

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГУП «ВНИИМС»



Н. В. Иванникова

" 17 " октября 2019 г.

**Преобразователи давления измерительные
МН-4, МРР-1, PSD-4-ECO, А-1200**

производства «WIKA Alexander Wiegand SE & Co. KG», Германия

МП 202-006-2019

Настоящая методика распространяется на преобразователи давления измерительные МН-4, МРР-1, PSD-4-ECO, А-1200, изготавливаемые фирмой «WIKA Alexander Wiegand SE & Co. KG», Германия.

Преобразователи давления измерительные МН-4, МРР-1, PSD-4-ECO, А-1200 (далее – преобразователи) предназначены для измерений и непрерывных преобразований давления жидких или газообразных сред в унифицированный аналоговый выходной сигнал в виде постоянного электрического тока или напряжения постоянного тока, в цифровой выходной сигнал, в выходной сигнал широтно-импульсной модуляции.

Рекомендация устанавливает методику первичной (до ввода в эксплуатацию, а также после ремонта) и периодической (в процессе эксплуатации) проверок преобразователей давления.

Рекомендованный интервал между поверками 3 года.

1 Операции поверки

При проведении поверки выполняют следующие операции:

- внешний осмотр – 5.1;
- опробование – 5.2;
- определение основной погрешности преобразователя – 5.3.

2 Средства поверки

2.1 При проведении поверки применяют средства поверки, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование средства поверки	Основные метрологические и технические характеристики средств поверки
Манометр абсолютного давления МПАК-15	Диапазон измерений от 0,133 до 400 кПа. Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности: ±6,65 Па в диапазоне от 0,133 до 13,3 кПа; ±13,3 Па в диапазоне от 13,3 до 133 кПа; ±0,01 % от действительного значения измеряемого давления в диапазоне от 133 до 400 кПа
Калибратор давления СРГ1500	Пределы измерений избыточного давления от 0 до 100 МПа. Пределы допускаемой основной приведенной погрешности, % диапазона измерений (ДИ): ±0,05; ±0,1; ±0,15
Манометр грузопоршневой МП-2,5	Диапазон измерений от 0 до 0,25 МПа. Пределы допускаемой основной погрешности, %: ±0,01 % от измеряемого давления (при давлениях от 10 до 100 % от верхнего предела измерений); ±0,01 % от 0,1 верхнего предела измерений (при давлениях ниже 10 % от верхнего предела измерений)
Манометр грузопоршневой МП-6	Диапазон измерений от 0,04 до 0,6 МПа. Пределы допускаемой основной относительной погрешности: ±0,005 % от измеряемого давления
Манометр грузопоршневой МП-60	Диапазон измерений от 0,1 до 6 МПа. Пределы допускаемой основной относительной погрешности: ±0,005 % от измеряемого давления
Манометр грузопоршневой МП-2500	Диапазон измерений от 5 до 250 МПа. Пределы допускаемой основной относительной погрешности: ±0,02 % от измеряемого давления
Манометр грузопоршневой МП-600	Диапазон измерений от 1,25 до 60 МПа. Пределы допускаемой основной относительной погрешности: ± 0,01 % от измеряемого давления

Наименование средства поверки	Основные метрологические и технические характеристики средств поверки
Манометр цифровой МТ-210	Пределы измерений в диапазоне значений вакуумметрического давления от 0 до 80 кПа с погрешностью $\pm(0,2 \% \text{ ИВ} + 0,1 \% \text{ ВПИ})$, в диапазоне значений избыточного давления от 0 до 3000 кПа с погрешностью $\pm(0,01 \% \text{ ИВ} + 0,005 \% \text{ ВПИ})$
Барометр рабочий сетевой БРС-1М	Диапазон измерений от 0,5 до 110 кПа. Пределы допускаемой погрешности абсолютной: $\pm 20 \text{ Па}$, $\pm 33 \text{ Па}$
Мановакуумметр грузопоршневой МВП-2,5	Диапазон измерений от 0 до 0,25 МПа избыточного давления. Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности: $\pm 5 \text{ Па}$, $\pm 2 \text{ Па}$ Диапазон измерений от 0 до 95 кПа вакуумметрического давления. Пределы допускаемой основной относительной погрешности: $\pm 0,05 \%$ от измеряемого давления $\pm 0,02 \%$ от измеряемого давления
Калибратор многофункциональный и коммуникатор ВЕАМЕХ МС6 (-R)	Пределы измерений напряжения от -1 до 60 В, пределы измерений постоянного тока от -100 до 100 мА. Пределы допускаемой основной погрешности: 3 разряд в диапазоне от -1 до 60 В; 2 разряд в диапазоне от -100 до 100 мА.
Источник питания постоянного тока Б5-47	Выходное напряжение до 40 В
Мультиметр 3458А	Пределы измерений напряжения от 0 до 10 В, пределы измерений постоянного тока от 0 до 100 мА. Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности: $\pm(5 \cdot 10^{-6} \text{ ИВ} + 0,05 \cdot 10^{-6} \text{ ВПИ})$ в диапазоне от 0 до 10 В $\pm(25 \cdot 10^{-6} \text{ ИВ} + 4 \cdot 10^{-6} \text{ ВПИ})$ в диапазоне от 0 до 100 мА
Магазин сопротивлений М602А	$\pm (0,05 \% \text{ ИВ} + 15 \text{ мОм})$ от 0,1 до 199,999 Ом $\pm 0,02 \% \text{ ИВ}$ от 200,000 Ом до 2,00000 МОм $\pm 0,05 \% \text{ ИВ}$ от 2,0001 до 10,0000 МОм
Программирующее устройство IO-Link	Для IO-Link версий V1.0 и V1.1
Устройство для связи по протоколу RS	
Персональный компьютер	

2.2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 1339 "Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа".

3 Требования безопасности

При проведении поверки соблюдают общие требования безопасности при работе с датчиками давления (см., например, ГОСТ 22520-85), а также требования по безопасности эксплуатации применяемых средств поверки, указанные в технической документации на эти средства.

4 Условия поверки и подготовка к ней

4.1 При проведении поверки соблюдают следующие условия:

- температура окружающего воздуха от +21 до +25 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха не более 80 %;

- давление в помещении, где проводят поверку (далее – атмосферное давление), в пределах от 84 до 106,7 кПа;
- напряжение питания постоянного тока в соответствии с технической документацией на преобразователь. Номинальное значение напряжения питания и требования к источнику питания – в соответствии с технической документацией на преобразователь. Отклонение напряжения питания от номинального значения не более ± 1 %, если иное не указано в технической документации на преобразователь;
- сопротивление нагрузки при поверке – в соответствии с технической документацией на преобразователь;
- колебания давления окружающего воздуха, вибрация, тряска, удары, наклоны, магнитные поля и другие возможные воздействия на датчик при его поверке не должны приводить к выходу за допускаемые значения метрологических характеристик;
- импульсную линию, через которую подают измеряемое давление, допускается соединять с дополнительными сосудами, емкость каждого из которых не более 50 л.

4.2 Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

- выдерживают преобразователь не менее 3 ч при температуре, указанной в п. 4.1, если иное не указано в технической документации на преобразователь;
- выдерживают преобразователь не менее 0,5 ч при включённом питании, если иное не указано в технической документации;
- устанавливают преобразователь в рабочее положение с соблюдением указаний технической документации;
- проверяют на герметичность в соответствии с п. 4.3 систему, состоящую из соединительных линий для передачи давления, эталонов и вспомогательных средств для задания и передачи измеряемой величины.

4.2.1 Проверку герметичности системы, предназначенной для поверки преобразователей давления, разрежения с верхними пределами измерений менее 100 кПа, проводят при значениях давления (разрежения), равных верхнему пределу измерений поверяемого преобразователя.

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

Проверку герметичности системы, предназначенной для поверки преобразователей разрежения с верхним пределом измерений 100 кПа, проводят при разрежении, равном 0,9 – 0,95 значения атмосферного давления.

4.2.2 При проверке герметичности системы, предназначенной для поверки преобразователей, на место поверяемого преобразователя устанавливают заведомо герметичный преобразователь или любое другое средство измерений с погрешностью измерений не более $\pm 2,5$ % ВПИ, и позволяющее зафиксировать изменение давления на величину 0,5 % от заданного значения давления. Далее в системе создают давление, установившееся значение которого соответствует требованиям 4.2.1, после чего отключают источник давления. Если в качестве эталона применяют грузопоршневой манометр, то его колонку и пресс также отключают.

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

При проверке основной погрешности преобразователя систему считают герметичной, если за 30 с спад давления не превышает 0,3 % от верхнего предела измерений поверяемого преобразователя.

Допускается изменение давления (разрежения) в системе, обусловленное изменением температуры окружающего воздуха и рабочей среды.

5 Проведение поверки

5.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре преобразователей устанавливают:

- соответствие его внешнего вида технической документации и отсутствие видимых дефектов;
- наличие на корпусе преобразователя таблички с маркировкой, соответствующей паспорту или документу, его заменяющему;
- наличие РЭ преобразователя, паспорта или документа, его заменяющего.

5.2 Опробование

При опробовании проверяют работоспособность и герметичность преобразователя.

5.2.1 Работоспособность преобразователя проверяют, изменяя измеряемую величину от нижнего до верхнего предельных значений. При этом должно наблюдаться изменение выходного сигнала.

Работоспособность преобразователя давления-разрежения проверяют только при избыточном давлении; работоспособность преобразователей разрежения с верхним пределом измерений 100 кПа проверяют при изменении разрежения до значения 0,9 атмосферного давления.

5.2.3 Проверку герметичности преобразователя рекомендуется совмещать с операцией определения его основной погрешности.

Методика проверки герметичности преобразователя (п. 4.2.1, 4.2.2) имеет следующие особенности:

- изменение давления (разрежения) определяют по изменению выходного сигнала преобразователя, включенного в систему;
- в случае обнаружения негерметичности системы с установленным поверяемым преобразователем следует отдельно проверить герметичность системы и преобразователя.

5.3 Определение основной допускаемой приведенной погрешности (от диапазона измерений)

5.3.1 Основную приведенную погрешность преобразователя определяют по одному из способов:

1) По эталону на входе преобразователя устанавливают номинальные значения входного давления, а по другому эталону измеряют соответствующие значения выходного аналогового сигнала (тока или напряжения) и (или) цифрового сигнала.

2) В обоснованных случаях по эталону устанавливают номинальные значения выходного аналогового сигнала (тока или напряжения) или устанавливают номинальные значения цифрового сигнала преобразователя, а по другому эталону измеряют соответствующие значения входного давления.

5.3.2 Устанавливают следующие критерии достоверности поверки:

$P_{вап}$ – наибольшая вероятность, при которой любой дефектный экземпляр преобразователя может быть ошибочно признан годным;

$(\delta M)_{ва}$ – отношение возможного наибольшего модуля основной погрешности экземпляра преобразователя, который может быть ошибочно признан годным, к пределу допускаемой основной погрешности.

5.3.3. Устанавливают следующие параметры поверки:

m – число поверяемых точек в диапазоне 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), $n = 1$. В обоснованных случаях и в соответствии с технической документацией на преобразователь 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_k – абсолютное значение отношения контрольного допуска к пределу допускаемой основной погрешности;

α_p – отношение предела допускаемой погрешности эталонов, применяемых при поверке, к пределу допускаемой основной погрешности поверяемого преобразователя.

Значения γ_k и α_p выбирают по таблице 2 (5.3.4) в соответствии с принятыми критериями достоверности поверки.

5.3.4 Выбор эталонов для определения основной погрешности поверяемых преобразователей осуществляют, исходя из технических возможностей и технико-экономических предпосылок с учетом критериев достоверности поверки и в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 – 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
$P_{\text{вам}}$	0,20	0,20	0,20	0,10	0,05
$(\delta_M)_{\text{ва}}$	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».

Вместо использования значений таблицы, допускается γ_k рассчитывать по формуле 20 из МИ 188-86 ($\gamma_k = (\delta_M)_{\text{ва}} - \alpha_p$). При этом, для проверки условия $P_{\text{вам}} \leq 0,20$, проверяют выполнения условия $\gamma_k \leq 1 - 0,28 \cdot \alpha_p$.

5.3.5. При выборе эталонов для определения погрешности поверяемого преобразователя (в каждой поверяемой точке) соблюдают следующие условия:

1) При поверке преобразователей с выходным аналоговым сигналом постоянного тока, значения которого контролируют непосредственно в мА

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

где Δ_p – предел допускаемой абсолютной погрешности эталона, контролирующего входную величину (давление), кПа, МПа;

P_m – верхний предел измерений (или диапазон измерений) поверяемого преобразователя, Па;

Δ_i – предел допускаемой абсолютной погрешности эталона, контролирующего электрический выходной сигнал преобразователя, мА;

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

γ – предел допускаемой основной приведенной погрешности поверяемого преобразователя, % диапазона измерений.

Основная погрешность преобразователя, выраженная в процентах от диапазона измерений, численно равна основной погрешности, выраженной в процентах от диапазона изменения выходного сигнала преобразователя с линейной функцией преобразования измеряемой величины.

Для преобразователей с выходным аналоговым сигналом постоянного напряжения U расчетные значения выходного сигнала определяют по формулам, структура которых идентична структурам формул для преобразователей с выходным аналоговым сигналом постоянного тока I раздела 5.3 с заменой обозначений постоянного тока на соответствующие обозначения постоянного напряжения U_p, U_o, U_m .

2) При поверке преобразователя с выходным аналоговым сигналом постоянного тока, значения которого контролируют по падению напряжения на эталонном сопротивлении в В

$$\left(\frac{\Delta_p}{P_m} + \frac{\Delta u}{U_m - U_0} + \frac{\Delta R}{R_{ЭТ}} \right) \cdot 100 \leq \alpha_p \cdot \gamma \quad (2)$$

где Δ_p, P_m – то же, что в формуле (1);

Δu – предел допускаемой абсолютной погрешности эталона, контролирующего выходной сигнал преобразователя по падению напряжения на эталонном сопротивлении, В;

ΔR – предел допускаемой абсолютной погрешности эталонного сопротивления, Ом;

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

U_m, U_0 – соответственно верхнее и нижнее предельные значения напряжений (В) на эталонном сопротивлении, определяемые по следующим формулам:

$$U_m = I_m \cdot R_{ЭТ} \quad \text{и} \quad U_0 = I_0 \cdot R_{ЭТ}$$

3) При поверке преобразователя с выходным цифровым сигналом

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

5.3.6. Расчётные значения выходного сигнала поверяемого преобразователя для заданного номинального значения входной измеряемой величины определяют по формулам (4 – 6).

1) Для преобразователей с линейно возрастающей зависимостью выходного сигнала постоянного тока (I) от входной измеряемой величины (P)

$$I_p = I_0 + \frac{I_m - I_0}{P_m - P_n} (P - P_n), \quad (4)$$

где I_p – расчетное значение выходного сигнала постоянного тока (мА);

P – номинальное значение входной измеряемой величины; для преобразователей давления-разрежения значение P в области разрежения подставляется в формулу (4) со знаком минус;

P_n – нижний предел измерений для всех преобразователей, кроме преобразователей давления-разрежения, для которых значение P_n численно равно верхнему пределу измерений в области разрежения $P_m(-)$ и в формулу (4) подставляется со знаком минус.

Для стандартных условий нижний предел измерений всех поверяемых преобразователей равен нулю.

Для преобразователей с линейно убывающей зависимостью выходного сигнала постоянного тока от входной измеряемой величины

$$I_p = I_m - \frac{I_m - I_0}{P_m - P_n} (P - P_n) \quad (5)$$

2) Для преобразователей 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, В;

I_p – расчётное значение выходного сигнала постоянного тока (мА), определяемое по формуле (4,5).

3) Для преобразователей с выходным информационным сигналом в цифровом формате: – с линейно возрастающей функцией преобразования

$$N_p = N_0 + \frac{N_m - N_0}{P_m - P_n} (P - P_n) \quad (7)$$

где N_p – расчетное значение выходного сигнала в цифровом формате;

N_m, N_0 – соответственно верхнее и нижнее предельные значения выходного информационного сигнала преобразователя в цифровом формате.

– с линейно убывающей функцией преобразования

$$N_p = N_o - \frac{N_m - N_o}{P_m - P_n} (P - P_n) \quad (8)$$

5.3.7 Основную приведенную погрешность определяют при m значениях измеряемой величины (5.3.3.), достаточно равномерно распределенных в диапазоне измерений, в том числе при значениях измеряемой величины, соответствующих нижнему и верхнему предельным значениям выходного сигнала.

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

5.3.8 Основную приведенную погрешность $\Delta\delta$ в % от диапазона измерений (5.3.5) вычисляют по приведённым ниже формулам:

– При поверке преобразователей по способу 1 (5.3.1):

$$\gamma_\delta = \frac{I - I_p}{I_m - I_o} \cdot 100 \quad (9)$$

$$\gamma_\delta = \frac{U - U_p}{U_m - U_o} \cdot 100 \quad (10)$$

$$\gamma_\delta = \frac{N - N_p}{N_m - N_o} \cdot 100 \quad (11)$$

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

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

N – значение выходного сигнала преобразователя в цифровом формате, полученное экспериментально при номинальном значении измеряемой величины.

– При поверке преобразователей по способу 2 (5.3.1):

$$\gamma_\delta = \frac{P - P_{ном}}{P_m - P_n} \cdot 100 \quad (12)$$

где P – значение входной измеряемой величины (давления), полученное экспериментально при номинальном значении выходного сигнала преобразователей, Па;

$P_{ном}$ – номинальное значение измеряемой величины при номинальном значении выходного сигнала, Па.

5.4 Результаты поверки преобразователей.

5.4.1 Преобразователь признают годным при первичной поверке, если на всех поверяемых точках модуль основной погрешности $|\gamma_\delta| \leq \gamma_k \cdot |\gamma|$.

5.4.2 Преобразователь признают негодным при первичной поверке, если хотя бы в одной поверяемой точке модуль основной погрешности $|\gamma_\delta| > \gamma_k \cdot |\gamma|$.

5.4.3 Преобразователь признают годным при периодической поверке, если на всех поверяемых точках выполняется условие, изложенное в п.5.4.1.

5.4.4 Преобразователь признают негодным при периодической поверке:

если хотя бы в одной поверяемой точке модуль основной погрешности $|\gamma_\delta| > \gamma_k \cdot |\gamma|$.

6 Оформление результатов поверки

6.1 Положительные результаты поверки оформляют свидетельство о поверке в установленной форме в соответствии с приказом Минпромторга России от 02 июля 2015 г. № 1815 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

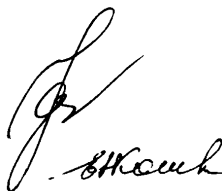
6.2 При отрицательных результатах поверки средство измерений к дальнейшему применению не допускают, свидетельство о поверке аннулируют и выдают извещение о непригодности с указанием причин в соответствии с Приказом Минпромторга России от 02 июля 2015 г. № 1815 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

Начальник отдела 202

Е.А. Ненашева

Ведущий инженер отдела 202

Е.Н. Коптева

The image shows two handwritten signatures in black ink. The top signature is a stylized, cursive signature, likely belonging to E.A. Nenasheva. The bottom signature is also cursive and appears to be E.N. Kopteva. The signatures are positioned between the text labels for the department head and the leading engineer.