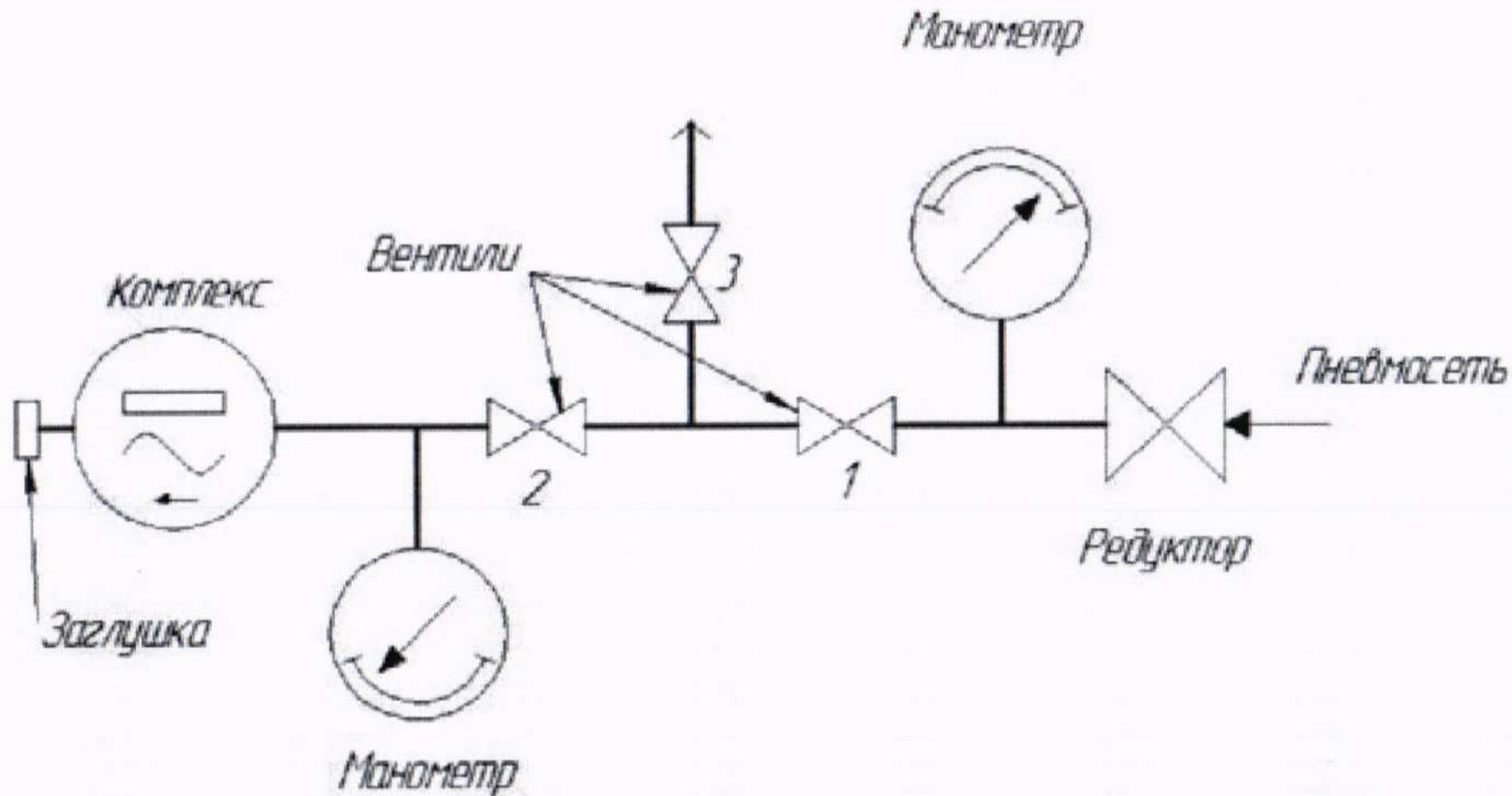
А.М. Шаронов

Инженер 2-й категории
ФГБУ «ВНИИМС»

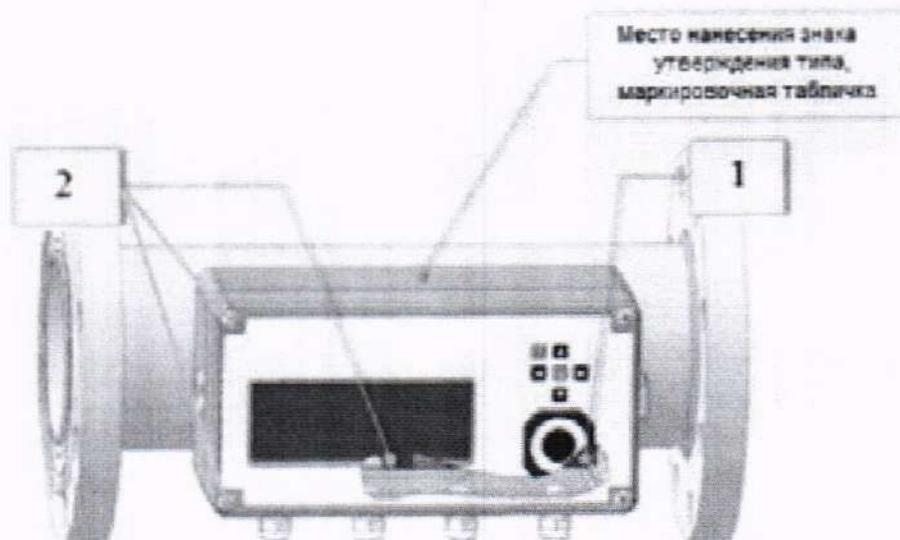


Д.В. Чекулаев

Стенд проверки герметичности



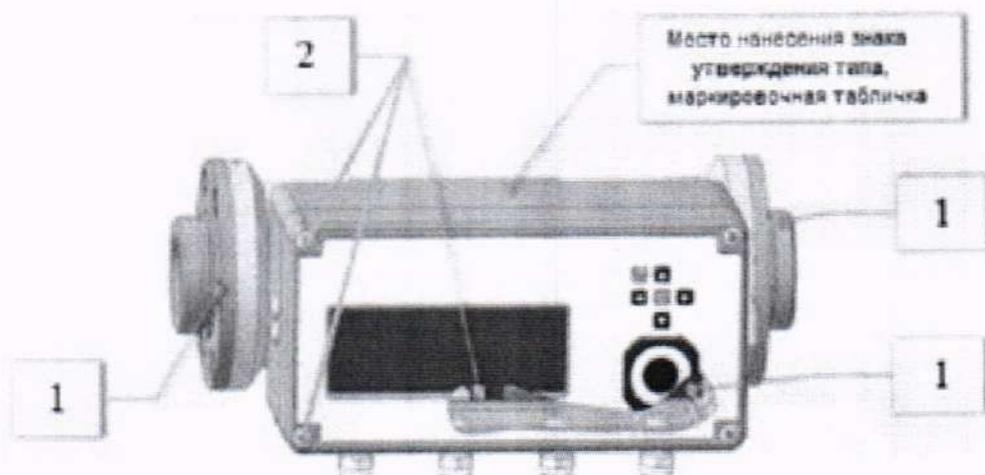
**Места пломбировки от несанкционированного доступа,
обозначение мест нанесения знака поверки**



1 – пломба со знаком поверки;

2 – пломба изготовителя при выпуске из производства, организации, уполномоченной изготовителем на проведение ремонта, или газоснабжающей организации в процессе эксплуатации.

Рисунок Б.1 – Места пломбировки комплекса исполнения ВА с ИВБ исполнения базовый, с фланцевым присоединением, указание места нанесения знака утверждения типа, расположение маркировочной таблички.



1 – пломба со знаком поверки;

2 – пломба изготовителя при выпуске из производства, организации, уполномоченной изготовителем на проведение ремонта, или газоснабжающей организации в процессе эксплуатации.

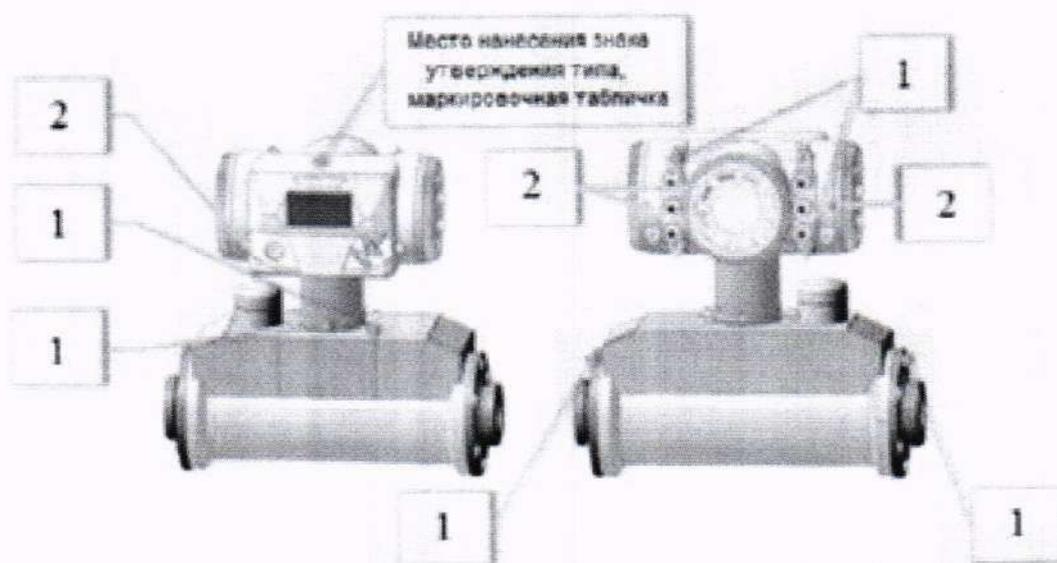
Рисунок Б.2 – Места пломбировки комплекса исполнения ВА с ИВБ исполнения базовый, с муфтовым присоединением, указание места нанесения знака утверждения типа, расположение маркировочной таблички



1 – пломба со знаком поверки;

2 – пломба изготовителя при выпуске из производства, организации, уполномоченной изготовителем на проведение ремонта, или газоснабжающей организации в процессе эксплуатации.

Рисунок Б.3 – Места пломбировки комплекса исполнения ВА с ИВБ исполнения модернизированный, с фланцевым присоединением, указание места нанесения знака утверждения типа, расположение маркировочной таблички



1 – пломба со знаком поверки;

2 – пломба изготовителя при выпуске из производства, организации, уполномоченной изготовителем на проведение ремонта, или газоснабжающей организации в процессе эксплуатации.

Рисунок Б.4 – Места пломбировки комплекса исполнения ВА с ИВБ исполнения модернизированный, с муфтовым присоединением, указание места нанесения знака утверждения типа, расположение маркировочной таблички



1 – пломба со знаком поверки;

2 – пломба изготовителя при выпуске из производства, организации, уполномоченной изготовителем на проведение ремонта, или газоснабжающей организации в процессе эксплуатации.

Рисунок Б.5 – Места пломбировки комплекса варианта исполнения V, VP с вертикальным расположением патрубков, указание места нанесения знака утверждения типа, расположение маркировочной таблички



1 – пломба со знаком поверки;

2 – пломба изготовителя при выпуске из производства, организации, уполномоченной изготовителем на проведение ремонта, или газоснабжающей организации в процессе эксплуатации.

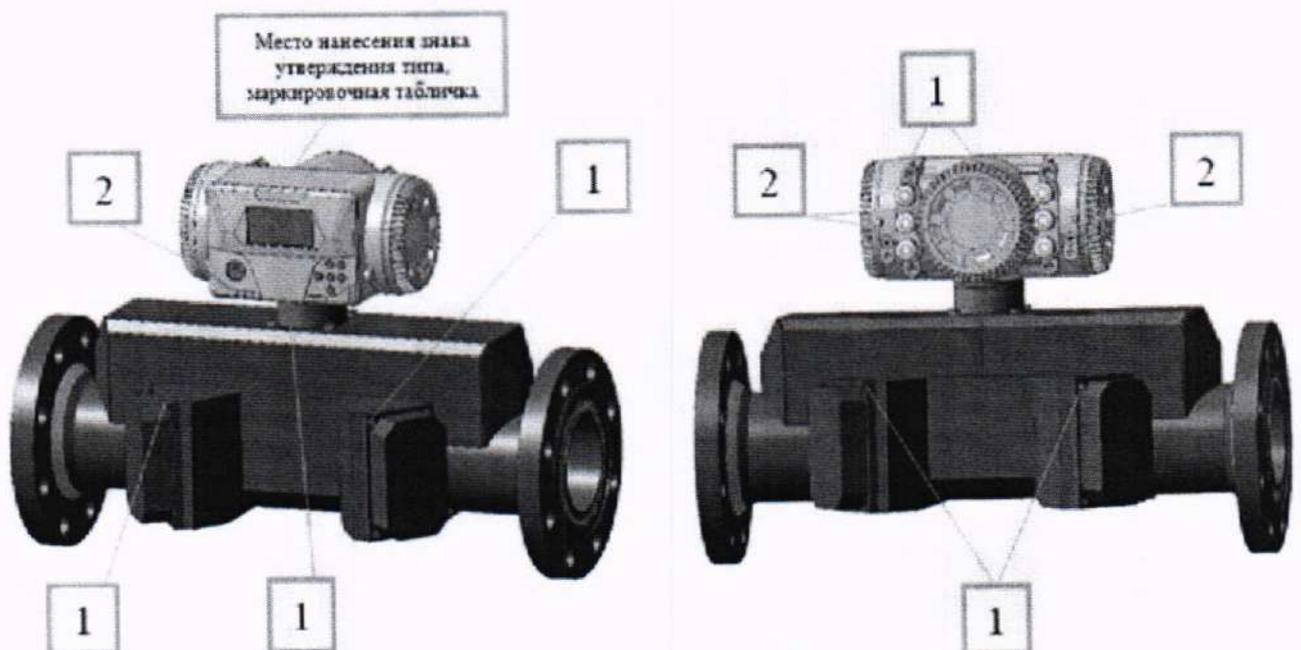
Рисунок Б.6 – Места пломбировки комплекса исполнения RT, указание места нанесения знака утверждения типа, расположение маркировочной таблички



1 – пломба со знаком поверки;

2 – пломба изготовителя при выпуске из производства, организации, уполномоченной изготовителем на проведение ремонта, или газоснабжающей организации в процессе эксплуатации.

Рисунок Б.7 – Места пломбировки комплекса исполнения ВТ, МТ с ИВБ исполнения модернизированный, указание места нанесения знака утверждения типа, расположение маркировочной таблички



1 – пломба со знаком поверки;

2 – пломба изготовителя при выпуске из производства, организации, уполномоченной изготовителем на проведение ремонта, или газоснабжающей организации в процессе эксплуатации.

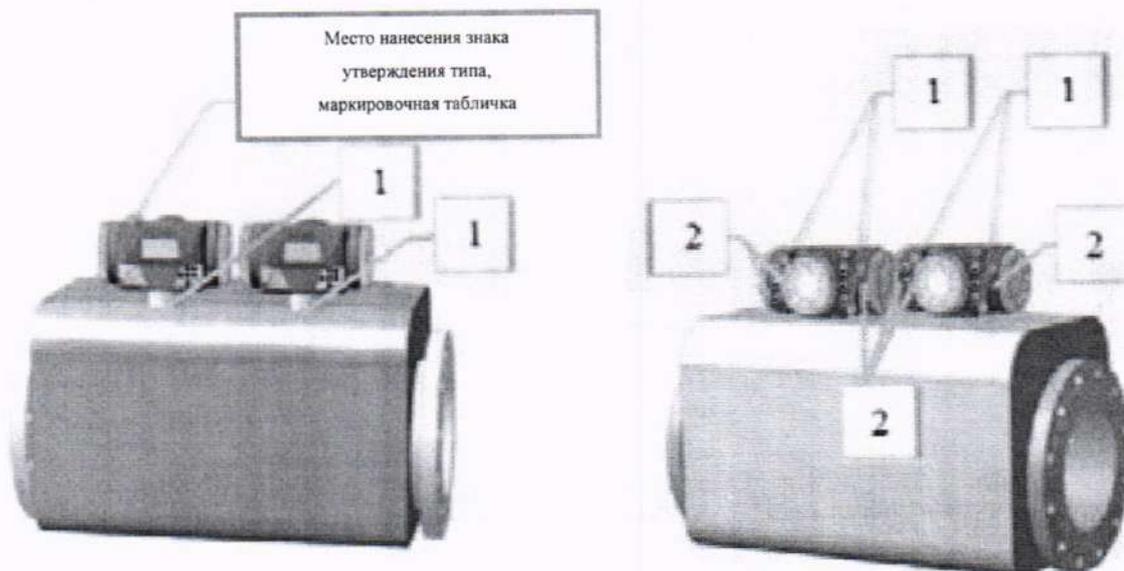
Рисунок Б.8 – Места пломбировки комплекса исполнения ВТ, МТ с ИВБ исполнения модернизированный, указание места нанесения знака утверждения типа, расположение маркировочной таблички



1 – пломба со знаком поверки;

2 – пломба изготовителя при выпуске из производства, организации, уполномоченной изготовителем на проведение ремонта, или газоснабжающей организации в процессе эксплуатации.

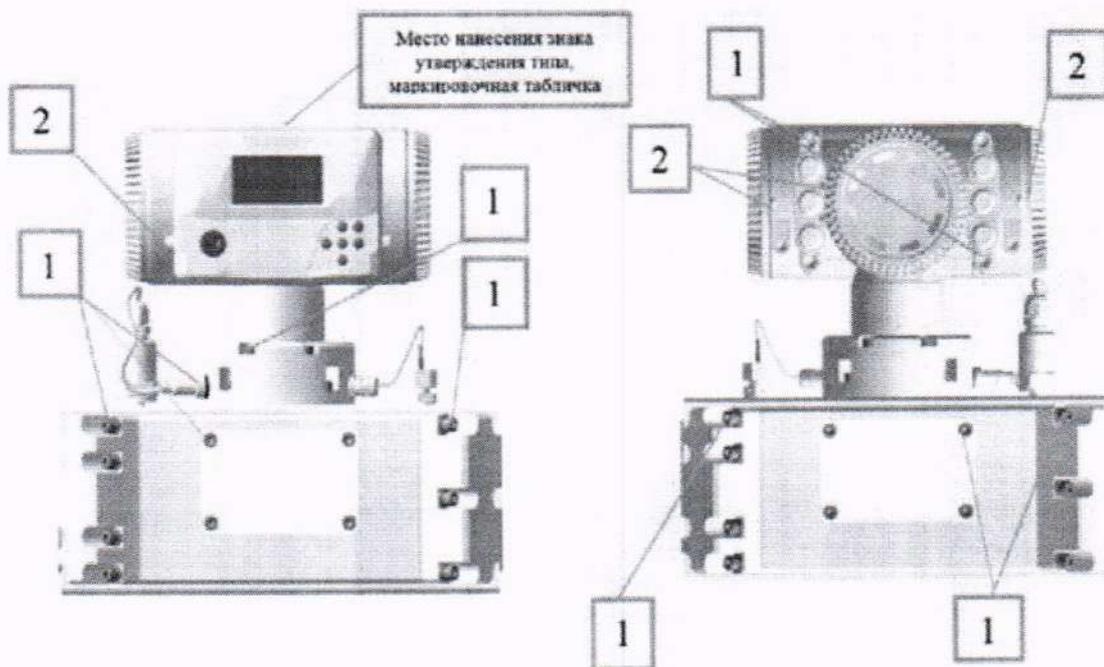
Рисунок Б.9 – Места пломбировки комплекса исполнения ВТ, МТ с ИВБ исполнения модернизированный, с защитным кожухом, указание места нанесения знака утверждения типа, расположение маркировочной таблички



1 – пломба со знаком поверки;

2 – пломба изготовителя при выпуске из производства, организации, уполномоченной изготовителем на проведение ремонта, или газоснабжающей организации в процессе эксплуатации.

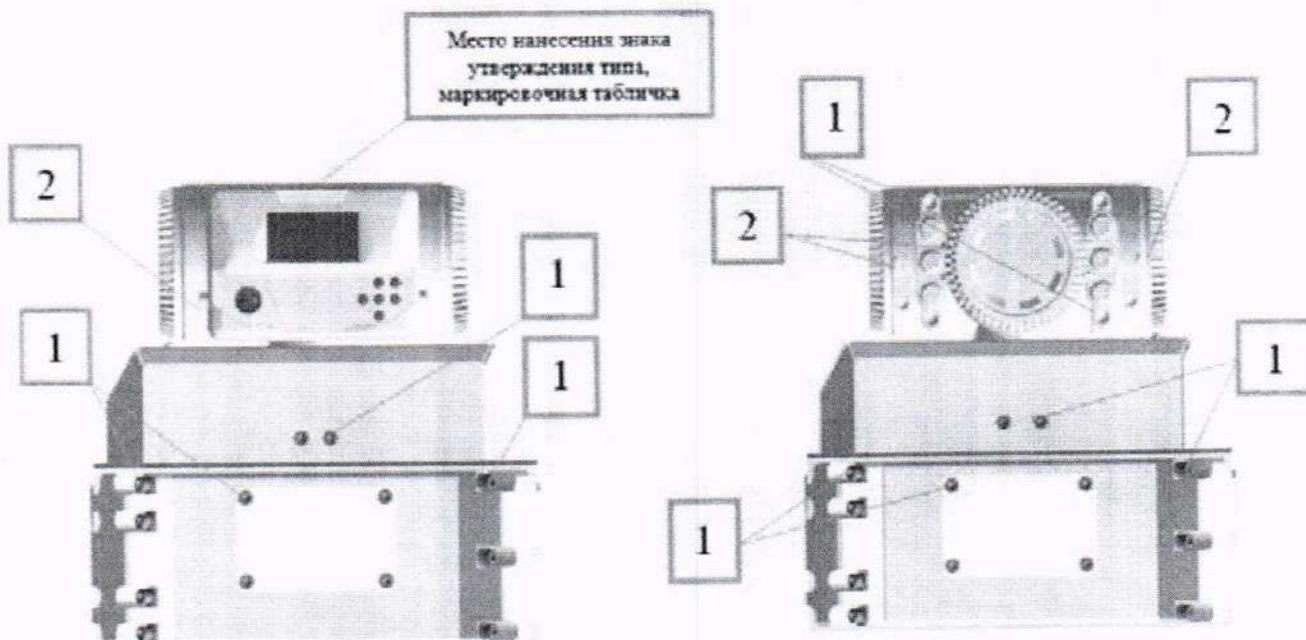
Рисунок Б.10 – Места пломбировки комплекса исполнения ВТ, МТ с двумя ИВБ исполнения модернизированный, с защитным кожухом, указание места нанесения знака утверждения типа, расположение маркировочной таблички



1 – пломба со знаком поверки;

2 – пломба изготовителя при выпуске из производства, организации, уполномоченной изготовителем на проведение ремонта, или газоснабжающей организации в процессе эксплуатации.

Рисунок Б.11 – Места пломбировки комплекса исполнения ВТ, МТ с ИВБ исполнения модернизированный, без защитного кожуха, указание места нанесения знака утверждения типа, расположение маркировочной таблички



1 – пломба со знаком поверки;

2 – пломба изготовителя при выпуске из производства, организации, уполномоченной изготовителем на проведение ремонта, или газоснабжающей организации в процессе эксплуатации.

Рисунок Б.12 – Места пломбировки комплексов исполнения ВТ, МТ с ИВБ исполнения модернизированный с защитным кожухом, указание места нанесения знака утверждения типа, расположение маркировочной таблички