

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки применяется для поверки расходомеров ультразвуковых ИС МП-У (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
Диапазон измерений скорости потока газа ¹⁾ , м/с, не более	от 1,5 до 30
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений объемного расхода газа Q в рабочих условиях в зависимости от скорости потока газа ²⁾ , v , %: - $1,5 \leq v < 4,0$ м/с - $4,0 \leq v \leq 30$ м/с	$\pm 14,0/\pm 16,0^{3)}$ $\pm 9,0/\pm 10,5^{3)}$
Пределы допускаемой приведенной к диапазону измерений погрешности расходомера при преобразовании значения расхода газа в токовый выходной сигнал от 4 до 20 мА, %	$\pm 1,0$

¹⁾ Конкретные значения указываются на информационной табличке расходомера.

²⁾ Диапазон калибровки $Q_{\text{кал}}$ объемного расхода газа, для конкретного диаметра ИТ, приводятся в паспорте и на информационной табличке. Фактический диапазон измерений объемного расхода газа при рабочих условиях на месте эксплуатации Q для конкретного номинального диаметра DN, зависит от площади трубопровода и рассчитывается по формуле:

$$Q = Q_{\text{кал}} \cdot \frac{S_{\text{роб}}}{S_{\text{кал}}},$$

где Q – объемный расход газа, в рабочих условиях, указанный в паспорте, м³/ч;
 $S_{\text{роб}}$ – площадь сечения трубопровода, на котором эксплуатируется расходомер, м²;
 $S_{\text{кал}}$ – площадь сечения трубопровода, на котором определен диапазон измерений объемного расхода газа, при изготовлении, м².

³⁾ погрешность в зависимости от метода проведения поверки – проливной / имитационный.

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 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 1-10-16 до 100 А, подтверждающая прослеживаемость к Государственному первичному эталону единицы силы постоянного электрического тока ГЭТ 4-91 методом непосредственного сличения.

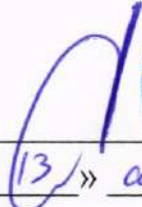


ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ПРИКЛАДНОЙ МЕТРОЛОГИИ – РОСТЕСТ»
(ФБУ «НИЦ ПМ – РОСТЕСТ»)**

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора


« 13 » августа 2025 г.
С.А. Денисенко



Государственная система обеспечения единства измерений

Расходомеры ультразвуковые ИС МП-У

Методика поверки

РТ-МП-1570-208-2025

г. Москва
2025 г.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки выполняют следующие операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции	Номер раздела (пункта) методики поверки	Обязательность проведения	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	7	да	да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	да	да
Проверка программного обеспечения средства измерений	9	да	да
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10	да	да

2.2 Определение основной относительной погрешности измерений скорости потока и объемного расхода газа при первичной поверке расходомеров проводят проливным методом, при периодической – проливным или имитационным

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки соблюдают следующие условия:

- | | |
|---|--------------|
| - температура окружающего воздуха, °С | от 15 до 25 |
| - поверочная среда | воздух |
| - температура измеряемой среды, °С | от 15 до 25 |
| - относительная влажность воздуха, % | от 45 до 80 |
| - атмосферное давление, кПа | от 84 до 106 |
| - изменение температуры окружающей среды за время поверки, °С, не более | 2 |

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.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки 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
8.5, 10.1	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, соотношение доверительных границ относительной погрешности рабочих эталонов 1 разряда и пределов допускаемой относительной погрешности средств измерений должно быть не более 1/2,5	Установка поверочная УПГ, регистрационный номер 37319-10
10.2	Рабочие эталоны 4-го разряда в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3456 диапазон измерений от плюс 15 до плюс 25 °С, пределы абсолютной погрешности $\pm(0,0035 + 10^{-5} \cdot t)$ °С, где t – измеряемая температура	Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.10М, регистрационный номер 19736-11
	Рабочие эталоны 3-го разряда по приказу Росстандарта от 19.11.2024 № 2712, диапазон измерений температуры от плюс 15 до плюс 25 °С, доверительные границы абсолютной погрешности при вероятности 0,95 не более $\pm 0,03$ °С (К)	Термометр сопротивления платиновый вибропрочный эталонный ПТСВ-2-3, регистрационный номер 32777-06
8.5, 10.1, 10.2	Рабочий эталон 5-го разряда в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 г. № 2360 диапазон измерения интервалов времени от 1 до 180 с	Секундомер электронный с таймерным выходом СТЦ-2М, регистрационный номер 65349-16
10.2	Рабочий эталон 2-го разряда в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 01.10.2018 г. № 2091 диапазон измерений от 4 до 20 мА	Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R), регистрационный номер № 52489-13

Вспомогательные технические средства	
Штангенциркуль, диапазон измерений от 0 до 150 мм, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,03$ мм	Штангенциркуль торговой марки «SHAN» с отчетом по круговой шкале двусторонний с глубиномером, регистрационный номер 62052-15
Штангенциркуль, диапазон измерений от 0 до 400 мм, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,05$ мм	Штангенциркуль двусторонний Micron с цифровым отсчетным устройством, регистрационный номер 43759-10
Толщиномер, диапазон измерений от 0,6 до 99,99 мм, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm(0,01+0,01X)$ мм, где X – значение измеряемой толщины, мм	Толщиномер ультразвуковой УТ-111, регистрационный номер 44173-10
Нутромер, диапазон измерений от 50 до 600 мм, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm(3+N+L/50)$ мкм, где N – количество удлинителей, входящих в измеряемый размер, L – измеряемый размер в мм	Нутромер микрометрический торговой марки «SHAN» HM600, регистрационный номер 71346-18
Рулетка, диапазон измерений от 0 до 20 м, допускаемое отклонение действительной длины отрезка шкалы 1 м и более $\pm[0,40+0,20(L-1)]$ мм, где L – число полных и неполных метров в отрезке	Рулетка измерительная металлическая Р20УЗК, регистрационный номер 35280-07
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 расходомеров 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 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 Результаты поверки считают положительными, если расходомер удовлетворяет

всем вышеперечисленным требованиям.

7.5 При получении отрицательных результатов, расходомер считают не прошедшим поверку и дальнейшие операции поверки не проводят.

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 Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

- поверяемый расходомер, имитатор (при имитационном методе поверки) и средства поверки выдерживают в помещении, где проводят поверку, не менее двух часов;
- фиксируют значения расстояния между сенсорами и значение внутреннего диаметра измерительного трубопровода (далее – ИТ), внесенные в блок управления расходомера.

8.3 Подготовка к определению основной относительной погрешности измерений скорости потока газа проливным методом.

- зафиксировать текущие значения расстояния между сенсорами и внутреннего диаметра в блоке управления расходомера (значения в условиях эксплуатации) чтобы восстановить их после окончания поверки;

- проводят монтаж расходомера в измерительную линию поверочной установки на измерительный трубопровод сечения диаметра не менее 200 мм, который позволяет задать значения объемного расхода газа, эквивалентные скорости потока газа в диапазоне измерений, указанных в таблице 1 в соответствии с эксплуатационными документами на расходомер и поверочную установку;

- проводят измерение внутреннего диаметра ИТ в соответствии с приложением А фиксируют расстояние между сенсорами приемопередающих блоков (далее – ППБ) расходомера в соответствии с эксплуатационными документами.

- значения расстояния между сенсорами ППБ и внутреннего диаметра ИТ вносят в блок управления расходомера.

- расходомер монтируют на ИТ в соответствии с эксплуатационными документами.

8.4 Подготовка к определению основной относительной погрешности измерений скорости газа имитационным методом

- проверяют соответствие параметров имитатора требованиям приложения Б.
- проводят измерение расстояния между сенсорами ППБ расходомера в соответствии с приложением Б.

- значение расстояния между сенсорами ППБ вносят в блок управления расходомера.

- расходомер монтируют на имитатор.

8.5 Опробование при проливном методе поверки.

8.5.1 При опробовании проверяют работоспособность расходомера.

На поверочной установке задают значения расхода газа, эквивалентные скорости потока газа:

- 1,5-2,0 м/с;
- 4,0-4,5 м/с;
- 8,0-10,0 м/с;
- 15,0-20,0 м/с;
- 29,5-30,0 м/с

Заносят результаты измерений в расходомер с помощью ПО, входящего в комплект поставки расходомера в 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 300 сек.

8.5.2 Результаты опробования считают положительными, если значения объемного расхода и скорости потока отображаются корректно. Отсутствуют ошибки и неисправности.

8.5.3 При получении отрицательных результатов, расходомер считают не прошедшим поверку и дальнейшие операции поверки не проводят.

8.6 Опробование при имитационном методе поверки.

8.6.1 При проверке имитационным методом при снятии расходомера с трубопровода и установке его в имитатор убеждаются в показаниях значений объема расходомера равными нулю.

8.6.2 Результаты опробования считают положительными, если значения объемного расхода и скорости потока по показаниям расходомера равны нулю.

8.6.3 При получении отрицательных результатов, расходомер считают не прошедшим поверку и дальнейшие операции поверки не проводят.

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 Проверка ПО расходомера заключается в проверке номеров версии ПО блока управления (далее – БУ) и ППБ расходомера.

9.3 Номер версии ПО БУ отображается на дисплее расходомера при переходе в пункт меню Information→Software Ver.

9.4 Номер версии ПО ППБ отображается в строках «Board A» и «Board B», номер версии ПО блока управления – в строке «Board M».

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

Таблица 4 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение	
	ППБ	БУ
Идентификационное наименование ПО	ИС МП-У	
Номер версии (идентификационный номер) ПО	XXXX*.C1.VY.Y.YY.YYYYYYYY.YYY Y**	XXXX*. C1.VY.Y.YY.YYYYYYYY. YYYY**
Цифровой идентификатор ПО	889B	912A
* «X» - цифровой идентификатор ПО ** «Y» - не относится к метрологически значимой части ПО и принимает значения от 0 до 9.		

9.4 При получении отрицательных результатов, расходомер считают не прошедшим поверку и дальнейшие операции поверки не проводят.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Определение основной относительной погрешности при измерении объемного расхода газа в зависимости от скорости потока газа проливным методом

10.1.1 Монтаж расходомера в измерительную линию поверочной установки осуществляют в соответствии с эксплуатационными документами на расходомер и поверочную установку, минимальный диаметр измерительного трубопровода на который следует проводить монтаж расходомера составляет 200 мм.

10.1.2 Определение основной относительной погрешности при измерении объемного расхода газа в зависимости от скорости потока газа проливным методом проводят на поверочной установке методом сравнения объема, прошедшего через расходомер, с объемом, задаваемым поверочной установкой, в соответствии с эксплуатационной документацией установки, на которой производится определение погрешности

Измерения проводят в каждой j -ой точке при следующих значениях объемного расхода газа, эквивалентных скорости потока газа:

- 1,5-2,0 м/с;
- 4,0-4,5 м/с;
- 8,0-10,0 м/с;
- 15,0-20,0 м/с;
- 29,5-30,0 м/с.

10.1.3 В каждой j -ой контрольной точке не менее 5 измерений с интервалом не более 10 с фиксируют значения объемного расхода газа, измеренное расходомером по цифровому интерфейсу с помощью программного обеспечения, входящего в комплект поставки.

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

10.1.4 В каждой j -ой контрольной точке определяют основную относительную погрешность измерений объемного расхода газа δq_j , %, по формуле

$$\delta q_j = \frac{q_{pj} - q_{пуj}}{q_{пуj}} \cdot 100, \quad (1)$$

где q_{pj} – среднее арифметическое значение объемного расхода газа, измеренное расходомером за время измерений, м³/ч;

$q_{пуj}$ – значение объемного расхода газа, измеренное поверочной установкой, м³/ч.

10.1.5 Результаты поверки считают положительными, если значения основной относительной погрешности при измерении объемного расхода газа в зависимости от скорости потока газа в каждой контрольной точке не превышает значений, указанных в таблице 1.

10.1.6 При получении отрицательных результатов, расходомер считают не прошедшим поверку и дальнейшие операции поверки не проводят.

10.2 Определение основной относительной погрешности при измерении объемного расхода газа в зависимости от скорости потока газа имитационным методом

10.2.1 Определение относительной погрешности измерений скорости звука в воздухе

10.2.2 Монтаж расходомера в имитатор осуществляют в соответствии с эксплуатационными документами на расходомер и имитатор.

Расчетная скорость звука определяется в зависимости измеренной температуры газа в имитаторе и влажности в помещении где установлен имитатор.

Проводят не менее трех раз в следующей последовательности:

- измеряют температуру газа в имитаторе;
- измеряют скорость звука в воздухе в имитаторе с помощью расходомера (по показаниям дисплея или посредством программного обеспечения входящего в комплект поставки расходомера, подключенного с помощью цифрового интерфейса расходомера);
- повторно измеряют температуру газа в имитаторе;
- по среднему арифметическому значению температуры газа в имитаторе и влажности окружающей среды в помещении, где установлен имитатор, вычисляют скорость звука в воздухе в соответствии с таблицей В1 (Приложение В) при относительной влажности 50 %;
- вычисляют относительную погрешность измерений скорости звука δC_j , %, по формуле

$$\delta C_j = \frac{C_{pj} - C_{выч}}{C_{выч}} \cdot 100, \quad (2)$$

где C_{pj} – скорость звука в воздухе, измеренная расходомером при j -ом измерении, м/с;
 $C_{выч}$ – скорость звука в воздухе, вычисленная в соответствии с приложением В, м/с.

Результаты поверки считают положительными, если относительная погрешность измерения скорости звука в воздухе не превышает $\pm 1,0$ %;

При получении отрицательных результатов, расходомер считают не прошедшим поверку и дальнейшие операции поверки не проводят.

10.2.2 Определение смещения нуля

Для проверки смещения нуля обеспечивают отсутствие движения газа в имитаторе и проводят измерение скорости газа в течении не менее 5 минут.

Производят измерение скорости потока газа при нулевом расходе, считывая параметры скорости потока

Результаты проверки считают положительными, если скорость газа в имитаторе по показаниям расходомера за время проверки стабильности нуля не превышает 0,1 м/с.

При получении отрицательных результатов, расходомер считают не прошедшим поверку и дальнейшие операции поверки не проводят.

10.2.3 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности расходомера при преобразовании значения расхода газа в токовый выходной сигнал от 4 до 20 мА

Определение приведенной погрешности воспроизведения токового сигнала от 4 до 20 мА проводят рабочим эталоном силы постоянного тока.

Подключение рабочего эталона силы постоянного тока к расходомеру осуществляют в соответствии с эксплуатационными документами на расходомер.

Измерения проводятся для каждого токового выхода расходомера в пяти контрольных точках, соответствующих 4, 8, 12, 16, 20 мА.

В каждой контрольной точке на токовом выходе расходомера в соответствии с эксплуатационной документацией на расходомер задают токовый сигнал и вычисляют приведенную погрешность γI_i , %, по формуле

$$\gamma I_i = \frac{I_i^p - I_i^{ЭГ}}{16} \cdot 100, \quad (3)$$

где I_i^p – значение силы тока, воспроизводимое расходомером, мА;
 $I_i^{ЭГ}$ – значение силы тока, измеренное средством измерений силы постоянного тока, мА.

Результаты поверки считают положительными, если значение приведенной к диапазону измерений погрешности расходомера при преобразовании значения расхода газа в токовый выходной сигнал от 4 до 20 мА в каждой контрольной точке находятся в пределах, указанных в таблице 1.

При получении отрицательных результатов, расходомер считают не прошедшим поверку и дальнейшие операции поверки не проводят.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

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

11.2 Сведения о результатах поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

11.3 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».

11.4 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».

11.5 После завершения поверки в блок управления расходомера вносят значения расстояния между сенсорами и значение внутреннего диаметра в условиях эксплуатации, зафиксированные при подготовке к поверке.

Начальник отдела 208
ФБУ «НИЦ ПМ - Ростест»

Б.А. Иполитов

Инженер 2-й категории
ФБУ «НИЦ ПМ - Ростест»

Д.В. Чекулаев

ИЗМЕРЕНИЕ ВНУТРЕННЕГО ДИАМЕТРА ИТ ПРИ ПРОЛИВНОМ МЕТОДЕ

А.1 Измерения проводят в трех поперечных сечениях ИТ: в сечении, проходящем между сенсорами ППБ расходомера и в сечениях на расстоянии DN и 2DN перед расходомером. Если конструкция участка сварная, третье сечение должно быть в плоскости сварного шва. При этом наружная поверхность трубы должна быть тщательно очищена и не иметь вмятин и выступов.

А.2 Внутренний диаметр ИТ в каждом сечении измеряют не менее чем по четырем диаметральному направлениям, расположенным под одинаковым углом друг к другу.

А.3 Внутренний диаметр ИТ в каждом диаметральному направлении определяют по результатам измерений внешнего диаметра и толщины стенок ИТ с помощью штангенциркуля и толщиномера или прямым измерением с помощью нутромера или лазерным дальномером.

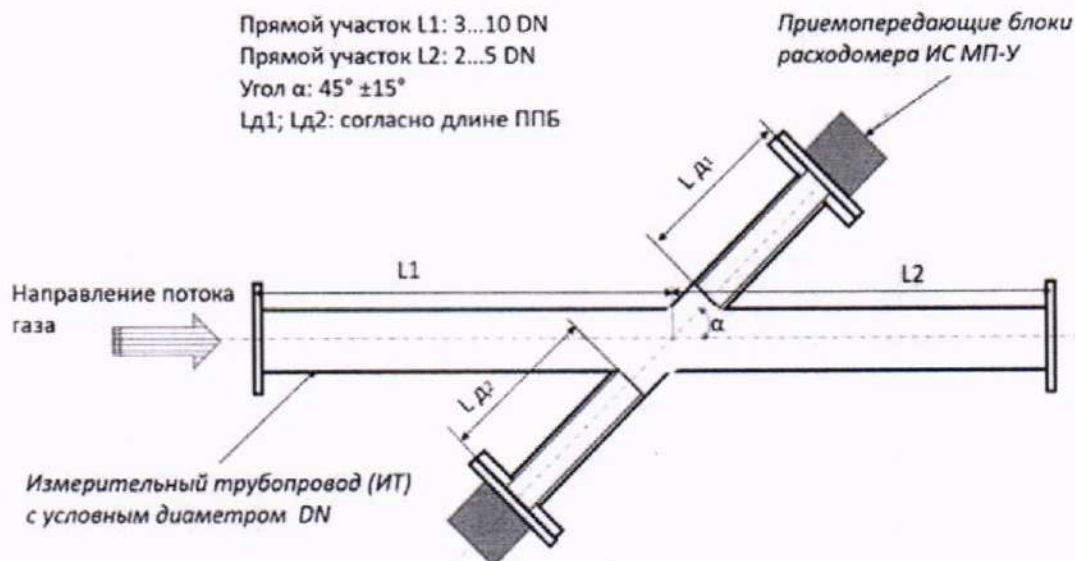


Рисунок А.1 – Схема установки расходомера исполнения ИС МП-У в проливной стенд

А.4 Значение внутреннего диаметра ИТ D , мм, при использовании нутромера рассчитывают, как среднее арифметическое значение результатов всех измерений или при использовании штангенциркуля и толщиномера вычисляют по формуле

$$D = \frac{1}{n \cdot m} \cdot \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m [D_{nij} - (h_{1ij} + h_{2ij})], \quad (\text{А.1})$$

где n, m – количество сечений и диаметральных направлений, в которых производится измерение внутреннего диаметра ИТ, соответственно;

D_{nij} – наружный диаметр ИТ в i -м сечении j -го диаметрального направления, мм;

h_{1ij}, h_{2ij} – толщина стенок ИТ в i -м сечении j -го диаметрального направления, мм.

А.5 Относительную погрешность измерений внутреннего диаметра ИТ δD , %, при использовании нутромера принимают равной погрешности нутромера или при использовании штангенциркуля и толщиномера вычисляют по формуле

$$\delta D = \sqrt{\left(\frac{D_B}{D}\right)^2 \cdot \delta D_B^2 + 4 \cdot \left(\frac{h}{D}\right)^2 \cdot \delta h^2}, \quad (\text{A.2})$$

- где D_B – среднее арифметическое значение внешнего диаметра ИТ, мм;
 δD_B – относительная погрешность измерений внешнего диаметра ИТ, %;
 h – среднее арифметическое значение толщины стенок ИТ, мм;
 δh – относительная погрешность измерений толщины стенок ИТ, %.

А.6 Относительная погрешность измерений внутреннего диаметра ИТ не должна превышать $\pm 0,9\%$.

Б.1 Имитатор представляет собой стальную или пластиковую трубу круглого сечения с заглушками и патрубками с фланцами для установки ППБ расходомера.

Патрубки с фланцами должны обеспечивать соосную установку сенсоров ППБ расходомера исполнения ИС МП-У.

Диаметр стальной трубы должен быть не менее 300 мм, пластиковой – не менее диаметра патрубков с фланцем, в которые устанавливаются ППБ расходомера.

Расстояние между сенсорами ППБ расходомера исполнения ИС МП-У значение которого рассчитывается по формуле (Б.1) должно быть не менее 1000 мм.

Конструкция имитатора и схемы установки ППБ расходомера в имитатор представлены на рисунках Б.1 – Б.2.

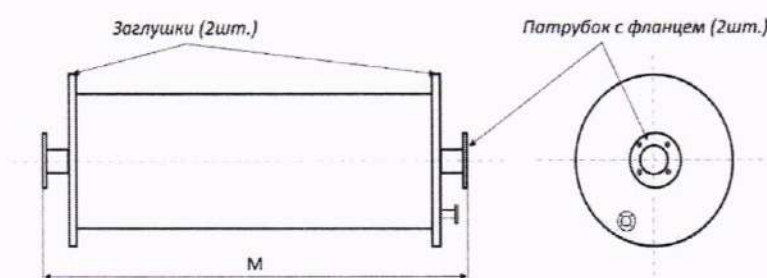


Рисунок Б.1 – Конструкция имитатора

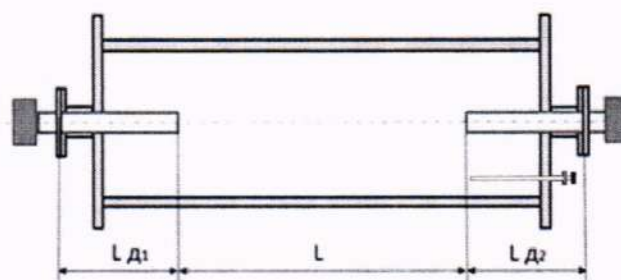


Рисунок Б.2 – Схема установки расходомера исполнения ИС МП-У в имитатор

Значение расстояние между сенсорами ППБ L , мм, рассчитывается по формуле

$$L = M - (L_{д1} + L_{д2}), \quad (Б.1)$$

где M – значение расстояния между фланцами имитатора, измеренное рулеткой, мм;
 $L_{д1}, L_{д2}$ – значения длины сенсоров первого и второго ППБ соответственно, измеренные штангенциркулем, мм.

СКОРОСТЬ ЗВУКА В ВОЗДУХЕ

В.1 Скорость звука, м/с, представлена в таблице В.1.

Таблица В.1 – Скорость звука, м/с.

Температура, °C	Относительная влажность, %								
	10	20	30	40	50	60	70	80	90
15	340,54	340,63	340,72	340,81	340,9	340,99	341,08	341,17	341,26
16	341,13	341,23	341,32	341,42	341,52	341,61	341,71	341,8	341,9
17	341,73	341,83	341,93	342,03	342,14	342,24	342,34	342,45	342,55
18	342,32	342,43	342,54	342,65	342,76	342,87	343,98	343,09	343,2
19	342,91	343,03	343,15	343,26	343,38	343,5	343,62	343,73	343,85
20	343,5	343,63	343,76	343,88	344	344,13	344,26	344,38	344,51
21	344,1	344,23	344,36	344,5	344,63	344,76	344,89	345,03	345,16
22	344,69	344,83	344,97	345,11	345,26	345,39	345,54	345,68	345,82
23	345,28	345,44	345,58	345,73	345,88	346,03	346,18	346,34	346,49
24	345,87	346,03	346,19	346,35	346,51	346,67	346,83	346,99	347,16
25	346,46	346,63	346,8	346,97	347,14	347,31	347,48	347,66	347,83