

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГУП «ВНИИМС»



И.В. Иванникова
И.В. Иванникова
10 марта 2019 г.

Преобразователи давления измерительные СЕНС ПД
Методика поверки
МП 202-005-2019

Настоящая методика распространяется на преобразователи давления измерительные СЕНС ПД (далее – преобразователи), изготавливаемые по СЕНС.406233.002ТУ, и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

Преобразователи предназначены для измерений и преобразований давления газообразных и жидких сред в аналоговый унифицированный токовый выходной сигнал и/или цифровой кодированный выходной сигнал на базе протоколов HART, СЕНС и Modbus RTU.

Интервал между поверками для преобразователей с пределами допускаемой основной погрешности измерений, выраженной в процентах от диапазона измерений (приведенная погрешность) (далее – основная погрешность измерений):

- ±0,15 %; ±0,20 %; ±0,25 % – 3 года;
- ±0,40 %; ±0,50 % – 5 лет.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1 Операции, проводимые при поверке преобразователей, должны соответствовать указанным в таблице 1.

Таблица 1

Операции поверки	Номер пунктов
Внешний осмотр	6.1
Проверка идентификационных данных программного обеспечения	6.2
Опробование	6.3
Определение основной погрешности измерений и вариации выходного сигнала	6.4

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 Для поверки преобразователей должны применяться следующие средства поверки:

- Калибратор-контроллер давления ЭЛМЕТРО-Паскаль (Регистрационный № 43456-09);
- Калибратор давления МЕТРАН 501-ПКД-Р со сменными модулями давления и многофункциональной помпой PV-411HP (Регистрационный № 22307-04);
- Рабочие эталоны 1-го и 2-го разряда по ГОСТ Р 8.802-2012 – манометры грузопоршневые МП-2,5; МП-6; МП-60; МП-600; МП-2500 (Регистрационный № 58794-14);
- Мультиметр цифровой Agilent 34401A (Регистрационный № 54848-13);
- Катушка электрического сопротивления Р331 (Регистрационный № 1162-58);
- Магазин сопротивлений Р33 (регистрационный № 1321-60);
- Источник питания постоянного тока и постоянного напряжения GPR-6030D (Регистрационный № 20188-07);
- Термогигрометр ИВА-6Н-Д (Регистрационный № 46434-11);
- Персональный компьютер со свободным USB-портом;
- Адаптер ЛИН-USB;
- Преобразователь интерфейсов ОВЕН АС24;
- HART/USB модем ЭЛМЕТРО-808.

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

2.3 Эталоны, применяемые при поверке, должны быть поверены и аттестованы в установленном порядке.

3 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

3.1 Температура окружающего воздуха должна быть от плюс 21 до плюс 25 °С.

Если нормальная температура для эталона не соответствует нормальной температуре для поверяемого преобразователя, в показания эталона должна быть введена поправка на влияние температуры.

3.2 Относительная влажность окружающего воздуха должна быть от 20 до 80 %.

3.3 Атмосферное давление должно быть от 84 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.).

3.4 При проведении поверки преобразователь должен быть установлен в горизонтальном положении. Внешние электрические и магнитные поля (кроме земного), а также вибрация, удары, тряска, колебания давления окружающего воздуха, наклоны должны отсутствовать.

3.5 Рабочие среды эталонов и поверяемых преобразователей должны соответствовать их документации.

3.6 Рабочая среда при подаче давления:

– воздух или нейтральный газ при поверке преобразователей с верхними пределами измерений до 2,5 МПа;

– жидкость при поверке преобразователей с верхними пределами измерений более 2,5 МПа.

Примечание – Допускается использовать воздух при поверке преобразователей с верхними пределами измерений более 2,5 МПа при условии соблюдения соответствующих правил безопасности.

Температура рабочей среды в камере приема давления преобразователя не должна отличаться от температуры окружающего воздуха более, чем на ± 2 °С.

3.7 Устройство для создания давления должно обеспечивать плавное повышение и понижение давления, а также постоянство давления во время снятия показаний и выдержке преобразователей под давлением, равным верхнему пределу измерений.

3.8 Все используемое оборудование должно быть установлено в рабочее положение, заземлено и включено в соответствии с их эксплуатационной документацией.

3.9 Схемы проверок приведены в приложении А.

3.10 Напряжение питания преобразователя при поверке:

– $(9 \pm 0,5)$ В для преобразователей с цифровым кодированным выходным сигналом на базе протокола СЕНС, для преобразователей с цифровым кодированным выходным сигналом на базе протокола СЕНС и цифровым кодированным выходным сигналом с интерфейсом RS-485 с протоколом Modbus RTU;

– $(24 \pm 0,5)$ В для преобразователей с аналоговым унифицированным токовым выходным сигналом 4-20 мА, совмещенным с цифровым кодированным выходом на базе протокола HART.

4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, аттестованные в качестве поверителей, изучившие эксплуатационную документацию на преобразователь и средства поверки, настоящую методику поверки, а также прошедшие инструктаж по технике безопасности в установленном порядке.

5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 При проведении поверки необходимо выполнять требования безопасности, изложенные в руководстве по эксплуатации преобразователя и технической документации средств поверки.

5.2 При проведении поверки должны соблюдаться требования ГОСТ 12.3.019-80.

6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

6.1 При подготовке к поверке проверяют комплектность эксплуатационной документации на преобразователь.

Примечание - При отсутствии, руководство по эксплуатации и методика поверки, запрашиваются у предприятия-изготовителя

6.2 Затем проверяют наличие действующих Свидетельств о поверке или оттисков поверительных клейм на используемые эталоны и средства измерений, а также проверяют их исправность и работоспособность в соответствии с их эксплуатационной документацией.

6.3 Перед поверкой преобразователь выдерживают не 2 ч при температуре, указанной в 3.1.

Примечание – Допускается сокращение времени выдержки до 30 минут, если поверяемый преобразователь с эталонами до начала поверки находился в одном помещении, удовлетворяющем условиям проведения поверки.

6.4 Собирают схему в соответствии с приложением А, при этом преобразователь и эталонные средства измерений включают в схему в соответствии с их эксплуатационной документацией.

6.5 Выдерживают преобразователь не менее 10 минут при включенном питании.

6.6 В соответствии с руководством по эксплуатации устанавливают преобразователь в рабочее положение, проверяют и при необходимости подстраивают установку нуля преобразователя.

6.7 Проверяют на герметичность систему, состоящую из соединительных линий, эталонных средств измерений и вспомогательных средств, обеспечивающих задание и передачу измеряемого давления.

Проверку герметичности системы, предназначенной для поверки преобразователей избыточного давления, проводят при давлении, соответствующем верхнему пределу измерений поверяемого преобразователя.

Проверку герметичности системы, предназначенной для поверки преобразователей давления-разрежения, проводят при давлении, соответствующем верхнему пределу измерений избыточного давления поверяемого преобразователя.

Проверку герметичности системы осуществляют, с помощью подключенного к системе средства измерений давления с погрешностью измерений не более $\pm 2,5$ % от указанного выше давления и позволяющего зафиксировать 0,5 % изменение давления от заданного значения.

При проверке герметичности в системе создают давление, установившееся значение которого соответствует указанному выше давлению, после чего перекрывают канал от устройства, создающего давление.

Систему считают герметичной, если после трехминутной выдержки под давлением не наблюдается тенденции падения давления в системе в течение последующих двух минут.

Примечание – Допускается изменение давления в системе, обусловленное изменением температуры окружающего воздуха и рабочей среды в пределах от 0,5 до 1 °С.

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Внешний осмотр

7.1.1 При внешнем осмотре должны быть установлены:

- отсутствие механических повреждений корпуса, штуцера (препятствующих присоединению и не обеспечивающих герметичность и прочность соединения);
- соответствие наименования изделия, обозначения, заводского номера, маркировки данным, приведенным в эксплуатационной документации;
- соответствие комплектности данным, приведенным в эксплуатационной документации.

Примечание – Допускается отсутствие комплекта монтажных частей.

7.1.2 Преобразователи, забракованные при внешнем осмотре, дальнейшей поверке не подлежат.

7.2 Проверка идентификационных данных программного обеспечения

При проверке идентификационных данных ПО просматривают в соответствии с руководством по эксплуатации преобразователя идентификационный номер версии встроенного ПО и сравнивают его с приведенным в паспорте.

Результат считается положительным, если номера версии идентичны и не ниже А580.

7.3 Опробование

7.3.1 При опробовании проверяют работоспособность и герметичность преобразователя.

7.3.2 Работоспособность преобразователя проверяют, изменяя измеряемое давление от нижнего до верхнего предельных значений. При этом должно наблюдаться соответствующее изменение выходного сигнала преобразователя. Цифровой кодированный выходной сигнал вариантов исполнения преобразователя контролируют с помощью персонального компьютера, адаптеров, преобразователей интерфейса, модемов и программ, указанных в руководстве по эксплуатации преобразователя (см. приложение А). Аналоговый унифицированный токовый выходной сигнал 4–20 мА вариантов исполнения преобразователя контролируют по падению напряжения на эталонном сопротивлении (см. приложение А).

Примечание – Работоспособность преобразователей давления-разрежения проверяют только при избыточном давлении.

7.3.3 Проверку герметичности преобразователя осуществляют аналогично проверке герметичности системы по 6.7, при этом изменение давления определяют по изменению выходного сигнала преобразователя.

В случае обнаружения негерметичности системы с подсоединенным преобразователем, следует отдельно проверить герметичность системы и преобразователя.

7.4 Определение основной погрешности измерений и вариации выходного сигнала

7.4.1 При периодической поверке перед определением основной погрешности измерений и вариации выходного сигнала проверяют и при необходимости корректируют в соответствии с руководством по эксплуатации преобразователя его диапазон измерений (нижний и верхний пределы измерений). Кроме того, для преобразователей с аналоговым унифицированным токовым выходным сигналом 4–20 мА проверяют и при необходимости корректируют в соответствии с руководством по эксплуатации преобразователя его выходной ток (4 мА и 20 мА).

7.4.2 Определение основной погрешности измерений и вариации выходного сигнала осуществляют подачей на преобразователь давления с помощью эталонного средства измерений и определением измеренного преобразователем давления по его выходному сигналу.

7.4.3 При наличии у преобразователя нескольких цифровых выходных сигналов определение основной погрешности измерений и вариации выходного сигнала осуществляют по одному из них. Для преобразователей с аналоговым унифицированным токовым выходным сигналом 4–20 мА и цифровым кодированным выходным сигналом на базе протокола HART определение основной погрешности измерений и вариации выходного сигнала осуществляют по обоим выходам.

7.4.4 Для поверки устанавливаются следующие критерии достоверности:

$$P_{\text{вaм}} \leq 0,20,$$

$$(\delta_{\text{м}})_{\text{вa}} \leq 1,25,$$

где $P_{\text{вaм}}$ – наибольшая вероятность ошибочного признания годным любого в действительности дефектного экземпляра преобразователя;

$(\delta_{\text{м}})_{\text{вa}}$ – отношение наибольшего возможного модуля основной погрешности измерений экземпляра преобразователя, который может быть ошибочно признан годным, к пределу допускаемой основной погрешности измерений.

Для поверки устанавливаются следующие параметры:

m – число проверяемых точек в диапазоне измерений;

n – число наблюдений при экспериментальном определении значений погрешности в поверяемой точке, при изменениях входной измеряемой величины при прямом и обратном ходе;

$\gamma_{\text{к}}$ – абсолютное значение отношения контрольного допуска к основной погрешности измерений;

$\alpha_{\text{р}}$ – отношение предела допускаемой погрешности эталонных средств измерений, применяемых при поверке, к основной погрешности измерений поверяемого преобразователя.

Число проверяемых точек в диапазоне измерений m устанавливается равным 5 или 6. Число наблюдений n устанавливается равным 1.

Значения γ_k и α_p выбирают по таблице 3, составленной в соответствии с принятыми критериями достоверности поверки и согласно МИ 187-86 и МИ 188-86.

Таблица 3

α_p	0,2	0,25	0,33	0,4	0,5
γ_k	0,94	0,93	0,91	0,82	0,70
$P_{\text{бам}}$	0,20	0,20	0,20	0,10	0,05
$(\delta_M)_{\text{ба}}$	1,14	1,18	1,24	1,22	1,20

7.4.5 Выбор эталонных средств измерений для определения основной погрешности измерений поверяемых преобразователей осуществляют, исходя из технических возможностей, с учетом параметров поверки в соответствии с таблицей 3.

При выборе эталонных средств измерений для определения погрешности поверяемого преобразователя (в каждой поверяемой точке) соблюдают следующие условия:

а) при поверке преобразователя по цифровому кодированному выходному сигналу:

$$\left(\frac{\Delta_p}{P_v - P_n} \right) \cdot 100 \% \leq \alpha_p \cdot \gamma, \quad (1)$$

где Δ_p – предел допускаемой абсолютной погрешности эталонного средства измерений, контролирующего входную величину (давление), кПа или МПа;

P_v – верхний предел измерений, поверяемого преобразователя, кПа или МПа;

P_n – нижний предел измерений, поверяемого преобразователя, кПа или МПа;

γ – предел допускаемой основной погрешности измерений поверяемого преобразователя.

Примечание – Для удобства изложения здесь и далее у преобразователей давления-разрежения верхний предел измерений в области разрежения $P_{v(-)}$, взятый со знаком минус, указывается как нижний предел измерений ($P_n = -P_{v(-)}$), а верхний предел измерений в области избыточного давления $P_{v(+)}$ указывается как верхний предел измерений ($P_v = P_{v(+)}$).

б) при поверке преобразователей по аналоговому унифицированному токовому выходному сигналу 4–20 мА:

$$K \cdot \sqrt{\left(\frac{\Delta_p}{P_v - P_n} \right)^2 + \left(\frac{\Delta_U}{U_v - U_n} \right)^2 + \left(\frac{\Delta_R}{R_{\text{эт}}} \right)^2} \cdot 100 \% \leq \alpha_p \cdot \gamma, \quad (2)$$

где Δ_U – предел допускаемой абсолютной погрешности эталонного средства измерений, контролирующего выходной сигнал преобразователя по падению напряжения на эталонном сопротивлении, мВ или В;

Δ_R – предел допускаемой абсолютной погрешности эталонного сопротивления, Ом;

$R_{\text{эт}}$ – значение эталонного сопротивления, Ом;

U_v, U_n – соответственно верхнее и нижнее предельные значения напряжений (мВ или В) на эталонном сопротивлении, определяемые по формулам 3 и 4:

$$U_v = I_v \cdot R_{\text{эт}}, \quad (3)$$

$$U_n = I_n \cdot R_{\text{эт}}, \quad (4)$$

I_v, I_n – соответственно верхнее и нижнее предельные значения аналогового унифицированного токового выходного сигнала преобразователя, мА или А;

$K = 1,35$ – поправочный коэффициент, определяемый по МИ 2083-90 при доверительной вероятности 0,99.

7.4.6 Определение основной погрешности измерений и вариации выходного сигнала осуществляют при пяти или шести значениях подаваемого на преобразователь давления,

достаточно равномерно распределенных в диапазоне измерений, в том числе при значениях, соответствующих нижнему P_n и верхнему P_v пределу измерений поверяемого преобразователя.

Примечание - Если при определении основной погрешности измерений и вариации выходного сигнала преобразователей давления-разрежения атмосферное давление меньше 100 кПа, то вместо давления, соответствующего нижнему пределу измерений P_n , подают давление разрежения в пределах от 0,9 до 0,95 от атмосферного.

Для преобразователей с аналоговым унифицированным токовым выходным сигналом 4–20 мА для каждого задаваемого давления $P_{эi}$ рассчитывают соответствующее ему значение выходного тока по формуле 5:

$$I_{\text{расч.}i} = I_n + \frac{I_v - I_n}{P_v - P_n} \cdot (P_{эi} - P_n) \quad (5)$$

Определение основной погрешности измерений и вариации выходного сигнала осуществляют при прямом (от P_n до P_v) и обратном (от P_v до P_n) ходе нагружения. Перед поверкой при обратном ходе преобразователь выдерживают в течение одной минуты под воздействием давления P_v .

Определение основной погрешности измерений и вариации выходного сигнала осуществляют следующим образом:

а) Подают на преобразователь давление $P_{эi}$, соответствующее поверяемой точке;

б) В каждой i -той точке по цифровому кодированному выходному сигналу определяют измеренное преобразователем давление P_i для прямого хода, P^*_i для обратного хода.

Для преобразователей с аналоговым унифицированным токовым выходным сигналом 4–20 мА для каждой i -той точки определяют значение выходного тока при прямом и обратном ходе нагружения по формулам 6 и 7:

$$I_i = \frac{\Delta U_i}{R_{эт}}, \quad (6)$$

$$I^*_i = \frac{\Delta U^*_i}{R_{эт}}, \quad (7)$$

где I_i, I^*_i – значения выходного тока в i -той точке при прямом и обратном ходе соответственно, мА или А;

$\Delta U_i, \Delta U^*_i$ – падение напряжения на эталонном сопротивлении $R_{эт} = 100$ Ом для i -той точки при прямом и обратном ходе, В;

в) Для каждой i -той точки подаваемого давления рассчитывают значения основной погрешности измерений γ_{Poi} для прямого и γ^*_{Poi} для обратного хода нагружения для цифрового кодированного выходного сигнала по формулам 8 и 9:

$$\gamma_{Poi} = \frac{P_i - P_{эi}}{P_v - P_n} \cdot 100; \quad (8)$$

$$\gamma^*_{Poi} = \frac{P^*_i - P_{эi}}{P_v - P_n} \cdot 100. \quad (9)$$

Для преобразователей с аналоговым унифицированным токовым выходным сигналом 4–20 мА для каждой i -той точки рассчитывают значения основной погрешности измерений γ_{oi} для прямого и γ^*_{oi} для обратного хода нагружения для аналогового унифицированного токового выходного сигнала по формулам 10 и 11:

$$\gamma_{oi} = \frac{I_i - I_{\text{расч.}i}}{I_v - I_n} \cdot 100; \quad (10)$$

$$\gamma_{0i}^* = \frac{I_i^* - I_{\text{расч.}i}}{I_B - I_H} \cdot 100. \quad (11)$$

В качестве основной погрешности измерений преобразователя γ_0 принимают максимальное по модулю значение из вычисленных по данному перечислению γ_{Poi} , γ_{Poi}^* , γ_{0i} и γ_{0i}^* .

г) Для каждой i -той точки подаваемого давления рассчитывают приведенное значение вариации выходного сигнала γ_{Pti} для цифрового кодированного выходного сигнала по формуле 12:

$$\gamma_{\text{Pti}} = \gamma_{\text{Poi}} - \gamma_{\text{Poi}}^*. \quad (12)$$

Для преобразователей с аналоговым унифицированным токовым выходным сигналом 4–20 мА для каждой i -той точки рассчитывают приведенное значение вариации выходного сигнала γ_{ti} для аналогового унифицированного токового выходного сигнала по формуле 13:

$$\gamma_{\text{ti}} = \gamma_{0i} - \gamma_{0i}^*. \quad (13)$$

В качестве вариации выходного сигнала преобразователя γ_{r} принимают максимальное по модулю значение из вычисленных по данному перечислению γ_{Pti} и γ_{ti} .

Результаты поверки считаются положительными, если значение основной погрешности измерений преобразователя γ_0 соответствует условию:

$$|\gamma_0| \leq \gamma_k \cdot |\gamma|,$$

и значение вариации выходного сигнала преобразователя γ_{r} не превышает пределов основной погрешности измерений поверяемого преобразователя.

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 Положительные результаты поверки оформляются свидетельством о поверке в соответствии с Приказом № 1815 Минпромторга России от 02 июля 2015 г. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

8.2 При отрицательных результатах поверки, в соответствии с Приказом № 1815 Минпромторга России от 02 июля 2015 г. оформляется извещение о непригодности. Преобразователь к дальнейшей эксплуатации не допускается.

Начальник отдела 202



Е.А. Ненашева

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

Схемы подключения преобразователя при поверке

А.1 Схема подключения преобразователя с цифровым кодированным выходным сигналом на базе протокола СЕНС при поверке приведена на рисунке А.1.



Рисунок А.1

А.2 Схема подключения преобразователя с цифровым кодированным выходным сигналом с интерфейсом RS-485 с протоколом Modbus RTU при поверке приведена на рисунке А.2.

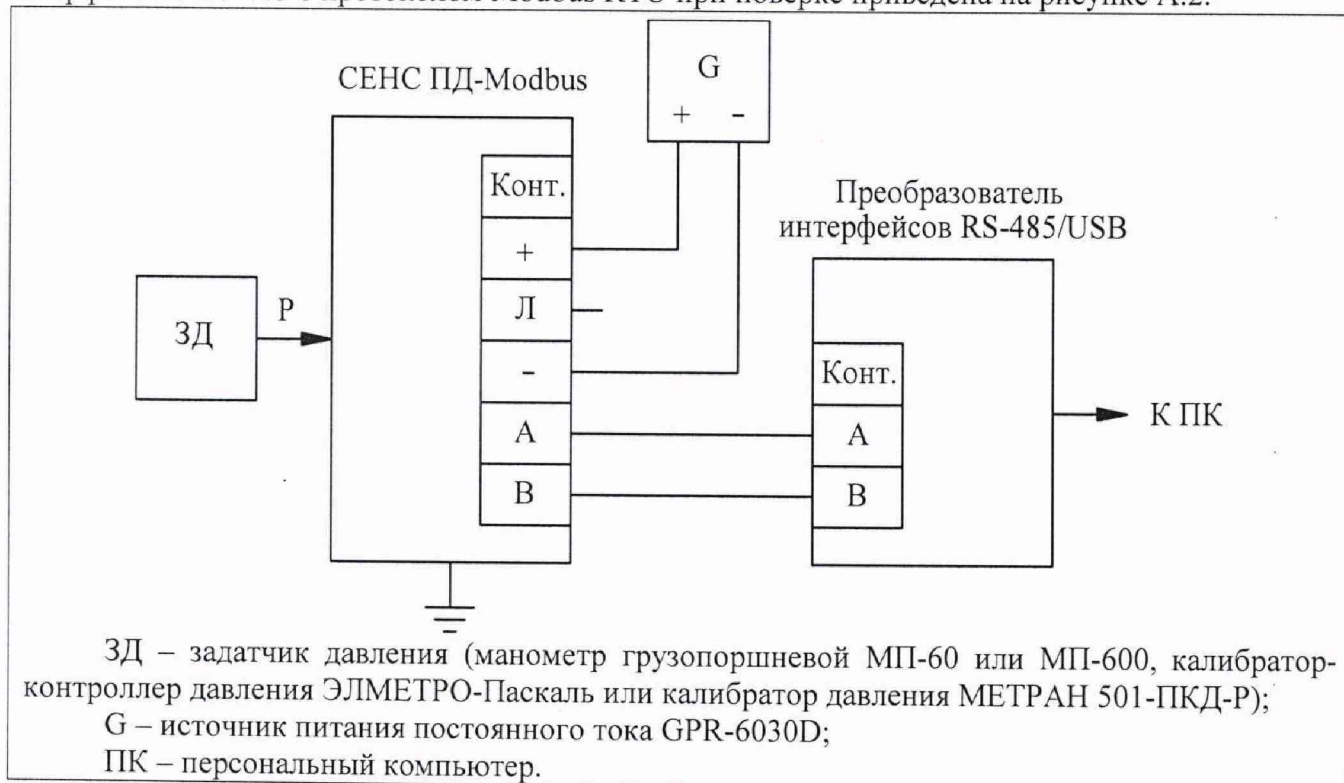


Рисунок А.2

А.3 Схема подключения преобразователя с аналоговым унифицированным токовым выходным сигналом 4–20 мА и цифровым кодированным выходным сигналом на базе протокола HART при поверке приведена на рисунке А.3.



Рисунок А.3