

СОГЛАСОВАНО  
Директор ФБУ «Челябинский ЦСМ»



О. Ю. Матанцева  
« 18 » 09 2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

### **Датчики давления Метран-150**

Методика поверки  
МП-02-2023-20

2023 г.

## 1. Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки (далее – методика) применяется для поверки датчиков давления Метран-150, изготавливаемых АО «ПГ «Метран».

Датчики давления Метран-150 (далее – датчики) предназначены для измерения давления абсолютного, избыточного, разности давлений, гидростатического давления (уровня), и обеспечивают непрерывное преобразование измеряемой величины в электрический выходной сигнал постоянного тока 4-20 мА или 0-5 мА или/и в выходной цифровой сигнал на базе HART-протокола.

Настоящая методика устанавливает методику и последовательность проведения первичной (до ввода в эксплуатацию, а также после ремонта) и периодической (в процессе эксплуатации) поверок датчиков.

1.2 В целях обеспечения прослеживаемости поверяемого датчика к государственным первичным эталонам единиц величин необходимо соблюдать требования настоящей методики.

Выполнение всех требований настоящей методики обеспечивает прослеживаемость поверяемого средства измерений к следующим государственным первичным эталонам:

ГЭТ 23-2010 Государственный первичный эталон единицы избыточного давления в диапазоне статического давления от 10 до 1600 МПа и в диапазоне импульсного давления от 1 до 1200 МПа

ГЭТ 101-2011 Государственный первичный эталон единицы давления для области абсолютного давления в диапазоне  $1 \cdot 10^{-1}$  -  $7 \cdot 10^5$  Па;

ГЭТ 95-2020 Государственный специальный эталон единицы давления для разности давлений от 0,05 до  $1 \cdot 10^5$  Па.

1.3 Все средства поверки должны быть исправны, поверены или аттестованы и иметь действующие свидетельства о поверке или аттестации.

1.4 В настоящей методике поверки используются методы прямых и косвенных измерений.

## 2 Перечень операций поверки

2.1 Для поверки датчиков должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

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

2.2 Допускается в соответствии с заявлением владельца средства измерений (далее - СИ) проведение поверки датчиков на перенастроенный диапазон измерений в пределах, установленных в эксплуатационной документации.

Допускается в соответствии с заявлением владельца СИ проводить поверку датчиков с несколькими выходными сигналами, соответствующими одной и той же входной измеряемой величине, только по одному выходному сигналу.

Соответствующая информация об объеме проведенной поверки должна быть отражена в сведениях о результатах поверки средства измерений в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

### 3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха  $(23 \pm 2)$  °С;
- относительная влажность окружающего воздуха не более 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.);
- напряжение питания и сопротивление нагрузки – в соответствии с эксплуатационной документацией;

- рабочая среда – воздух или нейтральный газ при поверке датчиков с верхними пределами измерений, не превышающими 2,5 МПа, и жидкость при поверке датчиков с верхними пределами измерений более 2,5 МПа. Допускается использовать жидкость при поверке датчиков с верхними пределами измерений от 0,4 до 2,5 МПа при условии тщательного заполнения жидкостью всей системы поверки. Допускается использовать воздух или нейтральный газ при поверке датчиков с верхними пределами измерений более 2,5 МПа при условии соблюдения соответствующих правил безопасности;

3.2 При поверке датчиков разности давлений с приемными камерами для подвода большего давления («плюсовая» камера) и меньшего давления («минусовая» камера) значение измеряемой величины (разности давлений) устанавливают, подавая соответствующее значение избыточного давления в «плюсовую» камеру датчика, при этом «минусовая» камера сообщается с атмосферой. Допускается также проведение поверки преобразователей разности давлений при сообщении плюсовой камеры с атмосферой и подачей соответствующего избыточного давления в минусовую камеру.

При поверке датчиков разности давлений с малыми пределами измерений для уменьшения влияния на результаты поверки не устраненных колебаний давления окружающего воздуха «минусовая» камера датчика может соединяться с камерой эталона, сообщающейся с атмосферой, если это предусмотрено в конструкции СИ. При поверке датчиков разности давлений в «минусовой» камере может поддерживаться постоянное опорное давление, создаваемое другим эталонным задатчиком или основным задатчиком измеряемой величины с дополнительным блоком опорного давления.

### 4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1. К проведению поверки допускаются лица, являющиеся специалистами органа метрологической службы, юридического лица или индивидуального предпринимателя, аккредитованного на проведение поверки.

4.2 К поверке допускаются лица, изучившие эксплуатационную документацию на поверяемые средства измерений, эксплуатационную документацию на средства поверки.

### 5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяют средства, указанные в таблице 2.

Таблица 2 –Перечень средств поверки

Операция поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Определение условий проведения поверки	Диапазон измерений атмосферного давления от 610 до 790 мм рт. ст., пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений атмосферного давления $\pm 0,8$ мм рт. ст.	Барометр-анероид контрольный М-67 рег. № 3744-73

Продолжение таблицы 2

Операция поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Определение условий проведения поверки	Диапазон измерений относительной влажности от 10 % до 95 %, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений относительной влажности $\pm 3$ %; диапазон измерений температуры от минус 10 °С до +60 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры $\pm 0,4$ °С; диапазон измерений атмосферного давления от 30 до 120 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений атмосферного давления $\pm 0,5$ кПа	Прибор комбинированный Testo 622, рег.№ 53505-13
Определение метрологических характеристик средства измерений	Рабочие эталоны 3-го разряда и выше в соответствии с Государственной поверочной схемой (ГПС), утвержденной приказом Росстандарта от 06.12.2019 № 2900	Манометр абсолютного давления МПА-15, рег.№ 4222-74; Модули давления эталонные Метран-518, 3 разряд рег. № 39152-12
	Рабочие эталоны 2-го разряда и выше в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 31.08.2021 № 1904	Калибратор давления пневматический «Метран-504 Воздух-II», 2 разряд рег. № 31057-09; Модули давления эталонные Метран-518, 3 разряд рег. № 39152-12; Калибратор давления пневматический «Метран-505 Воздух-I» 2 разряд, рег.№ 42701-09
	Рабочие эталоны 3-го разряда и выше в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 20.10.2022 № 2653	Калибратор давления пневматический «Метран-505 Воздух-I» 2 разряд рег.№ 42701-09; задатчик разрежения «Метран-503 Воздух» 2 разряд рег. № 25940-03; мановакуумметр грузопоршневой МВП-2,5 3 разряд рег. № 1652-99; манометры грузопоршневые МП-2500, МП-600 2 разряд рег. № 52189-16; модули давления эталонные Метран-518 3 разряд рег. № 39152-12
	Рабочие эталоны 4-го разряда и выше в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3456	Мера электрического сопротивления однозначная МС 3050М, 2 разряд рег.№ 46843-11
	Рабочие эталоны 3-го разряда и выше в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 28.07.2023 № 1520; рабочие эталоны 2-го разряда и выше в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 01.10.2018 № 2091	Мультиметр 3458А 3 разряд рег. № 25900-03; мультиметр цифровой 34401А рег. № 54848-13 2 разряд

Продолжение таблицы 2

Операция поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	Вспомогательные технические средства	
	Верхний предел воспроизведения сопротивления 111111,1 Ом	Магазин сопротивлений Р 4831
	Выходное напряжение 24 В, 36 В	Блок питания Метран-602 или Метран-604 ТУ 4276-001-2160758-2002
	Выходное напряжение до 42 В	Источник постоянного тока GPC-3060D
	Преобразователь интерфейса HART для связи датчика с компьютером по цифровому каналу (для датчиков с цифровым выходным сигналом на базе HART-протокола)	HART модем
	Устройство для связи с датчиком по цифровому каналу и для обмена данными по протоколу HART	HART -коммуникатор
	Компьютер под управлением Windows с установленным программным комплексом AMS.	Персональный компьютер
<p>Примечания:</p> <p>1. Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью в соответствии с разделом 10.</p> <p>2. Допускается применение аналогичного вспомогательного оборудования при условии обеспечения ими условий поверки в соответствии с разделом 3.</p>		

## 6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности при работе с датчиками, указанные в эксплуатационной документации на датчики, а также требования по безопасной эксплуатации применяемых средств поверки, указанные в эксплуатационной документации на эти средства.

## 7 Внешний осмотр

7.1 При внешнем осмотре датчика должно быть установлено:

- соответствие внешнего вида датчика и маркировки описанию и изображению, приведенному в описании типа и эксплуатационной документации;
- отсутствие видимых повреждений и дефектов, способных оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки.

Датчики, не соответствующие перечисленным выше требованиям, дальнейшей поверке не подлежат.

## 8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Перед проведением поверки датчиков выполняют следующие подготовительные работы:

- ознакомиться с руководствами по эксплуатации на поверяемое СИ и эталоны единиц величин;
- датчик выдерживают при температуре, указанной в 3.1, не менее 3 ч.

- датчик выдерживают перед началом работы не менее 1 мин при включенном питании в соответствии с 3.1;
- датчик должен быть установлен в рабочее положение с соблюдением указаний эксплуатационной документации;
- система (стендовое оборудование), состоящая из соединительных линий для передачи давления, эталонов и вспомогательных средств для задания и передачи измеряемой величины, должна быть герметична в соответствии с требованиями настоящего пункта.

Схемы включения датчиков при проведении поверки приведены в приложении А.

Эталон входной величины (давления) включают в схему поверки в соответствии с их руководством по эксплуатации.

При проверке герметичности системы, предназначенной для поверки датчика, на место поверяемого датчика устанавливают заведомо герметичный датчик или любое другое средство измерений с погрешностью измерений не более 2,5% от значений давления, соответствующих верхнему пределу измерений поверяемого датчика и позволяющее зафиксировать изменение давления на величину 0,5% от заданного значения давления. Создают давление в системе равное верхнему пределу измерений поверяемого датчика, после чего отключают источник давления. Если в качестве эталона применяют грузопоршневой манометр, то его колонку и пресс также отключают.

Проверку герметичности системы, предназначенной для поверки датчиков с верхними пределами измерений разрежения от 100 до 84 кПа проводят при разрежении  $0,9 P_6$ , если  $P_v \geq P_6$  или  $0,9 P_v$ , если  $P_v < P_6$ , где  $P_6$  – атмосферное давление,  $P_v$  – верхний предел измерений разрежения.

Систему считают герметичной, если после 3-х минут выдержки под давлением, равным или близким верхнему пределу измерений датчика, не наблюдают падения давления в течение последующих 2 минут. При необходимости время выдержки под давлением может быть увеличено.

## 8.2 Опробование

8.2.1 При опробовании проверяют герметичность и работоспособность датчика.

8.2.2 Методика проверки герметичности датчика аналогична методике проверки герметичности системы, но имеет следующие особенности: изменение давления определяют по изменению выходного сигнала или по изменению показаний на цифровом индикаторе поверяемого датчика в течение 30 с (не менее). Допускаемый спад давления не должен превышать 0,5 % от верхнего предела измерений поверяемого датчика.

В случае обнаружения негерметичности системы с установленным поверяемым датчиком следует проверить отдельно герметичность системы и датчика.

8.2.3 Работоспособность датчика проверяют, изменяя измеряемую величину. При этом должно наблюдаться изменение выходного сигнала и показаний на цифровом индикаторе (при наличии).

Проверку по 8.2.2, 8.2.3 допускается совмещать с проверкой основной погрешности.

## 9 Проверка программного обеспечения

9.1 Методика проверки идентификационных данных программного обеспечения (далее – ПО) датчика заключается в установлении номера версии ПО при помощи приёмного устройства, поддерживающего соответствующий цифровой коммуникационный протокол для считывания информации или цифрового индикатора в зависимости от исполнения датчика.

Считывание информации о номере версии ПО датчика с выходным сигналом 4-20 мА/HART осуществляется подключением к выходу датчика HART-коммуникатора или HART-модема с программным обеспечением для связи с персональным компьютером и считывания информации с цифрового выхода датчика. Могут использоваться другие устройства для считывания информации, в соответствии с требованиями эксплуатационной документации на датчик.

Считывание информации о номере версии ПО датчика с выходным сигналом 0-5 мА

осуществляется только по цифровому индикатору.

Подробное меню датчика с указанием пункта об идентификационном номере версии ПО представлено в Руководстве по эксплуатации.

9.2 Датчики считаются прошедшими поверку с положительным результатом, если номер версии ПО соответствует значению, указанному в описании типа на датчик.

## 10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия метрологическим требованиям

### 10.1 Определение основной погрешности

10.1.1 Основную погрешность датчика определяют следующим способом: по эталону на входе датчика устанавливают номинальные значения входной измеряемой величины (давления), а по другому эталону измеряют соответствующие значения аналогового выходного сигнала и (или) считывают измеренное значение по цифровому выходному сигналу.

Поверка датчика с выходным сигналом 4-20 мА/HART производится по аналоговому и цифровому сигналам, с выходным сигналом 0-5 мА – по аналоговому сигналу.

При поверке датчика по его цифровому сигналу к выходу подключают приёмное устройство, поддерживающее соответствующий цифровой коммуникационный протокол для считывания информации при установленных номинальных значениях входной измеряемой величины (см. п.9.1).

#### 10.1.2. Устанавливают следующие параметры поверки:

$m$  – число поверяемых точек от нижнего до верхнего предела измерений,  $m \geq 5$ ; в обоснованных случаях и при отсутствии эталонов с необходимой дискретностью воспроизведения измеряемой величины, допускается уменьшать число поверяемых точек до 4 или 3;

$n$  – число наблюдений при экспериментальном определении значений погрешности в каждой из поверяемых точек при изменениях входной измеряемой величины от меньших значений к большим (прямой ход) и от больших значений к меньшим (обратный ход),  $n = 1$ . Допускается увеличивать число наблюдений в поверяемых точках до 3 или 5, принимая при этом среднеарифметическое значение результатов наблюдений за достоверное значение в данной точке;

$\gamma_k$  – абсолютное значение отношения контрольного допуска к пределу допускаемой основной погрешности;

$\alpha_p$  – отношение предела допускаемого значения погрешности эталонов, применяемых при поверке, к пределу допускаемого значения основной погрешности поверяемого датчика.

$P_{bam}$  – наибольшая вероятность ошибочного признания годным любого в действительности дефектного экземпляра датчика;

$(\delta_m)_{ba}$  – отношение наибольшего возможного модуля основной погрешности экземпляра датчика, который может быть ошибочно признан годным, к пределу допускаемой основной погрешности

Значения  $\gamma_k$  и  $\alpha_p$  выбирают по таблице 3 (10.1.3) в соответствии с принятыми критериями достоверности поверки.

10.1.3 Выбор эталонов для определения основной погрешности поверяемых датчиков осуществляют, исходя из технических возможностей и технико-экономических предпосылок в соответствии с таблицей 3.

Таблица 3 – Параметры и критерии достоверности поверки

$\alpha_p$	0,2	0,25	0,33	0,4	0,5
$\gamma_k$	0,94	0,93	0,91	0,82	0,70
$P_{bam}$	0,20	0,20	0,20	0,10	0,05
$(\delta_m)_{ba}$	1,14	1,18	1,24	1,22	1,20

Примечание – Таблица составлена в соответствии с критериями достоверности поверки согласно МИ 187-86 «ГСИ. Критерии достоверности и параметры методик поверки» и МИ 188-86 «ГСИ. Установление значений параметров методик поверки».

10.1.4 При выборе эталонов для определения погрешности поверяемого датчика для каждой поверяемой точки должны быть соблюдены следующие условия:

1) для датчиков с выходным аналоговым сигналом постоянного тока:

$$\left( \frac{\Delta_p}{P_m - P_n} + \frac{\Delta_i}{I_m - I_o} \right) \cdot 100 \leq \alpha_p \cdot \gamma, \quad (1)$$

где  $\Delta_p$  – предел допускаемой абсолютной погрешности эталона, контролирующего входную величину (давление),

$P_m$  – верхний предел измерений поверяемого датчика,

$P_n$  – нижний предел измерений поверяемого датчика,

$\Delta_i$  – предел допускаемой абсолютной погрешности эталона, контролирующего электрический выходной сигнал датчика, мА;

$I_o, I_m$  – соответственно нижнее и верхнее предельные значения выходного сигнала датчика, мА;

$\alpha_p$  – то же, что в 10.1.2;

$\gamma$  – предел допускаемой основной приведенной погрешности поверяемого датчика, % диапазона измерений.

2) для датчиков с выходным аналоговым сигналом постоянного тока и определением значений выходного сигнала по падению напряжения на эталонном сопротивлении:

$$\left( \frac{\Delta_p}{P_m - P_n} + \frac{\Delta_u}{U_m - U_o} + \frac{\Delta_R}{R_{ЭТ}} \right) \cdot 100 \leq \alpha_p \cdot \gamma \quad (2)$$

где  $\Delta_p, P_m, P_n, \alpha_p, \gamma$  – то же, что в формуле (1);

$\Delta_u$  – предел допускаемой абсолютной погрешности эталона, контролирующего выходной сигнал датчика по падению напряжения на эталонном сопротивлении, мВ или В;

$\Delta_R$  – предел допускаемой абсолютной погрешности эталонного сопротивления, Ом;

$R_{ЭТ}$  – значение эталонного сопротивления, Ом;

$U_m, U_o$  – соответственно верхнее и нижнее предельные значения напряжений (мВ или В) на эталонном сопротивлении, определяемые по следующим формулам:

$$U_m = I_m \cdot R_{ЭТ} \quad \text{и} \quad U_o = I_o \cdot R_{ЭТ}$$

3) При поверке датчика с выходным цифровым сигналом:

$$\left( \frac{\Delta_p}{P_m - P_n} \right) \cdot 100 \leq \alpha_p \cdot \gamma, \quad (3)$$

где все обозначения те же, что и в формулах (1) и (2).

10.1.5 Расчетные значения выходного сигнала поверяемого датчика для заданного номинального значения входной измеряемой величины определяют по формулам:

1) для датчиков с выходным сигналом постоянного тока:



$$I_p = I_o + \frac{I_m - I_o}{P_m - P_n} (P - P_n), \quad (4)$$

где  $I_p$  – расчётное значение выходного сигнала постоянного тока, мА;  
 $P$  – номинальное значение входной измеряемой величины;  
 $I_m, I_o, P_m, P_n$  – то же, что и в формуле (1);

2) для датчиков с выходным сигналом постоянного тока, значения которого контролируют по падению напряжения на эталонном сопротивлении  $R_{ЭГ}$  :

$$U_p = R_{ЭГ} \cdot I_p, \quad (5)$$

где  $U_p$  – расчётное значение падения напряжения на эталонном сопротивлении, мВ, В;  
 $I_p$  – то же, что и в формуле (4);  
 $R_{ЭГ}$  – то же, что и в формуле (2).

3) для датчиков с цифровым выходным сигналом расчётные значения выходного сигнала ( $N_p$ ) совпадают с номинальными значениями входной измеряемой величины ( $P$ ):

$$N_p = P \quad (6)$$

10.1.6 Поверку датчиков следует проводить при программной установке линейной зависимости выходного сигнала (10.1.5). После выполнения поверки датчик может быть перепрограммирован в соответствии с требуемой функцией преобразования входной измеряемой величины.

10.1.7 Перед определением основной погрешности соблюдают требования 8.1 и проводят корректировку выходного сигнала, соответствующего нижнему пределу измерений, после подачи и сброса измеряемого параметра в пределах 80 % – 100 % от настроенного верхнего предела измерений.

При периодической поверке и в случае совмещения проверки герметичности с подачей давления перед корректировкой выходного сигнала выдержка проводится при давлении в соответствии с 8.1, 8.2.

10.1.8 Основную погрешность датчика определяют при  $m$  значениях измеряемой величины (10.1.2), точки рекомендуется выбирать из значений: 0-5 %; 20-30 %; 45-55 %; 70-80 %; 95-100 % диапазона измерений давления.

Интервал между значениями измеряемой величины не должен превышать: 30 % диапазона измерений при  $m = 5$  (основной вариант поверки); 40 % диапазона измерений при  $m = 4$  и 60 % диапазона измерений при  $m = 3$ .

Основную погрешность определяют при значении измеряемой величины, полученном при приближении к нему как со стороны меньших значений (при прямом ходе), так и со стороны больших значений (при обратном ходе).

При периодической поверке основную погрешность определяют в два цикла: до корректировки верхнего предельного значения выходного сигнала и после корректировки верхнего предельного значения выходного сигнала. Второй цикл допускается не проводить, если основная погрешность  $|\gamma_0| \leq \gamma_k \cdot |\gamma|$ .

При поверке датчиков абсолютного давления с верхними пределами измерений до 250 кПа включительно в качестве первой проверяемой точки допускается принимать значение абсолютного давления в интервале 0 - 5 кПа, при условии, что оно не превышает 50 % диапазона измерений поверяемого датчика давления.

При поверке датчиков с нижними пределами измерений в области разрежения от 100 до 84 кПа допускается устанавливать первую проверяемую точку поверки до значения  $0,9 \cdot P_6$ , если  $P_n \geq P_6$  или  $0,9 \cdot P_n$ , если  $P_n < P_6$ , где  $P_6$  – атмосферное давление,  $P_n$  – нижний предел измерений разрежения. При поверке датчиков с верхними пределами измерений в области разрежения от 100 до 84 кПа допускается устанавливать максимальное значение разрежения до

значения  $0,9 \cdot P_6$ , если  $P_m \geq P_6$  или  $0,9 \cdot P_m$ , если  $P_m < P_6$ , где  $P_m$  – верхний предел измерений разрежения.

При поверке датчиков абсолютного давления с верхними пределами измерений свыше 250 кПа основную погрешность допускается определять по методике, изложенной в 10.1.9 с соблюдением условий, изложенных в 10.1.6, 10.1.7, 10.1.8.

10.1.9. Определение основной погрешности датчиков абсолютного давления с верхними пределами измерений свыше 250 кПа допускается проводить с использованием эталонов разрежения и избыточного давления.

В этом случае поверку датчика выполняют при подаче избыточного давления и разрежения, расчетные значения которых определяют с учетом действительного значения атмосферного давления в помещении, где проводят поверку.

Расчетные значения избыточного давления и разрежения вычисляют по формулам:

$$P_{(+)} = P_a - P_6 \quad (6)$$

$$P_{(-)} = P_6 - P_a, \quad (7)$$

где  $P_a$  – номинальное значение абсолютного давления;

$P_6$  – атмосферное давление в помещении, где проводят поверку;

$P_{(+)}$  – избыточное давление, подаваемое в датчик;

$P_{(-)}$  – разрежение, создаваемое в датчике.

Расчётные значения аналогового выходного сигнала датчика при задании разрежения определяют по формуле:

$$I_p = I_o + (I_m - I_o) \frac{P_6 - P_{(-)}}{P_{m(a)}} \quad (8)$$

Расчётные значения аналогового выходного сигнала датчика при задании избыточного давления определяют по формуле:

$$I_p = I_o + (I_m - I_o) \frac{P_6 + P_{(+)}}{P_{m(a)}} \quad (9)$$

где  $I_p, I_o, I_m$ , – то же, что и в формуле (4);

$P_6$  – то же, что и в формуле (6) и (7);

$P_{m(a)}$  – верхний предел измерений датчика абсолютного давления;

$P_{(+)}, P_{(-)}$  – то же, что и в формулах (6) и (7).

Для датчиков с цифровым выходным сигналом расчетные значения выходного сигнала при задании разрежения и избыточного давления определяют по формулам:

$$N_p = P_6 - P_{(-)} \quad (10)$$

$$N_p = P_6 + P_{(+)} \quad (11)$$

Вблизи нуля абсолютного давления датчик поверяют, создавая на его входе разрежение в пределах  $(0,90 - 0,95) P_6$ , при котором расчетное значение выходного сигнала определяют по формуле (8).

Расчетные значения аналогового выходного сигнала при атмосферном давлении на входе датчика абсолютного давления определяют по формуле

$$I_p = I_o + (I_m - I_o) \frac{P_o}{P_{m(a)}} \quad (12)$$

где  $I_p, I_o, I_m$ , – то же, что и в формуле (4);  
 $P_o$  – то же, что и в формуле (6) и (7);  
 $P_{m(a)}$  – верхний предел измерений датчика абсолютного давления

При поверке датчика с верхними пределами измерений  $P_{m(a)} \leq 2,5$  МПа в формулы (1) – (3) необходимо добавить предел допускаемой абсолютной погрешности эталонного СИ (например, барометр М-67, указанный в таблице 2), контролирующего атмосферное давление.

Перед поверкой датчика корректируют значение выходного сигнала, соответствующее разрежению (0,90 – 0,95)  $P_o$ . При этом расчетное значение выходного сигнала определяют по формуле (8). Для верхних пределов измерений свыше 2,5 МПа допускается корректировать выходной сигнал на расчетное значение, определяемое по формуле (9) при атмосферном давлении.

10.1.10 Основную погрешность вычисляют по приведенным ниже формулам в зависимости от выходного сигнала:

$$\gamma_o = \frac{I - I_p}{I_m - I_o} \cdot 100, \% \quad (14)$$

$$\gamma_o = \frac{U - U_p}{U_m - U_o} \cdot 100, \% \quad (15)$$

$$\gamma_o = \frac{N - N_p}{P_m - P_n} \cdot 100, \% \quad (16)$$

где  $I$  – значение аналогового выходного сигнала постоянного тока, полученное экспериментально при номинальном значении измеряемой величины, мА;

$U$  – значение падения напряжения на эталонном сопротивлении, полученное экспериментально при измерении выходного сигнала и номинальном значении входной измеряемой величины (давления), мВ или В;

$N$  – значение цифрового выходного сигнала преобразователя, полученное экспериментально при номинальном значении измеряемой величины.

$N_p$  – расчетное значение выходного сигнала (совпадает с номинальным значением входной измеряемой величины  $P$ ).

Остальные обозначения те же, что в формулах (1), (2), (6).

Вычисления  $\gamma_o$  выполняют с точностью до третьего знака после запятой.

## 10.2 Определение вариации

10.2.1 Вариацию выходного сигнала определяют при каждом поверяемом значении измеряемой величины, кроме значений, соответствующих нижнему и верхнему пределам измерений, по данным, полученным экспериментально при определении основной погрешности (10.1).

10.2.2 Вариацию выходного сигнала вычисляют по приведенным ниже формулам в зависимости от выходного сигнала:

$$\gamma_{\Gamma} = \frac{|I - I^*|}{I_m - I_o} \cdot 100, \% \quad (17)$$

$$\gamma_{\Gamma} = \frac{|U-U^*|}{U_m-U_0} \cdot 100, \quad \% \quad (18)$$

$$\gamma_{\Gamma} = \frac{|N-N^*|}{P_m-P_n} \cdot 100, \quad \% \quad (19)$$

где  $I, I^*$  – значения выходного сигнала постоянного тока, полученные экспериментально при одном и том же номинальном значении входной измеряемой величины при прямом и обратном ходе соответственно, мА;

$U, U^*$  – значения падения напряжения на эталонном сопротивлении, полученные экспериментально при измерениях выходного сигнала и при одном и том же номинальном значении входной измеряемой величины при прямом и обратном ходе соответственно, мВ, В;

$N, N^*$  – значения цифрового выходного сигнала датчика, полученные экспериментально при одном и том же номинальном значении входной измеряемой величины при прямом и обратном ходе соответственно.

Остальные обозначения те же, что в формулах (1), (2), (6).

### 10.3 Подтверждение соответствия метрологическим требованиям

10.3.1 Датчик признают годным при первичной поверке, если на всех поверяемых точках модуль основной погрешности  $|\gamma_{\partial}| \leq \gamma_k \cdot |\gamma|$ , а значение вариации  $\gamma_{\Gamma}$  в каждой точке измерений не превышает предела ее допускаемого значения.

10.3.2 Датчик признают негодным при первичной поверке, если хотя бы в одной поверяемой точке модуль основной погрешности  $|\gamma_{\partial}| > \gamma_k \cdot |\gamma|$ , или значение вариации  $\gamma_{\Gamma}$  превышает предел ее допускаемого значения.

10.3.3 Датчик признают годным при периодической поверке, если на всех поверяемых точках при первом или втором цикле поверки выполняются условия, изложенные в 10.3.1.

10.3.4 Датчик признают негодным при периодической поверке:

- если при первом цикле поверки хотя бы в одной поверяемой точке модуль основной погрешности  $|\gamma_{\partial}| > (\delta_m)_{ba} \cdot |\gamma|$  или значение вариации  $\gamma_{\Gamma}$  превышает предел ее допускаемого значения;

- если при втором цикле поверки хотя бы в одной поверяемой точке модуль основной погрешности  $|\gamma_{\partial}| > \gamma_k \cdot |\gamma|$  или значение вариации  $\gamma_{\Gamma}$  превышает предел ее допускаемого значения.

Обозначения:  $(\delta_m)_{ba}$  – по п. 10.1.2;  $\gamma_k$  – по п. 10.1.2;  $\gamma$  – по п.10.1.4.

10.3.5 Допускается вместо вычислений по экспериментальным данным значений основной погрешности  $\gamma_{\partial}$  и вариации  $\gamma_{\Gamma}$  контролировать их соответствие предельно допускаемым значениям.

10.3.6 Допускаемые значения метрологических характеристик приведены в Приложении Б.

## 11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки заносят в протокол произвольной формы.

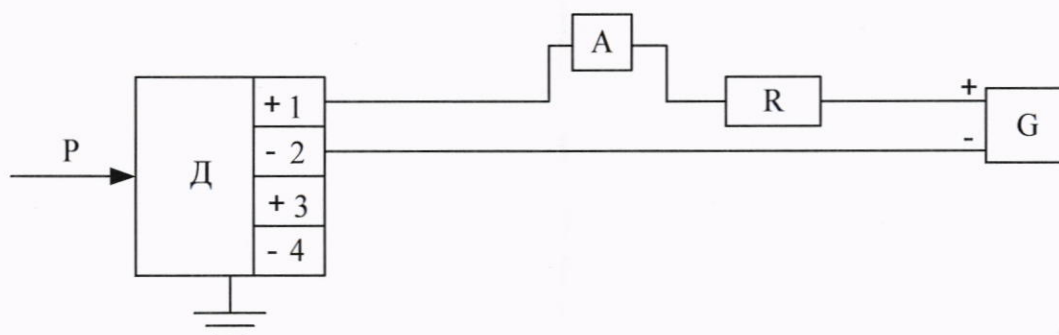
11.2 Результаты поверки подтверждаются сведениями, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. При положительных результатах поверки, по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке средства измерений, и (или) в паспорт вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки. При отрицательных результатах поверки, по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается извещение о непригодности к применению средства измерений.

## Приложение А

(обязательное)

### Схемы включения датчиков при поверке

Схема 1 включения датчика с аналоговым выходным сигналом постоянного тока 4-20 мА при измерении выходного сигнала непосредственно миллиамперметром.



P – входная измеряемая величина (примеры подключения к датчику эталонных СИ входной величины и эталонных задатчиков давления приведены на схемах 8 и 9 соответственно);

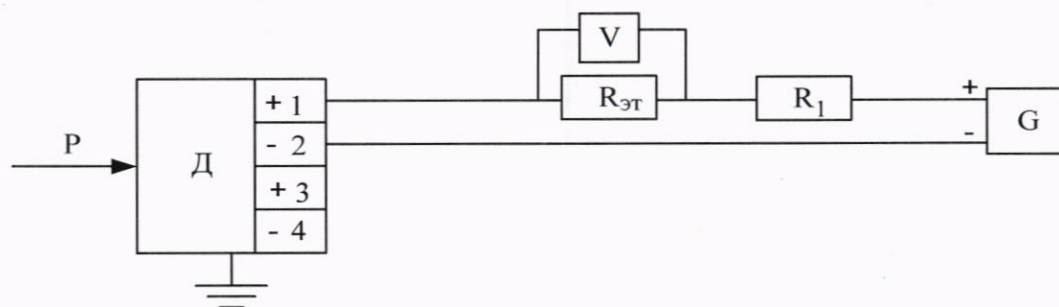
Д – поверяемый датчик;

G – источник питания постоянного тока (например, один из указанных в таблице 2, если иное не указано в технической документации);

A – цифровой миллиамперметр или универсальный вольтмиллиамперметр;

R – нагрузочное сопротивление, например, магазин сопротивлений, указанный в таблице 2, значение сопротивления – в соответствии с условиями поверки (п. 3.1).

Схема 2 включения датчика с аналоговым выходным сигналом постоянного тока 4-20 мА при измерении выходного сигнала по падению напряжения на эталонном сопротивлении.

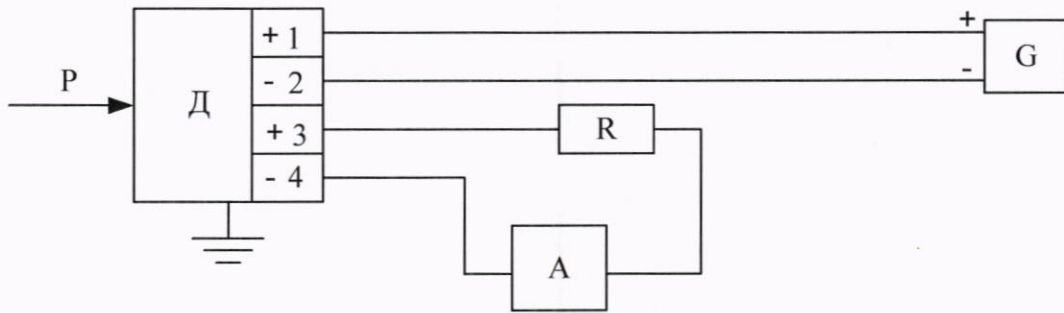


V – цифровой вольтметр, указанный, например, в таблице 2;

R<sub>эт</sub> – эталонное сопротивление, например, мера электрического сопротивления, указанная в таблице 2;

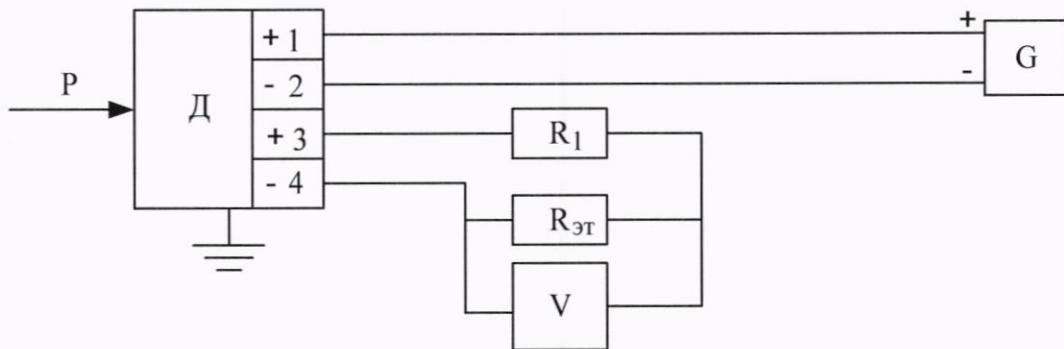
R<sub>1</sub> – нагрузочное сопротивление – например, указанный в таблице 2 магазин сопротивлений; сумма значений сопротивлений R<sub>эт</sub>+R<sub>1</sub>=R, где значение R сопротивления нагрузки в соответствии с технической документацией на датчик.

Схема 3 включения датчика с аналоговым выходным сигналом постоянного тока 0-5 мА при измерении выходного сигнала непосредственно миллиамперметром.



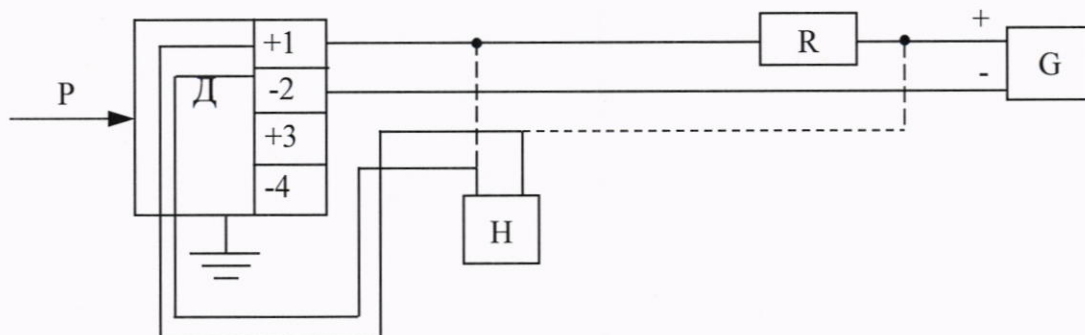
Обозначения приведены в схеме 1.

Схема 4 включения датчика с аналоговым выходным сигналом постоянного тока 0-5 мА при измерении выходного сигнала по падению напряжения на эталонном сопротивлении.



Обозначения приведены в схемах 1 и 2.

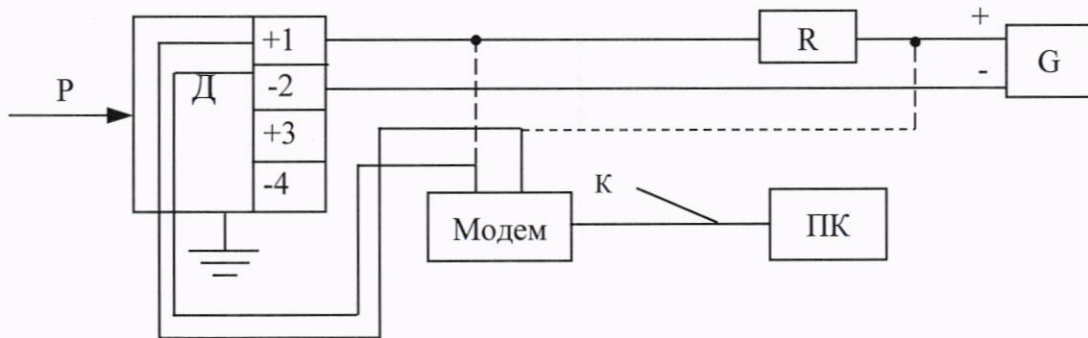
Схема 5 включения датчика с цифровым выходным сигналом на базе протокола HART и считывании информации по цифровому каналу при помощи портативного коммуникатора, например, «Метран-650», указанного в таблице 2, или при помощи другого HART-мастера.



Н – портативный HART-коммуникатор или другое цифровое устройство, поддерживающее коммуникационный HART-протокол.

Остальные обозначения указаны в схеме 1.

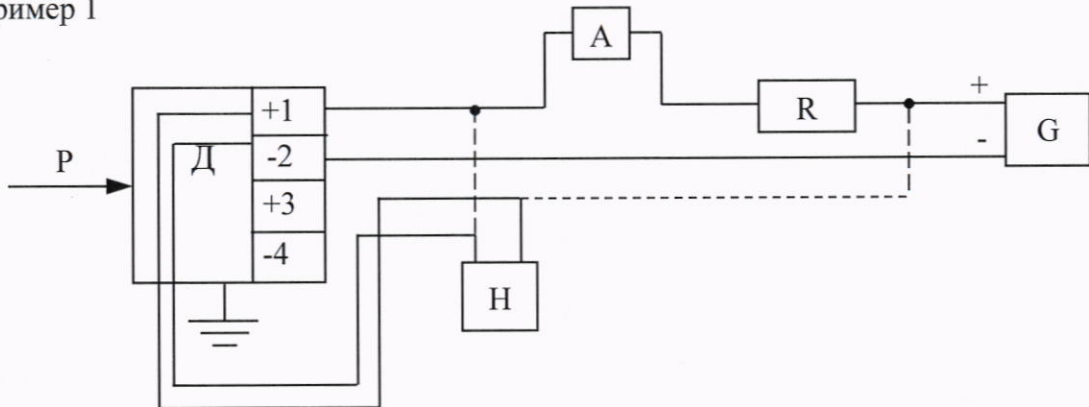
Схема 6 включения датчика с цифровым выходным сигналом на базе протокола HART при считывании информации по цифровому каналу с помощью устройства (модема HART/RS232) связи с персональным компьютером.



Модем – устройство связи и преобразования сигналов HART/RS232;  
 ПК – персональный компьютер;  
 К – кабель для стандартного последовательного порта;  
 Остальные обозначения указаны в схеме 1.

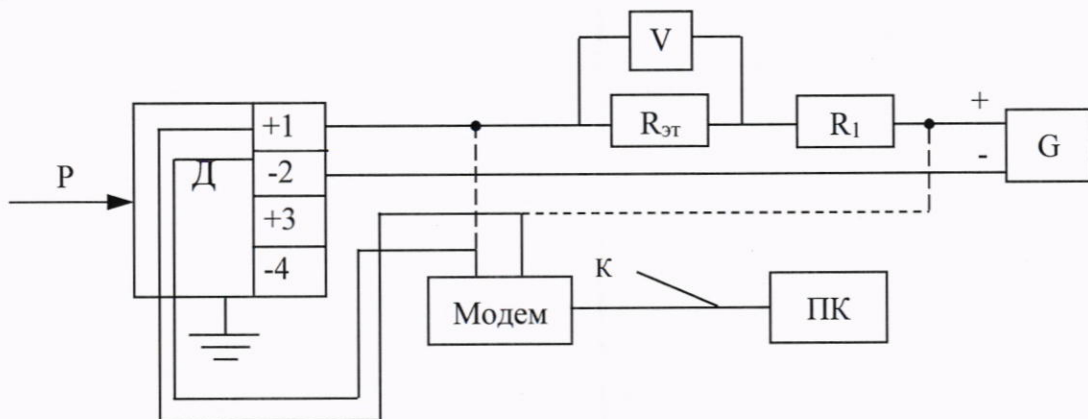
Схема 7 включения датчика с цифровым выходным сигналом на базе протокола HART при считывании информации по аналоговому выходному сигналу постоянного тока 4-20 мА и по цифровому каналу.

Пример 1



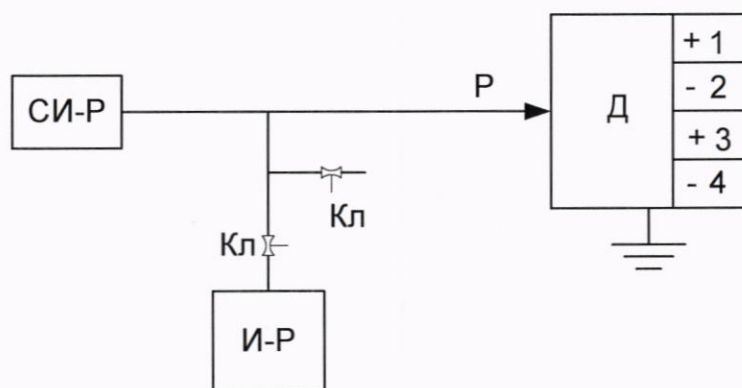
Обозначения приведены в схемах 1 и 5.

Пример 2



Обозначения приведены в схемах 2 и 6.

Схема 8 подключения к поверяемому датчику эталонных СИ давления или разрежения.



Д – поверяемый датчик;

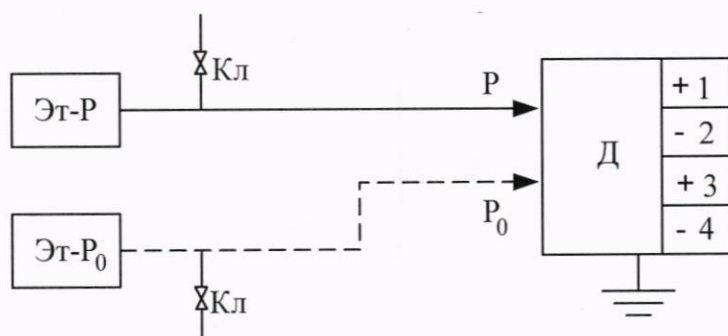
СИ-Р – эталонное СИ для измерения давления или разрежения, например, указанное в таблице 1;

И-Р – источник давления или разрежения;

Кл – клапаны запорные;

Р – давление или разрежение на входе датчика.

Схема 9 подключения к поверяемому датчику эталонных задатчиков давления, разрежения или разности давлений.



Эт-Р – эталонный задатчик входной величины Р, например, указанный в таблице 2;

Эт-Р<sub>0</sub> – эталонный задатчик опорного давления Р<sub>0</sub> или блок опорного давления основного задатчика Эт-Р;

Остальные обозначения указаны в схеме 8.



Приложение Б  
(обязательное)

Метрологические характеристики датчиков

Таблица Б.1 - Пределы допускаемой основной приведенной к диапазону погрешности измерений и вариации

Модели датчиков	Пределы допускаемой основной приведенной к диапазону погрешности измерений <sup>1)</sup> , %			Вариация выходного сигнала
	Базовое исполнение	Код P0	Код PA Код PC	
150CD, 150CG	$\pm 0,075^4, \pm 0,10$	-	$\pm 0,2$	не превышает абсолютного значения допускаемой основной погрешности
150TA	$\pm 0,075$	-		
150TG	$\pm 0,075$	-		
150CDR, 150CGR	$\pm 0,075^2, \pm 0,10$	$\pm 0,065^3$		
150TAR	$\pm 0,075$	$\pm 0,065$		
150TGR	$\pm 0,075$	$\pm 0,065$		
150L	$\pm 0,075$	-		
<p><sup>1)</sup> Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений указаны для максимальных диапазонов измерений кода диапазона. Пределы допускаемой приведенной погрешности измерений, при настройке датчиков на диапазоны измерений, лежащие внутри максимального диапазона измерений, указаны в руководстве по эксплуатации.</p> <p><sup>2)</sup> Для кода диапазона: 2-5 в соответствии с руководством по эксплуатации.</p> <p><sup>3)</sup> Для кода диапазона: 2-4 в соответствии с руководством по эксплуатации.</p> <p><sup>4)</sup> Для кода диапазона: 2-5, 2Г-6Г в соответствии с руководством по эксплуатации.</p>				