

СОГЛАСОВАНО
Главный метролог
ООО «ПРОМПАШТЕСТ Метрология»
В.А. Лапшинов
«28» апреля 2023 г.



Государственная система обеспечения единства измерений.

Преобразователи давления измерительные ПД

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-078-2022

с изменением №1

2023 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на преобразователей давления измерительных ПД (далее по тексту - датчики) и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

1.2 Датчики обеспечивают прослеживаемость к следующим государственным первичным эталонам:

- ГЭТ 23-2010 в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2653 от 20.10.2022 г. «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа» методом прямых измерений;

- ГЭТ 101-2011 в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2900 от 06.12.2019 г. Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений абсолютного давления в диапазоне $1 \cdot 10^{-1}$ - $1 \cdot 10^7$ Па;

- ГЭТ 95-2020 в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 1904 от 31.08.2021 г. «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений разности давлений от $1 \cdot 10^5$ Па».

2 Операции поверки

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1. Таблица 1 - Операции поверки.

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции	
		при первичной	при периодической
1 Внешний осмотр средства измерений	7	да	да
2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8.3	да	да
3 Проверка программного обеспечения средства измерений	9	да	да
4 Определение метрологических характеристик	10	да	да
4.1 Определение приведенной к верхнему пределу измерений давления погрешности	10.1	да	да
5 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	11	да	да
6 Оформление результатов поверки	12	да	да

2.2. При получении отрицательного результата в процессе выполнения любой из операций поверки датчик бракуют и его поверку прекращают, а на датчик оформляют извещение о непригодности датчик в соответствии с порядком проведения поверки, установленным нормативно-правовыми актами в области обеспечения единства измерений

3 Требования к условиям поверки

3.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающей среды (от +15 до +25) °C;
- относительная влажность окружающей среды (не более 80) %;
- атмосферное давление (от 84 до 106) кПа;
- давление должно повышаться и понижаться плавно, т.е. скорость изменения измеряемого давления не должна превышать 10 % от полного диапазона измерений в секунду.

3.2 Перед проведением поверки датчик должен быть выдержан не менее 2 ч. при температуре, указанной в п. 3.1, если иное не указано в документации на датчик.

3.3 При поверке датчика необходимо обеспечить следующее:

- подключение датчика в соответствии с Приложением А;

- включение электропитания и выдержка датчика перед началом измерений не менее 1 мин, если иное не указано в эксплуатационной документации;
- датчик должен быть установлен в рабочее положение с соблюдением указаний эксплуатационной документации.

4 Требования к специалистам

4.1 К проведению поверки допускается персонал, в количестве одного и более человек, изучивший эксплуатационную документацию на поверяемый датчик и средства измерений (далее – СИ), участвующих при проведении поверки.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

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

Таблица 2 – Сведения о средствах поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование эталонного СИ или вспомогательного средства поверки, номер документа, регламентирующего технические требования к средству	Метрологические характеристики СИ, требования к оборудованию
1	2	3
8; 10	Средство измерений избыточного давления в диапазоне значений от минус 100 до 0 кПа с допускаемой приведенной к верхнему пределу измерений избыточного давления погрешностью $\pm 0,025\%$	Манометр газовый грузопоршневой МГП-В (рег. № 52506-16)
8; 10	Средство измерений избыточного давления в диапазоне значений от 0 до 1 МПа с допускаемой приведенной к верхнему пределу измерений избыточного давления погрешностью $\pm 0,025\%$	Манометр газовый грузопоршневой МГП, мод. МГП-10 (рег. № 52506-16)
8; 10	Средство измерений избыточного давления в диапазоне значений от 0 до 1000 МПа с допускаемой приведенной к верхнему пределу измерений избыточного давления погрешностью $\pm 0,025\%$	Манометр грузопоршневой МП-1000 (рег. № 52189-16)
8; 10	Средство измерений абсолютного давления в диапазоне значений от 5 до 2800 гПа и допускаемой относительной погрешностью $\pm 0,01\%$	Барометр образцовый переносной БОП-1М-3 (рег. № 26469-17)
Вспомогательное оборудование		
8; 10	Средство воспроизведения сопротивления с верхним пределом 111111,1 Ом	Магазин сопротивления ПрофКиП Р4834
8; 10	Средство воспроизведения напряжения постоянного тока в диапазоне значений от 18,5 до 30 В	Источник питания постоянного тока GPR-76030D

Продолжение таблицы 2

1	2	3
8; 10	Средство измерений силы постоянного тока от 4 до 20 мА; пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm(0,0001 \cdot X + 1 \text{ мкА})$ А, где X – измеренное значение силы постоянного тока»	Мультиметр 3458А, рег. № 25900-03 Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R), (рег. № 52489-13)
3; 10	Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от 15 до 25 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,2$ °С Средство измерений относительной влажности окружающей среды: диапазон измерений от 30 до 80 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности ± 2 % Средство измерений атмосферного давления: диапазон измерений от 80 до 106 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,3$ кПа	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7 М 5Д (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений № 71394-18)
8; 10	Средство для связи с датчиком по цифровому каналу и для обмена данными по протоколу HART	HART-модем

(Таблица 2, Измененная редакция, Изменение №1)

5.2 Все средства поверки должны быть исправны, поверены или аттестованы в соответствии с действующим законодательством.

5.3 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых преобразователей с требуемой точностью.

6 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При поверке датчиков выполняют требования техники безопасности, изложенные в документации на применяемые средства поверки и оборудование.

6.2 Запрещается отсоединять датчик от источника давления без предварительного сброса давления до атмосферного.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При проведении внешнего осмотра устанавливается соответствие маркировки требованиям эксплуатационной документации и отсутствие внешних дефектов, повреждений и следов коррозии, влияющих на правильность функционирования и метрологические характеристики поверяемого датчика.

7.2 Датчик должен быть чистым и не должен иметь повреждений корпуса и штуцера, препятствующих прочному присоединению к устройству создания давления.

7.3 Датчик, не удовлетворяющий требованиям п.п. 7.1 – 7.2 настоящей методики, не подлежит поверке до устранения неисправностей и несоответствий. После их устранения внешний осмотр проводят в полном объеме.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 При подготовке рекомендуется выполнять корректировку начального (нулевого) выходного сигнала в соответствии с эксплуатационной документацией на датчики.

8.2 При опробовании проверяют герметичность системы предназначенной для поверки датчика.

8.2.1 Поверяемый датчик, эталонное и вспомогательное оборудование подключают согласно схемам, представленные в Приложении А.

8.2.2 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.

8.2.3 Результаты опробования и 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.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Программное обеспечение является встроенным и записано в память микроконтроллера в виде прошивки. Программное обеспечение устанавливается в микроконтроллер на заводе-изготовителе и в процессе эксплуатации изменению не подлежит. Идентификационные данные, в том числе номер версии встроенного ПО отображается на дисплее индикатора в соответствии с РЭ.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Определение приведенной к верхнему пределу измерений (далее – ВПИ) давления погрешности.

10.1.1 Определение приведенной к верхнему пределу измерения давления погрешности проводят не менее чем при пяти значениях (точках) давления, равномерно расположенных во всем диапазоне измерений. Точки рекомендуется выбирать из ряда предельно близких к значениям: 0-5; 20-30; 45-55; 70-80; 95-100 % диапазона измерений давления.

10.1.2 При воспроизведении давления, измеряют и регистрируют выходной сигнал при помощи мультиметра.

10.1.3 Расчетные значения выходного сигнала поверяемого датчика для заданного номинального значения выходной измеряемой величины определяют по формуле (1):

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

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

I_H и I_B – соответственно нижнее и верхнее предельные значения выходного сигнала датчика, мА;

P – действительное значение входной измеряемой величины), кПа;

P_B – верхний предел измерений (далее – ВПИ) поверяемого датчика, кПа;

P_H – нижний предел измерений для всех датчиков, кПа

10.1.4 для датчиков с выходным информационным сигналом в виде HART по формуле (2)

$$N_{расч} = N_H + \frac{N_B - N_H}{P_B - P_H} \cdot (P - P_H), \quad (2)$$

где $N_{расч}$ – расчетное значение выходного сигнала в цифровом формате;

N_H и N_B – соответственно нижнее и верхнее предельные значения выходного информационного сигнала датчика в цифровом формате;

P , P_B , P_H – обозначения те же, что и в формуле (1);

10.1.5 При подаче избыточного давления и разрежения, расчетные значения которых определяют с учетом действительного значения атмосферного давления в помещении, где проводят поверку.

Расчетные значения выходного сигнала датчика по формуле (3):

$$I_{расч} = I_H + (I_B - I_H) \cdot \frac{P_{атм} + P_{(\pm)}}{P_{B(a)}}, \quad (3)$$

- для датчиков с выходным информационным сигналом в виде HART по формуле (4):

$$N_{расч} = N_H + (N_B - N_H) \cdot \frac{P_{атм} + P_{(\pm)}}{P_{B(a)}}, \quad (4)$$

где $I_{расч}$, I_H , I_B , $N_{расч}$, N_H и N_B – обозначения те же, что и в формулах (1) и (2);

$P_{атм}$ – атмосферное давления в помещении, где проводят поверку, кПа;

$P_{B(a)}$ – ВПИ датчика абсолютного значения, кПа;

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

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

10.1.6 Расчетные значения избыточного давления и разрежения вычисляют по формулам (5) и (6):

$$P_{(+)} = P_a - P_{атм}; \quad (5)$$

$$P_{(-)} = P_{атм} - P_a, \quad (6)$$

где P_a – номинальное значение абсолютного давления, кПа;

$P_{атм}$ – атмосферное давления в помещении, где проводят поверку, кПа.

10.1.7 Вблизи нуля абсолютного давления датчик поверяют, создавая на его входе разрежение по формуле (7):

$$P_{B(-)} = (0,90 \dots 0,95) \cdot P_{атм}, \quad (7)$$

при котором расчетное значение выходного сигнала определяют по формулам (8) и (9):

- для датчиков с токовым выходным сигналом по формуле (8)

$$I_{расч} = I_H + (I_B - I_H) \cdot \frac{P_{атм} + P_{B(-)}}{P_{B(a)}} \cdot 100, \quad (9)$$

- для датчиков с выходным информационным сигналом в виде HART по формуле (9):

$$N_{расч} = N_H + (N_B - N_H) \cdot \frac{P_{атм} + P_{B(-)}}{P_{B(a)}} \quad (9)$$

где все обозначения те же, что и в формулах (10) и (11).

10.1.8 Расчетные значения выходного сигнала при атмосферном давлении на входе датчика определяют по формуле (10):

$$I_{расч} = I_H + (I_B - I_H) \cdot \frac{P_{атм}}{P_{B(a)}}, \quad (10)$$

где все обозначения те же, что и в формуле (5).

10.1.9 Максимальное значение избыточного давления $P_{B(+)}$, при котором расчетное значение выходного сигнала $I_{расч}=I_B$, определяют по формуле (11):

$$P_{B(+)} = P_{B(a)} - P_{атм}, \quad (11)$$

10.1.10 Основную приведенную к ВПИ давления погрешность определяют по формулам (12) и (13):

$$\gamma = \frac{I - I_{расч}}{I_B - I_H} \cdot 100 (\%), \quad (12)$$

где γ – рассчитанная основная приведенная к диапазону измерений давления погрешность, %;

$I_{расч}$, I_H , I_B – те же обозначения, что и в формуле (1).

$$\gamma = \frac{N - N_{расч}}{N_B - N_H} \cdot 100 (\%), \quad (13)$$

где γ – рассчитанная основная приведенная к диапазону измерений давления погрешность, %;

$N_{расч}$, N_H и N – те же обозначения, что и в формуле (2).

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Результаты определения приведенной к ВПИ измерений давления погрешности считают положительными, если рассчитанная по формуле (1) приведенная к ВПИ измерений давления погрешность не превышает значений, указанных в таблице 3.

Таблица 3 – Пределы допускаемой приведённой к ВПИ давления погрешности

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой приведенной к ВПИ давления погрешности ¹⁾ , %	$\pm 0,15; \pm 0,25; \pm 0,5; \pm 1,5$
¹⁾ – конкретное значение указано в паспорте на датчик	

12 Оформление результатов поверки

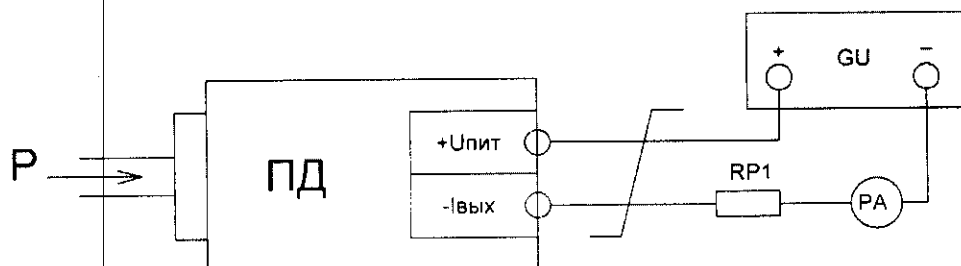
12.1 Положительные результаты поверки датчика передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений, а на датчик оформляется свидетельство о поверке в соответствии с действующим Порядком проведения поверки.

12.2 При отрицательных результатах поверки данные передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца датчика оформляется извещение о непригодности. Датчик к дальнейшей эксплуатации не допускают.

Приложение А

Схемы включения датчиков при испытаниях

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



ПД – преобразователь давления;

Р – измеряемое (задаваемое) давление;

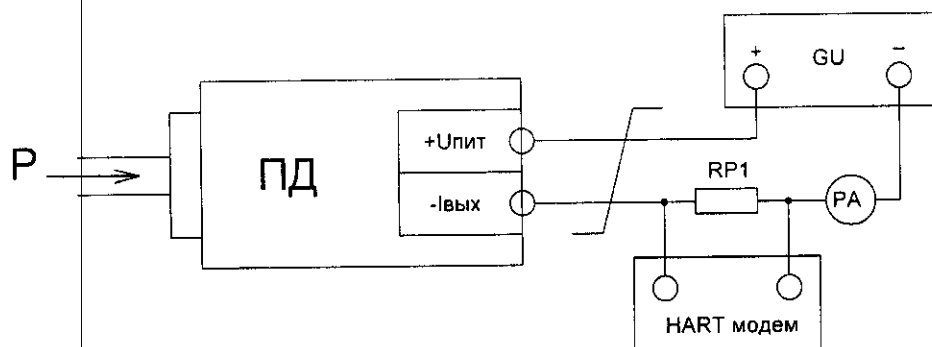
GU – источник питания постоянного тока;

РА – мультиметр;

RP1 – Магазин сопротивлений (номинал сопротивления в соответствии с РЭ).

Рекомендуется выполнять соединения витой парой минимальной длины.

Схема 2 включения датчика с аналоговым выходным сигналом постоянного тока 4-20 мА при измерении выходного сигнала непосредственно амперметром и по HART-протоколу.



ПД – преобразователь давления;

Р – измеряемое (задаваемое) давление;

GU – источник питания постоянного тока;

РА – мультиметр;

RP1 – Магазин сопротивлений (номинал сопротивления 250 Ом $\pm$ 5%).

Рекомендуется выполнять соединения витой парой минимальной длины.