

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель ГЦИ СИ
ЗАО КИП «МЦЭ» -
генеральный директор
ЗАО КИП «МЦЭ»
А.В. Федоров

2014 г.



**Датчики давления
серии АМ-2000**

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
МЦКЛ.0132**

Москва
2014 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ	3
2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ	3
3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ	5
4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ	6
5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ	6
6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ	7
7 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	11
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Схемы включения датчиков при поверке	12
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Рекомендуемая форма протокола поверки	14
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Зависимость выходного сигнала постоянного тока от входной измеряемой величины	15

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая методика поверки распространяется на датчики давления серии АМ-2000 (далее – датчик), выпускаемые в соответствии с требованиями ГОСТ 22520-85 и ТУ 4212-001-94773174-2006 ООО «АМ – Все измерения», и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

Первичную и периодическую поверку проводят органы Государственной метрологической службы или юридические лица, аккредитованные на право поверки в соответствии с действующим законодательством.

Интервал между поверками:

- для датчиков давления серии АМ-2000 с пределами допускаемой основной приведенной погрешности измерений (γ) $\pm 0,10$ % - четыре года;

- для датчиков давления серии АМ-2000 с пределами допускаемой основной приведенной погрешности измерений (γ): $\pm 0,15$ %; $\pm 0,2$ %; $\pm 0,25$ %; $\pm 0,5$ %; $\pm 0,75$ % - пять лет;

Внеочередной поверке в объеме периодической подвергают датчики в случае утраты документов, подтверждающих прохождение поверки, вводе в эксплуатацию после длительного хранения (более одного интервала между поверками) или неудовлетворительной работе. При перенастройке диапазонов измерений в пределах установленных в эксплуатационной документации внеочередная поверка датчиков не проводится.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1 При проведении первичной и периодической поверки датчиков выполняют операции, приведенные в таблице 1

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Номер пункта методики поверки	Операции при проведении	
		первичной поверки	периодической поверки
1 Внешний осмотр	6.1	Да	Да
2 Опробование	6.2	Да	Да
3 Определение основной погрешности	6.3	Да	Да
4 Определение вариации выходного сигнала	6.4	Да	Да
5 Подтверждение соответствия программного обеспечения	6.5	Да	Да

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

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

2.2 Вместо указанных в таблице 2 средств поверки допускается применять другие

аналогичные средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик с требуемой точностью.

Таблица 2 - Используемые средства поверки

Наименование средств поверки	Характеристики средств поверки
1	2
Калибратор давления портативный (избыточного, вакуумметрического и разности давлений) ПКД-10М	Диапазон измерений от 0,01 до 160 кПа. Пределы допускаемой основной погрешности $\pm 0,05$ % от верхнего предела измерений поддиапазона модуля давления, ТУ 4212-002-36897690-93
Задатчик давления «Воздух-1,6»	Пределы воспроизведения избыточного давления от 1 до 160 кПа. Пределы допускаемой основной погрешности - $\pm 0,02$ %, $\pm 0,05$ % от задаваемого давления, ТУ 50.552-86
Задатчик давления «Воздух-2,5»	Пределы воспроизведения избыточного давления от 2,5 до 250 кПа. Пределы допускаемой основной погрешности: $\pm 0,02$ %, $\pm 0,05$ % от задаваемого давления, ТУ 50.552-86
Задатчик давления «Воздух-6,3»	Пределы воспроизведения избыточного давления от 10 до 630 кПа. Пределы допускаемой основной погрешности: $\pm 0,02$ %, $\pm 0,05$ % от задаваемого давления, ТУ 50.552-86
Мановакуумметр грузопоршневой типа МВП-25	Класса точности 0,02; 0,05, диапазон измерений от минус 95 до 250 кПа, ТУ 4212-005-48318935-99
Манометр избыточного давления грузопоршневой МП-6	Пределы допускаемой основной погрешности: $\pm 0,02$ %, $\pm 0,05$ % от измеряемого давления в диапазоне измерений от 0,1 до 0,6 МПа, ГОСТ 8291-83 и ТУ 4212-001-29053968-97
Манометр избыточного давления грузопоршневой МП-600	Пределы допускаемой основной погрешности: $\pm 0,02$ %, $\pm 0,05$ % от измеряемого давления в диапазоне измерений от 1 до 60 МПа, ГОСТ 8291-83 и ТУ 4212-001-29053968-97
Манометр избыточного давления грузопоршневой МП-2500	Пределы допускаемой основной погрешности $\pm 0,05$ % от измеряемого давления в диапазоне измерений от 25 до 250 МПа, ГОСТ 8291-83 и ТУ 4212-001-29053968-97
Задатчик разряжения Метран-503 Воздух	Пределы воспроизведения разрежения от минус 0,25 до минус 63 кПа. Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности $\pm 0,8$ Па в диапазоне измерений от 0,25 до 4 кПа. Пределы допускаемой основной погрешности в диапазоне измерений от 4 до 63 кПа $\pm 0,02$ % от задаваемого давления, ТУ 4381-003-36897690-2003
Барометр-анероид контрольный М-67	Диапазон измерений от 610 до 790 мм рт. ст.; погрешность измерений $\pm 0,8$ мм рт. ст., ТУ 25-04-1797-75
Манометр для точных измерений МТИ	Диапазон измерений от 0 до 160 МПа. Класс точности 1,0, ТУ 25-05-1481-73
Вакуумметр для точных измерений ВТИ	Диапазон измерений от минус 100 до 0 кПа. Класс точности 1,0, ТУ 25-05-1481-73
Термометр стеклянный ртутный лабораторный ТЛ-4	Диапазон измерений от 0 до 55 °С, цена деления шкалы 0,1 °С. Пределы допускаемой погрешности $\pm 0,2$ °С, ТУ 25-2021.003-88
Образцовая катушка сопротивления Р331	Сопротивление 100 Ом, класс точности 0,01, ТУ 25-04.3368-78

Продолжение таблицы 2

Мера электрического сопротивления однозначная МС 3006	Сопротивление от 1 Ом до 1000 кОм, класс точности 0,001, ТУ 303-10.0035-90
Магазин сопротивлений Р-33	Сопротивление до 99999,9 Ом, класс точности 0,2, ТУ 25-04-296-75
Калибратор-измеритель унифицированных сигналов эталонный ИКСУ-260	По ТУ 4381-072-13282997-07, диапазон измерений постоянного тока от 0 до 25 мА, пределы допускаемой абсолютной погрешности $(10^{-4} I + 1)$ мкА, где I – сила измеряемого постоянного тока.
Компаратор напряжения Р3003М1	Верхний предел измерений 2,121111 В, класс точности 0,0005, ТУ 25-04.3771-79
Микроманометр образцовый МКМ-4	Диапазон измерений от 0,1 до 4,0 кПа, I разряда, ТУ 50-170-85
Микроманометр жидкостной компенсационный с микрометрическим винтом	Диапазон измерений от 0 до 2,5 кПа, пределы допускаемой погрешности $\pm 0,02$ %, ТУ 4213-10-55862958-02
Источник постоянного тока Б5-8 или Б5-45	Наибольшее значение напряжения на выходе 50 В. Допускаемое отклонение $\pm 0,5$ % от установленного
Модем HART/RS232/USB	Преобразователь сигналов HART в сигналы интерфейса RS232/USB для связи датчика с персональным компьютером через его стандартный последовательный порт
Персональный компьютер	
Модем и (или) портативный коммуникатор на базе цифровых протоколов Foundation Fieldbus или Profibus PA	Устройство для связи с датчиком с цифровым выходным сигналом в стандартах указанных протоколов

2.3 Средства поверки должны быть исправны, средства измерений поверены и иметь свидетельства о поверке или оттиск поверительного клейма на приборе или в технической документации.

3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

3.1 Поверка должна осуществляться лицами, аттестованными в качестве поверителей в порядке, установленном в ПР 50.2.012-94.

3.2 К поверке датчиков допускаются лица, аттестованные для работы с напряжением до 1000 В, прошедшие инструктаж о мерах безопасности при работе с электроизмерительными приборами и изучившие техническую и эксплуатационную документацию на датчики и испытательное оборудование.

4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены все требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.019-80

4.2 Запрещается создавать давление, превышающее верхний предел измерений датчиков и рабочих эталонов давления.

4.3 Запрещается снимать поверяемый датчик с устройства для создания давления без сброса давления.

4.4 Источником опасности при монтаже и эксплуатации датчиков являются электрический ток и давление измеряемой среды.

4.5 По требованиям безопасности приборы относятся к классу защиты 1.

4.6 При всех работах со средствами измерений необходимо соблюдать следующие меры предосторожности:

- перед каждым включением необходимо проверить исправность сетевого шнура и заземления;

- устранение дефектов, замена датчиков, присоединение и отсоединение кабелей должно проводиться только при отключенном питании (вилка сетевого шнура должна быть вынута из розетки) и при полном отсутствии избыточного давления.

5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С.....23±2;

- относительная влажность окружающего воздуха, %.....30-80;

- атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)..... 84-106,7 (630-800);

- напряжение питания постоянного тока, В..... от 12 до 45;

- отклонение напряжения питания от номинального значения, %, не более..... ±10.

- вибрация, тряска, удары, наклоны и магнитные поля (кроме земного), влияющие на работу датчика, должны быть исключены.

5.2 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- датчик должен быть выдержан при температуре, указанной в п. 5.1 не менее 3 часов;

- датчик должен быть установлен в рабочее положение с соблюдением указаний в технической и эксплуатационной документации. Уровень измерений давления датчиком должен находиться в одной горизонтальной плоскости с уровнем измерений давления рабочим эталоном давления с допусковой погрешностью ± 2 мм.

При отсутствии технической возможности выполнения измерений давления рабочим эталоном и поверяемыми датчиками в одной горизонтальной плоскости, в показания

поверяемого СИ вводят поправочный коэффициент, рассчитываемый по формуле:

$$K=1+\rho_{ж}g_m H/P, \quad (1)$$

где: P - давление, измеряемое эталонным прибором, Па;

$\rho_{ж}$ - плотность рабочей жидкости, кг/м³;

g_m - значение местного ускорения свободного падения, м/с²;

H - разность высот между уровнями измерений эталонным и поверяемым приборами, м.

- система, состоящая из соединительных линий, средств измерений и вспомогательного оборудования для задания и передачи измеряемого параметра должна быть проверена на герметичность в соответствии с п. 5.3.

5.3 Проверка герметичности системы проводится при значениях давления, равных верхнему пределу измерений поверяемого датчика.

Систему считают герметичной, если после 3-х минутной выдержки под давлением, в течении последующих 2-х минут в ней не наблюдают падения давления.

Допускается изменение давления, обусловленное изменением температуры окружающего воздуха и изменением температуры измеряемой среды, которое не должно превышать значений, указанных в таблице 3.

Таблица 3 – Допускаемые изменения параметров

Верхний предел измерений, МПа	Допускаемое изменение температуры в процессе поверки, °С	Допускаемое изменение давления при проверке на герметичность, % от верхнего предела измерений	
		пневматическим давлением	гидравлическим давлением
от 0,1 до 0,6	± 1	0,6	-
от 0,6 до 10		-	1
от 10 и более		-	0,5

Примечание. При меньшем изменении температуры допускаемое изменение давления пропорционально уменьшается.

Если система предназначена для поверки прибора с разными значениями верхних пределов измерений, проверку герметичности рекомендуется проводить при давлении, соответствующем наибольшему из этих значений.

6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

6.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре датчика устанавливают:

- соответствие его внешнего вида технической документации и отсутствие видимых дефектов;

- наличие клеммных колодок и (или) разъемов для внешних соединений, устройства для регулировки «нуля» и диапазона, клемм контроля выходного сигнала и др.;

- наличие дополнительных выходных устройств — электрических аналоговых или

цифровых индикаторов и (или) других устройств, предусмотренных технической документацией на датчик;

- наличие на корпусе датчика таблички с маркировкой, соответствующей паспорту или документу, его заменяющему;

- наличие РЭ, если это предусмотрено при поверке датчика, паспорта или документа, его заменяющего.

6.2 Опробование

При опробовании проверяют работоспособность датчика и функционирование устройства корректора «нуля».

Работоспособность датчика проверяют, изменяя измеряемую величину от нижнего до верхнего предельных значений. При этом должно наблюдаться изменение выходного сигнала и индикации на дополнительных выходных устройствах датчика.

Проверку функционирования устройства корректора «нуля» выполняют следующим образом. Задав одно (любое) значение измеряемой величины в пределах, оговоренных руководством по эксплуатации, корректором «нуля» возвращают выходной аналоговый/цифровой сигнал к первоначальному значению. Затем сбрасывают измеряемую величину и при атмосферном давлении на входе в датчик корректором «нуля» вновь устанавливают выходной аналоговый/цифровой сигнал в соответствие с исходными значениями.

6.3 Определение основной погрешности

6.3.1 Основную приведенную погрешность U_d (далее - погрешность) определяют, устанавливая и контролируя (измеряя) с помощью средств поверки на входе поверяемого датчика измеряемое давление ($P_{эт}$), соответствующее контрольной точке (i), далее с помощью средств поверки измеряют значение силы постоянного тока ($I_{изм(i)}$) аналогового выходного сигнала и/или считывают с помощью средств поверки измеренное значение давления в цифровом коде по протоколу HART ($N_{сч(i)}$). Значения $P_{эт(i)}$, $I_{изм(i)}$ и/или $N_{сч(i)}$ заносят в протокол поверки (рекомендованная форма протокола поверки приведена в Приложении Б)

Погрешность определяют при не менее чем пяти значениях измеряемой величины ($i=1, 2, 3, 4, 5\dots$), достаточно равномерно распределенных в диапазоне измерений, в том числе при значениях измеряемой величины, соответствующих нижнему и верхнему предельным значениям выходного сигнала, а также при отсутствие давления.

Погрешность определяют при значении измеряемой величины, полученной при приближении к нему как от меньших значений к большим, так и от больших к меньшим (при прямом и обратном ходе).

Перед испытаниями при обратном ходе поверяемый датчик выдерживают в течение одной минуты под воздействием верхнего предельного значения измеряемого параметра, соответствующего предельному значению выходного сигнала.

При поверке датчиков разности давлений камера низкого давления соединяется с атмосферой, а измеряемое (задаваемое) давление подается в камеру высокого давления.

Примечание: допускается при поверке датчиков абсолютного давления с верхними пределами измерений выше 400 кПа использовать результаты измерений избыточного давления и атмосферного давления на момент поверки. При этом задаваемое (эталонное) абсолютное давление определяется по формуле

$$P_{абс}^э = P_{изб}^э + P_{атм}^э, \quad (2)$$

где $P_{абс}^э$ – задаваемое (эталонное) абсолютное давление, кПа;

$P_{изб}^э$ – избыточное давление, измеренное, измеренное рабочим эталоном (задатчиком), кПа;

$P_{атм}^э$ – атмосферное давление на момент поверки, измеренное рабочим эталоном (задатчиком), кПа.

Примечание: допускается при поверке датчиков с верхним пределом измерений разрежения 0,1 МПа, в случае, если атмосферное давление ($P_{атм}$) равно или менее 0,1 МПа, максимальное разрежение устанавливать равным $(0,90 \dots 0,95) \cdot P_{атм}$.

Примечание: допускается определять погрешность датчиков абсолютного давления с верхними пределами измерений от 0,25 до 2,5 МПа с использованием эталонных средств измерений разрежения и давления (например, МВП-2,5; МП-6 и МП-60). В этом случае датчик поверяют на точках: при разрежении в пределах от $0,90 \cdot P_{атм}$ до $0,95 \cdot P_{атм}$ при значениях избыточного давления $P_{изб}^{max}$, определяемом по формуле (3), и при трех промежуточных значениях давления

$$P_{изб}^{max} = P_{абс}^{max} - A, \quad (3)$$

где $P_{изб}^{max}$ – верхний предел измерений абсолютного давления, МПа;

$A = 0,1$ МПа.

Перед поверкой корректором нуля устанавливают выходной сигнал на расчетное значение, соответствующее разрежению в пределах от $0,90 \cdot P_{атм}$ до $0,95 \cdot P_{атм}$. Расчетное значение выходного сигнала при этом пропорционально изменяется.

Примечание: допускается определять погрешности датчиков абсолютного давления с верхними пределами измерений свыше 2,5 МПа с использованием образцовых СИ избыточного давления следующим образом:

- корректором нуля при атмосферном давлении установить значение выходного сигнала, равное I_{min} ;
- провести поверку на прямом и обратном ходе, задавая избыточное давление, численно равное абсолютному давлению;
- после определения основной погрешности при атмосферном давлении корректором нуля установить значение выходного сигнала равное $I_{рн}$;
- провести поверку на прямом и обратном ходе, задавая избыточное давление, численно равное абсолютному давлению.

После определения основной погрешности при атмосферном давлении корректором нуля установить значение выходного сигнала $I_{рн}$:

$$I_{рн} = \frac{K}{P_{абсmax}} \cdot (I_{max} - I_{min}) + I_{min}, \quad (4)$$

где $K = 0,1$ МПа;

I_{max} , I_{min} – верхнее и нижнее предельные значения выходного сигнала датчика.

6.3.2 Погрешность \mathcal{Y}_D для каждой контрольной точки вычисляют по формуле 5 для аналогового выходного сигнала и по формуле 6 для цифрового выходного сигнала

$$\mathcal{Y}_{D(i)} = \frac{I_{изм(i)} - I_{расч(i)}}{I_{max} - I_{min}} \cdot 100 \times 100\%, \quad (5)$$

где $I_{расч(i)}$ - расчетное значение выходного аналогового сигнала (силы постоянного тока) соответствующее давлению на входе поверяемого датчика и рассчитанное в соответствии с Приложением В, мА.

$$\mathcal{Y}_{D(i)} = \frac{N_{сч(i)} - P_{эт(i)}}{P_{max} - P_{min}} \cdot 100 \times 100\%, \quad (6)$$

где $N_{сч(i)}$ - значение давления, измеренное поверяемым датчиком и отображаемое на дисплее и/или считанное в цифровом коде по протоколу HART;

P_{max} , P_{min} – верхнее и нижнее предельные значения давления (диапазон измерений).

Результаты испытаний считаются положительными, если для каждого испытываемого датчика во всех контрольных точках выполняется условие $|\mathcal{Y}_{D(i)}| \leq |\mathcal{Y}_D|$, \mathcal{Y}_D - пределы основной приведенной погрешности.

6.4 Определение вариации выходного сигнала

Вариацию выходного сигнала определяют для каждой контрольной точки, кроме значений, соответствующих нижнему и верхнему пределам измерений, по показаниям, полученным при определении основной погрешности.

Вариацию выходного сигнала $\mathcal{Y}_{D'}$ в % нормирующего значения вычисляют по формуле 7 для аналогового выходного сигнала и по формуле 8 для цифрового выходного сигнала

$$\mathcal{Y}_{D'} = \left| \frac{I_{изм(i)np} - I_{изм(i)об}}{I_{max} - I_{min}} \right| \cdot 100 \times 100\%, \quad (7)$$

где $I_{изм(i)np}$ и $I_{изм(i)об}$ - значения выходного сигнала для одной и той же контрольной точке при измерении на выходе тока, соответственно, при прямом и обратном ходе, мА

$$\mathcal{Y}_{D'} = \left| \frac{N_{сч(i)np} - N_{сч(i)об}}{P_{max} - P_{min}} \right| \cdot 100 \times 100\%, \quad (8)$$

где $N_{сч(i)np}$ и $N_{сч(i)об}$ - значения давления, измеренные поверяемым датчиком и отображаемое на дисплее и/или считанное в цифровом коде по протоколу HART для одной и той же контрольной точке, соответственно, при прямом и обратном ходе, кПа (МПа)

Значения $\mathcal{Y}_{D'}$, полученные по вышеприведенным формулам, не должны превышать

значений пределов основной допускаемой погрешности.

6.5 Подтверждение соответствия программного обеспечения

Производится сравнение идентификационных данных программного обеспечения указанных в эксплуатационной документации на датчики и приведенных в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные программного обеспечения датчиков

Наименование программного обеспечения	Идентификационное наименование программного обеспечения	Номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения	Цифровой идентификатор программного обеспечения (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора программного обеспечения
Встроенное ПО датчика давления	MPS430F149	v. 21	-	-

Результаты поверки по данному пункту считают положительными, если установлена полное соответствие идентификационных данных программного обеспечения преобразователей.

7 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

7.1 Результаты поверки занести в протокол, рекомендуемая форма которого приведена в приложении Б.

7.2 Положительные результаты поверки оформляют в соответствии с ПР 50.2.006-94.

7.3 В случае отрицательных результатов поверки, применение датчика запрещается, на него выдается извещение о непригодности к применению с указанием причин.

Заместитель руководителя ГЦИ СИ ЗАО КИП «МЦЭ»

В.С. Марков

Начальник отдела информационного и программного обеспечения ГЦИ СИ ЗАО КИП «МЦЭ»

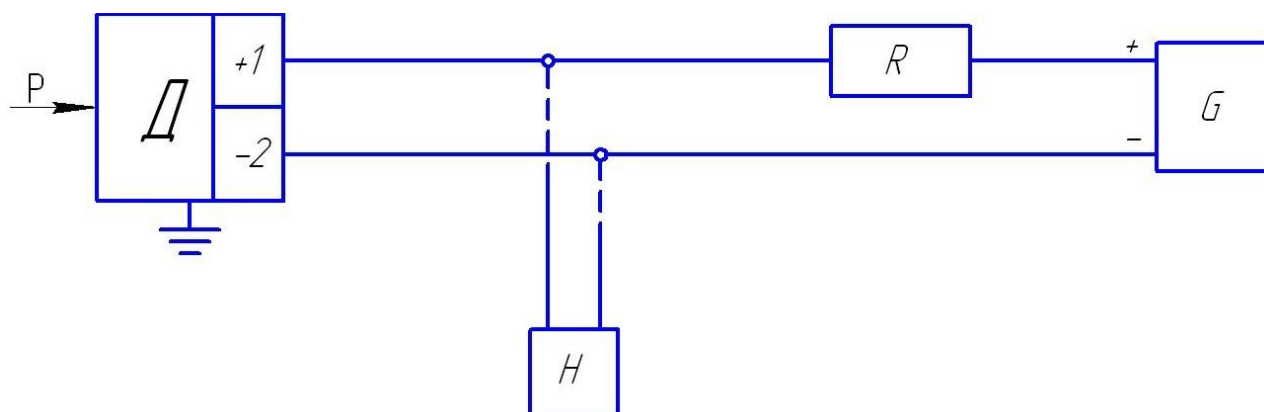
А.Ю. Поддубный

Приложение А

(справочное)

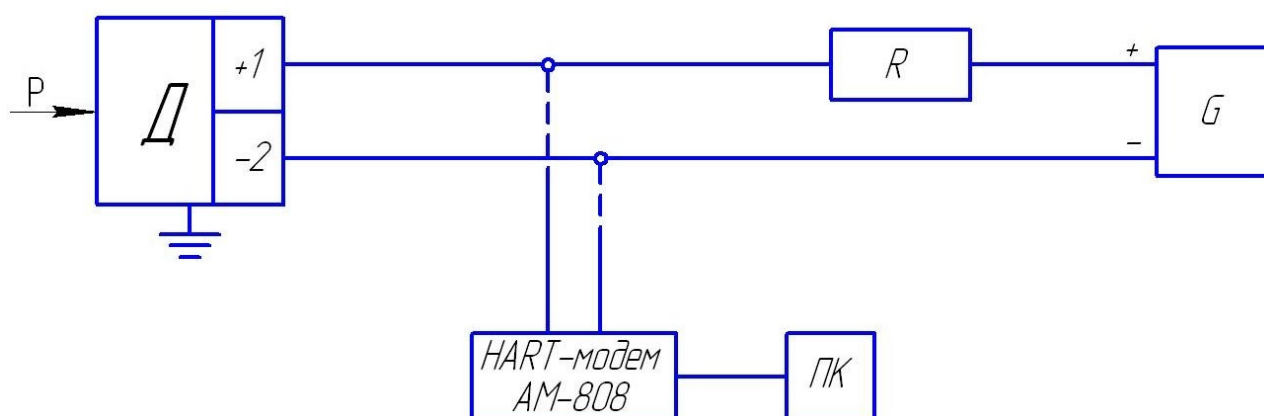
Схемы включения датчиков при поверке

Схема 1 включения датчика с цифровым выходным сигналом на базе протокола HART и считывании информации при помощи портативного коммуникатора, или другого HART-мастера.



Р – входная измеряемая величина; Д – поверяемый датчик;
G – источник питания постоянного тока (например, один из указанных в п. 2.1, таблица 2, если иное не указано в технической документации); R – нагрузочное сопротивление, (например, резистор МЛТ или магазин сопротивлений, указанный в таблице 2 (п. 2.1); значение сопротивления – в соответствии с условиями поверки (п. 4.1); Н – портативный HART-коммуникатор или другое цифровое устройство, поддерживающее коммуникационный HART-протокол;

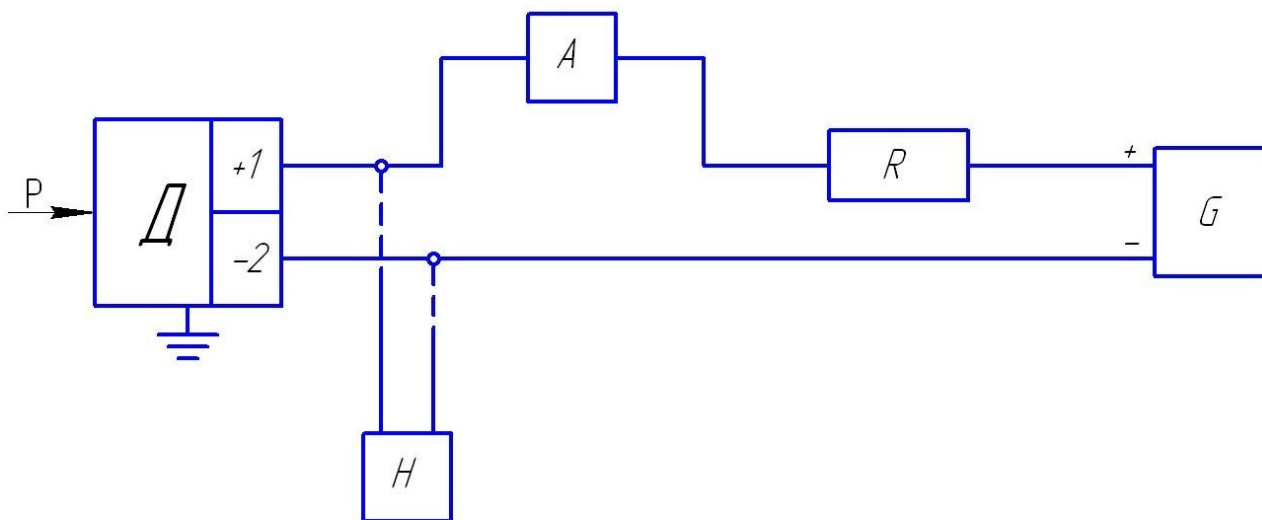
Схема 2 включения датчика с цифровым выходным сигналом на базе протокола HART и считывании информации с помощью устройства (модема HART/RS232/USB) связи с персональным компьютером.



Модем – устройство связи и преобразования сигналов HART/RS232/USB; ПК – персональный компьютер;
Остальные обозначения указаны в схеме 1.

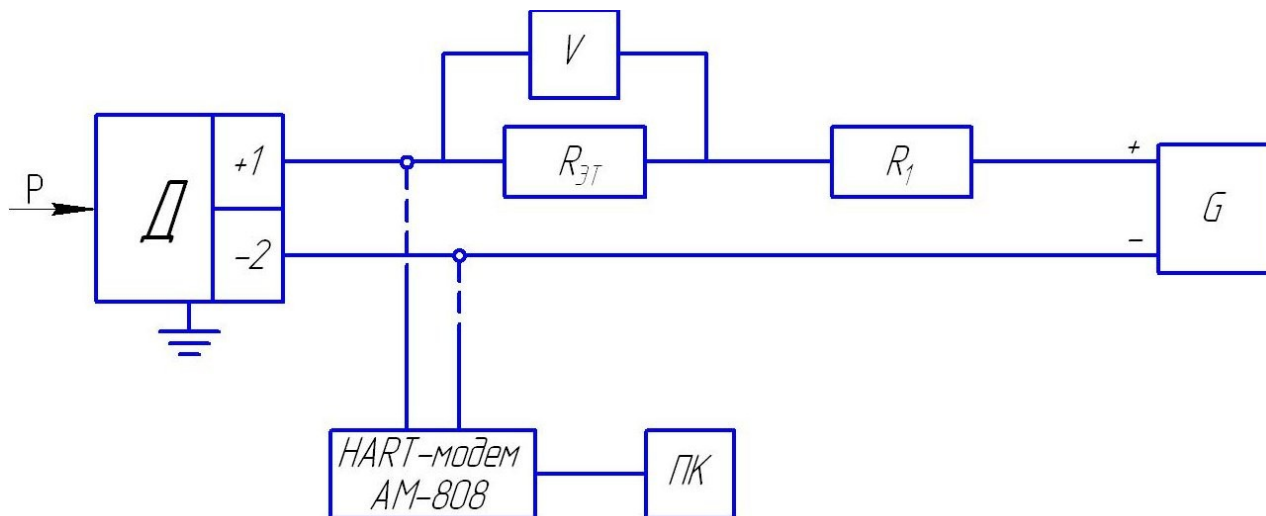
Схема 3 включения датчика с цифровым выходным сигналом на базе протокола HART и считывании информации по аналоговому выходному сигналу постоянного тока 4-20 мА и цифровому сигналу на базе протокола HART.

пример 1



A – средство измерения силы постоянного тока.
Остальные обозначения указаны в схеме 1.

пример 2



V – цифровой вольтметр или компаратор напряжения постоянного тока, указанные, например, в таблице 2;
R_{эт} – эталонное сопротивление, например, образцовая катушка сопротивления или электрического сопротивления, указанные в таблице 2; R₁ – нагрузочное сопротивление – например, указанный в таблице 2 магазин сопротивлений; сумма значений сопротивлений R_{эт} + R₁ = R, где значение R сопротивления нагрузки при поверки указано в п. 4.2 Руководства по эксплуатации.
Остальные обозначения указаны в схеме 1 и 2.

Приложение Б
(справочное)

Рекомендуемая форма протокола поверки

ПРОТОКОЛ № _____ от « _____ » _____ 20__ г.
поверки датчиков давления серии АМ-2000 _____ класса точности _____
диапазон измерений _____, заводской № _____.

Проверка проводилась _____
(тип и основные метрологические характеристики эталонного оборудования)

(тип и основные метрологические характеристики эталонного оборудования)

(тип и основные метрологические характеристики эталонного оборудования)

Температура окружающей среды _____ °С
Давление окружающей среды _____ кПа
Напряжение питания датчика _____ В

Результаты поверки

№ точки	P_H , кПа	P_B , кПа	$P_{эт}$, кПа	$I_{расч}$, мА	$I_{изм}$, мА	$U_{Д(i)}$, %	U_D , %

Заключение _____

Поверитель _____
(ФИО, должность, организация) _____
« _____ » _____ 20__ г.

Приложение В

(справочное)

Зависимость выходного сигнала постоянного тока от входной измеряемой величины

1) для датчиков с линейно возрастающей зависимостью выходного сигнала постоянного тока от входной измеряемой величины по формуле

$$I_{расч} = I_H + \frac{I_B - I_H}{P_B - P_H} (P - P_H), \quad (1)$$

где $I_{расч}$ – расчетное значение выходного сигнала постоянного тока (мА);

I_H, I_B – соответственно нижнее и верхнее предельные значения выходного сигнала датчика ($I_H=4$ мА, $I_B=20$ мА);

P – действительное значение входной измеряемой величины (для датчиков давления-разрежения значение в области разрежения подставляется в формулу со знаком минус), (кПа, МПа);

P_B – ВПИ (или диапазон измерений) поверяемого датчика (кПа, МПа);

P_H – нижний предел измерений для всех датчиков, кроме датчиков давления-разрежения, для которых это значение численно равно ВПИ в области разрежения $P_{B(-)}$ и в формулу подставляется со знаком минус (кПа, МПа).

Для стандартных условий нижний предел измерений всех поверяемых датчиков избыточного давления, абсолютного давления, разрежения, разности давлений и датчиков давления-разрежения равен нулю.

2) для датчиков с линейно убывающей зависимостью выходного сигнала постоянного тока от входной измеряемой величины по формуле

$$I_{расч} = I_B - \frac{I_B - I_H}{P_B - P_H} (P - P_H), \quad (2)$$

где $I_{расч}$ – расчетное значение выходного сигнала постоянного тока (мА);

P – действительное значение входной измеряемой величины – разность давлений (перепад давления) для датчиков разности давлений, предназначенных для измерения расхода рабочей среды (кПа, МПа);

P_B – ВПИ или диапазон измерений поверяемого датчика разности давлений (кПа, МПа);

P_H – нижний предел измерений для всех датчиков, кроме датчиков давления-разрежения, для которых это значение численно равно ВПИ в области разрежения $P_{B(-)}$ и в формулу подставляется со знаком минус (кПа, МПа);

I_H, I_B – соответственно нижнее и верхнее предельные значения выходного сигнала датчика ($I_H=4$ мА, $I_B=20$ мА).

3) для датчиков с выходным сигналом постоянного тока и функцией преобразования входной измеряемой величины по закону квадратного корня по формуле

$$I_{расч} = I_H + (I_B - I_H) \sqrt{\frac{P}{P_B}}, \quad (3)$$

где $I_{расч}, I_H, I_B, P, P_B$ – обозначения те же, что и в формуле (2).

Если по технической документации на поверяемый датчик на ограниченном начальном участке характеристики допускается линейная зависимость, то расчетные значения выходного сигнала на этом участке определяют по формуле

$$I_{расч(лин)} = I_H + \frac{\sqrt{K}}{K} (I_B - I_H) \frac{P}{P_B}, \quad (4)$$

где $I_{расч}, I_H, I_B, P, P_B$ – обозначения те же, что и в формуле (2);

K – коэффициент определяющий зону линейного участка характеристики, установленный в технической документации на поверяемый датчик (обычно находится в интервале значений $0,02 \leq K \leq 0,09$);

$P \leq K \cdot P_B$.