

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГУП «ВНИИМС»



Н. В. Иванникова

" 11 _____ 2017 г.

Преобразователи давления измерительные PSD-30, PSD-31, PSA-31, PSD-4

Методика поверки

МП 202-022-2017

Настоящая методика распространяется на преобразователи давления измерительные PSD-30, PSD-31, PSA-31, PSD-4, изготавливаемые по технической документации фирмы «WIKA Alexander Wiegand SE & Co. KG», Германия.

Преобразователи давления измерительные PSD-30, PSD-31, PSA-31, PSD-4 (далее – преобразователи) предназначены для измерения и непрерывного преобразования избыточного или абсолютного давления жидких или газообразных сред в унифицированный электрический выходной сигнал постоянного тока или напряжения постоянного тока.

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

Рекомендованный интервал между поверками 5 лет.

1 Операции поверки

1.1 При проведении поверки выполняют следующие операции:

- внешний осмотр – 5.1;
- опробование – 5.2;
- проверка идентификационных данных программного обеспечения – 5.3;
- определение основной погрешности преобразователя – 5.4.

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 грузопоршневой МП-2,5	Верхний предел измерений 0,25 МПа, нижний предел измерений 0 МПа. Пределы допускаемой основной относительной 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	Верхний предел измерений 0,6 МПа, нижний предел измерений 0,04 МПа. Пределы допускаемой основной относительной погрешности, %: ±0,005 % от измеряемого давления
Манометр грузопоршневой МП-60	Верхний предел измерений 6 МПа, нижний предел измерений 0,1 МПа. Пределы допускаемой основной относительной погрешности, %: ±0,005 % от измеряемого давления
Манометр грузопоршневой МП-600	Верхний предел измерений 60 МПа, нижний предел измерений 1 МПа. Пределы допускаемой основной относительной погрешности, %: ± 0,01 % от измеряемого давления
Манометр грузопоршневой МП-2500	Верхний предел измерений 250 МПа, нижний предел измерений 5 МПа. Пределы допускаемой основной относительной погрешности, %: ±0,02 % от измеряемого давления
Мановакуумметр грузопоршневой МВП-2,5	при давлениях (избыточном или отрицательном избыточном (вакуумметрическом) от 0 до 0,01 МПа (от 0 до 0,1 кгс/см ²): ±5 Па (± 0,00005 кгс/см ²); ±2 Па (± 0,00002 кгс/см ²) при давлениях (избыточном или отрицательном избыточном (вакуумметрическом) свыше 0,01 МПа (0,1 кгс/см ²): ±0 05 % от измеряемой величины; ±0,02 % от измеряемой величины
Манометр абсолютного давления МПАК-15	Пределы допускаемой основной погрешности ±6,65 Па в диапазоне 0,133 – 13,3 кПа; ±13,3 Па в диапазоне 13,3 – 133 кПа; ±0,01 % от действительного значения измеряемого давления в диапазоне 133 – 400 кПа

Микроманометры жидкостные компенсационные с микрометрическим винтом МКВК-250	Верхний предел измерений 2500 Па, нижний предел измерений 0 Па. Пределы допускаемой основной погрешности, %: $\pm 0,02$ % от верхнего предела измерений).
Калибратор многофункциональный и коммуникатор ВЕАМЕХ МС6 (-R)	Пределы допускаемой основной погрешности: $\pm(0,01$ % показания +1 мкА) в диапазоне ± 25 мА, $R_{вх} < 10$ МОм. $\pm(0,01$ % показания +1 мкА) в диапазоне от 0 до 25 мА, $R_{нагр} \leq 1140$ Ом (20 мА), 450 Ом (50 мА). $\pm(0,006$ % показания +0,25 мВ) в диапазоне от 1 до 60 В при $R_{вх} > 2$ МОм. $\pm(0,007$ % показания +0,1 мВ) в диапазоне от -3 до 10/24 В при $I_{макс} = 5$ мА.
Задатчик разрежения Метран-503 Воздух	Класс точности 0,02
Калибраторы-контроллеры давления РРС	Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений и генерации давления, %: $\pm 0,008\%$; $\pm 0,01\%$ (измерения) для ВПИ: от 10 кПа до 10 МПа (изб.); от 110 кПа до 10 МПа (абс.) от 7 до 100 МПа (изб., абс.) $\pm 0,013\%$; $\pm 0,018\%$ (измерения) для ВПИ: от 20 до 200 МПа (изб., абс.) $\pm 0,008\%$; $\pm 0,018\%$ (измерения) для ВПИ: от 10 кПа до 280 МПа (изб.); от 110 кПа до 280 МПа (абс.) $\pm 0,009\%$; $\pm 0,011\%$ (генерация) для диапазонов от -98,5 кПа до 10 МПа (изб); 1,5 кПа до 10 МПа (изб., абс.) $\pm 0,013\%$; $\pm 0,014\%$; $\pm 0,016\%$ (генерация) для ВПИ от 7 до 100 МПа (изб., абс.) $\pm 0,016\%$; $\pm 0,020\%$ (генерация) для ВПИ от 20 до 200 МПа (изб., абс.)
Калибраторы давления СРС3000, СРС6000, СРС8000, СРС8000-Н	$\pm 0,025\%$ от диапазонов измерений в диапазоне измерений от 0 до 0,035 МПа; от 0 до 10 МПа; от -0,035...0,035 до -0,1...10 МПа. $\pm 0,0125\%$ от диапазона измерений; $\pm 0,025\%$ от измеренного значения в диапазонах измерений от 0 до 0,01 МПа; от 0 до 10 МПа. $\pm 0,01\%$; от диапазона измерений в диапазонах от 0...0,007 до 0...10 МПа; от -0,0025...0,0045 до -0,1...10 МПа.; $\pm 0,03\%$; от диапазона измерений в диапазонах от 0...0,0025 до 0...0,007 МПа; от -0,0025...0 до -0,007...0 МПа; от -0,0025...0,0025 до -0,0025...0,0045 МПа. $\pm 0,005\%$ от диапазона измерений; $\pm 0,01\%$ от измеренного значения в диапазонах от 0...0,1 до 0...10 МПа; от -0,1...1 до -0,1...10 МПа $\pm 0,0026\%$ от диапазона измерений; $\pm 0,008\%$ от измеренного значения в диапазонах от 0...0,1 до 0...6,9 МПа (абс.) $\pm 0,004\%$ от диапазона измерений в диапазонах от 0...6,9 до 0...40,1 МПа (абс.) $\pm 0,01\%$; от диапазона измерений в диапазонах от 0...0,007 до 0...40 МПа; от -0,0025...0,0045 до -0,1...40 МПа. $\pm 0,03\%$; от диапазона измерений в диапазонах от 0...0,0025 до 0...0,007 МПа; от -0,0025...0 до -0,007...0 МПа. от -0,0025...0,0025 до -0,0025...0,0045 МПа. $\pm 0,01\%$ от диапазона измерений в диапазонах от 0...40 до 0...103 МПа $\pm 0,014$ % от диапазона измерений в диапазонах от 0...103 до 0...160 МПа.
Калибраторы давления СРГ8000, СРГ2500	$\pm 0,01\%$; $\pm 0,015\%$; $\pm 0,025\%$ от диапазона измерений в диапазонах от -0,0025...0 до -0,1...10 МПа.; от 0...0,0025 до 0...250 МПа;
Калибраторы давления пневматические	Класс точности 0,01; 0,015; 0,02. Диапазон воспроизводимого давления $3 \leq P_n \leq 400$ кПа.

МЕТРАН-504 Воздух-I	
Мультиметр 3458A	Пределы допускаемой абсолютной погрешности - в диапазоне измерений 100 мА: $\pm(25 \times 10^{-6}D + 4 \times 10^{-6}E)$ - в диапазоне измерений напряжения постоянного тока 10 В: $\pm(0,5 \times 10^{-6}D + 0,5 \times 10^{-6}E)$ где: D - показание прибора, E - верхнее граничное значение диапазона измерения
Меры электрического сопротивления однозначные МС 3050M	Классы точности 0,0005; 0,001; 0,002
Термометр ртутный стеклянный лабораторный по ГОСТ 28498-90	Предел измерений 0 – 55 °С. Цена деления шкалы 0,1 °С. Предел допускаемой погрешности $\pm 0,2$ °С
Источник постоянного тока GPC-3060D	Выходное напряжение до 60 В

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

3 Требования безопасности

3.1 При проведении поверки соблюдают общие требования безопасности при работе с преобразователями 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 +15 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 или от 630 до 800 мм рт. ст;
- 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;
- рабочая среда – воздух или нейтральный газ при поверке преобразователей с верхними пределами измерений, не превышающими 2,5 МПа, и жидкость при поверке преобразователей с верхними пределами измерений более 2,5 МПа. Допускается использовать жидкость при поверке преобразователей с верхними пределами измерений от 0,4 до 2,5 МПа при условии тщательного заполнения жидкостью всей системы поверки. Допускается использовать воздух или нейтральный газ при поверке преобразователей с верхними пределами измерений более 2,5 МПа при условии соблюдения соответствующих правил безопасности;
- 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;

4.2 Перед проведением поверки преобразователей 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.п. 4.2.1 – 4.2.4 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 и преобразователей абсолютного давления с верхними пределами измерений более 250 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.

Проверку герметичности системы, предназначенной для поверки преобразователей абсолютного давления с верхними пределами измерений 250 кПа и менее, проводят в соответствии с п.4.2.3.

4.2.2 При проверке герметичности системы, предназначенной для поверки преобразователей, указанных в 4.2.1, на место поверяемого преобразователя устанавливают заведомо герметичный преобразователь или любое другое средство измерений с погрешностью измерений не более 2,5 % от значений давления, соответствующих требованиям 4.2.1, 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 преобразователей, не наблюдают падения давления (разрежения) в течение последующих 2 мин. При необходимости время выдержки под давлением может быть увеличено.

При поверке 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 в пределах $\pm(0,5 \dots 1) ^\circ\text{C}$.

4.2.3 Проверку герметичности системы, предназначенной для поверки преобразователей абсолютного давления с верхними пределами измерений 250 кПа и менее, проводят следующим образом, если иное не указано в технической документации.

Устанавливают в системе заведомо герметичный преобразователь или любое другое средство измерений абсолютного давления, отвечающее требованиям к СИ в соответствии с п. 4.2.2. Создают в системе абсолютное давление не более 0,07 кПа и поддерживают его в течение 2 – 3 мин, после чего отключают устройство, создающее абсолютное давление, и эталон при необходимости (например, отключают колонки грузопоршневого манометра).

После 3-х мин выдержки изменение давления не должно превышать 0,5 % верхнего предела измерений поверяемого преобразователя.

Допускается поправка при изменении температуры окружающего воздуха и рабочей среды.

4.2.4 Проверку герметичности системы рекомендуется проводить при давлении (разрежении), соответствующем наибольшему давлению (разрежению) из ряда верхних пределов измерений поверяемых преобразователей.

5 Проведение поверки

5.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре преобразователя 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 паспорта или документа, его заменяющего.

5.2 Опробование

5.2.1 При опробовании проверяют герметичность и работоспособность преобразователя, функционирование коррекции «нуля».

5.2.2 Работоспособность преобразователя проверяют изменяя измеряемую величину от нижнего до верхнего предельных значений. При этом должно наблюдаться изменение выходного сигнала и индикации на дисплее преобразователя.

Работоспособность преобразователей 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 Функционирование коррекции «нуля» проверяют, задавая одно (любое) значение измеряемой величины в пределах, оговоренных руководством по эксплуатации. В соответствии с указаниями руководства по эксплуатации при помощи клавиатуры производят корректировку нулевого значения выходного сигнала.

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

Методика проверки герметичности преобразователя аналогична методике проверки герметичности системы (4.2.1 – 4.2.4), но имеет следующие особенности:

- изменение давления (разрежения) определяют по изменению выходного сигнала и по изменению показаний дисплея поверяемого преобразователя, включенного в систему (4.2.2);
- в случае обнаружения негерметичности системы с установленным поверяемым преобразователем следует отдельно проверить герметичность системы и преобразователя.

5.3 Проверка идентификационных данных программного обеспечения

5.3.1 В качестве идентификатора программного обеспечения (далее – ПО) принимается идентификационный номер версии ПО. Методика проверки идентификационного номера ПО преобразователя заключается в установлении номера версии ПО при помощи Ю-Link - модема, подключенного к преобразователю и к персональному компьютеру (при наличии интерфейса Ю-Link в приборе). Подробное меню преобразователя с указанием пункта об идентификационном номере ПО представлено в Руководстве по эксплуатации. Также номер версии указывается в паспорте и/или на этикетке преобразователя.

Доступ к цифровому идентификатору (контрольной сумме) невозможен (проводится самодиагностика без отображения контрольной суммы на дисплее). Метрологически значимая часть ПО и заводские параметры защищены специальными программными средствами и не доступны для изменения благодаря цельной конструкции корпуса преобразователя без возможности вскрытия.

5.3.2 Преобразователи считаются прошедшими поверку с положительным результатом, если номер версии ПО, установленный в результате проверки, не ниже указанного в описании типа средства измерений. Если данное требование не выполняется, то преобразователь считается непригодным к применению, к эксплуатации не допускается, выписывается извещение о непригодности, дальнейшие пункты методики не выполняются.

5.4 Определение основной погрешности

5.4.1 Основную погрешность преобразователя определяют по одному из способов:

1) По эталону на входе преобразователя устанавливают номинальные значения входной измеряемой величины (например, давления), а по другому эталону измеряют соответствующие значения выходного аналогового сигнала (тока или напряжения). При поверке преобразователя по его цифровому сигналу к выходу подключают приемное устройство, поддерживающее соответствующий цифровой коммуникационный протокол для считывания информации при установленных номинальных значениях входной измеряемой величины.

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 входной величины (например, давления).

Эталоны входной величины (давления) включают в схему поверки в соответствии с их руководством по эксплуатации.

5.4.2 Устанавливают следующие критерии достоверности поверки:

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

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

5.4.3. 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 (5.4.5) в соответствии с принятыми критериями достоверности поверки.

5.4.4 Выбор эталонов для определения основной погрешности поверяемых преобразователей осуществляют, исходя из технических возможностей и технико-экономических предпосылок с учетом критериев достоверности поверки (п.5.4.3) 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 $\gamma_k \leq 1 - 0,28 \cdot \alpha_p$.

5.4.5. 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, кПа, МПа;

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;

α_p – то же, что в 5.4.3;

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 5.4 с заменой обозначений постоянного тока на соответствующие обозначения постоянного напряжения U_p, U_o, U_m .

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

$$\left(\frac{\Delta_p}{P_m} + \frac{\Delta_u}{U_m - U_o} + \frac{\Delta_R}{R_{эт}} \right) \cdot 100 \leq \alpha_p \cdot \gamma \quad (2)$$

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

Δ_u – предел допускаемой абсолютной погрешности эталона, контролирующего выходной сигнал преобразователя по падению напряжения на эталонном сопротивлении, мВ или 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 (мВ или 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

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

где все обозначения те же, что и в формулах (1) и (2).

5.4.6. Расчётные значения выходного сигнала поверяемого преобразователя для заданного номинального значения входной измеряемой величины определяют по формулам (4 – 8).

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

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

где I_p – расчётное 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;

I_o, I_m, P_m – то же, что и в формуле (1).

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

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

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

3) 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 (А), определяемое по формулам (4 – 5).

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

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

где N_p – расчётное значение выходного сигнала в цифровом формате;

N_m, N_o – соответственно верхнее и нижнее предельные значения выходного информационного сигнала преобразователь в цифровом формате;

P, P_m, P_n – то же, что и в формуле (4);

– с линейно убывающей функцией преобразования

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

где N_p, N_m, N_o – то же, что в формуле (7)

P, P_m, P_n – то же, что и в формуле (4)

Перед определением основной погрешности соблюдают требования п.4.2.

5.4.8 Основную погрешность определяют при m значениях измеряемой величины (5.4.4.), 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 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).

При поверке преобразователей с верхним пределом измерений в области разрежения, равном 100 кПа допускается устанавливать максимальное значение разрежения в пределах (0,90...0,95) % от атмосферного давления P_6 , если $P_6 \leq 100$ кПа. Расчетное значение выходного сигнала при установленном значении разрежения определяют по формуле (4) или (7).

При поверке преобразователей абсолютного давления с верхними пределами измерений 0,25 МПа и выше основную погрешность определяют по методике, изложенной в 5.4.9 с соблюдением условий, изложенных в 5.4.8, 5.4.9. По методике 5.4.9 допускается определять основную погрешность преобразователей абсолютного давления с верхними пределами измерений от 0,04 до 0,25 МПа.

5.4.9. Определение основной погрешности преобразователей абсолютного давления с верхними пределами измерений 0,25 МПа (допускается 0,04 МПа) и выше проводят с использованием эталонов разрежения и избыточного давления (например, Метран-504 Воздух-1, МП -60М, МП-600, МП-2500 и др.).

В этом случае поверку преобразователя выполняют 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 преобразователя с линейно возрастающей функцией преобразования определяют по формулам:

- для преобразователей с токовым выходным сигналом

$$I_p = I_o + (I_m - I_o) \frac{P_6 + P_{(\pm)}}{P_{m(a)}} \quad (9)$$

- для преобразователей с выходным сигналом в цифровом формате

$$N_p = N_o + (N_m - N_o) \frac{P_6 + P_{(\pm)}}{P_{m(a)}} \quad (10)$$

где $I_p, I_o, I_m, N_p, N_o, N_m$ – то же что в формулах (4) и (7);
 P_6 – атмосферное давление в помещении, где проводят поверку, МПа;
 $P_{m(a)}$ – верхний предел измерений преобразователя абсолютного давления, МПа;
 $P_{(+)}$ – избыточное давление, подаваемое в преобразователь, МПа;
 $P_{(-)}$ – разрежение, создаваемое в преобразователе; значение разрежения в МПа подставляют в формулы (9) и (10) со знаком минус.

Расчетные значения избыточного давления и разрежения вычисляют по формулам

$$P_{(+)} = P_a - P_6, \quad (11)$$

$$P_{(-)} = P_6 - P_a, \quad (12)$$

где P_a – номинальное значение абсолютного давления, МПа.

Вблизи нуля абсолютного давления преобразователь поверяют, создавая на его входе разрежение

$$P_{m(-)} = (0,90...0,95) \cdot P_6, \quad (13)$$

при котором расчетное значение выходного сигнала определяют по формуле

$$I_p = I_o + (I_m - I_o) \frac{P_\delta - P_{m(-)}}{P_{m(a)}} \quad (14)$$

Значения выходного сигнала в цифровом формате (N) определяют по формуле такой же структуры, заменяя обозначения тока I на обозначение N.

Расчётные значения выходного сигнала при атмосферном давлении на входе преобразователя определяют по формуле

$$I_p = I_o + (I_m - I_o) \frac{P_\delta}{P_{m(a)}} \quad (15)$$

Максимальное значение избыточного давления $P_{m(+)}$, при котором расчетное значение выходного сигнала $I_p = I_m$, определяют по формуле

$$P_{m(+)} = P_{m(a)} - P_\delta \quad (16)$$

При проверке преобразователей с верхними пределами измерений $P_{m(a)} \leq 2,5$ МПа значение атмосферного давления P_δ определяют с погрешностью не более, чем

$$\Delta_\delta \leq \alpha_p \cdot \gamma \frac{P_{m(a)}}{100}, \quad (17)$$

где Δ_δ – абсолютная погрешность, МПа;

α_p, γ – то же, что в 5.4.3, 5.4.5;

$P_{m(a)}$ – верхний предел измерений поверяемого преобразователя.

При проверке преобразователей с верхними пределами измерений $P_{m(a)} > 2,5$ МПа в формулы (9 – 16) допускается подставлять значение $P_\delta = 0,1$ МПа, если атмосферное давление находится в пределах (0,093...0,102) МПа.

В зависимости от верхних пределов измерений поверяемых преобразователей их основную погрешность определяют при m значениях измеряемой величины в соответствии с таблицей 3.

Таблица 3

Верхние пределы измерений, МПа	Число поверяемых точек, m	
	В области $P_a \leq P_\delta$	В области $P_a \geq P_\delta$
0,1	3	–
0,16	2	2
0,25	1	3
От 0,4 до 2,5	1	4
Свыше 2,5	–	5

5.4.10 Основную погрешность γ_o в % нормирующего значения (5.4.4) вычисляют по приведённым ниже формулам:

– При проверке преобразователей по способу 1 (5.4.1):

$$\gamma_o = \frac{I - I_p}{I_m - I_o} \cdot 100, \quad (18)$$

$$\gamma_o = \frac{U - U_p}{U_m - U_o} \cdot 100, \quad (19)$$

$$\gamma_o = \frac{N - N_p}{N_m - N_o} \cdot 100, \quad (20)$$

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), мВ или В;

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

Остальные обозначения те же, что в формулах (1, 2, 6).

– При поверке преобразователей по способу 2 (5.4.1):

$$\gamma_{\partial} = \frac{P - P_{ном}}{P_m} \cdot 100, \quad (21)$$

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

$P_{ном}$ – номинальное значение измеряемой величины при номинальном значении выходного сигнала, кПа, МПа;

P_m – верхний предел измерений, кПа, МПа.

5.5 Результаты поверки преобразователей.

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

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

5.6.3 Преобразователь признают годным при периодической поверке, если на всех поверяемых точках выполняется условие, изложенное в п.5.6.1.

5.6.4 Преобразователь признают негодным при периодической поверке:

– если хотя бы в одной поверяемой точке модуль основной погрешности $|\gamma_{\partial}| > (\delta_m)_{ва max} \cdot |\gamma|$;

Обозначения: $(\delta_m)_{ва max}$ – по п.5.4.2; γ_k – по п.5.4.3; γ – по п.5.4.5.

5.6.5 Допускается вместо вычислений по экспериментальным данным значений основной погрешности γ_{∂} контролировать ее соответствие предельно допускаемым значениям.

6 Оформление результатов поверки

6.1 Положительные результаты поверки преобразователей удостоверяются знаком поверки, наносимым на свидетельство о поверке в соответствии с Приказом № 1815 Минпромторга России от 02 июля 2015 г.

6.2 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 допускают.

Начальник отдела 202

Е. А. Ненашева