

УТВЕРЖДАЮ

Начальник ФГБУ
«ГНМИ» Минобороны России



В.В. Швыдун

20 19 г.

ИНСТРУКЦИЯ

**ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ДАВЛЕНИЯ APC-2000, APR-2000, APR-2200, PC-28,
PC-50, PR-28, PR-50, PR-54, SG-16, SG-25**

Методика поверки

г. Мытищи

1 ВВЕДЕНИЕ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на преобразователи давления APC-2000, APR-2000, APR-2200, PC-28, PC-50, PR-28, PR-50, PR-54, SG-16, SG-25 (далее – преобразователи) и устанавливает порядок проведения их первичной и периодической поверок.

1.2 Преобразователи давления предназначены для измерений абсолютного, избыточного отрицательного и положительного давления, разности давлений жидких и газообразных сред и преобразования измеренного давления в унифицированный аналоговый выходной сигнал постоянного тока или постоянного напряжения, и(или) в цифровой сигнал.

1.3 Допускается проведение поверки в сокращенном объеме в соответствии с заявлением владельца СИ, с обязательным указанием в свидетельстве о поверке информации об объеме проведенной поверки, в соответствии с приказом от 02.07.2015 г. № 1815 Министерства Промышленности и Торговли Российской Федерации».

1.4 Интервал между поверками – 5 лет.

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции поверки	Номер пункта методики поверки	Необходимость выполнения	
		при первичной поверке	при периодической поверке
Внешний осмотр	8.1	Да	Да
Опробование	8.2	Да	Да
Определение метрологических характеристик	8.3	Да	Да

2.2 Соблюдение последовательности проведения операций поверки обязательно.

2.3 При получении отрицательного результата в процессе выполнения любой из операций поверки преобразователь бракуют и его поверку прекращают.

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки рекомендуется применять средства поверки, приведенные в таблице 2.

При проведении поверки используются следующие эталоны:

- рабочие эталоны 1 и 2 разряда по ГОСТ Р 8.840-2013;

- рабочие эталоны 1 и 2 разряда по ГОСТ 8.187-76;

- рабочие эталоны 1, 2 и 3 разряда по Приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 июня 2018 г. №1339;

Таблица 2

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
8.3.1 - 8.3.11	Вольтметр универсальный цифровой GDM-78261: диапазон постоянного напряжения 100 мВ, 1, 10, 100; 1000 В, разрешение 0,1/1/10 мкВ/0,1/1мВ, диапазон постоянного тока 100мкА, 1, 10, 100 мА, 1, 10 А, разрешение 100 нА/ 1/ 10/ 100 мА/ 10 мкА

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
	Мера электрического сопротивления постоянного тока многозначная P3026-1: диапазон от 0,01 до 11111,1, класс точности 0,002/1,5 10 ⁻⁶

3.2

3.3 Допускается применение других средств измерений, обеспечивающих определение метрологических характеристик преобразователей с требуемой точностью.

3.4 Применяемые средства поверки должны быть исправны.

3.5 Средства измерений должны иметь действующие свидетельства о поверке.

3.6

4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

4.1 К проведению поверки допускают лица, аттестованные в качестве поверителей средств измерений давления.

4.2 Поверитель должен пройти инструктаж по технике безопасности и иметь действующее удостоверение на право работы в электроустановках с напряжением до 1000 В с квалификационной группой по электробезопасности не ниже II.

5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, установленные ГОСТ 12.3.019-80 и требования на конкретное поверочное оборудование.

5.2 Средства поверки, которые подлежат заземлению, должны быть надежно заземлены. Подсоединение зажимов защитного заземления к контуру заземления должно производиться ранее других соединений, а отсоединение – после всех отсоединений.

5.3 Запрещается создавать давление, превышающее верхний предел измерений преобразователей и эталонов более чем на 5 %.

5.4 Запрещается снимать поверяемый преобразователь с устройства для создания давления находящегося под избыточным давлением (разрядением).

5.5 При всех работах со средствами измерений необходимо соблюдать следующие меры предосторожности:

- перед каждым включением необходимо проверить исправность сетевого шнура и заземления;

- устранение дефектов, замена преобразователей, присоединение и отсоединение кабелей должно проводиться только при отключенном питании и при полном отсутствии избыточного давления (разрядения).

6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия применения:

- температура окружающего воздуха от 15 до 25 °С;

- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;

- атмосферное давление 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 $\pm 1\%$, 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;

- импульсную линию, через которую подают измеряемое давление, допускается соединять с дополнительными сосудами, емкость каждого из которых не более 50 л.

6.2 При поверке преобразователей разности давлений с приемными камерами для подвода большего давления («плюсовая» камера) и меньшего давления («минусовая» камера) значение измеряемой величины (разности давлений) устанавливают, подавая соответствующее значение избыточного давления в «плюсовую» камеру преобразователя, при этом «минусовая» камера сообщается с атмосферой.

При поверке преобразователей разности давлений с малыми пределами измерений для уменьшения влияния на результаты поверки не устраненных колебаний давления окружающего воздуха «минусовая» камера преобразователя может соединяться с камерой эталона, сообщаемой с атмосферой, если это предусмотрено в конструкции. При поверке преобразователей разности давлений в «минусовой» камере может поддерживаться постоянное опорное давление, создаваемое другим эталоном или основным эталоном с дополнительным блоком опорного давления.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

7.1 Перед проведением поверки преобразователей выполняют следующие подготовительные работы:

- выдерживают преобразователь не менее 3 ч при температуре, указанной в п. 6.1, 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. 7.2 – 7.5 систему, состоящую из соединительных линий для передачи давления, эталонов и вспомогательных средств для задания и передачи измеряемой величины.

7.2 Проверку герметичности системы, предназначенной для поверки преобразователей давления, разности давлений, 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.7.4.

7.3 При проверке герметичности системы, предназначенной для поверки преобразователей, указанных в п.7.2, 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 п.7.2, и позволяющее зафиксировать изменение давления на величину 0,5 % от заданного значения давления. Далее в системе создают давление, установившееся значение которого соответствует требованиям п.7.2, 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 проверке основной погрешности датчика 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.

7.4 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.7.3. 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.

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

8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре преобразователя устанавливают:

- соответствие его внешнего вида технической документации и отсутствие видимых дефектов;
- наличие клеммных колодок и (или) разъемов для внешних соединений, устройства для регулировки «нуля», клемм контроля выходного сигнала и др.;
- наличие дополнительных выходных устройств - цифровых индикаторов и (или) других устройств предусмотренных технической документацией на преобразователь;
- наличие на корпусе преобразователя таблички с маркировкой, соответствующей паспорту или документу, его заменяющему;
- наличие РЭ, если это предусмотрено при поверке преобразователя, паспорта или документа, его заменяющего.

8.2 Опробование

8.2.1 При опробовании проверяют герметичность и работоспособность преобразователя, функционирование устройства корректора «нуля».

8.2.2 Работоспособность преобразователя проверяют, изменяя измеряемую величину от нижнего до верхнего предельных значений. При этом должно наблюдаться изменение выходного сигнала и индикации на дополнительных выходных устройствах 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.

8.2.3 Функционирование корректора «нуля» проверяют, задавая одно (любое) значение измеряемой величины в пределах, оговоренных руководством по эксплуатации. Корректором «нуля» проверяют наличие изменения выходного сигнала на всех выходных устройствах. Затем сбрасывают измеряемую величину и при атмосферном давлении на входе преобразователя корректором «нуля» вновь устанавливают выходной сигнал (показания индикатора) в соответствии с исходными значениями.

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

Методика проверки герметичности преобразователя аналогична методике проверки герметичности системы (п.п.7.2 – 7.5), но имеет следующие особенности:

– изменение давления (разрежения) определяют по изменению выходного сигнала или по изменению показаний цифрового индикатора поверяемого преобразователя, включенного в систему (п.7.3);

– в случае обнаружения негерметичности системы с установленным поверяемым преобразователем следует отдельно проверить герметичность системы и преобразователя.

8.3 Определение основной погрешности

8.3.1 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).

Примечания:

1) При определении основной погрешности преобразователя значения выходного параметра могут считываться с цифрового индикатора (ЖКИ) с разрядностью не менее 4.

2) Поверка преобразователей с несколькими выходными сигналами, соответствующими одной и той же входной измеряемой величине, производится по одному из этих сигналов (аналоговому или цифровому), если иное не предусмотрено технической документацией на поверяемый преобразователь.

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

8.3.2 Устанавливают следующие критерии достоверности поверки:

$R_{\text{вам}}$ – 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.

8.3.3. Устанавливают следующие параметры поверки:

m – число поверяемых точек в диапазоне измерений, $m > 5$; 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 па 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 3 в соответствии с принятыми критериями достоверности поверки.

8.3.4 Выбор эталонов для определения основной погрешности поверяемых преобразователей осуществляют согласно соответствующей поверочной схемы и исходя из технических возможностей, технико-экономических предпосылок с учетом критериев достоверности поверки (п.8.3.3) и в соответствии с таблицей 3.

Таблица 3 – 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 поверки условия $P_{\text{вам}} < 0,20$, проверяют выполнения условия $\gamma_k \leq 1 - 0,28 \cdot \alpha_p$.

8.3.5 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

$$\left(\frac{\Delta_p}{P_m} + \frac{\Delta_i}{I_m - I_0} \right) \cdot 100 \leq \alpha_p \cdot \gamma, \quad (1)$$

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_0, I_m – соответственно нижнее и верхнее предельные значения выходного сигнала преобразователя, мА;

α_p – то же, что в 8.3.3;

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

Основная погрешность датчика, выраженная в процентах от диапазона измерений, численно равна основной погрешности, выраженной в процентах от диапазона изменения выходного сигнала датчика 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 8.3 с заменой обозначений постоянного тока на соответствующие обозначения постоянного напряжения U_p, U_0, U_m .

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

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

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

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

$\Delta_{ЭТ}$ – предел допускаемой абсолютной погрешности эталонного сопротивления, Ом;

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

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

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

3) При проверке 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).

8.3.6. Расчетные значения выходного сигнала поверяемого преобразователя для заданного номинального значения входной измеряемой величины определяют по формулам (4 - 10).

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 $P_n(-)$ и в формулу (4) подставляется со знаком минус;

I_0, 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

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

3) Для преобразователей с выходным сигналом постоянного тока и функцией преобразования входной измеряемой величины по закону квадратного корня

$$I_p = I_0 + (I_m - I_0) \sqrt{\frac{P}{P_m}}, \quad (6)$$

где P – входная измеряемая величина - разность давлений (перепад давления) для преобразователей разности давлений, предназначенных для измерения расхода рабочей среды;

P_m – верхний предел измерений или диапазон измерений поверяемого преобразователя разности давлений. Остальные обозначения те же, что и в формуле (1).

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

$$U_p = R_{ЭТ} \cdot I_p, \quad (7)$$

где U_p – расчётное значение падения напряжения на эталонном сопротивлении. В;

I_p – расчётное значение выходного сигнала постоянного тока (А), определяемое по формулам (4 - 6).

5) Для преобразователей с выходным информационным сигналом в цифровом формате:

– с линейно возрастающей функцией преобразования

$$N_p = N_m + \frac{N_m - N_0}{P_m - P_n} (P - P_n), \quad (8)$$

где N_p – расчетное значение выходного сигнала в цифровом формате;

N_m , N_0 – 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

$$N_p = N_m - \frac{N_m - N_0}{P_m - P_n} (P - P_n), \quad (9)$$

– с функцией преобразования по закону квадратного корня

$$N_p = N_0 + (N_m - N_0) \sqrt{\frac{P}{P_m}}, \quad (10)$$

где P , P_m - то же, что в формуле (6); остальные обозначения те же, что в формулах (8) и (9).

8.3.7 Поверку преобразователей с программным обеспечением выбора функции преобразования входной измеряемой величины в соответствии с одним из видов (4 – 6, 8 – 10) производят при программной установке линейно возрастающей зависимости выходного сигнала (4) или (8), если иное не предусмотрено технической документацией на преобразователь.

После выполнения поверки преобразователь может быть перепрограммирован в соответствии с требуемой функцией преобразования входной измеряемой величины.

Перед определением основной погрешности соблюдают требования раздела 7 и, при необходимости, корректируют значения выходного сигнала, соответствующие нижнему и верхнему предельным значениям измеряемой величины. Эту корректировку выполняют после подачи и сброса измеряемой величины, значения которой устанавливают:

- для преобразователей абсолютного давления с верхним пределом измерений до 0,25 МПа включительно - в пределах от атмосферного давления до (80...100) % верхнего предела измерений;

- для остальных преобразователей – в пределах (80...100) % верхнего предела измерений.

При периодической поверке и в случае ее совмещения с операцией проверки герметичности преобразователя корректировку значений выходного сигнала выполняют после выдержки преобразователя при давлении (разрежении) в соответствии с условиями 7.2, 7.3.

Установку выходного сигнала выполняют с максимальной точностью, обеспечиваемой устройством корректора преобразователя и разрешающей способностью эталонов. Погрешность установки «нуля» (без учёта погрешности эталонов) не должна превышать (0,2...0,3) предела допускаемой основной погрешности поверяемого преобразователя, если иное не указано в технической документации.

8.3.8 Основную погрешность определяют при m значениях измеряемой величины (п.8.3.4), 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 периодической поверке основную погрешность определяют в два цикла: до корректировки диапазона изменения выходного сигнала и после корректировки диапазона. Второй цикл допускается не проводить, если основная погрешность $\gamma_d < \gamma_k \cdot \gamma$.

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 $P_6 < 100$ кПа. Расчетное значение выходного сигнала при установленном значении разрежения определяют по формуле (4) или (8).

При поверке преобразователей абсолютного давления с верхними пределами измерений 0,25 МПа и выше основную погрешность определяют по методике, изложенной в п.8.3.10 с соблюдением условий, изложенных в п.8.3.8 и в п.8.3.9. По методике 8.3.10 допускается определять основную погрешность преобразователей абсолютного давления с верхними пределами измерений от 0,1 до 0,25 МПа.

8.3.9. Определение основной погрешности преобразователей абсолютного давления с верхними пределами измерений 0,25 МПа (допускается 0,1 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

$$I_p = I_0 + (I_m - I_0) \frac{P_0 + P_{(\pm)}}{P_{m(a)}}, \quad (11)$$

– для преобразователей с выходным сигналом в цифровом формате

$$N_p = N_0 + (N_m - N_0) \frac{P_0 + P_{(\pm)}}{P_{m(a)}}, \quad (12)$$

где $I_p, I_0, I_m, N_p, N_0, N_m$ – то же что в формулах (4) и (8);
 P_0 – 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 (11) и (12) со знаком минус.

Расчетные значения избыточного давления и разрежения вычисляют по формулам

$$P_{(+)} = P_a - P_0, \quad (13)$$

$$P_{(-)} = P_0 - P_a, \quad (14)$$

где P_a – номинальное значение абсолютного давления, МПа.

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

$$P_{m(-)} = (0.90...0.95) \cdot P_0, \quad (15)$$

при котором расчетное значение выходного сигнала определяют по формуле

$$I_p = I_0 + (I_m - I_0) \frac{P_0 + P_{m(-)}}{P_{m(a)}} \quad (16)$$

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

$$I_p = I_0 + (I_m - I_0) \frac{P_0}{P_{m(a)}} \quad (17)$$

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

$$P_{m(+)} = P_{m(a)} - P_6 \quad (18)$$

При поверке преобразователей с верхними пределами измерений $P_{m(a)} \leq 2,5$ МПа значение атмосферного давления P_6 определяют с погрешностью не более, чем

$$\Delta_6 \leq \alpha_p \cdot \gamma \frac{P_{m(a)}}{100}, \quad (19)$$

где Δ_6 – абсолютная погрешность, МПа;
 α_p, γ – то же, что в п.п.8.3.3, 8.3.5;
 $P_{m(a)}$ – верхний предел измерений поверяемого преобразователя.

При поверке преобразователей с верхними пределами измерений $P_{m(a)} > 2,5$ МПа в формулы (11 – 18) допускается подставлять значение $P_6 = 0,1$ 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 4 и с учётом требований п.8.3.7.

Таблица 4

Верхние пределы измерений, МПа	Число поверяемых точек, m	
	В области $P_a \leq P_6$	В области $P_a > P_6$
0,1	3	–
0,16	2	2
0,25	2	3
От 0,4 до 2,5	2	4
Свыше 2,5	–	5

Перед поверкой поводят калибровку нижнего предела измерений датчика при значении давления, соответствующего разрежению $P_{m(-)}$ в указанных пределах (15). Расчетное значение выходного сигнала определяют по формуле (16). Допускается проводить калибровку при атмосферном давлении для верхних пределов измерений более 0,16 МПа, расчетное значение выходного сигнала определяют по формуле (17).

8.3.11 Основную погрешность γ_d в % нормирующего значения (п.8.3.4) вычисляют по приведённым ниже формулам:

– при поверке преобразователей по способу 1 (8.3.1):

$$\gamma_d = \frac{I - I_p}{I_m - I_0} \cdot 100, \quad (20)$$

$$\gamma_d = \frac{U - U_p}{U_m - U_0} \cdot 100, \quad (21)$$

$$\gamma_{\partial} = \frac{N - N_p}{N_m - N_0} \cdot 100, \quad (22)$$

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 (1,2,7).

– при поверке преобразователей по способу 2 (8.3.1):

$$\gamma_{\partial} = \frac{P - P_{ном}}{P_m} \cdot 100, \quad (23)$$

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.

Вычисления γ_{∂} выполняют с точностью до третьего знака после запятой.

8.4 Результаты поверки преобразователей.

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

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

8.4.3 Преобразователь признают годным при периодической поверке, если на всех поверяемых точках при первом или втором цикле поверки выполняется условие, изложенное в п.8.5.1.

8.5.4 Преобразователь признают негодным при периодической поверке:

– если при первом цикле поверки хотя бы в одной поверяемой точке модуль основной погрешности $|\gamma_{\partial}| \leq (\delta_m)_{ва max} \cdot |\gamma|$.

– если при втором цикле поверки хотя бы в одной поверяемой точке модуль основной погрешности $|\gamma_{\partial}| > \gamma_k \cdot |\gamma|$.

Обозначения: $(\delta_m)_{ва max}$ – по п.8.3.2; γ_k – по п.8.3.3; γ – по п.8.3.8.

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

9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 Положительные результаты поверки средств измерений удостоверяются знаком поверки и свидетельством о поверке или записью в паспорте средства измерений, заверяемой подписью поверителя и знаком поверки. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке или в паспорт.

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

Врио начальника отдела
ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России

И.Г. Бойко

Научный сотрудник
ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России

А.С. Григорьев