

СОГЛАСОВАНО

**Технический директор
ООО «НИЦ «ЭНЕРГО»**


_____**П. С. Казаков**

«11» марта 2025 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Датчики давления Метран-150

Методика поверки

МП-НИЦЭ-021-25

г. Москва

2025 г.

Содержание

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	3
2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	3
3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ.....	4
4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ	5
5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ.....	5
6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ	8
7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.....	8
8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	9
9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	9
10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ.....	10
11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	16

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на датчики давления Метран-150 (далее – датчики), изготавливаемые Акционерным обществом «Промышленная Группа «Метран» (АО «ПГ «Метран»), и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

1.2 При проведении поверки должна обеспечиваться прослеживаемость датчика к ГЭТ 23-2010 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20.10.2022 г. № 2653, ГЭТ 101-2011 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 06.12.2019 г. № 2900, ГЭТ 95-2020 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 10.03.2025 г. № 472.

1.3 Поверка датчика должна проводиться в соответствии с требованиями настоящей методики поверки.

1.4 Методы, обеспечивающие реализацию методики поверки, – косвенный метод измерений, прямой метод измерений, метод непосредственного сличения.

1.5 Поверка датчиков осуществляется на максимальном диапазоне измерений, установленным для кода диапазона датчика (коэффициент перенастройки равен 1), или на настроенном диапазоне. При перенастройке на другой диапазон измерений внутри поверенного диапазона, повторная поверка не требуется.

1.6 Поверка осуществляется:

- в лабораторных условиях;
- на месте эксплуатации (на технологическом объекте).

Примечание: в рамках данной методики поверки погрешность поверяемого датчика, определенную на месте эксплуатации принимают за основную погрешность.

1.7 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в Приложении А.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.1
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.2
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик средства измере-	Да	Да	10

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
ний и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям			
Определение основной приведенной к диапазону измерений погрешности измерений	Да	Да	10.1
Определение вариации выходного сигнала	Да	Да	10.2
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10.3

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 соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды:
 - при поверке в лабораторных условиях плюс $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$;
 - на месте эксплуатации плюс $(23 \pm 10) ^\circ\text{C}$;
- относительная влажность не более 80 %;
- атмосферное давление от 84,0 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, изучившие настоящую методику поверки, эксплуатационную документацию на поверяемые датчики и средства поверки.

4.2 К проведению поверки допускаются лица, соответствующие требованиям, изложенным в статье 41 Приказа Минэкономразвития России от 26.10.2020 года № 707 (ред. от 30.12.2020 года) «Об утверждении критериев аккредитации и перечня документов, подтверждающих соответствие заявителя, аккредитованного лица критериям аккредитации».

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Основные средства поверки		
р. 8 Подготовка к поверке и опробование средств измерений р. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений	Эталоны единицы абсолютного давления, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда по Приказу Росстандарта от 06.12.2019 г. № 2900. Средства измерений абсолютного давления в диапазоне измерений от 0 до 100 МПа	Модули давления эталонные Метран-518, рег. № 39152-12
	Эталоны единицы абсолютного давления, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда по Приказу Росстандарта от 06.12.2019 г. № 2900. Средства измерений абсолютного давления в диапазоне воспроизведений от 0 до 2,5 МПа	Калибраторы давления Метран-520, рег. № 54880-13
	Эталоны единицы разности давлений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3-го разряда по Приказу Росстандарта от 10.03.2025 г. № 472. Средства измерений разности давлений в диапазоне воспроизведений от 3 до 1000 кПа.	Калибратор давления пневматический Метран-504 Воздух, рег. № 31057-09

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	Эталоны единицы избыточного давления, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3-го разряда по Приказу Росстандарта от 20.10.2022 г. № 2653. Средства измерений избыточного давления в диапазоне воспроизведений от 0,005 до 25 кПа.	Калибратор давления пневматический «Метран-505 Воздух-I», рег.№ 42701-09
	Эталоны единицы избыточного давления, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3-го разряда по Приказу Росстандарта от 20.10.2022 г. № 2653. Средства измерений избыточного давления в диапазоне воспроизведений от -0,25 до -63 кПа.	Задатчик разрежения «Метран-503 Воздух» рег. № 25940-03
	Эталоны единицы избыточного давления, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3-го разряда по Приказу Росстандарта от 20.10.2022 г. № 2653. Средства измерений избыточного давления в диапазоне измерений от -0,1 до 100 МПа.	Модули давления эталонные Метран-518, рег. № 39152-12
	Эталоны единицы избыточного давления, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3-го разряда по Приказу Росстандарта от 20.10.2022 г. № 2653. Средства измерений избыточного давления в диапазоне воспроизведений от -0,1 до 2,5 МПа.	Калибраторы давления Метран-520, рег. № 54880-13
	Эталоны единицы электрического сопротивления, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 4-го разряда по Приказу Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3456. Средства измерений электрического сопротивления в диапазоне воспроизведений от 50 до 500 Ом	Мера электрического сопротивления однозначная МС 3050М, рег.№ 46843-11

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	Эталоны единицы напряжения постоянного тока, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3-го разряда по Приказу Росстандарта от 28.07.2023 г. № 1520. Средства измерений напряжения постоянного тока в диапазоне измерений от 0 до 10 В.	Мультиметр 3458А, рег. № 25900-03
	Эталоны единицы силы постоянного тока, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда по Приказу Росстандарта от 01.10.2018 № 2091. Средства измерений силы постоянного тока, в диапазоне измерений от 0 до 20 мА.	Мультиметр цифровой 34401А, рег. № 54848-13
Вспомогательные средства поверки		
п. 8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне от +13 °С до +33 °С, с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений ± 1 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 % до 80 %, с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений ± 3 %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84,0 до 106,7 кПа с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 0,5$ кПа.	Прибор комбинированный Testo 622, рег. № 53505-13
р. 8 Подготовка к поверке и опробование средств измерений	Верхний предел воспроизведения сопротивления 3200 Ом, с пределами допускаемой относительной погрешности ± 1 %	Магазин сопротивлений Р 4831
	Выходное напряжение 24 В, 36 В	Блок питания Метран-602 или Метран-604 ТУ 4276-001-2160758-2002
р. 10 Определение метрологических	Источник с диапазоном воспроизведений напряжения постоянного тока от 10,5 до 42,4 В	Источник постоянного тока GPC-3060D

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
характеристик средства измерений	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
	Система (стендовое оборудование), состоящая из соединительных линий для передачи давления, эталонов и вспомогательных средств для задания и передачи измеряемой величины, обеспечивающая выполнение п.8.2	-
	Источник избыточного давления с диапазоном воспроизведений от 0,005 до 70 МПа	Пресс гидравлический. Модель П-70
	Источник избыточного давления и разрежения с диапазоном воспроизведений от -0,095 до 2,5 МПа	Насос ручной пневматический. Модели Н-2,5УМ
	Источник избыточного давления с диапазоном воспроизведений от 0 до 100 МПа	Гидравлическое устройство для сравнительной калибровки «ГУСК»
1. Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемым метрологическим запасом в соответствии с разделом 10 (таблица 3). 2. Допускается применение аналогичного вспомогательного оборудования при условии обеспечения ими условий поверки в соответствии с разделом 3.		

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, установленные ГОСТ 12.3.019-80, «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей». Также должны быть соблюдены требования безопасности, изложенные в эксплуатационных документах на поверяемые датчики и применяемые средства поверки.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Датчик допускается к дальнейшей поверке, если:

- внешний вид датчика соответствует описанию и изображению, приведенному в описании типа;
- отсутствуют видимые дефекты, способные 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 необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- изучить эксплуатационную документацию на поверяемый датчик и на применяемые средства поверки;
- выдержать датчик в условиях окружающей среды, указанных в п. 3.1, не менее 3 ч, если он находился в климатических условиях, отличающихся от указанных в п. 3.1, и подготовить его к работе в соответствии с его эксплуатационной документацией;
- датчик выдерживают перед началом работы не менее 1 мин при включенном питании в соответствии с 3.1;
- подготовить к работе средства поверки в соответствии с указаниями их эксплуатационной документации;
- датчик должен быть установлен в рабочее положение с соблюдением указаний эксплуатационной документации;
- провести контроль условий поверки на соответствие требованиям, указанным в разделе 3, с помощью оборудования, указанного в таблице 2;
- при поверке на месте эксплуатации (на технологическом объекте) должно быть обеспечено перекрытие рабочей среды, слив и продувка рабочих полостей датчика, и подсоединение метрологического оборудования;

Схемы включения датчиков при проведении поверки приведены в приложении Б.

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

8.2 Опробование датчика

8.2.1 При опробовании проверяют герметичность и работоспособность датчика.

8.2.2 Поверяемый датчик устанавливают в систему (стендовое оборудование), состоящая из соединительных линий для передачи давления, эталонов и вспомогательных средств для задания и передачи измеряемой величины.

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 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.

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.

Датчик допускается к дальнейшей поверке, если при опробовании спад давления не превышает 0,5 % от верхнего предела измерений поверяемого датчика, если наблюдается изменение выходного сигнала и показаний на цифровом индикаторе при изменении величины.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

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.

Датчик допускается к дальнейшей поверке, если номер версии ПО соответствует значению, указанному в описании типа на датчик.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Определение основной приведенной к диапазону измерений погрешности измерений

10.1.1 Основную приведенную к диапазону измерений погрешность измерений 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.

В случае положительного результата поверки датчика по аналоговому выходному сигналу, допускается не проверять погрешность по цифровому сигналу, при этом датчик считается годным по цифровому выходному 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;

γ_0 – допускаемое значение основной погрешности при поверке;

γ_k – абсолютное значение отношения контрольного допуска к пределу допускаемой основной погрешности;

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

$P_{\text{взм}}$ – 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 γ_k и α_p выбирают по таблице 3 (10.1.3) в соответствии с принятыми критериями достоверности поверки.

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

Таблица 3 – Параметры и критерии достоверности поверки

α_p	0,2	0,25	0,33	0,4	0,5
γ_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 Δ_p – пределы допускаемой абсолютной погрешности эталона, контролирующего входную величину (давление),

P_m – верхний предел измерений поверяемого датчика,

P_n – нижний предел измерений поверяемого датчика,

Δ_i – пределы допускаемой абсолютной погрешности эталона, контролирующего электрический выходной сигнал датчика, мА;

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

α_p – то же, что в 10.1.2;

γ – пределы допускаемой основной приведенной к диапазону погрешности измерений 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);

Δ_u – пределы допускаемой абсолютной погрешности эталона, контролирующего выходной сигнал датчика по падению напряжения на эталонном сопротивлении, мВ или В;

ΔR – пределы 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:

$$U_m = I_m \cdot R_{ЭТ} \quad \text{и} \quad U_o = I_o \cdot R_{ЭТ} \quad (3)$$

3) При поверке датчика с выходным цифровым сигналом:

$$\left(\frac{|\Delta_p|}{P_m - P_n} \right) \cdot 100 \leq \alpha_p \cdot |\gamma|, \quad (4)$$

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:

$$I_p = I_o + \frac{I_m - I_o}{P_m - P_n} (P - P_n), \quad (5)$$

где I_p – расчётное значение выходного сигнала силы 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 $R_{ЭТ}$:

$$U_p = R_{ЭТ} \cdot I_p \quad (6)$$

где U_p – расчётное значение падения напряжения на эталонном сопротивлении, мВ, В;

I_p – то же, что и в формуле (5);

$R_{ЭТ}$ – то же, что и в формуле (2).

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

$$N_p = P \quad (7)$$

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 от 80 % до 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.

При поверке датчика на месте эксплуатации корректировку выходного сигнала, соответствующего нижнему пределу измерений, не проводить.

10.1.8 Основную погрешность датчика определяют при m значениях измеряемой величины (10.1.2), точки рекомендуется выбирать из значений: от 0 % до 5 %; от 20 % до 30 %; от 45 % до 55 %; от 70 % до 80 %; от 95 % до 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 при прямом и обратном ходе, полученном при приближении к нему как со стороны меньших значений, так и со стороны больших значений.

При периодической поверке в лабораторных условиях 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 периодической поверке на месте эксплуатации, основную погрешность определяют без корректировки верхнего предельного значения выходного сигнала. Основная погрешность не должна превышать значения $|\gamma_0| \leq \gamma_k \cdot |\gamma|$. В случае если это условие не выполняется, допускается провести поверку в лабораторных условиях.

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 от 0 до 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 разрежения $0,9 \cdot P_6$, 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:

$$P(+) = P_a - P_6 \quad (8)$$

$$P(-) = P_6 - P_a \quad (9)$$

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.

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

$$I_p = I_o + (I_m - I_o) \frac{P_6 - P(-)}{P_{m(a)}} \quad (10)$$

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

$$I_p = I_o + (I_m - I_o) \frac{P_6 + P_{(+)}}{P_{m(a)}}, \quad (11)$$

где I_p, I_o, I_m , – то же, что и в формуле (5);

P_6 – то же, что и в формуле (8) и (9);

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

$P_{(+)}, P_{(-)}$ – то же, что и в формулах (8) и (9).

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

$$N_p = P_6 - P_{(-)} \quad (12)$$

$$N_p = P_6 + P_{(+)} \quad (13)$$

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 (10).

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

$$I_p = I_o + (I_m - I_o) \frac{P_6}{P_{m(a)}}, \quad (14)$$

где I_p, I_o, I_m , – то же, что и в формуле (5);

P_6 – то же, что и в формуле (8) и (9);

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

При поверке датчика с верхними пределами измерений $P_{m(a)} \leq 2,5$ МПа в формулы (1) – (4) 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 $(0,90 - 0,95) P_6$. При этом расчетное значение выходного сигнала определяют по формуле (10). Для верхних пределов измерений свыше 2,5 МПа допускается корректировать выходной сигнал на расчетное значение, определяемое по формуле (11) при атмосферном давлении. При поверке датчиков на месте эксплуатации корректировку значения выходного сигнала не проводить.

10.1.10 Основную погрешность при поверке в лабораторных условиях вычисляют по приведенным ниже формулам в зависимости от выходного сигнала:

$$\gamma_{\partial} = \frac{I - I_p}{I_m - I_o} \cdot 100, \% \quad (15)$$

$$\gamma_{\partial} = \frac{U - U_p}{U_m - U_o} \cdot 100, \% \quad (16)$$

$$\gamma_{\partial} = \frac{N - N_p}{P_m - P_n} \cdot 100, \% \quad (17)$$

где I – значение аналогового выходного сигнала силы 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), (8).

Вычисления γ_∂ выполняют с точностью до третьего знака после запятой.

Основную погрешность при поверке на месте эксплуатации вычисляют по приведенным ниже формулам в зависимости от выходного сигнала, с учетом поправки:

$$\gamma_\partial = \frac{I - \Delta I_o - I_p}{I_m - I_o} \cdot 100, \% \quad (15a)$$

$$\gamma_\partial = \frac{U - \Delta U_o - U_p}{U_m - U_o} \cdot 100, \% \quad (16a)$$

$$\gamma_\partial = \frac{N - \Delta N_o - N_p}{P_m - P_n} \cdot 100, \% \quad (17a)$$

где ΔI_o – разница (поправка) значений аналогового выходного сигнала постоянного тока поверяемого датчика и эталонного средства измерений на начальной точке измерения, мА;

ΔU_o – разница (поправка) значений падения напряжения поверяемого датчика и эталонного средства измерений на начальной точке измерения, мВ или В;

ΔN_o – разница (поправка) значений цифрового выходного сигнала поверяемого датчика и эталонного средства измерений на начальной точке измерения.

Остальные обозначения те же, что в формулах (15), (16), (17).

10.2 Определение вариации выходного сигнала

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:

$$\gamma_\Gamma = \frac{|I - I^*|}{I_m - I_o} \cdot 100, \% \quad (18)$$

$$\gamma_\Gamma = \frac{|U - U^*|}{U_m - U_o} \cdot 100, \% \quad (19)$$

$$\gamma_\Gamma = \frac{|N - N^*|}{P_m - P_n} \cdot 100, \% \quad (20)$$

где I, I^* – значения выходного сигнала силы 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), (8).

10.3 Подтверждение соответствия средства измерений 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 γ_r в каждой точке измерений не превышает абсолютное значение допускаемой основной погрешности, пределы которой приведены в Приложении А.

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 γ_r превышает абсолютное значение допускаемой основной погрешности, пределы которой приведены в Приложении А.

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 γ_r превышает абсолютное значение допускаемой основной погрешности, пределы которой приведены в Приложении А;

- если при втором цикле поверки хотя бы в одной поверяемой точке модуль основной погрешности $|\gamma_{\partial}| > \gamma_k \cdot |\gamma|$ или значение вариации γ_r превышает абсолютное значение допускаемой основной погрешности, пределы которой приведены в Приложении А.

Обозначения: $(\delta_M)_{ba}$ – по п. 10.1.2; γ_k – по п. 10.1.2; γ – по п. 10.1.4.

10.3.5 Допускается вместо вычислений по экспериментальным данным значений основной погрешности γ_{∂} и вариации γ_r контролировать их соответствие предельно допускаемым значениям.

10.3.6 Допускаемые значения метрологических характеристик приведены в Приложении А.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Результаты поверки датчика подтверждаются сведениями, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком, установленным действующим законодательством, с указанием информации на каком диапазоне поверен датчик.

11.2 По заявлению владельца датчика или лица, представившего его на поверку, положительные результаты поверки (когда датчик подтверждает соответствие метрологическим требованиям) оформляют свидетельством о поверке по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством, и (или) внесением в паспорт датчика записи о проведенной поверке, заверяемой подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки.

11.3 По заявлению владельца датчика или лица, представившего его на поверку, отрицательные результаты поверки (когда датчик не подтверждает соответствие метрологическим требованиям) оформляют извещением о непригодности к применению средства измерений по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством.

11.4 Протоколы поверки датчика оформляются по произвольной форме.

Инженер 2 категории ООО «НИЦ «ЭНЕРГО»



А. А. Сычева

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Основные метрологические характеристики датчиков

Таблица А.1 – Пределы допускаемой основной приведенной к диапазону погрешности измерений и вариации

Модели датчиков	Пределы допускаемой основной приведенной к диапазону погрешности измерений ¹⁾ , %			
	Базовое исполнение	Код Р0	Код РА	Код РС
150CD, 150CG	$\pm 0,075^4)$, $\pm 0,10$	-	$\pm 0,2$	$\pm 0,5$
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	$\pm 0,075$	-		

¹⁾ 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.

²⁾ Для кода диапазона: 2-5 в соответствии с руководством по эксплуатации.

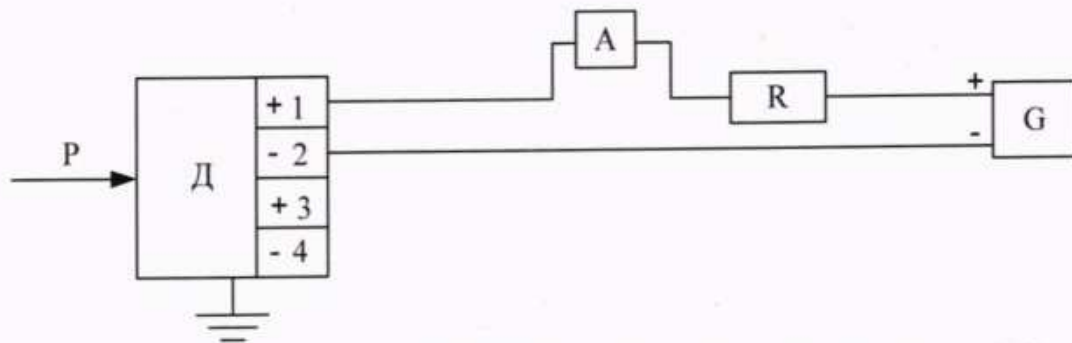
³⁾ Для кода диапазона: 2-4 в соответствии с руководством по эксплуатации.

⁴⁾ Для кода диапазона: 2-5, 2Т-6Т в соответствии с руководством по эксплуатации.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Схемы включения датчиков при поверке

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



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

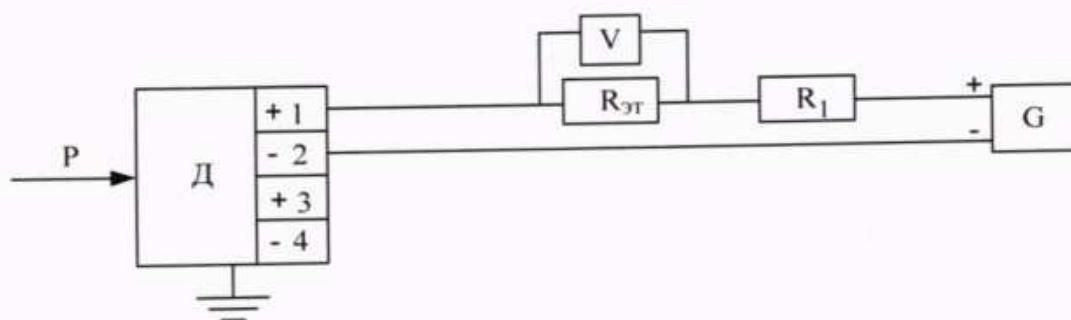
Д – поверяемый датчик;

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

А – цифровой миллиамперметр или универсальный вольтмиллиамперметр;

Р – 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 силы постоянного тока 4-20 мА при измерении выходного сигнала по падению напряжения на эталонном сопротивлении.

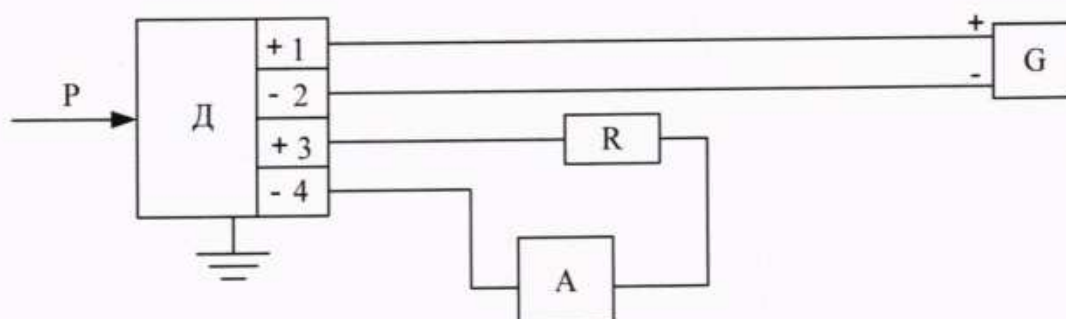


V – цифровой вольтметр, указанный, например, в таблице 2;

$R_{эт}$ – эталонное сопротивление, например, мера электрического сопротивления, указанная в таблице 2;

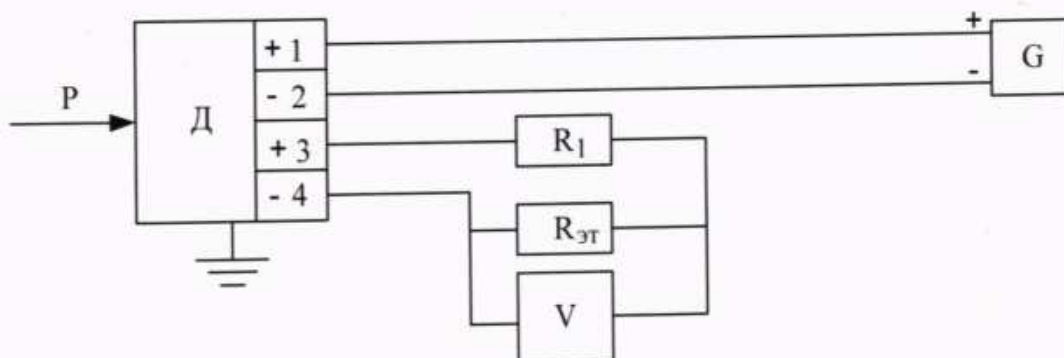
$R_л$ – нагрузочное сопротивление – например, указанный в таблице 2 магазин сопротивлений; сумма значений сопротивлений $R_{эт} + R_л = R$, где значение R сопротивления нагрузки в соответствии с технической документацией на датчик.

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



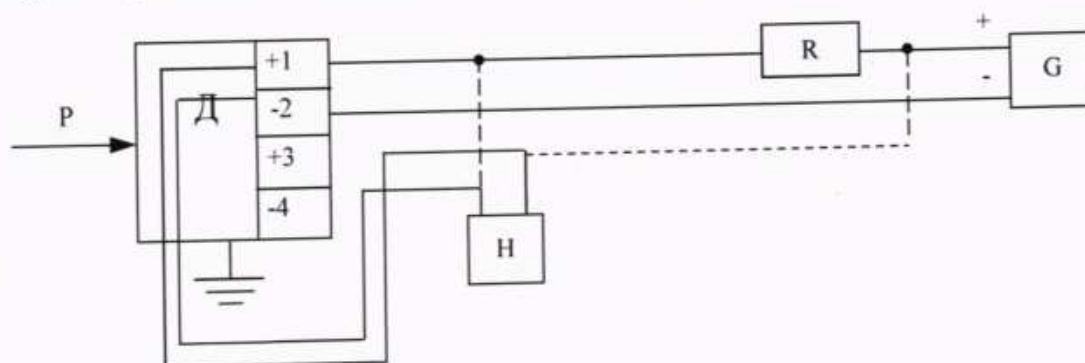
Обозначения приведены в схеме 1.

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.

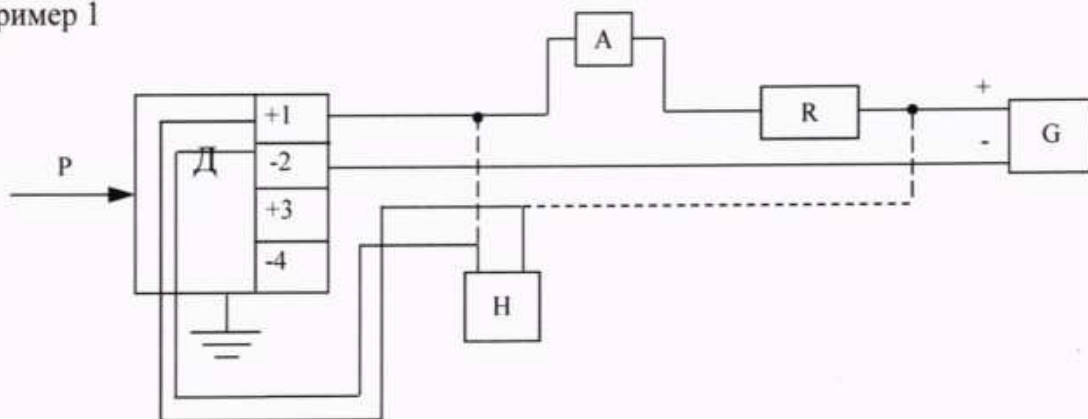


Н – портативный HART-коммуникатор или другое цифровое устройство, поддерживающее коммуникационный HART-протокол.

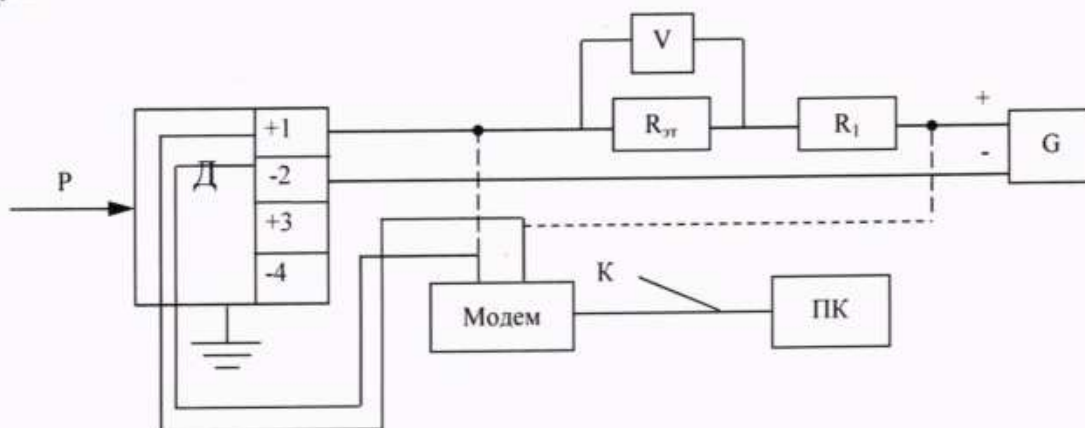
Остальные обозначения указаны в схеме 1.

Остальные обозначения указаны в схеме 1.

Пример 1

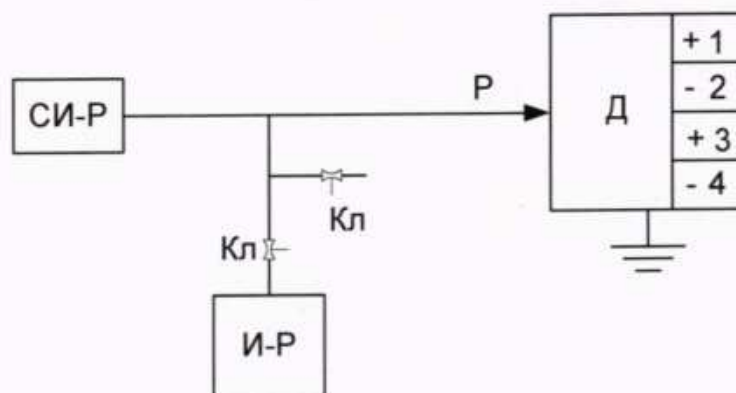


Пример 2



20

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



Д – поверяемый датчик;

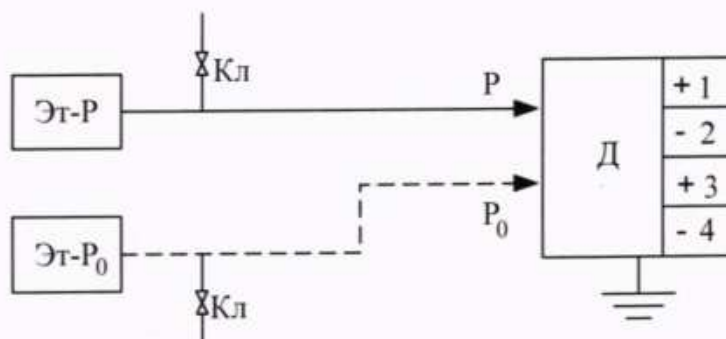
СИ-Р – эталонное СИ для измерения давления или разрежения, например, указанное в таблице 1;

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-Р₀ – эталонный задатчик опорного давления Р₀ или блок опорного давления основного задатчика ЭТ-Р;

Остальные обозначения указаны в схеме 8.