



## ДАТЧИКИ ДАВЛЕНИЯ ЭНИ-100

### 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  
Нижегород (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 рекомендация распространяется на датчики давления ЭНИ-100, выпускаемые в соответствие с ГОСТ 22520-85 и по технической документации ООО "ИТеК ББМВ".

Датчики давления ЭНИ-100 (далее — датчики), предназначены для измерений и непрерывного преобразования избыточного давления, абсолютного давления, разрежения, избыточного давления-разрежения, разности давлений, гидростатического давления в выходной сигнал постоянного тока и/или в сигнал для передачи по протоколам HART. Датчики могут использоваться для расчета других величин, функционально связанных с измеряемым давлением: уровня, плотности жидкости, расхода жидкости.

Рекомендация устанавливает методику первичной и периодической поверки датчиков давления ЭНИ-100.

Рекомендованный интервал между поверками:

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

## 1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1 При проведении поверки выполняют следующие операции:

- внешний осмотр — п. 5.1;
- опробование — п. 5.2;
- определение основной погрешности датчика — п. 5.3;
- определение вариации выходного сигнала датчика — п. 5.4.

## 2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки применяют средства, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование средства поверки	Основные метрологические и технические характеристики средств поверки
Микроманометр жидкостной компенсационный с микрометрическим винтом МКВК-250	Диапазоны измерений от 0...2500 кПа. Пределы допускаемой основной погрешности $\pm 0,02\%$ от ВПИ
Манометр грузопоршневой МП-2,5	Предел относительной допускаемой основной погрешности: $\pm 0,01\%$ в диапазоне измерений 25 кПа...0,25 МПа

Продолжение таблицы 1

Наименование средства поверки	Основные метрологические и технические характеристики средств поверки
Мановакуумметр грузопоршневой МВП-2,5 по ГОСТ 8291-83	При давлениях (избыточном или отрицательном избыточном (вакуумметрическом) от 0 до 0,01 МПа (от 0 до 0,1 кгс/см <sup>2</sup> ): ± 5 Па (± 0,00005 кгс/см <sup>2</sup> ); ± 2 Па (± 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> ): ± 0,05 % от измеряемой величины; ± 0,02 % от измеряемой величины
Манометр грузопоршневой МП-6	Верхний предел измерений 0,6 МПа, нижний предел измерений 0,04 МПа. Пределы допускаемой основной относительной погрешности, %: ± 0,005 % от измеряемого давления
Манометр грузопоршневой МП-60	Верхний предел измерений 6 МПа, нижний предел измерений 0,1 МПа. Пределы допускаемой основной относительной погрешности, %: ± 0,005 % от измеряемого давления
Манометр грузопоршневой МП-600	Верхний предел измерений 60 МПа, нижний предел измерений 1 МПа. Пределы допускаемой основной относительной погрешности, %: ± 0,01 % от измеряемого давления
Манометр грузопоршневой МП-2500	Верхний предел измерений 250 МПа, нижний предел измерений 5 МПа. Пределы допускаемой основной относительной погрешности, %: ± 0,02 % от измеряемого давления
Манометр абсолютного давления МПАК-15	Пределы допускаемой основной погрешности: ± 6,65 Па в диапазоне 0,133 — 13,3 кПа; ± 13,3 Па в диапазоне 13,3 — 133 кПа; ± 0,01 % от действительного значения измеряемого давления в диапазоне 133 — 400 кПа
Калибратор давления пневматический Метран-504 Воздух	Диапазоны воспроизведения давления: от 3 до 400 кПа; от 40 до 1000 кПа; от 0,6 до 63 кПа. Пределы допускаемой погрешности в процентах от номинального значения воспроизводимого давления: ± 0,01 %; ± 0,015 %; ± 0,02 %
Калибратор давления пневматический Метран-505 Воздух	Диапазон измерений от 0,005 до 40 кПа. Пределы допускаемой основной погрешности: ± 0,015 %; ± 0,02 %
Калибратор давления Метран-517	Диапазон измерений от минус 0,1 до 25 МПа. Предел допускаемой основной погрешности: от ± 0,02 % до ± 0,1 %

Продолжение таблицы 1

Наименование средства поверки	Основные метрологические и технические характеристики средств поверки
Калибратор-контроллер давления ЭЛМЕТРО-Паскаль	Диапазоны измерений от минус 0,1 до 3,5 МПа. Предел допускаемой основной погрешности: $\pm 0,025 \%$ ; $\pm 0,03 \%$
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 минус 3 до 10/24 В при $I_{макс} = 5$ мА
Мультиметры цифровые 34401А, 34460А, 34461А	Предел измерений от 0 до 1000 В. Пределы допускаемой абсолютной погрешности: от $\pm 0,0085$ мВ до $\pm 0,055$ В
Мера электрического сопротивления однозначная МС 3050М	Класс точности 0,001 или менее. Сопротивление от 1 Ом до 500 Ом
Источник постоянного тока Б5-8 или Б5-45	Наибольшее значение напряжения на выходе 50 В. Допускаемое отклонение $\pm 0,5 \%$ от установленного значения напряжения
Магазин сопротивлений Р4831	Класс точности $0,02 / 2 \cdot 10^{-6}$ . Сопротивление до 111111,1 Ом
Термометр ртутный стеклянный лабораторный по ГОСТ 215-73	Предел измерений от 0 до 55 °С. Цена деления шкалы 0,1 °С. Предел допускаемой погрешности $\pm 0,2$ °С
Модем HART/RS-232	Преобразователь сигналов HART в сигналы интерфейса RS-232, USB для связи датчика с персональным компьютером через его стандартный последовательный порт
Персональный компьютер	

2.2 Эталоны, применяемые при поверке, должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке.

2.3 Допускается применять другие средства поверки, не предусмотренные перечнем, приведенным в таблице 1, при условии обеспечения ими условий в соответствии с разделами 4 и 5.

### 3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться общие требования безопасности при работе с датчиками давления, требования безопасности, приведенные в руководстве по эксплуатации ББМВ240-00.000РЭ а также требования

по эксплуатации применяемых средств поверки, указанные в технической документации на эти средства.

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

4.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от 21 до 25 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха от 30 до 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 пределах от 12 до 42 В. Номинальное значение напряжения питания и требования к источнику питания — в соответствии с технической документацией. Пульсация напряжения питания не должна превышать  $\pm 0,5$  % значения напряжения питания, если иное не указано в технической документации;
- сопротивление нагрузки, включая эталонное сопротивление, — в соответствии с технической документацией;
- рабочая среда — воздух или нейтральный газ. Допускается использовать жидкость при поверке датчиков при условии тщательного заполнения жидкостью всей системы поверки;
- колебания давления окружающего воздуха, вибрация, тряска, удары, наклоны, магнитные поля (кроме земного) и другие воздействия, влияющие на работу и метрологические характеристики датчика, должны отсутствовать;
- импульсную линию, через которую подают измеряемое давление, допускается соединять с дополнительными сосудами, емкость каждого из которых не более 50 литров.

4.2 При поверке датчиков 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 датчика, при этом «минусовая» камера сообщается с атмосферой.

При поверке датчиков разности давлений с малыми пределами измерений для уменьшения влияния на результаты поверки не устраненных колебаний давления окружающего воздуха «минусовая» камера датчика может соединяться с камерой эталонного СИ, сообщающейся с атмосферой, если это предусмотрено в конструкции СИ. При поверке датчиков разности давлений в «минусовой» камере может поддерживаться постоянное опорное давление, создаваемое другим эталонным задатчиком или основным задатчиком измеряемой величины с дополнительным блоком опорного давления.

При поверке датчиков разрежения и датчиков давления-разрежения значение измеряемой величины допускается устанавливать, подавая с противоположной стороны чувствительного элемента датчика соответствующее значение избыточного давления, если это предусмотрено конструкцией датчика.

4.3 Перед проведением поверки датчиков выполняют следующие подготовительные работы:

- выдерживают датчик не менее 3 часов при температуре, указанной в п. 4.1, если иное не указано в технической документации на датчик;
- выдерживают датчик не менее 20 минут при включенном 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. 4.3.1 — 4.3.4 систему, состоящую из соединительных линий для передачи давления, эталонных СИ и вспомогательных средств для задания и передачи измеряемой величины.

4.3.1 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. 4.3.3.

4.3.2 При проверке герметичности системы, предназначенной для поверки датчиков, указанных в п. 4.3.1, устанавливают заведомо герметичный датчик или любое другое средство измерений с погрешностью измерений не более 2,5 % от значений давления, соответствующих требованиям п. 4.3.1, и позволяющее зафиксировать 0,5 % изменение давления от заданного значения.

Создают в системе давление, установившееся значение которого соответствует требованиям п. 4.3.1, после чего отключают источник давления. Если в качестве эталонного СИ применяют грузопоршневой манометр, то его колонку и пресс также отключают.

Систему считают герметичной, если после трехминутной выдержки под давлением, равным или близким верхнему пределу измерений датчика, не наблюдают изменение давления (разрежения) более 0,5 % верхнего предела измерений в течение последующих 2 минут. При необходимости время выдержки под давлением может быть увеличено.

Допускается изменение давления (разрежения) в системе, обусловленное изменением температуры окружающего воздуха и рабочей среды в пределах  $\pm 1$  °С.

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

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 0,07 кПа и поддерживают его в течение 2 — 3 минут, после чего отключают

устройство, создающее абсолютное давление, и эталонное СИ при необходимости (например, отключают колонки грузопоршневого манометра).

После 3 минут выдержки изменение давления не должно превышать 0,5 % верхнего предела измерений поверяемого датчика.

Допускается поправка при изменении температуры окружающего воздуха и рабочей среды.

## **5 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ**

### **5.1 Внешний осмотр**

При внешнем осмотре датчика устанавливают:

- соответствие его внешнего вида технической документации и отсутствие видимых дефектов;
- наличие возможности регулировки «нуля» (механически и/или программно);
- наличие цифровых индикаторов и/или других устройств, предусмотренных технической документацией на датчик;
- наличие на корпусе датчика таблички с маркировкой, соответствующей паспорту или документу, его заменяющему;
- наличие РЭ, если это предусмотрено при поверке датчика, паспорта или документа, его заменяющего.

### **5.2 Опробование**

5.2.1 При опробовании проверяют герметичность и работоспособность датчика, функцию 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 дополнительных выходных устройствах 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 (не менее).

5.2.3 Проверку функции коррекции «нуля» выполняют следующим образом. Задают одно (любое) значение измеряемой величины в пределах, оговоренных в технической документации, корректором «нуля» возвращают выходной сигнал (показания индикатора) к нулевому значению. Проверяют наличие изменения выходного сигнала на всех выходных устройствах с заданной величины до нуля. Затем сбрасывают измеряемую величину и при атмосферном давлении на входе в датчик корректором «нуля» вновь устанавливают выходной сигнал в нулевое значение. Проверяют наличие изменения выходного сигнала на всех выходных устройствах с обратной заданной величины до нуля.

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

Методика проверки герметичности датчика аналогична методике проверки герметичности системы (п. п. 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 (п. 4.3.2);

- в случае обнаружения негерметичности системы с установленным поверяемым датчиком следует отдельно проверить герметичность системы и датчика.

### 5.3 Определение основной погрешности

5.3.1 Основную погрешность датчика определяют по одному из способов:

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

2) В обоснованных случаях по эталонному СИ устанавливают номинальные значения выходного аналогового сигнала (тока или напряжения) или устанавливают номинальные значения цифрового сигнала датчика, а по другому эталонному СИ измеряют соответствующие значения входной величины (например, давления).

#### Примечания:

1. При определении основной погрешности датчика показания его индикатора не учитываются.

2. Поверка датчиков 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 датчик.

5.3.2 Схемы включения датчиков для измерения выходного сигнала при проведении поверки (п. 5.3.1, способы 1 и 2) приведены в приложении. Эталонные СИ входной величины (давления) включают в схему поверки в соответствии с их руководством по эксплуатации.

5.3.3 Устанавливают следующие критерии достоверности поверки:

$R_{\text{вам}}$  — 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:  $R_{\text{вам}} = 0,20$  и  $(\delta_{\text{м}})_{\text{ва max}} = 1,25$ .

5.3.4 Устанавливают следующие параметры поверки:

$m$  — число поверяемых точек в диапазоне измерений,  $m \geq 5$ ; в обоснованных случаях и при отсутствии эталонных СИ 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 наблю-

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

$\gamma_k$  — абсолютное значение отношения контрольного допуска к пределу допускаемой основной погрешности;

$\alpha_p$  — отношение предела допускаемой погрешности эталонных СИ, применяемых при поверке, к пределу допускаемой основной погрешности поверяемого датчика.

Значения  $\gamma_k$  и  $\alpha_p$  выбирают по таблице 2 (п. 5.3.5) в соответствии с принятыми критериями достоверности поверки.

5.3.5 Выбор эталонных СИ 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 2.

Таблица 2 — Параметры и критерии достоверности поверки

$\alpha_p$	0,2	0,25	0,33	0,4	0,5
$\gamma_k$	0,94	0,93	0,91	0,82	0,70
$P_{\text{в.ам}}$	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 2 составлена в соответствии с критериями достоверности поверки по п. 5.3.3 и согласно МИ 187-86 «ГСИ. Критерии достоверности и параметры методик поверки» и МИ 188-86 «ГСИ. Установление значений параметров методик поверки».

5.3.6 При выборе эталонных СИ для определения погрешности поверяемого датчика для каждой поверяемой точки должны быть соблюдены следующие условия:

1) При поверке датчика способами 1 и 2 (см. п. 5.3.1) и определении значений выходного сигнала в мА

$$(\Delta_p / P_{\text{max}} + \Delta_i / (I_{\text{max}} - I_0)) \cdot 100 \leq \alpha_p \cdot \gamma, \quad (1)$$

где  $\Delta_p$  — предел допускаемой абсолютной погрешности эталонного СИ, контролирующего входную величину давления, кПа или МПа;

$P_{\text{max}}$  — верхний предел измерений (или диапазон измерений) поверяемого датчика, кПа или МПа;

$\Delta_i$  — предел допускаемой абсолютной погрешности эталонного СИ, контролирующего электрический выходной сигнал датчика, мА;

$I_{\text{max}}, I_0$  — соответственно верхнее и нижнее предельные значения выходного сигнала датчика;

для датчиков с выходным сигналом 4...20 мА,  $I_0 = 4$  мА,  $I_{\text{max}} = 20$  мА;

$\alpha_p$  — то же, что в п. 5.3.4;

$\gamma$  — предел допускаемой основной погрешности поверяемого датчика (в соответствии с ТУ на датчик), %.

2) При поверке датчика способами 1 и 2 (см. п. 5.3.1) и определении значений выходного сигнала в мВ или В по падению напряжения на эталонном сопротивлении

$$(\Delta_p / P_{\text{max}} + \Delta_U / (U_{\text{max}} - U_0) + \Delta_R / R_{\text{эт}}) \cdot 100 \leq \alpha_p \cdot \gamma, \quad (2)$$

где  $\Delta_p$ ,  $P_{\max}$  — то же, что в формуле (1);

$\Delta_U$  — предел допускаемой абсолютной погрешности эталонного СИ, контролирующего выходной сигнал датчика по падению напряжения на эталонном сопротивлении, мВ или В;

$\Delta_R$  — предел допускаемой абсолютной погрешности эталонного сопротивления, Ом;

$R_{\text{эт}}$  — значение эталонного сопротивления, Ом;

$U_{\max}$ ,  $U_0$  — соответственно верхнее и нижнее предельные значения выходного сигнала (мВ или В) на эталонном сопротивлении, определяемые по формулам:  $U_{\max} = I_{\max} \cdot R_{\text{эт}}$  и  $U_0 = I_0 \cdot R_{\text{эт}}$ .

3) При проверке датчика с цифровым выходным сигналом

$$(\Delta_p / P_{\max}) \cdot 100 \leq \alpha_p \cdot \gamma, \quad (3)$$

где  $\Delta_p$ ,  $P_{\max}$  — то же, что в формуле (1).

5.3.7 Расчетные значения выходного сигнала поверяемого датчика для заданного номинального значения входной измеряемой величины определяют по формулам (4 — 12):

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

$$I_p = I_0 + (I_m - I_0) / (P_m - P_n) \cdot (P - P_n), \quad (4)$$

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;

$P_m$  — верхний предел измерений поверяемого датчика, кПа или МПа;

$P_n$  — нижний предел измерений поверяемого датчика, кПа или МПа;

$I_m$ ,  $I_0$  — соответственно верхнее и нижнее предельные значения выходного сигнала датчика;

для датчиков с выходным сигналом 4...20 мА,  $I_0 = 4$  мА,  $I_m = 20$  мА.

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

$$I_p = I_m - (I_m - I_0) / (P_m - P_n) \cdot (P - P_n), \quad (5)$$

где все обозначения те же, что и в формуле (4).

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

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

где  $U_p$  — расчетное значение падения напряжения на эталонном сопротивлении, мВ или В;

$I_p$  — расчетное значение выходного сигнала постоянного тока, определяемое по формулам (4) и (5).

4) Для датчиков с выходным информационным сигналом в цифровом формате и линейной функцией преобразования входной измеряемой величины

расчетные значения выходного сигнала совпадают с номинальными значениями входной измеряемой величины:

$$P_p = P \quad (7)$$

или могут определяться в процентах  $N$  от диапазона измерений

$$N_p = P_p / (P_m - P_n) \cdot 100 \%, \quad (8)$$

где все обозначения те же, что и в формуле (4).

5.3.8 Поверку датчиков с программным обеспечением выбора функции преобразования входной измеряемой величины следует производить при программной установке линейно возрастающей зависимости выходного сигнала (4), если иное не предусмотрено технической документацией на датчик.

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

Перед определением основной погрешности соблюдают требования п. 4.3 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 датчиков давления-разрежения — в пределах от 50 до 100 % от верхнего предела измерений в области избыточного давления;
- 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 от 80 до 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 п. 4.3.1, п. 4.3.2.

5.3.9 Основную погрешность определяют при  $m$  значениях измеряемой величины (п. 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 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  $\gamma_d \leq \gamma_k \cdot \gamma$ .

При поверке датчиков с верхним пределом измерений в области разрежения, равном 100 кПа допускается устанавливать максимальное значение разрежения в пределах от 90 до 95 кПа. Расчетное значение выходного сигнала при установленном значении разрежения определяют по формуле (4).

При поверке датчиков абсолютного давления с верхними пределами измерений выше 0,1 МПа основную погрешность определяют по методике, изложенной в п. 5.3.10 с соблюдением условий, изложенных в п. 5.3.8, п. 5.3.9.

5.3.10 Определение основной погрешности датчиков абсолютного давления с верхними пределами измерений выше 100 кПа допускается проводить с использованием эталонных СИ разрежения и избыточного давления.

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 для датчиков с токовым выходным сигналом и с линейно возрастающей функцией преобразования определяют по формуле:

$$I_p = I_0 + (I_m - I_0) \cdot (P_6 - P_{(\pm)}) / P_{m(a)}, \quad (9)$$

где  $P_6$  — 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, МПа; значение разрежения подставляют в формулу со знаком минус;  
остальные обозначения те же, что и в формуле (4).

Расчетные значения избыточного давления и разрежения, подаваемые в датчик, вычисляют по формулам

$$P_{(+)} = P_a - P_6, \quad (10)$$

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

где  $P_a$  — номинальное значение абсолютного давления, МПа.

Вблизи нуля абсолютного давления датчик поверяют, создавая на его входе разрежение в пределах  $(0,9 \dots 0,95) \cdot P_6$ .

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

$$I_p = I_0 + (I_m - I_0) \cdot P_6 / P_{m(a)} \quad (12)$$

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

$$P_{m(+)} = P_{m(a)} - P_6 \quad (13)$$

При поверке датчиков абсолютного давления значение атмосферного давления  $P_6$  определяют с погрешностью не более, чем

$$\Delta_6 \leq \alpha_p \cdot \gamma \cdot P_{m(a)} / 100, \quad (14)$$

где  $\Delta_6$  — абсолютная погрешность, МПа;  
 $\alpha_p, \gamma$  — то же, что в п. п. 5.3.4, 5.3.6;  
 $P_{m(a)}$  — верхний предел измерений поверяемого датчика.

Для датчиков с выходным сигналом в цифровом формате расчетные значения выходного сигнала определяют по формуле

$$P_p = P_b - P_{(\pm)}, \quad (15)$$

обозначения — см. формулу (9).

В зависимости от верхних пределов измерений поверяемых датчиков их основную погрешность определяют при  $m$  значениях измеряемой величины в соответствии с таблицей 3 и с учетом требований п. 5.3.9.

Таблица 3 — Число поверяемых точек датчика абсолютного давления

Верхний предел измерений, МПа	Число поверяемых точек, $m$	
	В области $P_a \leq P_b$	В области $P_a \geq P_b$
до 0,1	3	—
свыше 0,1 до 0,16	2	2
свыше 0,16 до 0,25	1	3
от 0,4 до 2,5	1	4
свыше 2,5	—	5

Перед поверкой датчика абсолютного давления, с помощью функции установки «нуля», устанавливают выходной сигнал на расчетное значение, соответствующее максимальному разрежению  $P_{m(-)}$ . Допускается устанавливать расчетное значение выходного сигнала, соответствующее разрежению  $(0,9 \dots 0,95) \cdot P_b$ . При этом расчетное значение выходного сигнала определяют по формуле (9). Для верхних пределов измерений более 0,16 МПа допускается устанавливать выходной сигнал на расчетное значение, определяемое по формуле (12) при атмосферном давлении.

5.3.11 Основную погрешность  $\gamma_b$  в процентах нормирующего значения (п. 5.3.6) вычисляют по приведенным ниже формулам.

При поверке датчиков по способу 1 (п. 5.3.1):

$$\gamma_b = (I - I_p) / (I_m - I_0) \cdot 100, \quad (16)$$

$$\gamma_b = (U - U_p) / (U_m - U_0) \cdot 100, \quad (17)$$

$$\gamma_b = (P - P_p) / (P_m - P_0) \cdot 100, \quad (18)$$

где  $I$  — значение выходного сигнала постоянного тока, полученное экспериментально при номинальном значении измеряемой величины, мА;

$U$  — значение падения напряжения на эталонном сопротивлении или значение выходного сигнала постоянного напряжения, полученное экспериментально при номинальном значении входной измеряемой величины (давления), мВ или В;

$P$  — значение выходного сигнала датчика в цифровом формате, полученное экспериментально при номинальном значении измеряемой величины;

остальные обозначения те же, что в формулах (4), (6), (7).

При поверке датчиков по способу 2 (п. 5.3.1):

$$\gamma_b = (P - P_{ном}) / P_m \cdot 100, \quad (19)$$

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

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

$P_m$  — верхний предел измерений или диапазон измерений, кПа, МПа.

Вычисления  $\gamma_6$  выполняют с точностью до третьего знака после запятой, если иное не указано в технической документации.

## 5.4 Определение вариации выходного сигнала

5.4.1 Вариацию выходного сигнала определяют при каждом поверяемом значении измеряемой величины, кроме значений, соответствующих нижнему и верхнему пределам измерений, по данным, полученным экспериментально при определении основной погрешности (п. 5.3).

5.4.2. Вариацию выходного сигнала  $\gamma_r$  в процентах нормирующего значения (п. 5.3.6) вычисляют по приведенным ниже формулам.

При проверке датчиков по способу 1 (п. 5.3.1):

$$\gamma_r = (|I - I^*|) / (I_m - I_0) \cdot 100, \quad (20)$$

$$\gamma_r = (|U - U^*|) / (U_m - U_0) \cdot 100, \quad (21)$$

$$\gamma_r = (|P - P^*|) / (P_m - P_0) \cdot 100, \quad (22)$$

где  $I, I^*$  — значения выходного сигнала постоянного тока, полученные экспериментально при одном и том же номинальном значении входной измеряемой величины при прямом и обратном ходе соответственно, мА;

$U, U^*$  — значения падения напряжения на эталонном сопротивлении, полученные экспериментально при измерениях выходного сигнала и при одном и том же номинальном значении входной измеряемой величины при прямом и обратном ходе соответственно, мВ, В;

$P, P^*$  — значения выходного сигнала датчика в цифровом формате, полученные экспериментально при одном и том же номинальном значении входной измеряемой величины при прямом и обратном ходе соответственно;

остальные обозначения те же, что в формулах (4), (6), (7).

При проверке датчиков по способу 2 (п. 5.3.1):

$$\gamma_r = (|P - P^*|) / P_m \cdot 100, \quad (23)$$

где  $P, P^*$  — значения входной измеряемой величины (давления), полученные экспериментально при прямом и обратном ходе и при одном и том же номинальном значении выходного сигнала, кПа, МПа;

$P_m$  — то же, что в формуле (19).

Допускается рассчитывать вариацию выходного сигнала по формуле

$$\gamma_r = |\gamma_6 - \gamma_6^*|, \quad (24)$$

где  $\gamma_6$  и  $\gamma_6^*$  — значения основной погрешности датчика, рассчитанные соответственно при прямом и обратном ходе по одной из формул п. 5.3.11, %.

## 5.5 Результаты поверки датчиков

5.5.1 Датчик признают годным при первичной поверке, если на всех поверяемых точках модуль основной погрешности  $|\gamma_\delta| \leq \gamma_k \cdot |\gamma|$ , а значение вариации  $\gamma_g$  в каждой точке измерений не превышает предела ее допускаемого значения.

5.5.2 Датчик признают негодным при первичной поверке, если хотя бы в одной поверяемой точке модуль основной погрешности  $|\gamma_\delta| > \gamma_k \cdot |\gamma|$ , или значение вариации  $\gamma_g$  превышает предел ее допускаемого значения.

5.5.3 Датчик признают годным при периодической поверке, если на всех поверяемых точках при первом или втором цикле поверки выполняются условия, изложенные в п. 5.5.1.

5.5.4 Датчик признают негодным при периодической поверке:

- если при первом цикле поверки хотя бы в одной поверяемой точке модуль основной погрешности  $|\gamma_\delta| > (\delta_m)_{\text{ва max}} \cdot |\gamma|$  или значение вариации  $\gamma_g$  превышает предел ее допускаемого значения;
- если при втором цикле поверки хотя бы в одной поверяемой точке модуль основной погрешности  $|\gamma_\delta| > \gamma_k \cdot |\gamma|$  или значение вариации  $\gamma_g$  превышает предел ее допускаемого значения.

Обозначения:  $(\delta_m)_{\text{ва max}}$  — по п. 5.3.3;  $\gamma_k$  — по п. 5.3.5;  $\gamma$  — по п. 5.3.6.

5.5.5 Допускается вместо вычислений по экспериментальным данным значений основной погрешности  $\gamma_\delta$  и вариации  $\gamma_g$  устанавливать их соответствие предельно допускаемым значениям.

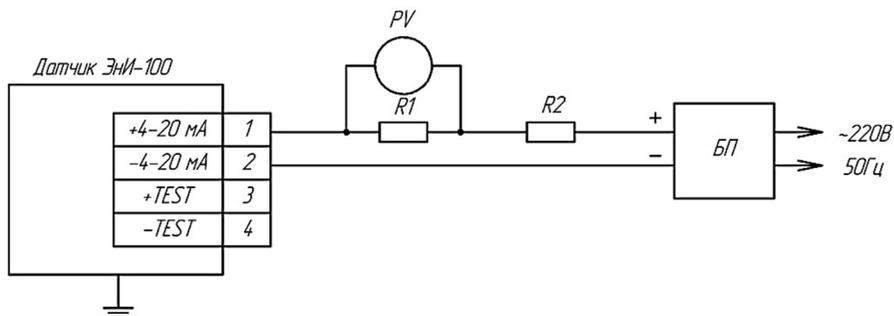
5.5.6 Вариацию выходного сигнала датчиков не определяют, если предел ее допускаемого значения не превышает 0,5 предела допускаемой основной погрешности.

## 6 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

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

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

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**  
**(обязательное)**  
**Схемы включения датчиков при поверке**



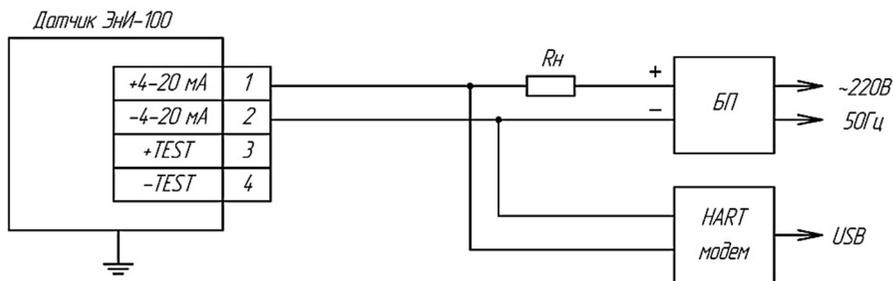
БП — блок питания (например, один из указанных в таблице 1, если иное не указано в технической документации);

PV — цифровой вольтметр или компаратор напряжения постоянного тока, указанные, например, в таблице 1;

R1 — эталонное сопротивление, например, образцовая катушка сопротивления или мера электрического сопротивления, указанные в таблице 1;

R2 — нагрузочное сопротивление — например, указанный в таблице 1 магазин сопротивлений; сумма значений сопротивлений  $R1 + R2 = R_n$ , где значение  $R_n$  сопротивления нагрузки при поверке указано в п. 4.1.

Рисунок А.1 — Схема включения датчика с аналоговым выходным сигналом постоянного тока 4...20 мА при измерении выходного сигнала по падению напряжения на эталонном сопротивлении



HART-модем — устройство связи и преобразования сигналов HART;

USB — кабель для стандартного последовательного порта;

остальные обозначения указаны на рисунке А.1.

Рисунок А.2 — Схема включения датчика с цифровым выходным сигналом на базе HART-протокола при считывании информации по цифровому каналу с помощью устройства (HART-модема) связи с персональным компьютером

**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  
Нижегород (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

**Эл. почта [bm@nt-rt.ru](mailto:bm@nt-rt.ru) || Сайт: <https://bbmw.nt-rt.ru/>**