

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии
(Росстандарт)
Федеральное бюджетное учреждение
«Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний
в Тюменской области, Ханты-Мансийском автономном округе - Югра,
Ямало-Ненецком автономном округе»
(ФБУ «Тюменский ЦСМ»)

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора по метрологии
ФБУ «Тюменский ЦСМ»

_____ Д.С. Чередников

_____ 2019 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

ДАТЧИКИ РАСХОДА ГАЗА «ДУМЕТИС-1223М»

Методика поверки

1223М.00.000 МП1

2019 г.

Разработана:

Акционерным обществом «Даймет»

Исполнитель:

Россохин В.Е.

Подготовлена к утверждению

Отделом метрологического обеспечения
производства ФБУ «Тюменский ЦСМ»

Главный метролог

Сулейманов Р. О.

Инженер по метрологии

Майоров М. Е.

Настоящая Инструкция распространяется на датчики расхода газа «DYMETIC-1223М» ТУ 4213-023-12540871-2013 изм.5 (далее – датчики), предназначенные для измерения объёма и объёмного расхода газа в рабочих условиях и, опционально, температуры, давления и объёма газа, приведённого к стандартным условиям.

Датчики предназначены для использования как автономно, так и совместно с устройствами верхнего уровня, воспринимающими числоимпульсный или кодовый сигнал установленного формата, в составе измерительных комплексов систем учёта газа.

Инструкция устанавливает объём, порядок и методику первичной и периодической поверок датчика.

Интервал между поверками:

4 года – для датчиков класса точности 0,75;

5 лет – для датчиков класса точности 1,0;

7 лет – для датчиков класса точности 1,5 и 2,0;

9 лет – для датчиков класса точности 2,5.

В Инструкции приняты следующие сокращения и обозначения:

вычислитель – устройство микровычислительное «DYMETIC-5123»,
теплоэнергоконтроллер ИМ2300 и аналогичные;

ЭПР – рабочий эталон расхода поверочной установки;

РСИ – поверяемый датчик;

$\tau_{\text{изм}}$ – время измерения, с;

Q_{min} – наименьший расход поверяемого датчика, м³/ч;

Q_{max} – наибольший расход поверяемого датчика, м³/ч;

Q_n – номинальный расход поверяемого датчика, равный 0,5 Q_{max} , м³/ч;

Q_{11} – переходный расход поверяемого датчика – расход, при котором изменяется номинальное значение погрешности его измерения, м³/ч;

ЭД – эксплуатационная документация;

КМЧ – комплект монтажных частей.

ГСССД МР 220-2014 – Методика расчётного определения плотности, фактора сжимаемости, скорости звука, показателя адиабаты и коэффициента динамической вязкости влажного воздуха при температурах от 10 до 30 °С и давлениях от 90 до 1000 кПа и относительной влажности от 0 до 95 %;

ГСССД МР 228-2014 – Методика расчётного определения термодинамических свойств, коэффициента динамической вязкости и теплопроводности азота при температурах 65...1000 К и давлениях до 200 МПа на основе таблиц ССД «ГСССД 283-2013».

1 ОПЕРАЦИИ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

1.1 При проведении поверки должны быть выполнены следующие операции и применены средства поверки, указанные в таблице 1. Для сокращения времени и снижения трудоёмкости поверки операции первичной поверки целесообразно совмещать с приёмо-сдаточными испытаниями, проводимыми на предприятии-изготовителе.

Таблица 1 – Операции и средства поверки

Наименование операции	Номер пункта инструкции	Наименование рабочих эталонов и (или) вспомогательных средств поверки, название документа, регламентирующего технические требования к средствам, основные технические характеристики	Обязательность выполнения операции при	
			первичной поверке	эксплуатации, хранения и после ремонта
1	2	3	4	5
Внешний осмотр	5.1	–	Да	Да
Поверка средств измерений, находящихся в составе датчика опционального исполнения	5.2		Да	Да
Опробование	5.3	Поверочная установка 1-го разряда согласно государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Росстандарта от 29.12.2018 № 2825; источник питания DR-15-24 24 В, 0,5А; калибратор токовой петли Fluke 705, кл. 0,02, (0 – 30) мА HART- модем НМ-10/U; USB-RS485 преобразователь DELTA IFD8500; ПО «hReader», «mbReader»	Да	Нет
Определение геометрических параметров	5.4	Штангенциркуль ШЦ-Ц, ШЦЦ-ВК ГОСТ 166-89, абсолютная погрешность не более $\pm 0,1$ мм, пределы измерений (50 – 500) мм; рулетка металлическая Р2НЗД, ГОСТ 7502-98, класс точности 3, погрешность не более $\pm 0,2$ мм, пределы измерений (0 – 3000) мм.	Да	Нет

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
Определение относительной погрешности измерения объёма по числоимпульсному выходу	5.5.1	Средства поверки по 5.3 таблицы 1; барометр-анероид метеорологический БАММ-1, абсолютная погрешность не более $\pm 0,2$ кПа, пределы измерений от 80 до 106 кПа; преобразователь измерительный температуры и влажности ДВ2ТС-1А, влажность от 0 до 98 %, температура от -20 до $+60$ °С, абсолютная погрешность измерения: температуры – не более $\pm 0,3$ °С, относительной влажности – не более $\pm 2\%$	Да	Нет
Определение абсолютной погрешности датчика при измерении объёма по цифровому RS485 выходу	5.5.2		Да	Нет
Определение абсолютной погрешности датчика при измерении объёма по цифровому HART выходу	5.5.3		Да	Нет
Определение приведённой погрешности вычисления расхода по токовому (4 – 20) мА выходу	5.5.4		Да	Нет
Определение относительной погрешности датчика при измерении объёма имитационным методом	5.6	Барометр-анероид метеорологический БАММ-1, абсолютная погрешность не более $\pm 0,2$ кПа, пределы измерений от 80 до 106 кПа; преобразователь измерительный температуры и влажности ДВ2ТС-1Е-2П-А, влажность от 0 до 98 %, температура от -20 до $+60$ °С, абсолютная погрешность измерения: температуры – не более $\pm 0,3$ °С, относительной влажности – не более $\pm 2\%$.	Да	Да
Примечания – Операции поверки по 5.2 только для датчика опционального исполнения.				

2 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

2.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие требования безопасности:

2.1.1 Монтаж электрических соединений датчика должен проводиться в соответствии с ГОСТ 12.3.032-84 и «Правилами устройства электроустановок (глава 7.3).

2.1.2 Электрические испытания должны проводиться в соответствии с требованиями ГОСТ 12.3.019-80.

2.1.3 К поверке датчиков должны допускаться лица, изучившие ЭД датчика, эксплуатационную документацию рабочих эталонов и вспомогательных средств поверки, приведённых в таблице 1, и имеющие опыт поверки средств измерений, а также прошедшие инструктаж по технике безопасности в установленном порядке.

3 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки по 5.5, 5.6 настоящей Инструкции должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от плюс 10 до плюс 35 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа;
- питание от источника постоянного тока напряжением (24 ± 2) В;
- поверочная среда – воздух при температуре от плюс 15 до плюс 35 °С и давлении до 0,15 МПа;

– длина прямолинейного участка трубопровода до и после датчика должна составлять соответственно 20^* и $5 D_y$ датчика, при этом внутренний диаметр прямолинейного участка должен быть равен внутреннему диаметру на входе поверяемого датчика с допускаемыми отклонениями $\pm 0,5$ мм для $D_y \leq 100$ мм и $\pm 1,0$ мм – для $D_y > 100$ мм или значению, указанному в ЭД датчика.

4 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

4.1 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

4.1.1 Подготовка к работе рабочих эталонов и вспомогательных средств поверки согласно их ЭД.

4.1.2 Проверка наличия и срока действия поверительных клейм (знаков поверки) и (или) свидетельств о поверке рабочих эталонов и датчиков давления и температуры и вычислителя датчика опционального исполнения.

4.1.3 Выдержка датчика перед операциями поверки в нерабочем состоянии не менее 2 ч в условиях 3.1 настоящей Инструкции, а затем во включённом состоянии при этих же условиях не менее 30 мин. Время выдержки определяется величиной разности температур его корпуса и окружающей среды, которая должна быть не более ± 1 °С.

5 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

5.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре датчика устанавливают соответствие его комплектности требованиям ЭД, наличие заводской пломбы, отсутствие механических повреждений, влияющих на его работоспособность и погрешность, отсутствие дефектов, препятствующих чтению надписей и

*– Датчик исполнения по КМЧ Т8 поверяется в комплекте с формирователем Ф и прямолинейным участком из состава его КМЧ с подсоединением на вход Ф прямолинейного участка длиной не менее $10 D_y$.

$$Q_{\text{пов}} = Q_{\text{max}} \cdot \left(\frac{200}{D_y} \right)^2$$

маркировки. Заводские номера, указанные в ЭД, должны соответствовать номерам, нанесённым на составных частях датчика. Типоразмер датчика должен соответствовать указанному в ЭД.

Результаты осмотра считают удовлетворительными, если выполняются вышеуказанные требования. Датчик, забракованный при внешнем осмотре, дальнейшей поверке не подлежит.

5.2 Поверка средств измерений, находящихся в составе датчика опционального исполнения

Поверку вычислителя, датчиков давления и температуры проводят в соответствии с методиками поверки установленными при утверждении типа данных средств измерений.

В состав датчика расхода опционального исполнения включают средства измерений, прошедшие поверку с положительным результатом.

5.3 Опробование

Опробование датчика проводят по схеме рисунка 1 на поверочной установке, обеспечивающей воспроизведение расхода воздуха любой величины внутри диапазона расходов поверяемого датчика.

Результаты опробования считают удовлетворительными, если вычислитель и дисплей датчика (при наличии) индицируют значение частоты (расхода) и изменение её (его) в большую или меньшую сторону при увеличении или уменьшении расхода воздуха соответственно, а при отсутствии расхода индицирует нуль.

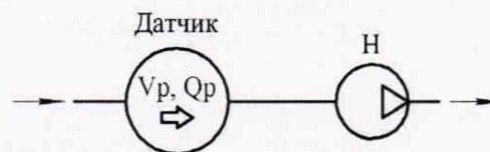


Рисунок 1 – Схема соединений при опробовании датчика

5.4 Определение геометрических параметров

Измерению подлежит внутренний диаметр трубопровода d . Операция проводится только для конструктивных исполнений В и ВЛ датчика на объекте эксплуатации перед монтажом датчика на трубопровод. Измерения проводят в соответствии с ЭД датчика.

По результатам измерений определяют геометрический коэффициент $m = d^2$, значение которого заносят в раздел «ПОВЕРКА» ЭД датчика.

5.5 Определение погрешности датчика на поверочной установке

5.5.1 Определение относительной погрешности измерения объёма по числоимпульсному выходу

Относительную погрешность датчика при измерении объёма по числоимпульсному выходу (далее – погрешность δ_{V1}) при выпуске из производства и после ремонта определяют с помощью поверочной установки обеспечивающей создание и контроль расходов поверочной среды соответствующих диапазону измерений поверяемого датчика.

Соотношение доверительных границ относительной погрешности поверочной установки и пределов допускаемой относительной погрешности датчика должно быть не более $1/2$ – для установок работающих с избыточным давлением, $1/2,5$ – для установок работающих без избыточного давления.

Поверочная среда – воздух.

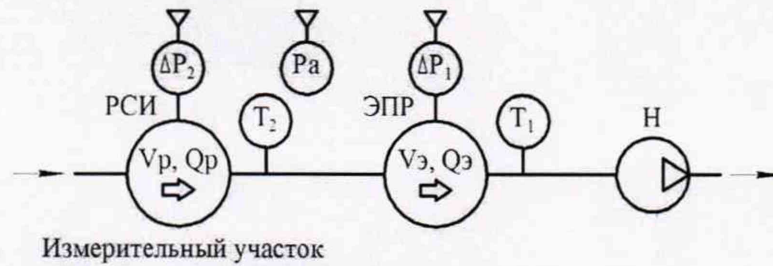


Рисунок 2 – Схема пневматическая соединений при определении относительной погрешности измерения объёма

$\Delta P_1, \Delta P_2$ - датчики перепада давления, P_a - датчик атмосферного давления, T_1, T_2 - комплект датчиков температуры, Н - турбокомпрессор (вентилятор)

Схема электрическая соединений при определении относительной погрешности измерения объёма должна соответствовать рисунку 3.

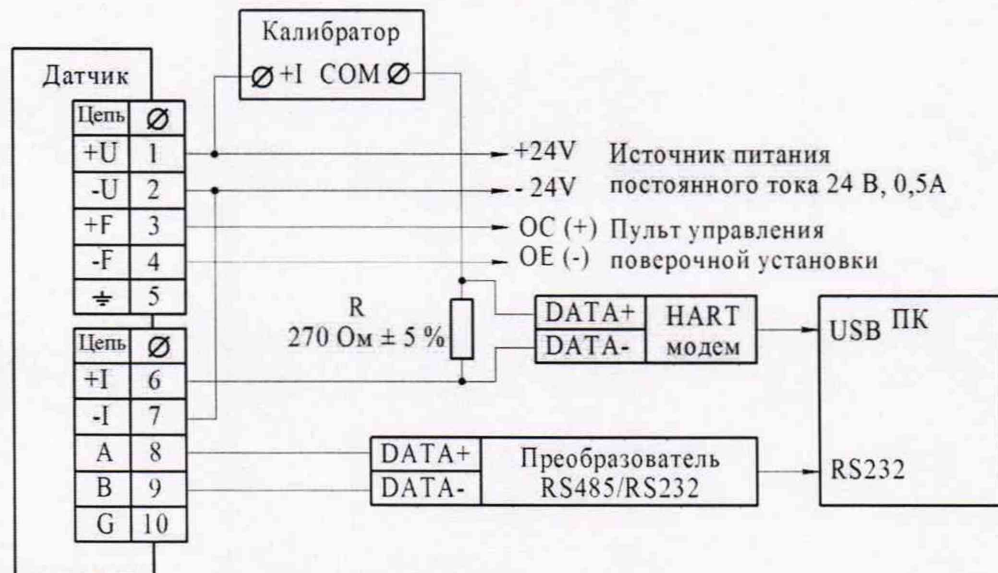


Рисунок 3 – Схема электрическая соединений при поверке

После монтажа на измерительном участке перед проведением поверки датчик выдерживают на расходе $(1 - 1,1) Q_{11}$ не менее 10 мин.

ВНИМАНИЕ! ПРИ ОТСУТСТВИИ В ИСПОЛНЕНИИ ДАТЧИКА КАКИХ-ЛИБО ИЗ ВЫХОДНЫХ СИГНАЛОВ СООТВЕТСТВУЮЩИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ НЕ ЗАДЕЙСТВУЮТСЯ И ПОГРЕШНОСТЬ ПО НИМ НЕ ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ.

Поверку проводят на поверочных расходах $(1^{+0,1}) Q_{11}$, $(1 \pm 0,1) Q_n$ и $(1 - 0,1) Q_{\max}^*$ поверяемого датчика.

Отклонение параметров поверочной среды от исходного значения в процессе одной серии измерений должно быть не более: давления – $\pm 0,5\%$, температуры – $\pm 0,5\text{ }^\circ\text{C}$, расхода – $\pm 0,1\%$.

Время измерения $\tau_{\text{изм}}$, с, не менее 120 с.

На каждом расходе проводят не менее трёх измерений с регистрацией по окончании каждого измерения средних значений расхода, абсолютного давления и температуры по показаниям поверочной установки и поверяемого датчика.

* – У датчиков с D_y , 'большим 200 мм, поверочный расход $Q_{\text{пов}}$, $\text{м}^3/\text{ч}$, соответствующий Q_{max} , определяется по формуле $Q_{\text{пов}} = Q_{\text{max}} \cdot \left(\frac{200}{D_y}\right)^2$ из условия равенства скорости воздуха V_{max} при поверке датчика.

Определение погрешности δ_{V1} производят в следующей последовательности.

После выдержки датчика на расходе Q_{i1} производят i -е измерение в последовательности, изложенной в ЭД поверочной установки, по окончании которого регистрируют:

$Q_{ЭТ}$ – среднее значение расхода за время i -го измерения $\tau_{измi}$ по показаниям ЭПР, $м^3/ч$;

$t_{ЭТ}$ – среднее значение температуры на входе ЭПР за время $\tau_{измi}$ по показаниям Т1 поверочной установки, $^{\circ}C$;

t_P – среднее значение температуры на входе РСИ за время $\tau_{измi}$ по показаниям Т2 поверочной установки, $^{\circ}C$;

$P_{ЭТ}$ – среднее значение абсолютного давления на входе ЭПР за время $\tau_{измi}$, кПа, определяемое поверочной установкой по формуле:

$$P_{ЭТ} = P_{атм} - \Delta P_1, \quad (1)$$

где $P_{атм}$ – среднее значение атмосферного давления по показаниям поверочной установки за время $\tau_{измi}$, кПа;

ΔP_1 – среднее значение перепада давления на ЭПР по показаниям датчика ΔP_1 поверочной установки за время $\tau_{измi}$, кПа;

P_P – среднее значение абсолютного давления на входе РСИ за время $\tau_{измi}$, кПа, определяемое поверочной установкой по формуле:

$$P_P = P_{атм} - \Delta P_2, \quad (2)$$

где ΔP_2 – среднее значение перепада давления на РСИ по показаниям датчика ΔP_2 поверочной установки за время $\tau_{измi}$, кПа;

$Q_{ЭТР}$ – среднее значение расхода через ЭПР при i -м измерении, $м^3/ч$, приведённого к условиям РСИ, по показаниям поверочной установки, определяемое по формуле:

$$Q_{пов} = Q_{max} \cdot \left(\frac{200}{D_y}\right)^2 \quad (3)$$

$$Q_{ЭТ} = V_{ЭТ} \cdot \frac{3600}{\tau_{измi}} \quad (4)$$

$V_{ЭТР}$ – значение объёма через ЭПР за время $\tau_{измi}$, $м^3$.

Погрешность δ_{V1} при i -м измерении, %, вычисляется поверочной установкой по формуле:

$$\delta_{V1} = \left(\frac{V_P}{V_{ЭТР}} - 1\right) \cdot 100 \quad (5)$$

где V_P – значение объёма по показаниям РСИ за время $\tau_{измi}$, $м^3$;

$V_{ЭТР}$ – значение объёма через ЭПР за время $\tau_{измi}$, приведённое к условиям поверяемого датчика, $м^3$, вычисленное поверочной установкой по формуле:

$$V_{ЭТР} = \frac{\tau_{измi}}{3600} \cdot Q_{ЭТР}, \quad (6)$$

Аналогичные измерения проводят при каждом i -м измерении на всех расходах.

Результаты считают удовлетворительными, если ни одно из значений δ_{V1} не превышает указанного в ЭД поверяемого датчика.

5.5.2 Определение абсолютной погрешности датчика при измерении объёма по цифровому RS485 выходу

Абсолютную погрешность датчика при измерении объёма по цифровому RS485 выходу (далее – погрешность Δ_{V_2}) определяют по схеме рисунка 3 в следующей последовательности:

а) установить заглушки на корпус датчика (датчик зондового исполнения поместить в закрытый объём), исключая движение измеряемой среды через акустический канал, подключить датчик в соответствии с рисунком 3 (подключение по числоимпульсному выходу отсутствует) и выдержать во включённом состоянии не менее 10 мин;

б) запустить на ПК ПО «mbReader» и командами «Сервис» - «Настройки» установить значения: «Порт» - COM1 (или др., к которому подключен преобразователь RS485/RS232), «Скорость» - 9600, «Интервал опроса» - 60, «Количество запросов в интервале» - 10, «Общее количество опросов» - 10, «Количество устройств на линии» - 1 установить связь датчика с ПК;

в) командой «Список регистров» задать начальное регистр – 8704, «Количество регистров» - 20 и нажать кнопку «Добавить». Командой «Устройство» - «Опрос» запустить процесс, в результате которого в колонках 4, 5 и 6 отобразится накопленное датчиком значение объёма V_2 в дм^3 (л);

г) с индикатора датчика считать накопленное датчиком значение объёма $V_{2и}$ в дм^3 (л);

д) определить абсолютную погрешность измерения объёма по цифровому RS485 выходу по формуле:

$$\Delta_{V_2} = V_2 - V_{2и}, \quad (7)$$

Результаты считают удовлетворительными, если ни одно из значений Δ_{V_2} не превышает одной единицы младшего разряда (ЕМР).

5.5.3 Определение абсолютной погрешности датчика при измерении объёма по цифровому HART выходу

Абсолютную погрешность датчика при измерении объёма по цифровому HART выходу (далее – погрешность Δ_{V_3}) определяют по схеме рисунка 3 в следующей последовательности:

а) установить заглушки на корпус датчика (датчик зондового исполнения поместить в закрытый объём), исключая движение измеряемой среды через акустический канал, подключить датчик в соответствии с рисунком 3 (подключение по числоимпульсному (частотному) выходу отсутствует) и выдержать во включённом состоянии не менее 10 мин;

б) запустить ПО «hReader» и, командами «Программа» - «назначить порт», установить значения: «Порт» - COM1 (или др., к которому подключен HART модем), Командами - «Прибор» - «Установить связь» установить связь с ПК;

в) запустить команду «(3) Считать ток и четыре переменных» в результате в поле окна программы отобразится накопленное датчиком значение объёма V_2 в дм^3 (л);

г) с индикатора датчика считать накопленное датчиком значение объёма $V_{3и}$ в дм^3 (л);

д) определить абсолютную погрешность измерения объёма по цифровому HART выходу по формуле:

$$\Delta_{V_3} = V_3 - V_{3и} \quad (8)$$

Результаты считают удовлетворительными, если ни одно из значений Δ_{V_3} не превышает 1 ЕМР.

5.5.4 Определение приведённой погрешности вычисления расхода по токовому (4 – 20) мА выходу

Приведённую погрешность вычисления расхода по токовому (4 – 20) мА выходу (далее – погрешность γ_0) определяют по схеме рисунка 3 в следующей последовательности:

а) установить заглушки на корпус датчика (датчик зондового исполнения поместить в закрытый объём), исключая движение измеряемой среды через акустический канал,

подключить датчик в соответствии с рисунком 3 (подключение по числоимпульсному (частотному) выходу отсутствует) и выдержать во включенном состоянии не менее 10 мин;

б) запустить ПО «hReader» и, командами «Программа» - «назначить порт», установить значения: «Порт» - COM1 (или др., к которому подключен HART модем), Командами - «Прибор» - «Установить связь» установить связь с ПК;

в) запустить команду «(40) Режим фиксированного тока», в поле окна программы, задать значение тока 20 мА, выждать время установления процесса не менее 10 с и считать с калибратора значение измеренного тока по токовому выходу I_{20} ;

д) в поле окна программы, задать значение тока 4 мА, выждать время установления процесса не менее 10 с и считать с калибратора значение измеренного тока по токовому выходу I_{04} ;

е) определить приведенную погрешность вычисления расхода по токовому (4 – 20) мА выходу по формуле:

$$\gamma_Q = 100 \cdot (4 - I_{04(20)})/20 \quad (9)$$

Результаты считают удовлетворительными, если ни одно из значений γ_{Q4} не превышает $\pm 0,2 \%$.

5.6 Определение относительной погрешности датчика при измерении объёма имитационным методом

5.6.1 При первичной поверке относительную погрешность датчика при измерении объёма имитационным методом (далее – погрешность δ_{V4}) определяют сравнением скорости звука в воздухе по показаниям датчика с расчётным значением скорости звука в воздухе, определяемым согласно ГСССД МР 220-2014.

При проведении поверки по 5.6.1 должны соблюдаться следующие условия:

- поверочная среда – воздух при атмосферном давлении от 95 до 105 кПа с параметрами:
- температура от плюс 10 до плюс 30 °С;
- относительная влажность от 0 до 95 %.

Изменение параметров поверочной среды за время поверки не более:

- абсолютного давления ± 5 кПа;
- температуры $\pm 0,3$ °С;
- относительной влажности ± 5 %.

Датчик помещают в контрольное помещение при вышеуказанных условиях. Для конструктивного исполнения Ф на входное и выходное отверстия датчика устанавливают заглушки (заглушки должны обеспечивать отсутствие конвекции воздуха внутри корпуса датчика, при этом давление внутри должно оставаться равным атмосферному), а для исполнений ФЛ и В зонд датчика помещают в закрытый бокс. Одна из заглушек и бокс должны иметь отверстия для монтажа датчиков температуры и влажности (допускается датчик влажности воздуха размещать в непосредственной близости от заглушек и бокса).

Абсолютные погрешности измерений температуры и относительной влажности должны быть не более $\pm 0,3$ °С и ± 2 % соответственно.

Далее, выдерживают датчик в этих условиях не менее 30 мин до стабилизации температуры внутри датчика (бокса) в пределах $\pm 0,3$ °С и фиксируют значения атмосферного давления, относительной влажности и температуры.

Затем, согласно ЭД датчика, производят не менее десяти i -х отсчётов скорости звука V_{ci} , м/с, в воздухе по показаниям датчика и находят среднее значение полученных результатов. Продолжительность измерения (фиксация не менее десяти отсчётов) – не менее 100 с.

Погрешность δ_{V4} , %, определяют по формуле:

$$\delta_{v4} = \pm \left(\frac{\dot{V}_c}{V_n} - 1 \right) \cdot 100, \quad (10)$$

где \dot{V}_c – среднее значение скоростей V_{ci} , м/с;

V_n – расчётное значение скорости звука в воздухе согласно ГСССД МР 220-2014, м/с, вычисленное с учётом показаний барометра, гигрометра и датчика температуры, определяемое по таблицам приложения А.

Примечание – В качестве расчётного значения V_n принимают табличное значение, соответствующее табличным величинам давления, влажности и температуры, имеющим наименьшие отклонения от соответствующих измеренных величин.

Результаты считают удовлетворительными, если полученное значение δ_{v4} не превышает $\pm 0,2\%$.

5.6.2 При периодических поверках относительную погрешность датчика при измерении объёма (далее – погрешность δ_{v5}) определяют имитационным методом или в среде влажного воздуха по методике 5.6.1 после демонтажа датчика (способ №1), или без демонтажа (способ №2) путём сравнения скорости звука в среде азота по показаниям датчика с расчётным значением скорости звука (приложение Б).

Примечание – Погрешность δ_{v5} по способу №2 можно определять только в случае, когда отрезок трубопровода с вмонтированным датчиком может быть полностью перекрыт и обеспечено отсутствие течения и конвективных потоков измеряемой среды.

При поверке по способу №1 (в среде влажного воздуха) расчётное значение скорости звука в воздухе определяется согласно ГСССД МР 220-2014, а по способу №2 (в среде азота) – согласно ГСССД МР 228-2014.

При проведении поверки по способу №2 должны соблюдаться следующие условия:

- абсолютное давление в проточной части датчика от 85 до 115 кПа;
- температура в проточной части датчика от 0 до плюс 40 °С.

Поверку по способу №2 проводят при стабильной температуре окружающей среды при отсутствии воздействия осадков и солнечных лучей (для исключения возможности образования конвективных потоков внутри датчика). В процессе поверки изменения давления и температуры азота должны находиться в пределах: абсолютное давление за 300 с – ± 10 кПа, температура за 300 с – $\pm 0,3$ °С.

Испытания по способу №2 проводят в следующей последовательности.

а) изолируют участок трубопровода с датчиком от потока газа путём закрытия запорной арматуры до и после датчика и стравливают газ из изолированного участка до тех пор, пока показания датчика давления в изолированном участке не достигнут значения атмосферного давления (контролируется по окончанию снижения давления). Изменение давления в изолированном участке означает наличие протечек через запорную арматуру. В этом случае поверку датчика проводят по методике 5.6.1;

б) методом вытеснения заменяют рабочую среду в изолированном участке азотом до тех пор, пока давление в изолированном участке не достигнет $(1 - 1,1) P_{атм}$, и выдерживают при этом давлении не менее 30 мин до стабилизации показаний датчика температуры, установленного в испытательном участке (изменение показаний датчика температуры не должно превышать $\pm 0,3$ °С за 300 с);

в) после стабилизации давления и температуры в изолированном участке производят не менее десяти i -х отсчётов скорости звука в азоте V_{N2} , м/с, по показаниям датчика с осреднением полученных результатов. Продолжительность измерения (фиксация не менее десяти отсчётов) – не менее 300 с.

Погрешность δ_{v5} , %, при измерении скорости звука в воздухе определяют по формуле (10), а в азоте – по формуле (11):

$$\delta_{v5} = \pm \left(\frac{\dot{V}_{зс}}{V_p} - 1 \right) \cdot 100, \quad (11)$$

где $\dot{V}_{зс}$ – осреднённое значение скоростей V_{N_2} , м/с;
 V_p – расчётное значение скорости звука в азоте, м/с, вычисленное с учётом величины температуры в проточной части корпуса датчика (или трубопровода с размещённым в нём зондом датчика), определяемое по таблицам приложения Б.
 Результаты считают удовлетворительными, если полученное значение δ_{v5} не превышает $\pm 0,2$ %. Если при периодической поверке $|\delta_{v5}| > 0,2$ %, то относительную погрешность датчика определяют по 5.5.

6 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

6.1 При выпуске из производства и ремонта, а также при периодической и внеочередной поверке в паспорте датчика делают запись о результатах поверки и ставят подпись поверителя, проводившего поверку, скреплённую оттиском знака поверки (поверительного клейма).

Примечание – в случае отсутствия возможности внесения записи в паспорт датчика при положительном результате поверки допускается оформление свидетельства о поверке на датчик в соответствии с Порядком проведения поверки средств измерений, утвержденным приказом Минпромторга России от 02.0.2015 № 1815 (далее – Порядок проведения поверки средств измерений).

Оформление результатов поверки вычислителя, датчиков давления и температуры, находящихся в составе датчика опционального исполнения проводят в соответствии с методиками поверки установленными при утверждении типа данных средств измерений.

На оборотной стороне свидетельства о поверке датчика опционального исполнения приводят следующие данные:

- Тип и заводской номер датчика расхода;
- Тип и заводской номер датчика давления;
- Тип и заводской номер датчика температуры;
- Тип и заводской номер вычислителя.

6.2 При отрицательных результатах поверки датчик к дальнейшей эксплуатации не допускается, в паспорте неработоспособного датчика производят запись о его непригодности, а знак поверки гасят и выдают извещение о непригодности в соответствии с приложением 2 к Порядку проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке, утвержденному приказом Минпромторга России от 2 июля 2015 г. № 1815.

6.3 При периодических и внеочередных поверках по заявке владельца допускается переводить поверяемый датчик из одного класса точности в другой (большой или меньший) в случае положительных результатов переградуировки.

В этом случае в паспорте поверяемого датчика в разделе ПОВЕРКА делают соответствующую запись:

«Датчик _____ отградуирован и поверен с
число, месяц, год
 погрешностью δ_v _____ % с расходными параметрами, м³/ч:
 Q_{min} _____, Q_{t2} _____, Q_{t1} _____, Q_{max} _____ Поверитель _____»

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Расчётное значение скорости звука в воздухе

в зависимости от абсолютного давления, температуры и относительной влажности.

Таблица А-1

Т, °С	Относительная влажность воздуха, %										
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95
	Абсолютное давление 95 кПа										
10,0	337,48	337,55	337,62	337,69	337,75	337,82	337,89	337,96	338,03	338,10	338,13
10,5	337,78	337,85	337,92	337,99	338,06	338,13	338,20	338,27	338,35	338,42	338,45
11,0	338,07	338,15	338,22	338,29	338,37	338,44	338,52	338,59	338,66	338,74	338,77
11,5	338,37	338,45	338,52	338,60	338,67	338,75	338,83	338,90	338,98	339,06	339,09
12,0	338,67	338,75	338,82	338,90	338,98	339,06	339,14	339,22	339,30	339,38	339,42
12,5	338,96	339,04	339,13	339,21	339,29	339,37	339,45	339,53	339,61	339,70	339,74
13,0	339,26	339,34	339,43	339,51	339,60	339,68	339,76	339,85	339,93	340,02	340,06
13,5	339,55	339,64	339,73	339,82	339,90	339,99	340,08	340,16	340,25	340,34	340,38
14,0	339,85	339,94	340,03	340,12	340,21	340,30	340,39	340,48	340,57	340,66	340,71
14,5	340,15	340,24	340,33	340,43	340,52	340,61	340,70	340,80	340,89	340,98	341,03
15,0	340,44	340,54	340,63	340,73	340,83	340,92	341,02	341,11	341,21	341,31	341,36
15,5	340,74	340,83	340,93	341,03	341,13	341,23	341,33	341,43	341,53	341,63	341,68
16,0	341,03	341,13	341,24	341,34	341,44	341,54	341,65	341,75	341,85	341,96	342,01
16,5	341,32	341,43	341,54	341,64	341,75	341,86	341,96	342,07	342,17	342,28	342,33
17,0	341,62	341,73	341,84	341,95	342,06	342,17	342,28	342,39	342,50	342,61	342,66
17,5	341,91	342,02	342,14	342,25	342,36	342,48	342,59	342,71	342,82	342,93	342,99
18,0	342,20	342,32	342,44	342,56	342,67	342,79	342,91	343,02	343,14	343,26	343,32
18,5	342,50	342,62	342,74	342,86	342,98	343,10	343,22	343,34	343,47	343,59	343,65
19,0	342,79	342,91	343,04	343,16	343,29	343,41	343,54	343,67	343,79	343,92	343,98
19,5	343,08	343,21	343,34	343,47	343,60	343,73	343,86	343,99	344,12	344,24	344,31
20,0	343,37	343,51	343,64	343,77	343,91	344,04	344,17	344,31	344,44	344,57	344,64
20,5	343,67	343,80	343,94	344,08	344,22	344,35	344,49	344,63	344,77	344,91	344,97
21,0	343,96	344,10	344,24	344,38	344,53	344,67	344,81	344,95	345,09	345,24	345,31
21,5	344,25	344,40	344,54	344,69	344,84	344,98	345,13	345,28	345,42	345,57	345,64
22,0	344,54	344,69	344,84	344,99	345,15	345,30	345,45	345,60	345,75	345,90	345,98
22,5	344,83	344,99	345,14	345,30	345,46	345,61	345,77	345,92	346,08	346,24	346,32
23,0	345,12	345,28	345,44	345,61	345,77	345,93	346,09	346,25	346,41	346,57	346,65
23,5	345,41	345,58	345,74	345,91	346,08	346,24	346,41	346,58	346,74	346,91	346,99
24,0	345,70	345,87	346,05	346,22	346,39	346,56	346,73	346,90	347,07	347,25	347,33
24,5	345,99	346,17	346,35	346,52	346,70	346,88	347,05	347,23	347,41	347,58	347,67
25,0	346,28	346,46	346,65	346,83	347,01	347,19	347,38	347,56	347,74	347,92	348,02
25,5	346,57	346,76	346,95	347,13	347,32	347,51	347,70	347,89	348,08	348,26	348,36
26,0	346,86	347,05	347,25	347,44	347,63	347,83	348,02	348,22	348,41	348,61	348,70
26,5	347,15	347,35	347,55	347,75	347,95	348,15	348,35	348,55	348,75	348,95	349,05
27,0	347,44	347,64	347,85	348,05	348,26	348,47	348,67	348,88	349,09	349,29	349,40
27,5	347,73	347,94	348,15	348,36	348,57	348,79	349,00	349,21	349,43	349,64	349,74
28,0	348,01	348,23	348,45	348,67	348,89	349,11	349,33	349,55	349,77	349,98	350,09
28,5	348,30	348,53	348,75	348,98	349,20	349,43	349,65	349,88	350,11	350,33	350,45
29,0	348,59	348,82	349,05	349,28	349,52	349,75	349,98	350,22	350,45	350,68	350,80
29,5	348,88	349,12	349,35	349,59	349,83	350,07	350,31	350,55	350,79	351,03	351,15
30,0	349,16	349,41	349,66	349,90	350,15	350,40	350,64	350,89	351,14	351,39	351,51

Продолжение таблицы А-1

Т, °С	Относительная влажность воздуха, %										
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95
	Абсолютное давление 105 кПа										
10,0	337,49	337,55	337,61	337,67	337,74	337,80	337,86	337,92	337,98	338,05	338,08
10,5	337,79	337,85	337,91	337,98	338,04	338,11	338,17	338,24	338,30	338,36	338,40
11,0	338,08	338,15	338,22	338,28	338,35	338,41	338,48	338,55	338,61	338,68	338,71
11,5	338,38	338,45	338,52	338,59	338,65	338,72	338,79	338,86	338,93	339,00	339,03
12,0	338,68	338,75	338,82	338,89	338,96	339,03	339,10	339,17	339,25	339,32	339,35
12,5	338,97	339,05	339,12	339,19	339,27	339,34	339,41	339,49	339,56	339,64	339,67
13,0	339,27	339,34	339,42	339,50	339,57	339,65	339,73	339,80	339,88	339,95	339,99
13,5	339,56	339,64	339,72	339,80	339,88	339,96	340,04	340,12	340,19	340,27	340,31
14,0	339,86	339,94	340,02	340,10	340,19	340,27	340,35	340,43	340,51	340,59	340,63
14,5	340,16	340,24	340,32	340,41	340,49	340,58	340,66	340,74	340,83	340,91	340,95
15,0	340,45	340,54	340,62	340,71	340,80	340,89	340,97	341,06	341,15	341,23	341,28
15,5	340,74	340,83	340,92	341,01	341,10	341,19	341,28	341,37	341,46	341,55	341,60
16,0	341,04	341,13	341,23	341,32	341,41	341,50	341,60	341,69	341,78	341,88	341,92
16,5	341,33	341,43	341,53	341,62	341,72	341,81	341,91	342,01	342,10	342,20	342,25
17,0	341,63	341,73	341,83	341,93	342,02	342,12	342,22	342,32	342,42	342,52	342,57
17,5	341,92	342,02	342,13	342,23	342,33	342,43	342,54	342,64	342,74	342,84	342,90
18,0	342,21	342,32	342,43	342,53	342,64	342,74	342,85	342,96	343,06	343,17	343,22
18,5	342,51	342,62	342,73	342,84	342,95	343,05	343,16	343,27	343,38	343,49	343,55
19,0	342,80	342,91	343,03	343,14	343,25	343,37	343,48	343,59	343,70	343,82	343,87
19,5	343,09	343,21	343,33	343,44	343,56	343,68	343,79	343,91	344,03	344,14	344,20
20,0	343,39	343,51	343,63	343,75	343,87	343,99	344,11	344,23	344,35	344,47	344,53
20,5	343,68	343,80	343,93	344,05	344,17	344,30	344,42	344,55	344,67	344,80	344,86
21,0	343,97	344,10	344,23	344,35	344,48	344,61	344,74	344,87	345,00	345,12	345,19
21,5	344,26	344,39	344,53	344,66	344,79	344,92	345,06	345,19	345,32	345,45	345,52
22,0	344,55	344,69	344,82	344,96	345,10	345,24	345,37	345,51	345,65	345,78	345,85
22,5	344,84	344,98	345,12	345,27	345,41	345,55	345,69	345,83	345,97	346,11	346,18
2,03	345,13	345,28	345,42	345,57	345,72	345,86	346,01	346,15	346,30	346,44	346,52
23,5	345,42	345,57	345,72	345,87	346,02	346,17	346,32	346,47	346,62	346,78	346,85
24,0	345,71	345,87	346,02	346,18	346,33	346,49	346,64	346,80	346,95	347,11	347,19
24,5	346,00	346,16	346,32	346,48	346,64	346,80	346,96	347,12	347,28	347,44	347,52
25,0	346,29	346,46	346,62	346,79	346,95	347,12	347,28	347,45	347,61	347,78	347,86
25,5	346,58	346,75	346,92	347,09	347,26	347,43	347,60	347,77	347,94	348,11	348,20
26,0	346,87	347,05	347,22	347,40	347,57	347,75	347,92	348,10	348,27	348,45	348,54
26,5	347,16	347,34	347,52	347,70	347,88	348,06	348,24	348,42	348,61	348,78	348,88
27,0	347,45	347,64	347,82	348,01	348,19	348,38	348,57	348,75	348,94	349,13	349,22
27,5	347,74	347,93	348,12	348,31	348,50	348,70	348,89	349,08	349,27	349,47	349,56
28,0	348,03	348,22	348,42	348,62	348,82	349,01	349,21	349,41	349,61	349,81	349,91
28,5	348,31	348,52	348,72	348,92	349,13	349,33	349,54	349,74	349,94	350,15	350,25
29,0	348,60	348,81	349,02	349,23	349,44	349,65	349,86	350,07	350,28	350,49	350,60
29,5	348,89	349,10	349,32	349,54	349,75	349,97	350,19	350,40	350,62	350,84	350,94
30,0	349,18	349,40	349,62	349,84	350,07	350,29	350,51	350,74	350,96	351,18	351,29

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Расчётное значение скорости звука в азоте V_{N_2} в зависимости от температуры

Таблица Б-1

T, °C	V_{N_2} , м/с	T, °C	V_{N_2} , м/с	T, °C	V_{N_2} , м/с
0	336,97	13,5	345,22	27,0	353,25
0,5	337,28	14,0	345,51	27,5	353,54
1,0	337,59	14,5	345,81	28,0	353,84
1,5	337,90	15,0	346,11	28,5	354,13
2,0	338,21	15,5	346,41	29,0	354,42
2,5	338,51	16,0	346,71	29,5	354,72
3,0	338,82	16,5	347,10	30,0	355,10
3,5	339,13	17,0	347,31	30,5	355,30
4,0	339,43	17,5	347,61	31,0	355,60
4,5	339,74	18,0	347,91	31,5	355,89
5,0	340,05	18,5	348,21	32,0	356,18
5,5	340,35	19,0	348,51	32,5	356,47
6,0	340,66	19,5	348,81	33,0	356,76
6,5	340,96	20,0	349,11	33,5	357,06
7,0	341,27	20,5	349,40	34,0	357,35
7,5	341,57	21,0	349,70	34,5	357,64
8,0	341,88	21,5	350,00	35,0	357,93
8,5	342,18	22,0	350,29	35,5	358,22
9,0	342,49	22,5	350,59	36,0	358,51
9,5	342,79	23,0	350,89	36,5	358,80
10,0	343,09	23,5	351,18	37,0	359,09
10,5	343,40	24,0	351,48	37,5	359,38
11,0	343,70	24,5	351,78	38,0	359,67
11,5	344,00	25,0	352,07	38,5	359,96
12,0	344,31	25,5	352,37	39,0	360,25
12,5	344,61	26,0	352,66	39,5	360,54
13,0	344,91	26,5	352,96	40,0	360,82

