УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГУП «ВНИИМС»

_____ Н. В. Иванникова

"_17_" __октября___ 2019 г.

Преобразователи давления измерительные МН-4, MPR-1, PSD-4-ECO, A-1200

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

МП 202-006-2019

gost.e-ecolog.ru

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

Преобразователи давления измерительные МН-4, MPR-1, PSD-4-ECO, A-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) поверок 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 CPG1500	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 ±(0,2 % ИВ + 0,1 % ВПИ), в диапазоне значений избыточного давления от 0 до 3000 кПа с погрешностью ±(0,01 % ИВ + 0,005 % ВПИ)
Барометр рабочий сетевой БРС-1М	Диапазон измерений от 0,5 до 110 кПа. Пределы допускаемой погрешности абсолютной: ±20 Па, ±33 Па
Мановакуумметр грузопоршневой МВП-2,5	Диапазон измерений от 0 до 0,25 МПа избыточного давления. Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности: ±5 Па, ±2 Па Диапазон измерений от 0 до 95 кПа вакуумметрического давления. Пределы допускаемой основной относительной погрешности: ±0,05 % от измеряемого давления ±0,02 % от измеряемого давления
Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-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 3458A	Пределы измерений напряжения от 0 до 10 В, пределы измерений постоянного тока от 0 до 100 мА. Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности: $\pm(5\cdot10^{-6}$ИВ + $0{,}05\cdot10^{-6}$ВПИ) в диапазоне от 0 до 10 В $\pm(25\cdot10^{-6}$ИВ + $4\cdot10^{-6}$ВПИ) в диапазоне от 0 до 100 мА
Магазин сопротивлений М602А	± (0,05 % ИВ + 15 мОм) от 0,1 до 199,999 Ом ± 0,02 % ИВ от 200,000 Ом до 2,00000 МОм ± 0,05 % 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 I^2C	
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 ±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 раздельно 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:

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

$(\delta м)_{ва}$ – 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;

$\gamma_к$ – 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 $\gamma_к$ 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
$\gamma_к$	0,94	0,93	0,91	0,82	0,70
$P_{вам}$	0,20	0,20	0,20	0,10	0,05
$(\delta м)_{ва}$	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 $\gamma_к$ рассчитывать по формуле 20 из МИ 188-86 ($\gamma_к = (\delta_м)_{ва} - \alpha_р$). При этом, для проверки условия $P_{вам} \le 0{,}20$, проверяют выполнения условия $\gamma_к \le 1 - 0{,}28 \cdot \alpha_р$.

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

$$\left(\frac{\Delta_P}{P_m} + \frac{\Delta_I}{I_m - I_o}\right) \cdot 100 \le \alpha_p \cdot \gamma, \qquad (1)$$

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 приведённой 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

$$\left(\frac{\Delta_p}{P_m}+\frac{\Delta u}{U_m-U_0}+\frac{\Delta_R}{R_{эт}}\right)\cdot 100 \le \alpha_p\cdot\gamma \qquad (2)$$

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

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

Δ_R – предел допускаемой абсолютной погрешности эталонного сопротивления, Ом;

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

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

$$U_m = I_m \cdot R_{эт} \quad \text{и} \quad U_o = I_o \cdot R_{эт}$$

3) При поверке преобразователя с выходным цифровым сигналом

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

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)

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

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

P – номинальное значение входной измеряемой величины; для преобразователей давления-разрежения значение Р 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 Pn численно равно верхнему пределу измерений в области разрежения Pm(−) 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

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

2) Для преобразователей с выходным сигналом постоянного тока, значения которого контролируют по падению напряжения на эталонном сопротивлении $R_{эт}$

$$U_p = R_{эт} \cdot I_p, \qquad (6)$$

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

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

где N_p – расчетное значение выходного сигнала в цифровом формате;

N_m, N_o – 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 Δ_∂ в % от диапазона измерений (5.3.5) вычисляют по приведённым ниже формулам:

– При поверке преобразователей по способу 1 (5.3.1):

$$\gamma_\partial = \frac{I - I_p}{I_m - I_0} \cdot 100, \quad (9)$$

$$\gamma_\partial = \frac{U - U_p}{U_m - U_0} \cdot 100 \quad (10)$$

$$\gamma_\partial = \frac{N - N_p}{N_m - N_0} \cdot 100 \quad (11)$$

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):

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

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 $|\gamma_\partial| \le \gamma_к \cdot |\gamma|$.

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

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 $|\gamma_\partial| > \gamma_к \cdot |\gamma|$.

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

gost.e-ecolog.ru