



# ДАТЧИКИ ДАВЛЕНИЯ ЭНИ-12

**По вопросам продаж и поддержки обращайтесь:**

Архангельск (8182)63-90-72  
Астана +7(7172)727-132  
Астрахань (8512)99-46-04  
Барнаул (3852)73-04-60  
Белгород (4722)40-23-64  
Брянск (4832)59-03-52  
Владивосток (423)249-28-31  
Волгоград (844)278-03-48  
Вологда (8172)26-41-59  
Воронеж (473)204-51-73  
Екатеринбург (343)384-55-89  
Иваново (4932)77-34-06  
Ижевск (3412)26-03-58  
Иркутск (395) 279-98-46  
Киргизия (996)312-96-247

Казань (843)206-01-48  
Калининград (4012)72-03-81  
Калуга (4842)92-23-67  
Кемерово (3842)65-04-62  
Киров (8332)68-02-04  
Краснодар (861)203-40-90  
Красноярск (391)204-63-61  
Курск (4712)77-13-04  
Липецк (4742)52-20-81  
Магнитогорск (3519)55-03-13  
Москва (495)268-04-70  
Мурманск (8152)59-64-93  
Набережные Челны (8552)20-53-41  
Нижний Новгород (831)429-08-12  
Казахстан (772)734-952-31

Новокузнецк (3843)20-46-81  
Новосибирск (383)227-86-73  
Омск (3812)21-46-40  
Орел (4862)44-53-42  
Оренбург (3532)37-68-04  
Пенза (8412)22-31-16  
Пермь (342)205-81-47  
Ростов-на-Дону (863)308-18-15  
Рязань (4912)46-61-64  
Самара (846)206-03-16  
Санкт-Петербург (812)309-46-40  
Саратов (845)249-38-78  
Севастополь (8692)22-31-93  
Симферополь (3652)67-13-56  
Таджикистан (992)427-82-92-69

Смоленск (4812)29-41-54  
Сочи (862)225-72-31  
Ставрополь (8652)20-65-13  
Сургут (3462)77-98-35  
Тверь (4822)63-31-35  
Томск (3822)98-41-53  
Тула (4872)74-02-29  
Тюмень (3452)66-21-18  
Ульяновск (8422)24-23-59  
Уфа (347)229-48-12  
Хабаровск (4212)92-98-04  
Челябинск (351)202-03-61  
Череповец (8202)49-02-64  
Ярославль (4852)69-52-93

Настоящая методика распространяется на датчики давления ЭНИ-12, изготавливаемые по технической документации фирмы ООО «ИТеК ББМВ», г. Челябинск.

Датчики давления ЭНИ-12 (далее датчики) предназначены для измерения и непрерывного преобразования абсолютного давления, избыточного давления, в том числе разрежения, избыточного давления-разрежения, гидростатического давления, разности давлений 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) поверок датчиков.

Рекомендованный интервал между поверками:

- 3 года для датчиков с пределами основной приведенной погрешности  $\pm 0,075$ ;
- 4 года для датчиков с пределами основной приведенной погрешности  $\pm 0,1$ ,  $\pm 0,15$ ;
- 5 лет для датчиков с пределами основной приведенной погрешности  $\pm 0,2$ ,  $\pm 0,25$ ,  $\pm 0,5$ ,  $\pm 1$ .

## 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 датчика — 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, %: $\pm 0,01$ % от измеряемого давления (при давлениях от 10 до 100 % от верхнего предела измерений); $\pm 0,01$ % 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, %: $\pm 0,01$ % от измеряемого давления
Манометр грузопоршневой МП-60	Верхний предел измерений 6 МПа, нижний предел измерений 0,1 МПа. Пределы допускаемой основной относительной погрешности, %: $\pm 0,01$ % от измеряемого давления
Манометр грузопоршневой МП-600	Верхний предел измерений 60 МПа, нижний предел измерений 1 МПа. Пределы допускаемой основной относительной погрешности, %: $\pm 0,01$ % от измеряемого давления

Продолжение таблицы 1

Наименование средства поверки	Основные метрологические и технические характеристики средств поверки
Манометр грузопоршневой МП-2500	Верхний предел измерений 250 МПа, нижний предел измерений 5 МПа. Пределы допускаемой основной относительной погрешности, %: $\pm 0,02$ % 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 <sup>2</sup> ): $\pm 5$ Па ( $\pm 0,00005$ кгс/см <sup>2</sup> ); $\pm 2$ Па ( $\pm 0,00002$ кгс/см <sup>2</sup> ) при давлениях (избыточном или отрицательном избыточном (вакуумметрическом) свыше 0,01 МПа (0,1 кгс/см <sup>2</sup> ): $\pm 0,05$ % от измеряемой величины; $\pm 0,02$ % от измеряемой величины
Манометр абсолютного давления МПАК-15	Пределы допускаемой основной погрешности: $\pm 6,65$ Па в диапазоне 0,133 — 13,3 кПа; $\pm 13,3$ Па в диапазоне 13,3 — 133 кПа; $\pm 0,01$ % 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 $\pm 25$ 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.
Калибратор давления пневматический Метран-505 Воздух	Диапазон измерений от 10,5 Па до 25 кПа. Рег. № 42701-09. Пределы допускаемой основной погрешности: $\pm 0,015$ %, $\pm 0,025$ %.
Калибраторы-контроллеры давления ЭЛМЕТРО-Паскаль	Диапазон измерений от -0,1 до 3,5 МПа, исп. А35, рег. № 43456-09, Предел допускаемой основной погрешности: $\pm 0,025$ %; $\pm 0,03$ %
Калибраторы давления СРG8000, СРG2500	$\pm 0,01$ %; $\pm 0,015$ %; $\pm 0,025$ % 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 МЕТРАН-504 Воздух-I	Класс точности 0,01; 0,015; 0,02. Диапазон воспроизводимого давления $3 \leq P_n \leq 400$ кПа.
Мультиметр 3458А	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 3050М	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 датчиками давления (см., например, ГОСТ 22520-85), а также требования по безопасности эксплуатации применяемых средств поверки, указанные в технической документации на эти средства.

### **4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ**

4.1 При проведении поверки соблюдают следующие условия:

- температура окружающего воздуха от + 21 до + 25 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха не более 80 %;
- давление в помещении, где проводят поверку (далее — атмосферное давление), в пределах от 84 до 106,7 кПа 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 соответствие 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. Допускается использовать жидкость при условии тщательного заполнения жидкостью всей системы поверки;
- 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 датчиков выполняют следующие подготовительные работы:

- выдерживают датчик не менее 3 ч при температуре, указанной в п. 4.1, если иное не указано в технической документации на датчик;
- выдерживают датчик не менее 0,5 ч при включённом питании, если иное не указано в технической документации;
- устанавливают датчик 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;
- допускается перед поверкой датчиков с возможностью выбора функции преобразования входной измеряемой величины настро-

ить на линейно возрастающую зависимость выходного сигнала (4), если иное не предусмотрено технической документацией на датчик.

4.2.1 Проверку герметичности системы, предназначенной для поверки датчиков давления, разности давлений, 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. 4.2.3.

4.2.2 При проверке герметичности системы, предназначенной для поверки датчиков, указанных в 4.2.1, 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 4.2.1, 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 датчиков, 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 датчика.

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 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. 4.2.2. 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 датчика.

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 датчиков.

4.2.5 Настройку на линейно возрастающую зависимость выходного сигнала проводить в соответствии с технической документацией на датчик. После выполнения поверки датчик может быть настроен в соответствии с требуемой функцией преобразования входной измеряемой величины.

## **5 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ**

### **5.1 Внешний осмотр**

При внешнем осмотре датчика устанавливают:

- соответствие его внешнего вида технической документации и отсутствие видимых дефектов;
- 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, функционирование коррекции «нуля».

5.2.2 Работоспособность датчика проверяют изменяя измеряемую величину от нижнего до верхнего предельных значений. При этом должно наблюдаться изменение выходного сигнала и индикации на дисплее (при его наличии) поверяемого датчика.

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 Функционирование коррекции «нуля» проверяют, задавая одно (любое) значение измеряемой величины, не равной нижнему пределу измерения, в пределах, оговоренных руководством по эксплуатации. В соответствии с указаниями руководства по эксплуатации производят корректировку нулевого значения выходного сигнала. Затем измеряемую величину сбрасывают до нижнего предела измерения и производят корректировку нулевого значения выходного сигнала.

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

Методика проверки герметичности датчика 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 (при его наличии) поверяемого датчика, включенного в систему (4.2.2);
- в случае обнаружения негерметичности системы с установленным поверяемым датчиком следует отдельно проверить герметичность системы и датчика.

### **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 датчику заключается в установлении номера версии ПО. Способ установления номера ПО представлен в руководстве

по эксплуатации. Также номер версии указывается в паспорте и/или на этикетке датчика.

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

5.3.2 Датчики считаются прошедшими поверку с положительным результатом, если номер версии ПО, установленный в результате проверки по паспорту или с помощью идентификации, не ниже указанного в описании типа средства измерений. Если данное требование не выполняется, то датчик 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 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).

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

5.4.2 Устанавливают следующие критерии достоверности поверки:

$R_{\text{вaм}}$  — наибольшая вероятность, при которой любой дефектный экземпляр датчика может быть ошибочно признан годным;

$(\delta_{\text{м}})_{\text{вa}}$  — отношение возможного наибольшего модуля основной погрешности экземпляра датчика, 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 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;

$\alpha_p$  – отношение предела допускаемой погрешности эталонов, применяемых при поверке, к пределу допускаемой основной погрешности поверяемого датчика.

Значения  $\gamma_k$  и  $\alpha_p$  выбирают по таблице 2 (5.4.4) в соответствии с принятыми критериями достоверности поверки.

5.4.4 Выбор эталонов для определения основной погрешности поверяемых датчиков осуществляют, исходя из технических возможностей и технико-экономических предпосылок с учетом критериев достоверности поверки (п.5.4.2) и в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2

$\alpha_p$	0,2	0,25	0,33	0,4	0,5
$\gamma_k$	0,94	0,93	0,91	0,82	0,70
$P_{\text{взм}}$	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  $\gamma_k$  рассчитывать по формуле 20 из МИ 188-86 ( $\gamma_k = (\delta_m)_{\text{ва}} - \alpha_p$ ). При этом, для проверки условия  $P_{\text{взм}} \leq 0,20$ , проверяют выполнения условия  $\gamma_k \leq 1 - 0,28 \cdot \alpha_p$ .

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

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

$$(\Delta_p / P_m + \Delta_i / (I_m - I_o)) \cdot 100 \leq \alpha_p \cdot \gamma, \quad (1)$$

где  $\Delta_p$  — предел допускаемой абсолютной погрешности эталона, контролирующего входную величину (давление), кПа, МПа;  
 $P_m$  — верхний предел измерений (или диапазон измерений) поверяемого датчика, кПа, МПа;  
 $\Delta_i$  — 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;  
 $\alpha_p$  — то же, что в 5.4.3;  
 $\gamma$  — предел допускаемой основной приведенной погрешности поверяемого датчика, % 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 датчиков с выходным аналоговым сигналом постоянного напряжения  $U$  расчетные значения выходного сигнала определяют по формулам, структура которых идентична структурам формул для датчиков 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 датчиков с выходным аналоговым сигналом постоянного тока, значения которого контролируют по падению напряжения на эталонном сопротивлении в мВ или В



$$(\Delta_p / P_m + \Delta_u / (U_m - U_o) + \Delta_R / R_{ЭТ}) \cdot 100 \leq \alpha_p \cdot \gamma, \quad (2)$$

где  $\Delta_p$  — предел допускаемой абсолютной погрешности эталона, контролирующего входную величину (давление), кПа, МПа;  
 $P_m$  — верхний предел измерений (или диапазон измерений) поверяемого датчика, кПа, МПа;  
 $\Delta_u$  — предел допускаемой абсолютной погрешности эталона, контролирующего выходной сигнал датчика по падению напряжения на эталонном сопротивлении, мВ или В;  
 $\Delta_R$  — 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 датчика с выходным цифровым сигналом

$$(\Delta_p / P_m) \cdot 100 \leq \alpha_p \cdot \gamma, \quad (3)$$

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

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

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

$$I_p = I_o + ((I_m - I_o) / (P_m - P_n)) \cdot (P - P_n), \quad (4)$$

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 (4) 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 (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 датчиков равен нулю.

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

$$I_p = I_m - ((I_m - I_o) / (P_m - P_n)) \cdot (P - P_n), \quad (5)$$

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

$$U_p = R_{ЭТ} \cdot I_p, \quad (6)$$

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 датчиков с выходным информационным сигналом в цифровом формате:

— с линейно возрастающей функцией преобразования

$$N_p = N_o + ((N_m - N_o) / (P_m - P_n)) \cdot (P - P_n), \quad (7)$$

где  $N_p$  — расчетное значение выходного сигнала в цифровом формате;  
 $N_m, N_o$  — соответственно верхнее и нижнее предельные значения выходного информационного сигнала датчик в цифровом формате;

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

— с линейно убывающей функцией преобразования

$$N_p = N_m - ((N_m - N_o) / (P_m - P_n)) \cdot (P - P_n), \quad (8)$$

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 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 (4) или (7).

При поверке датчиков 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 датчиков абсолютного давления с верхними пределами измерений от 0,04 до 0,25 МПа.

5.4.9. Определение основной погрешности датчиков 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 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

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

— для датчиков с выходным сигналом в цифровом формате

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

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 датчика абсолютного давления, МПа;

$P_{(+)}$  — избыточное давление, подаваемое в датчик, МПа;

$P_{(-)}$  — разрежение, создаваемое в датчике; 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 датчик поверяют, создавая на его входе разрежение

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

при котором расчетное значение выходного сигнала определяют по формуле

$$I_p = I_o + (I_m - I_o) \cdot (P_6 - P_{m(-)}) / P_{m(a)}, \quad (14)$$

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 датчика определяют по формуле

$$I_p = I_o + (I_m - I_o) \cdot (P_6 / P_{m(a)}), \quad (15)$$

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

$$P_{m(+)} = P_{m(a)} - P_6 \quad (16)$$

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

$$\Delta_6 \leq \alpha_p \cdot \gamma \cdot (P_{m(a)} / 100), \quad (17)$$

где  $\Delta_6$  — абсолютная погрешность, МПа;  
 $\alpha_p, \gamma$  — то же, что в 5.4.3, 5.4.5;  
 $P_{m(a)}$  — верхний предел измерений поверяемого датчика.

При поверке датчиков с верхними пределами измерений  $P_{m(a)} > 2,5$  МПа в формулы (9 — 16) 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.

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

5.4.10 Основную погрешность  $\gamma_\delta$  в % нормирующего значения (5.4.4) вычисляют по приведённым ниже формулам:

— при поверке датчиков по способу 1 (5.4.1):

$$\gamma_\delta = ((I - I_p) / (I_m - I_o)) \cdot 100, \quad (18)$$

$$\gamma_\delta = ((U - U_p) / (U_m - U_o)) \cdot 100, \quad (19)$$

$$\gamma_\delta = ((N - N_p) / (N_m - N_o)) \cdot 100, \quad (20)$$

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 датчика в цифровом формате, полученное экспериментально при номинальном значении измеряемой величины.

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

— при поверке датчиков по способу 2 (5.4.1)

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

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 датчиков.

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

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

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

5.6.4 Датчик признают негодным при периодической поверке, если хотя бы в одной поверяемой точке модуль основной погрешности  $|\gamma_{\delta}| > (\delta_m)_{\text{ва max}} \cdot |\gamma|$ ;

Обозначения:  $(\delta_m)_{\text{ва max}}$  — по п.5.4.2;  $\gamma_k$  — по п.5.4.3;  $\gamma$  — по п.5.4.5.

5.6.5 Допускается вместо вычислений по экспериментальным данным значений основной погрешности  $\gamma_{\delta}$  контролировать ее соответствие предельно допускаемым значениям.

## 6 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

6.1 Положительные результаты поверки датчиков удостоверяются знаком поверки, наносимым на корпус датчика, и (или) на свидетельство о поверке и (или) на паспорт 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. Датчик к дальнейшей эксплуатации не допускают.

### По вопросам продаж и поддержки обращайтесь:

Архангельск (8182)63-90-72  
Астана +7(7172)727-132  
Астрахань (8512)99-46-04  
Барнаул (3852)73-04-60  
Белгород (4722)40-23-64  
Брянск (4832)59-03-52  
Владивосток (423)249-28-31  
Волгоград (844)278-03-48  
Вологда (8172)26-41-59  
Воронеж (473)204-51-73  
Екатеринбург (343)384-55-89  
Иваново (4932)77-34-06  
Ижевск (3412)26-03-58  
Иркутск (395) 279-98-46  
Киргизия (996)312-96-26-47

Казань (843)206-01-48  
Калининград (4012)72-03-81  
Калуга (4842)92-23-67  
Кемерово (3842)65-04-62  
Киров (8332)68-02-04  
Краснодар (861)203-40-90  
Красноярск (391)204-63-61  
Курск (4712)77-13-04  
Липецк (4742)52-20-81  
Магнитогорск (3519)55-03-13  
Москва (495)268-04-70  
Мурманск (8152)59-64-93  
Набережные Челны (8552)20-53-41  
Нижний Новгород (831)429-08-12  
Казахстан (772)734-952-31

Новокузнецк (3843)20-46-81  
Новосибирск (383)227-86-73  
Омск (3812)21-46-40  
Орел (4862)44-53-42  
Оренбург (3532)37-68-04  
Пенза (8412)22-31-16  
Пермь (342)205-81-47  
Ростов-на-Дону (863)308-18-15  
Рязань (4912)46-61-64  
Самара (846)206-03-16  
Санкт-Петербург (812)309-46-40  
Саратов (845)249-38-78  
Севастополь (8692)22-31-93  
Симферополь (3652)67-13-56  
Таджикистан (992)427-82-92-69

Смоленск (4812)29-41-54  
Сочи (862)225-72-31  
Ставрополь (8652)20-65-13  
Сургут (3462)77-98-35  
Тверь (4822)63-31-35  
Томск (3822)98-41-53  
Тула (4872)74-02-29  
Тюмень (3452)66-21-18  
Ульяновск (8422)24-23-59  
Уфа (347)229-48-12  
Хабаровск (4212)92-98-04  
Челябинск (351)202-03-61  
Череповец (8202)49-02-64  
Ярославль (4852)69-52-93