

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГУП «ВНИИМС»



Н. В. Иванникова
Н. В. Иванникова

7 02 2019 г.

Датчики давления КУРАНТ

Методика поверки

МП 202-002-2019

Настоящая методика распространяется на датчики давления КУРАНТ, изготавливаемые по технической документации ООО «МЕТРОНИК», г. Москва.

Датчики давления Эталон-17, Дон-17 предназначены для измерений и непрерывного преобразования значений избыточного давления, в том числе давления-разрежения и гидростатического давления; абсолютного давления; разности давлений жидких и газообразных, в том числе агрессивных, сред в унифицированный аналоговый сигнал постоянного тока и (или) напряжения постоянного тока, а так же в цифровые выходные сигналы.

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

Рекомендованный интервал между поверками 2 года.

1 Операции поверки

1.1 При проведении поверки выполняют следующие операции:

- внешний осмотр – 5.1;
- опробование – 5.2;
- определение основной приведенной (от диапазона измерений) погрешности датчика – 5.3.
- определение вариации выходного сигнала – п.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
1	2
Манометр грузопоршневой МП-2,5	Верхний предел измерений 0,25 МПа, нижний предел измерений 0 МПа. Пределы допускаемой основной погрешности, %: ±0,01 %; 0,02%; 0,05% от измеряемого давления (при давлениях от 10 до 100 % от верхнего предела измерений); ±0,01 %; 0,02 %; 0,05 % 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 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-60	Верхний предел измерений 6 МПа, нижний предел измерений 0,1 МПа. Пределы допускаемой основной погрешности, %: ±0,01 %; 0,02 %; 0,05 % от измеряемого давления (при давлениях от 10 до 100 % от верхнего предела измерений); ±0,01 %; 0,02 %; 0,05 % от 0,1 верхнего предела измерений (при давлениях ниже 10 % от верхнего предела измерений)
Манометр грузопоршневой МП-600	Верхний предел измерений 60 МПа, нижний предел измерений 1 МПа. Пределы допускаемой основной погрешности, %: ±0,01 %; 0,02 %; 0,05 % от измеряемого давления (при давлениях от 10 до 100 % от верхнего предела измерений); ±0,01 %; 0,02 %; 0,05 % от 0,1 верхнего предела измерений (при давлениях ниже 10 % от верхнего предела измерений)
Манометр грузопоршневой МП-2500	Верхний предел измерений 250 МПа, нижний предел измерений 5 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 ВПИ (при давлениях ниже 10 % ВПИ)
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)

	<p>$\pm 2 \text{ Па} (\pm 0,00002 \text{ кгс/см}^2)$ при давлениях (избыточном или отрицательном избыточном (вакуумметрическом) свыше 0,01 МПа (0,1 кгс/см²): $\pm 0,05 \%$ от измеряемой величины $\pm 0,02 \%$ от измеряемой величины</p>
Манометр абсолютного давления МПАК-15	<p>Пределы допускаемой основной погрешности $\pm 6,65 \text{ Па}$ в диапазоне 0,133 – 13,3 кПа; $\pm 13,3 \text{ Па}$ в диапазоне 13,3 – 133 кПа; $\pm 0,01 \%$ от действительного значения измеряемого давления в диапазоне 133 – 400 кПа</p>
Микроманометры жидкостные компенсационные с микрометрическим винтом МКВК-250	<p>Верхний предел измерений 2500 Па, нижний предел измерений 0 Па. Пределы допускаемой основной погрешности, %: $\pm 0,02 \%$ от верхнего предела измерений).</p>
Калибратор многофункциональный и коммуникатор ВЕАМЕХ МС6 (-R)	<p>Пределы допускаемой основной погрешности: $\pm (0,01 \%$ показания $+1 \text{ мкА}$) в диапазоне $\pm 25 \text{ мА}$, $R_{\text{вх}} < 10 \text{ МОм}$. $\pm (0,01 \%$ показания $+1 \text{ мкА}$) в диапазоне от 0 до 25 мА, $R_{\text{нагр}} \leq 1140 \text{ Ом}$ (20 мА), 450 Ом (50 мА). $\pm (0,006 \%$ показания $+0,25 \text{ мВ}$) в диапазоне от 1 до 60 В при $R_{\text{вх}} > 2 \text{ МОм}$. $\pm (0,007 \%$ показания $+0,1 \text{ мВ}$) в диапазоне от -3 до 10/24 В при $I_{\text{макс}} = 5 \text{ мА}$.</p>
Калибраторы-контроллеры давления РРС	<p>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.)</p>
Автоматизированный датчик избыточного давления "Воздух- 1600"	<p>Пределы измерений: от 0,010 до 16000 кПа Пределы допускаемой основной относительной погрешности: $\pm 0,02\%$; $\pm 0,005 \%$ (в зав. от модели);</p>
Автоматизированный датчик избыточного давления "Воздух- 1,6"	<p>Верхние пределы измерений от 1 до 160 кПа; пределы допускаемой основной относительной погрешности $\pm 0,02\%$; $\pm 0,005 \%$;</p>
Автоматизированный датчик избыточного давления "Воздух- 2,5"	<p>Верхние пределы измерений от 25 до 250 кПа, пределы допускаемой основной относительной погрешности $\pm 0,02\%$; $\pm 0,005 \%$;</p>
Автоматизированный датчик избыточного давления "Воздух-6,3"	<p>Верхние пределы измерений от 63 до 630 кПа, пределы допускаемой основной относительной погрешности $\pm 0,02\%$;</p>
Мультиметр HP Agilent 3458A	<p>Пределы допускаемой абсолютной погрешности в диапазоне измерений: $100 \text{ мА}: \pm (25 \times 10^{-6} D + 4 \times 10^{-6} E)$ Предел измерений 10 В. Пределы допускаемой абсолютной погрешности, В $\pm (0,05 \cdot 10^{-6} D + 0,005 \cdot 10^{-6} E)$ Где: D – показание прибора. E – предел измерений.</p>
Катушка электрического сопротивления P331	<p>Класс точности 0,005. Сопротивление 100 Ом</p>

Магазин сопротивлений Р33-М1 по ГОСТ 23737-79	Класс точности 0,2. Сопротивление до 99 999,9 Ом
Вольтметр универсальный ЦЗ1	Предел допускаемой основной погрешности $\pm 0,015\%$
Вольтметр универсальный цифровой GDM-78261	Предел измерений 100,0000 мА. Пределы допускаемой основной погрешности, $\pm(\%$ от измеренного значения $+\%$ от диапазона): $\pm(0,05 + 0,005)$
Мера электрического сопротивления постоянного тока многозначная Р3026-1	Класс точности $0,002/1,5 \cdot 10^{-6}$. Диапазон воспроизведения значений электрического сопротивления, Ом: от 0,001 до 11111,1
Барометр-анероид контрольный М-67	Диапазон измерений от 610 до 790 мм рт. ст. Пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,8$ мм рт. ст.
Термометры жидкостные стеклянные специальные СП-95 по ГОСТ 28498-90	Предел измерений 0 – 35 °С. Цена деления шкалы 0,1 °С. Предел допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,2$ °С
Источник постоянного тока	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 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 +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 датчик. Номинальное значение напряжения питания и требования к источнику питания – в соответствии с технической документацией на датчик. Отклонение напряжения питания от номинального значения не более $\pm 1\%$, если иное не указано в технической документации на датчик;
- сопротивление нагрузки при поверке – в соответствии с технической документацией на датчик;
- рабочая среда – воздух или нейтральный газ при поверке датчиков с верхними пределами измерений, не превышающими 2,5 МПа, и жидкость при поверке датчиков с верхними пределами измерений более 2,5 МПа. Допускается использовать жидкость при поверке датчиков 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 датчиков 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.

4.2 Перед проведением поверки датчиков выполняют следующие подготовительные работы:

- выдерживают датчик не менее 3ч при температуре, указанной в п. 4.1, если иное не указано в технической документации на датчик;
- выдерживают датчик не менее 0,5ч при включённом питании, если иное не указано в технической документации;
- устанавливают датчик в рабочее положение с соблюдением указаний руководства по эксплуатации;
- проверяют на герметичность в соответствии с п.п. 4.3.1 – 4.3.4 систему, состоящую из соединительных линий для передачи давления, эталонов и вспомогательных средств для задания и передачи измеряемой величины.

4.3 Проверка герметичности системы.

4.3.1 Проверку герметичности системы, предназначенной для поверки датчиков давления, разрежения с верхними пределами измерений менее 100 кПа и датчиков абсолютного давления с верхними пределами измерений более 250 кПа, проводят при значениях давления (разрежения), равных верхнему пределу измерений поверяемого датчика.

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

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

Проверку герметичности системы, предназначенной для поверки датчиков абсолютного давления с верхними пределами измерений 250 кПа и менее, проводят в соответствии с п.4.3.3.

4.3.2 При проверке герметичности системы, предназначенной для поверки датчиков, указанных в 4.3.1, на место поверяемого датчика устанавливают заведомо герметичный датчик или любое другое средство измерений с погрешностью измерений не более 2,5 % от значений давления, соответствующих требованиям 4.3.1, и позволяющее зафиксировать изменение давления на величину 0,5% от заданного значения давления. Далее в системе создают давление, установившееся значение которого соответствует требованиям 4.3.1, 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 датчиков, не наблюдают падения давления (разрежения) в течение последующих 2 мин. При необходимости время выдержки под давлением может быть увеличено.

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

Допускается изменение давления (разрежения) в системе, обусловленное изменением температуры окружающего воздуха и рабочей среды в пределах $\pm(0,5...1)^\circ\text{C}$.

4.3.3 Проверку герметичности системы, предназначенной для поверки датчиков 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 датчик или любое другое средство измерений абсолютного давления, отвечающее требованиям к СИ в соответствии с п.4.3.2. Создают в системе абсолютное давление не более 2кПа 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 датчика.

Допускается поправка при изменении температуры окружающего воздуха и рабочей среды.

4.3.4 Проверку герметичности системы рекомендуется проводить при давлении (разрежении), соответствующем максимальному верхнему пределу измерений давления (разрежения) поверяемого датчика.

5 Проведение поверки

5.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре датчика устанавливают:

- соответствие его внешнего вида технической документации и отсутствие видимых дефектов;
- наличие клеммных колодок и (или) разъемов для внешних соединений, клемм контроля выходного сигнала и др.;
- наличие на корпусе датчика 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 датчика, работоспособность функции корректировки «нуля».

5.2.2 Работоспособность датчика проверяют, изменяя измеряемую величину от нижнего до верхнего предельного значений. При этом должно наблюдаться изменение выходного сигнала и индикации на дополнительных выходных устройствах датчика (при их наличии).

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

5.2.3 Работоспособность функции корректировки «нуля» проверяют, задавая одно (любое) значение измеряемой величины в пределах, оговоренных руководством по эксплуатации, и проверяют наличие изменения выходного сигнала на всех выходных устройствах. Затем сбрасывают измеряемую величину и при атмосферном давлении на входе датчика при помощи функции корректировки «нуля» вновь устанавливают выходной сигнал (показания индикатора) в соответствии с исходными значениями.

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

Методика проверки герметичности датчика аналогична методике проверки герметичности системы (4.3.1 – 4.3.4), но имеет следующие особенности:

- изменение давления (разрежения) определяют по изменению выходного сигнала или по изменению показаний цифрового индикатора поверяемого датчика, включенного в систему (4.3.2);
- в случае обнаружения негерметичности системы с установленным поверяемым датчиком следует отдельно проверить герметичность системы и датчика.

5.3. Определение основной приведенной (от диапазона измерений) погрешности.

5.3.1. Основную приведенную (от диапазона измерений) погрешность датчика определяют по одному из способов:

1) По эталону на входе датчика устанавливают номинальные значения входной измеряемой величины (например, давления), а по другому эталону измеряют соответствующие значения выходного аналогового сигнала (тока или напряжения). При поверке датчика 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 датчика, а по другому эталону измеряют соответствующие значения входной величины (например, давления).

Примечания:

1. Поверка датчиков с несколькими выходными сигналами, соответствующими одной и той же входной измеряемой величине, производится по одному из этих сигналов (электрический выходной сигнал постоянного тока или напряжения постоянного тока), если иное не предусмотрено технической документацией на поверяемый датчик. Выбор выходного сигнала допускается проводить по запросу заявителя, на основании его письменного заявления.

2. По заявлению заказчика датчикв многопредельном исполнении может поверяться только на рабочем (настроенном) диапазоне, с учетом допускаемой дополнительной приведенной (от диапазона измерений) погрешности, вызванной перенастройкой верхнего предела измерений с максимального.

3. При поверке датчиков разности давлений значение измеряемой величины (разности давлений) устанавливают, подавая соответствующее значение избыточного давления в «плюсовую» камеру датчика, при этом «минусовая» камера сообщается с атмосферой.

5.3.2 Устанавливают следующие критерии достоверности поверки:

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

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

Допускаемые значения критериев достоверности поверки принимают равными:

$$P_{\text{вам}} = 0,20; (\delta_{\text{м}})_{\text{вамак}} = 1,25.$$

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 датчик допускается увеличивать число наблюдений в поверяемых точках до 3 или 5, принимая при этом среднеарифметическое значение результатов наблюдений за достоверное значение в данной точке;

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

$\alpha_{\text{р}}$ – отношение предела допускаемой погрешности эталонов, применяемых при поверке, к пределу допускаемой основной погрешности поверяемого датчика.

Значения $\gamma_{\text{к}}$ и $\alpha_{\text{р}}$ выбирают по таблице 3 (5.3.4) в соответствии с принятыми критериями достоверности поверки.

5.3.4 Выбор эталонов для определения основной погрешности поверяемых датчиков осуществляют, исходя из технических возможностей и технико-экономических предпосылок с учетом критериев достоверности поверки (п.5.3.3) и в соответствии с таблицей 3.

Таблица 3 – Параметры и критерии достоверности поверки

$\alpha_{\text{р}}$	0,2	0,25	0,33	0,4	0,5
$\gamma_{\text{к}}$	0,94	0,93	0,91	0,82	0,70
$P_{\text{вам}}$	0,20	0,20	0,20	0,10	0,05
$(\delta_{\text{м}})_{\text{ва}}$	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 $\gamma_{\text{к}}$ рассчитывать по формуле 20 из МИ 188-86 ($\gamma_{\text{к}} = (\delta_{\text{м}})_{\text{ва}} - \alpha_{\text{р}}$). При этом, для проверки условия $P_{\text{вам}} \leq 0,20$, проверяют выполнения условия $\gamma_{\text{к}} \leq 1 - 0,28 \cdot \alpha_{\text{р}}$.

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

1) При поверке датчиков 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 датчика, мА;

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

α_p – то же, что в 5.3.3;

γ – предел допускаемой основной приведенной (от настроенного диапазона измерений) погрешности поверяемого датчика, %

Основная приведенная (от диапазона измерений) погрешность датчика, численно равна основной погрешности, выраженной в процентах от диапазона изменения выходного сигнала датчика с линейной функцией преобразования измеряемой величины.

Для датчиков с выходным аналоговым сигналом постоянного напряжения U используются формулы, структура которых идентична структурам формул для датчиков с выходным аналоговым сигналом постоянного тока раздела 5.3 с заменой обозначений постоянного тока на соответствующие обозначения постоянного напряжения U_p, U_o, U_m .

2) При поверке датчиков 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 датчика 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:

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

5.3.6. Расчётные значения выходного сигнала поверяемого датчика для заданного номинального значения входной измеряемой величины определяют по формулам (3 – 5).

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

$$I_p = I_o + \frac{I_m - I_o}{P_m - P_n} (P - P_n), \quad (3)$$

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

P – номинальное значение входной измеряемой величины; для датчиков давления-разрежения значение P в области разрежения подставляется в формулу (3) со знаком минус;

P_n – нижний предел измерений для всех датчиков, кроме датчиков давления-разрежения, для которых значение P_n численно равно верхнему пределу измерений в области разрежения $P_{m(-)}$ и в формулу (3) 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 датчиков равен нулю.

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

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

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

$$U_p = R_{эт} \cdot I_p, \quad (5)$$

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

I_p – расчётное значение выходного сигнала постоянного тока (А), определяемое по формулам (3 – 5).

5.3.7 Перед определением основной погрешности соблюдают требования п.4.3 и, при необходимости, корректируют значение выходного сигнала, соответствующие нижнему предельному значению измеряемой величины. Эту корректировку выполняют после подачи и сброса измеряемой величины, значения которой устанавливают:

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

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

При периодической поверке и в случае ее совмещения с операцией проверки герметичности датчика корректировку значений выходного сигнала выполняют после выдержки датчика при давлении (разрежении) в соответствии с условиями 4.3.1, 4.3.2.

Установку выходного сигнала выполняют с максимальной точностью, обеспечиваемой разрешающей способностью эталонов. Погрешность установки «нуля» (без учёта погрешности эталонов) не должна превышать (0,2...0,3) предела допускаемой основной приведенной (от настроенного диапазона измерений) поверяемого датчика, если иное не указано в технической документации.

5.3.8 Основную приведенную (от диапазона измерений) погрешность определяют при m значениях измеряемой величины (5.3.4.), 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 приведенную (от диапазона измерений) 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 датчиков 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 (3).

При поверке датчиков абсолютного давления с верхними пределами измерений 0,25 МПа и выше основную погрешность определяют по методике, изложенной в 5.3.9 с соблюдением условий, изложенных в 5.3.8. По методике 5.3.9 допускается определять

основную погрешность датчиков абсолютного давления с верхними пределами измерений от 0,01 до 0,25 МПа.

5.3.9. Определение основной приведенной (от настроенного диапазона измерений) погрешности датчиков абсолютного давления с верхними пределами измерений 0,25 МПа и выше проводят с использованием эталонов разрежения и избыточного давления (например, МП-60М, МП-600, МП-2500 и др.).

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

– для датчиков с токовым выходным сигналом

$$I_p = I_o + (I_m - I_o) \frac{P_б + P_{(\pm)}}{P_{m(a)}} \quad (6)$$

где I_p, I_o, I_m , – то же что в формуле (3);
 $P_б$ – атмосферное давление в помещении, где проводят поверку, МПа;
 $P_{m(a)}$ – верхний предел измерений датчика абсолютного давления, МПа;
 $P_{(+)}$ – избыточное давление, подаваемое в датчик, МПа;
 $P_{(-)}$ – разрежение, создаваемое в преобразователе, МПа.

Расчетные значения избыточного давления и разрежения вычисляют по формулам

$$P_{(+)} = P_a - P_б, \quad (7)$$

$$P_{(-)} = P_б - P_a, \quad (8)$$

где P_a – номинальное значение абсолютного давления, МПа.

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

$$P_{m(-)} = (0,90 \dots 0,95) P_б, \quad (9)$$

при котором расчетное значение выходного сигнала определяют по формуле

$$I_p = I_o + (I_m - I_o) \frac{P_б - P_{m(-)}}{P_{m(a)}} \quad (10)$$

Расчетные значения выходного сигнала при атмосферном давлении на входе датчика определяют по формуле

$$I_p = I_o + (I_m - I_o) \frac{P_б}{P_{m(a)}} \quad (11)$$

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

$$P_{m(+)} = P_{m(a)} - P_б \quad (12)$$

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

$$\Delta_6 \leq \alpha_p \cdot \gamma \frac{P_{m(a)}}{100}, \quad (13)$$

где Δ_6 – абсолютная погрешность, МПа;
 α_p, γ – то же, что в 5.3.3, 5.3.5;
 $P_{m(a)}$ – верхний предел измерений поверяемого датчика.

При поверке датчиков с верхними пределами измерений $P_{m(a)} > 2,5$ МПа в формулы (6 – 12) 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 датчиков их основную погрешность определяют при m значениях измеряемой величины в соответствии с таблицей 3 и с учётом требований 5.3.7.

Таблица 3

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

Перед поверкой поводят настрой нижнего предела измерений датчика при значении давления, соответствующего разрежению $P_{m(-)}$ в указанных пределах (9). Расчетное значение выходного сигнала определяют по формуле (10). Допускается проводить калибровку при атмосферном давлении для верхних пределов измерений более 0,16 МПа, расчетное значение выходного сигнала определяют по формуле (11).

5.3.10 Основную приведенную (от настроенного диапазона измерений) погрешность γ_∂ вычисляют по приведённым ниже формулам:

– При поверке датчиков по способу 1 (5.3.1):

$$\gamma_\partial = \frac{I - I_p}{I_m - I_o} \cdot 100, \quad (14)$$

$$\gamma_\partial = \frac{U - U_p}{U_m - U_o} \cdot 100, \quad (15)$$

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;

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

– При поверке датчиков по способу 2 (5.3.1):

$$\gamma_\partial = \frac{P - P_{ном}}{P_m} \cdot 100, \quad (16)$$

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.

5.4. Определение вариации выходного сигнала

5.4.1. Вариацию выходной величины γ_T определяют при каждом проверяемом значении измеряемого параметра, кроме значений, соответствующих нижнему и верхнему пределам измерений. Вариация определяется по абсолютному значению алгебраической разности (разность чисел с учетом знака) между погрешностями, вычисленными по формулам (14), (15), (16) при увеличении и уменьшении входного давления в процессе определения основной погрешности (п.5.3.1).

$$\gamma_T = |\gamma_{\alpha(+)} - \gamma_{\alpha(-)}| \quad (17)$$

где $\gamma_{\alpha(+)}$ и $\gamma_{\alpha(-)}$ – соответственно значения основной погрешности, при увеличении и уменьшении входного давления, %.

Максимальное значение вариации выходной величины не должно превышать предела ее допускаемого значения.

5.5 Результаты поверки датчиков.

5.5.1 Датчик признают годным при первичной поверке, если на всех проверяемых точках модуль основной погрешности $|\gamma_{\partial}| \leq \gamma_k \cdot |\gamma|$, а значение вариации выходного сигнала не превышает значения допускаемой основной приведенной (от диапазона измерений) погрешности.

5.5.2 Датчик признают негодным при первичной поверке, если хотя бы в одной проверяемой точке модуль основной погрешности $|\gamma_{\partial}| > \gamma_k \cdot |\gamma|$, а значение вариации выходного сигнала превышает значения допускаемой основной приведенной погрешности.

5.5.3 Датчик признают годным при периодической поверке, если на всех проверяемых точках выполняется условие, изложенное в п.5.5.1.

5.6.4 Датчик признают негодным при периодической поверке, если хотя бы в одной проверяемой точке модуль основной погрешности $|\gamma_{\partial}| > \gamma_k \cdot |\gamma|$, а значение вариации выходного сигнала превышает значения допускаемой основной приведенной погрешности.

Обозначения: γ_k – по п.5.3.3; γ – по п.5.3.5.

6 Оформление результатов поверки

6.1 Положительные результаты первичной поверки оформляют записью в паспорте, удостоверенной подписью поверителя и нанесением знака поверки или выдают свидетельство о поверке в форме, установленной 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 Положительные результаты периодической поверки оформляют свидетельством о поверке в форме, установленной 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».

6.3 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 ФГУП «ВНИИМС»

Инженер 1 категории отдела 202 ФГУП «ВНИИМС»



Е. А. Ненашева

Е. В. Табаченкова