

Государственная система обеспечения единства измерений

**Преобразователи давления измерительные  
СДВ-SMART**

**Методика поверки**

**МП 95-221-2013**



## СОДЕРЖАНИЕ

1	Область применения .....	4
2	Нормативные ссылки .....	4
3	Операции поверки .....	5
4	Средства поверки.....	5
5	Требования к квалификации поверителей и технике безопасности.....	6
6	Условия поверки.....	7
7	Подготовка к поверке.....	8
8	Проведение поверки.....	9
9	Оформление результатов поверки .....	16

Введена с 18.03.2015

## 1 Область применения

1.1 Настоящая методика распространяется на преобразователи давления измерительные СДВ-SMART (далее – преобразователи). Преобразователи предназначены для непрерывного измерения и преобразования измеряемой величины - давления абсолютного, избыточного, разрежения, давления-разрежения, гидростатического, разности давлений нейтральных и агрессивных, газообразных и жидких рабочих сред - в унифицированный токовый выходной сигнал 4-20 мА и цифровой сигнал на базе HART-протокола.

1.2 Первичной поверке подвергаются преобразователи после проведения приемосдаточных испытаний при выпуске из производства или после ремонта.

1.3 Периодической поверке подвергаются преобразователи в процессе их эксплуатации.

1.4 Внеочередной поверке в объеме периодической поверки подвергаются преобразователи в случае утраты документов, подтверждающих прохождение первичной или периодической поверок.

1.5 Интервал между поверками пять лет.

## 2 Нормативные ссылки

2.1 В настоящей методике использованы ссылки на следующие нормативные документы:

ГОСТ 12.3.019-80 ССБТ Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности;

ГОСТ 12.2.007.0-75 ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности;

ГОСТ 22520-85 Датчики давления, разрежения и разности давлений с электрическими аналоговыми выходными сигналами ГСП. Общие технические условия;

МИ 187-86 ГСИ. Критерии достоверности и параметры методик поверки;

МИ 188-86 ГСИ. Установление значений параметров методик поверки;

ПОТ Р М-016-2001 РД 153-34.0-03.150-00 Межотраслевые правила по охране труда (Правила безопасности) при эксплуатации электроустановок;

ПТЭЭТ Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей.

### 3 Операции поверки

3.1 При поверке преобразователя должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта МП	Проведение при:	
		первичной поверке	периодической (внеочередной) поверке
1 Внешний осмотр	8.1	+	+
2 Опробование	8.2	+	+
3 Определение основной приведенной погрешности	8.3	+	+
4 Определение вариации выходного сигнала	8.4	+	+

3.2 В случае невыполнения хотя бы одной из операций по 3.1 настоящей методики установленным требованиям, поверка преобразователей прекращается, преобразователь снимается с поверки для выявления причин и устранения обнаруженных неисправностей.

### 4 Средства поверки

4.1 При проведении поверки применяют следующие средства поверки:

Перечень эталонов, применяемых при поверке:

– Манометр абсолютного давления МПА-15. Диапазон измерений от 0,133 до 13,3 кПа, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности  $\pm 6,65$  Па; диапазон измерений от 13,3 до 133 кПа, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности  $\pm 13,3$  Па; диапазон измерений от 133 до 400 кПа, пределы допускаемой основной относительной погрешности  $\pm 0,01$  % (соответствует эталону единицы давления 1-го разряда по ГОСТ Р 8.840–2013).

– Калибратор давления пневматический Метран-505 Воздух-1. Диапазон измерений от 0,005 до 40 кПа, класс точности 0,02 (соответствует эталону единицы давления 1-го разряда по ГОСТ Р 8.802–2012 и 2-го разряда по ГОСТ 8.187-76).

– Калибратор-контроллер давления ЭЛМЕТРО-Паскаль А35. Диапазон измерений от 0 до 3,5 МПа, пределы допускаемой основной относительной погрешности  $\pm 0,025$  % ((40-100) % ДИ), пределы допускаемой основной приведенной погрешности  $\pm 0,025$  % ((0-40) % ДИ) (соответствует эталону единицы давления 1-го разряда по ГОСТ Р 8.802–2012).

– Калибратор-контроллер давления ЭЛМЕТРО-Паскаль А07/А01Р. Диапазоны измерений от минус 0,1 до плюс 0,1 МПа, от 0 до 0,7 МПа, пределы допускаемой основной относительной погрешности  $\pm 0,025$  % ((40-100) % ДИ), пределы допускаемой основной приведенной погрешности  $\pm 0,025$  % ((0-40) % ДИ) (соответствует эталону единицы давления 1-го разряда по ГОСТ Р 8.802–2012).

– Калибратор давления РАСЕ. Диапазоны измерений избыточного давления от минус 1 до 2 бар, от минус 1 до 20 бар, от минус 1 до 172 бар, диапазоны измерений абсолютного давления от 0 до 3 бар, от 0 до 20 бар, пределы допускаемой абсолютной погрешности  $\pm(0,005\% \text{ ВПИ} + 0,005\% \text{ измеряемой величины (ИВ)})$  Па (соответствует эталону единицы давления 1-го разряда по ГОСТ Р 8.802–2012 и ГОСТ Р 8.840-2013).

– Манометр цифровой для абсолютного давления МТ-210. Диапазон измерений (0–130) кПа, пределы допускаемой погрешности  $\pm(0,01\% \text{ от показания} + 0,01\% \text{ ВПИ})$  (соответствует эталону единицы давления 1-го разряда по ГОСТ Р 8.802–2012 и ГОСТ Р 8.840-2013).

– Барометр образцовый переносной БОП-1М. Диапазон измерений от 0,5 до 110 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности  $\pm 10 \text{ Па}$ , диапазон измерений от 110 до 280 кПа, пределы допускаемой относительной погрешности  $\pm 0,01\%$  (соответствует эталону единицы давления 1-го разряда по ГОСТ Р 8.840-2013).

– Манометр грузопоршневой Р3860-МРА. Диапазон измерений (4–250) МПа, класс точности 0,015 (соответствует эталону единицы давления 1-го разряда по ГОСТ Р 8.802–2012).

– Мультиметр Agilent HP34401A. Диапазон измерения (0-100) мВ, погрешность измерения  $\pm(0,005\% \text{ ИВ} + 0,0035\% \text{ ВПИ})$ ; диапазон измерения от 100 мВ до 1 В, погрешность измерения  $\pm(0,004\% \text{ ИВ} + 0,0007\% \text{ ВПИ})$ ; диапазон измерения от 1 до 10 В, погрешность измерения  $\pm(0,0035\% \text{ ИВ} + 0,0005\% \text{ ВПИ})$ , диапазон измерения от 10 до 100 В, погрешность измерения  $\pm(0,0045\% \text{ ИВ} + 0,0006\% \text{ ВПИ})$  (соответствует эталону единицы постоянного электрического напряжения 2-го разряда по ГОСТ 8.027-2001).

– Мера электрического сопротивления однозначная МС3050 М. Номинальное значение сопротивления 50 Ом, класс точности 0,002 (соответствует эталону единицы электрического сопротивления 1-го разряда по ГОСТ Р 8.764-2011).

4.2 Средства измерений должны иметь действующие свидетельства о поверке.

4.3 Допускается использование средств поверки, отличающихся от указанных в 4.1, но обеспечивающих определение метрологических характеристик с требуемой точностью.

## 5 Требования к квалификации поверителей и технике безопасности

5.1 К проведению поверки допускаются лица, прошедшие обучение в качестве поверителей, изучившие

- эксплуатационную документацию на преобразователи;
- эксплуатационную документацию на средства поверки;
- настоящую методику поверки.

5.2 При поверке необходимо соблюдать общие требования безопасности по ГОСТ 12.3.019, ГОСТ 22520-85 и «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

5.3 К проведению поверки допускаются лица, имеющие квалификационную группу по технике безопасности не ниже II в соответствии с «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

5.4 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности для изделий, относящихся к классу защиты от поражения электрическим током III по ГОСТ 12.2.007.0 и требования безопасности, указанные в ЭД на применяемые средства поверки.

5.5 Для обеспечения безопасности при работе по настоящей методике необходимо соблюдать следующие требования:

- рабочее место должно быть оборудовано надёжным заземлением с сопротивлением не более 4 Ом;
- преобразователи, средства поверки и вспомогательное оборудование должны быть заземлены в соответствии с требованиями ЭД;
- на рабочем месте должен обеспечиваться свободный доступ к средствам поверки и применяемому оборудованию;

- щупы средств поверки должны иметь наконечники из электроизоляционного материала и во время работы необходимо брать только за наконечники.

5.6 Запрещается соединять и разъединять электрические соединители и проводники в схеме внешних соединений без снятия питающего напряжения.

5.7 Для защиты преобразователей от воздействия статического электричества необходимо пользоваться браслетом, заземленным через резистор  $1 \text{ МОм} \pm 20 \%$ . На рабочем месте должна вывешиваться табличка «БЕЗ БРАСЛЕТА С СОПРОТИВЛЕНИЕМ  $1 \text{ МОм}$  В ЦЕПИ ЗАЗЕМЛЕНИЯ НЕ РАБОТАТЬ».

## 6 Условия поверки

6.1 Поверка преобразователей должна осуществляться при следующих условиях:

- 1) температура окружающей среды, °С  $23 \pm 2$ ;
- 2) атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.) от 84 до 106,7 (от 630 до 800);
- 3) относительная влажность воздуха, % от 30 до 80.

4) напряжение питания постоянного тока в диапазоне от 14 до 42 В (для СДВ-SMART-Ex – от 14 до 24 В). Номинальное значение напряжения питания и требования к источнику питания – в соответствии с технической документацией на преобразователь. Отклонение напряжения питания от номинального значения не более  $\pm 1 \%$ , если иное не указано в технической документации на преобразователь;

5) рабочая среда – воздух или нейтральный газ при поверке преобразователей с верхними пределами измерений, не превышающими 2,5 МПа, и жидкость при поверке преобразователей с верхними пределами измерений более 2,5 МПа. Допускается использовать жидкость при поверке преобразователей с верхними пределами измерений от 0,4 до 2,5 МПа при условии тщательного заполнения жидкостью всей системы поверки. Допускается использовать воздух или нейтральный газ при поверке преобразователей с верхними пределами измерений более 2,5 МПа при условии соблюдения соответствующих правил безопасности;

6) колебания давления окружающего воздуха, вибрация, тряска, удары, наклоны, магнитные поля (кроме земного) и другие воздействия, влияющие на работу и метрологические характеристики преобразователя, должны отсутствовать;

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

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

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

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

## 7 Подготовка к поверке

7.1 Перед проведением поверки преобразователя выполнить следующие подготовительные работы:

- выдержать преобразователь не менее 3 ч при температуре, указанной в п.6.1;
- выдержать преобразователь не менее 0,5 ч при включенном питании;
- установить преобразователь в рабочее положение с соблюдением указаний руководства по эксплуатации;
- проверить на герметичность в соответствии с п.7.2 систему, состоящую из соединительных линий для передачи давления, эталонных СИ и вспомогательных средств для задания и передачи измеряемой величины.

### 7.2 Проверка герметичности системы

7.2.1 Проверку герметичности системы, предназначенной для поверки преобразователей разности давлений, разрежения с верхними пределами измерений менее 100 кПа и преобразователей абсолютного давления с верхними пределами измерений более 250 кПа, проводят при значениях давления (разрежения), равных верхнему пределу измерений поверяемого преобразователя.

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

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

7.2.2 При проверке герметичности системы, предназначенной для поверки преобразователей (кроме преобразователей абсолютного давления с верхними пределами измерений 250 кПа и менее, герметичность системы которых проводят в соответствии с п.7.2.3), устанавливают заведомо герметичный преобразователь или любое другое средство измерений с погрешностью измерений не более 2,5 % от значений давления, соответствующих требованиям п.7.2.1 и равных верхнему пределу измерения, и позволяющее зафиксировать 0,5 % изменение давления от заданного значения.

Создают в системе давление, установившееся значение которого соответствует требованиям п.7.2.1, 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 преобразователя, не наблюдают падения давления (разрежения) более чем на 0,5 % заданного значения давления 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  $\pm (0,5-1)^\circ\text{C}$ .

7.2.3 Проверка на герметичность системы, предназначенной для поверки преобразователей абсолютного давления с верхним пределом измерения 250 кПа и менее, должна проводиться следующим образом.

В системе для измерения малых абсолютных давлений создают давление не более 0,07 кПа. Предварительно на место поверяемого преобразователя устанавливают заведомо герметичный преобразователь. Поддерживают указанное давление в течение не менее 3 мин. Отключают устройство, создающее абсолютное давление и, при необходимости, средство поверки. После выдержки системы в течение 3 мин изменение давления не должно превышать 0,5 % верхнего предела измерения поверяемого преобразователя.

Допускается поправка при изменении температуры окружающего воздуха и рабочей среды.

7.3 Собрать схему внешних соединений для преобразователей согласно рисунку А.1 приложения А.

7.4 Перед подключением преобразователей к схеме проверки установить номинальное значение напряжение питания - в соответствии с руководством по эксплуатации.

7.5 Подсоединить поверяемый преобразователь к системе подачи давления.

## 8 Проведение поверки

### 8.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре преобразователя установить:

- наличие комплектности преобразователя согласно этикетке;
- отсутствие механических повреждений, следов коррозии, нарушения покрытий на корпусе преобразователя;
- наличие на корпусе преобразователя таблички с маркировкой, соответствующей этикетке;
- отсутствие ослабления креплений;
- наличие клеммных колодок и (или) разъемов для внешних соединений, устройства для регулировки «нуля», клемм контроля выходного сигнала и др.;
- наличие дополнительных выходных устройств – электрических аналоговых или цифровых индикаторов и (или) других устройств, предусмотренных технической документацией на преобразователь;
- наличие руководства по эксплуатации, этикетки.

### 8.2 Опробование

8.2.1 При опробовании проверяют работоспособность преобразователя, функционирование корректора «нуля» и идентификационные данные программного обеспечения.

8.2.2 Работоспособность преобразователя проверяют, изменяя измеряемое давление от нижнего предельного значения до верхнего, наблюдают изменение выходного сигнала.

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

8.2.3 Проверку функционирования устройства корректора «нуля» проверяют, задав одно (любое) значение измеряемого давления в пределах, установленных руководством по эксплуатации. Корректор нуля поворачивают против часовой стрелки. При этом должно наблюдаться изменение выходного сигнала. Затем корректор нуля поворачивают обратно по часовой стрелке. При этом должно наблюдаться изменение выходного сигнала в противоположную сторону.

Затем сбрасывают давление до атмосферного, и корректором нуля вновь устанавливают выходной сигнал в соответствии с исходными значениями.

Примечание - Операции по 8.2.1-8.2.3 допускается совмещать с прямо-сдаточными испытаниями преобразователей.

8.2.4 При необходимости, корректируют значения выходного сигнала, соответствующие нижнему и верхнему предельным значениям измеряемой величины. Эту корректировку выполняют после подачи и сброса измеряемой величины:

- для преобразователей давления-разрежения – в пределах от 50 до 100 % от верхнего предела измерений в области избыточного давления;

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

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

8.2.5 Проверку идентификационных данных программного обеспечения преобразователей давления измерительных СДВ-SMART проводить сравнением идентификационного наименования ПО и номера версии ПО, полученных посредством интерфейса связи или указанных на светодиодном индикаторе в меню преобразователя с идентификационными данными, указанными в таблице 2.

Таблица 2 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	EPDD_hart.a43
Номер версии (идентификационный номер) ПО	Не ниже 1.0
Цифровой идентификатор ПО	-
Другие идентификационные данные (если имеются)	-

8.2.6 Результаты опробования считают положительными, если выполняются требования, указанные в 8.2.2-8.2.3, идентификационное наименование ПО и номер версии ПО преобразователей давления измерительных СДВ-SMART соответствуют приведенным в таблице 2.

### 8.3 Определение основной приведенной погрешности

8.3.1 Основную приведенную погрешность преобразователя определяют по одному из способов:

1) По эталонному СИ на входе преобразователя устанавливают номинальные значения входной измеряемой величины, а по другому эталонному СИ измеряют соответствующие значения выходного аналогового сигнала (тока или напряжения).

2) По эталонному СИ устанавливают номинальные значения выходного сигнала преобразователя и по другому эталонному СИ измеряют значения этого параметра на входе преобразователя.

3) Сравнением выходных сигналов поверяемого и эталонного преобразователя.

#### 8.3.2 Установить следующие параметры поверки:

$m$  – число проверяемых точек в диапазоне измерений, достаточно равномерно распределенных в диапазоне измерений, включая граничные значения диапазона измерения: минимальное ( $P_0$ ) и максимальное ( $P_{max}$ ), ( $m \geq 5$ ); в обоснованных случаях и при отсутствии эталонных СИ с необходимой дискретностью воспроизведения измеряемой величины допускается уменьшать число проверяемых точек до 4 или 3; 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  $m=3$ ;

$n$  – число наблюдений при экспериментальном определении значений погрешности в каждой из проверяемых точек при прямом и обратном ходах,  $n = 1$ ;

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

$\alpha_p$  – отношение предела допускаемого значения погрешности эталонных СИ, применяемых при поверке, к пределу допускаемого значения основной погрешности поверяемого преобразователя.

$P_{\text{вам}}$  – наибольшая вероятность ошибочного признания годным любого в действительности дефектного экземпляра преобразователя.

Примечание - Параметры и критерии достоверности поверки принимаются в соответствии с критериями достоверности поверки согласно МИ 187-86 и МИ 188-86.

Значения  $\alpha_p$  и  $\gamma_k$  выбирают по таблице 3 (п.8.3.3) в соответствии с принятыми критериями достоверности поверки.

8.3.3 Выбор эталонных СИ для определения основной приведенной погрешности поверяемых преобразователей осуществляют с учетом критериев достоверности поверки (п.8.3.2) и в соответствии с таблицей 3

Таблица 3– 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	0,7
$P_{\text{вам}}$	0,2	0,2	0,2	0,1	0,05
$(\delta_m)$	1,14	1,18	1,24	1,22	1,2

8.3.4 При выборе эталонных СИ для определения погрешности поверяемого преобразователя (в каждой поверяемой точке) должны быть соблюдены следующие условия:

1. При поверке преобразователя, значения аналогового выходного сигнала которого контролируют непосредственно в мА

$$\left( \frac{\Delta_p}{P_v} + \frac{\Delta_I}{I_{\max} - I_0} \right) \cdot 100 \leq \alpha_p \cdot \gamma \quad (1)$$

где  $\Delta_p$  - предел допускаемой абсолютной погрешности эталонного СИ, контролирующего входной параметр, равный верхнему пределу измерений (ВПИ) поверяемого преобразователя, кПа (МПа);

$P_v$  - верхний предел измерений (или диапазон измерений) поверяемого преобразователя, кПа (МПа);

$\Delta_I$  - предел допускаемой абсолютной погрешности эталонного СИ, контролирующего выходной сигнал преобразователя, мА.

$I_{\max}, I_0$  – соответственно, верхнее и нижнее предельные значения выходного сигнала, мА ( $I_{\max} = 20$  мА,  $I_0 = 4$  мА).

$\gamma$  – предел допускаемой приведенной погрешности поверяемого преобразователя, % нормирующего значения.

Примечание: За нормирующее значение диапазона преобразования принимают: для преобразователей давления - разрежения – сумму абсолютных значений верхних пределов измерений в области избыточного давления и в области разрежения; для остальных преобразователей – верхний предел измерений входной измеряемой величины, если иное не предусмотрено технической документацией на преобразователи.

2. При поверке преобразователя, значения аналогового выходного сигнала которого контролируют по падению напряжения на образцовом сопротивлении в мВ или В

$$\left(\frac{\Delta_P}{P_B} + \frac{\Delta_U}{U_{max} - U_0} + \frac{\Delta_R}{R_{эм}}\right) \cdot 100 \leq \alpha_p \cdot \gamma \quad (2)$$

где  $\Delta_U$  – предел допускаемой абсолютной погрешности эталонного СИ, контролирующего выходной сигнал поверяемого преобразователя по падению напряжения на образцовом сопротивлении, мВ или В;

$U_{max}, U_0$  – соответственно, верхнее и нижнее предельные значения выходного сигнала, мВ, определяемые по формулам:

$$U_{max} = I_{max} \cdot R_{эм} \quad (3)$$

$$U_0 = I_0 \cdot R_{эм} \quad (4)$$

$\Delta_R$  – предел допускаемой абсолютной погрешности эталонного сопротивления  $R_{эт}$ , Ом;  
 $R_{эт}$  – значение эталонного сопротивления, Ом.

3. При поверке преобразователя по цифровому сигналу

$$\left(\frac{\Delta_P}{P_B}\right) \cdot 100 \leq \alpha_p \cdot \gamma \quad (5)$$

8.3.5 Значение выходного сигнала, соответствующее нижнему предельному значению измеряемой величины, рассчитывают по одной из формул (6-8) из условия:  $P = 0$  для преобразователей давления-разрежения и преобразователей разности давлений, для остальных преобразователей, –  $P = P_H$  (для стандартных условий  $P_H=0$ ).

На преобразователь подать давление и в каждой поверяемой точке снять показания выходного сигнала в последовательности сначала от меньших значений давления к большим (от  $P_H$  до  $P_{max}$  – прямой ход), затем от больших значений давления к меньшим (от  $P_{max}$  до  $P_H$  – обратный ход).

Перед поверкой при обратном ходе преобразователь выдерживают в течение 1 минуты при воздействии верхнего предельного значения измеряемого параметра, соответствующего предельному значению выходного сигнала.

Преобразователи давления-разрежения допускается выдерживать только при верхнем пределе измерений в области избыточного давления.

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 соответствует  $\gamma_D \leq \gamma_k \cdot \gamma$ .

При поверке преобразователей с верхним пределом измерений в области разрежения, равном 100 кПа, допускается устанавливать максимальное значение разрежения в пределах 0,90-0,95 от атмосферного давления  $P_6$ , если  $P_6 \leq 100$  кПа. Расчетное значение выходного сигнала при установленном значении разрежения определяют по формуле (6).

При поверке преобразователей абсолютного давления с верхними пределами измерений 0,25 МПа и выше основную погрешность определяют по методике, изложенной в п. 8.3.7. По этой методике допускается определять основную погрешность преобразователей абсолютного давления с верхними пределами измерений ниже 0,25 МПа, но не менее 0,1 МПа.

8.3.6 Расчетные значения выходного сигнала поверяемого преобразователя для заданного номинального значения входной измеряемой величины определяют по формулам:

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

$$I_p = I_0 + \frac{I_{\max} - I_0}{P_a - P_n} \cdot (P - P_n) \quad (6)$$

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

$I_{\max}$ ,  $I_0$  – соответственно, верхнее и нижнее предельные значения выходного сигнала, мА ( $I_{\max} = 20$  мА,  $I_0 = 4$  мА).

$P$  – номинальное значение входной измеряемой величины; для преобразователей давления - разрежения значение  $P$  в области разрежения подставляется в формулу (6) со знаком минус.

$P_n$  - верхний предел измерений (или диапазон измерений) поверяемого преобразователя, кПа (МПа);

$P_n$  - нижний предел измерений для всех преобразователей, кроме преобразователей давления – разрежения, для которых значение  $P_n$  численно равно верхнему пределу измерений разрежения  $P_{a(-)}$  и в формулу (6) подставляется со знаком минус.

Для стандартных условий нижний предел измерений всех поверяемых преобразователей избыточного, абсолютного давления, разрежения, давления – разрежения и разности давлений равен нулю.

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

$$I_p = I_{\max} - \frac{I_{\max} - I_0}{P_a - P_n} \cdot (P - P_n) \quad (7)$$

3. Для преобразователей с выходным сигналом с функцией преобразования входной измеряемой величины по закону квадратного корня должна соответствовать виду

$$I_p = I_0 + (I_{\max} - I_0) \cdot \sqrt{\frac{P}{P_a}} \quad (8)$$

8.3.7 Определение основной погрешности преобразователей абсолютного давления с верхними пределами измерений 0,25 МПа (допускается 0,1 МПа) и выше проводят с использованием эталонных СИ разрежения и избыточного давления.

В этом случае поверку преобразователя выполняют при подаче избыточного давления и разрежения, расчетные значения которых определяют с учетом действительного значения атмосферного давления в помещении, где проводят поверку.

Перед поверкой корректором «нуля» преобразователя устанавливают выходной сигнал на расчетное значение, соответствующее разрежению  $P_{m(-)}$ . Расчетное значение выходного сигнала определяют по формуле (9). Допускается устанавливать выходной сигнал на расчетное значение, определяемое по формуле (10) при атмосферном давлении.

Расчетные значения выходного сигнала преобразователя с линейно возрастающей функцией преобразования определяют по формуле:

- для преобразователей с токовым выходным сигналом

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

где  $P_6$  – атмосферное давление в помещении, где проводят поверку, МПа;

$P_{m(a)}$  – верхний предел измерений преобразователя абсолютного давления, МПа;

$P_{(+)}$  – избыточное давление, подаваемое в преобразователь, МПа;

$P_{(-)}$  – разрежение, создаваемое в преобразователе; значение разрежения в МПа подставляют в формулу (9) со знаком минус.

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

$$I_p = I_0 + (I_m - I_0) \frac{P_6}{P_{m(a)}} \quad (10)$$

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

$$\Delta_6 \leq \alpha_p \cdot \gamma \frac{P_{m(a)}}{100} \quad (11)$$

где  $\Delta_6$  – абсолютная погрешность, МПа;

$\alpha_p, \gamma$  – то же, что в формуле (1);

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

При поверке преобразователей с верхними пределами измерений  $P_{m(a)} > 2,5$  МПа в формулы допускается подставлять значение  $P_6 = 0,1$  МПа, если атмосферное давление находится в пределах (0,093...0,102) МПа.

В зависимости от верхних пределов измерений поверяемых преобразователей их основную погрешность определяют при  $m$  значениях измеряемой величины  $P$  в соответствии с таблицей 4 и с учетом требований п. 8.3.4.

Таблица 4 – Число проверяемых точек в зависимости от верхних пределов измерений

Верхние пределы измерений, МПа	Число проверяемых точек, $m$	
	в области $P \leq P_6$	в области $P \geq P_6$
0,1	3	-
0,16	2	2
0,25	1	3
От 0,4 до 2,5	1	4
Свыше 2,5	-	5

8.3.8 Основную приведенную погрешность поверяемого преобразователя  $\gamma$  в % нормирующего значения (п. 8.3.4) вычисляют по приведенным ниже формулам:

1. При поверке преобразователей по способу 1 (п. 8.3.1):

$$\gamma = \frac{I - I_p}{I_{max} - I_0} \cdot 100 \quad (12)$$

$$\gamma = \frac{U - U_p}{U_{max} - U_0} \cdot 100 \quad (13)$$

$$\gamma = \frac{N - N_p}{N_{max} - N_0} \cdot 100 \quad (14)$$

где  $I$  – значение выходного сигнала постоянного тока, полученное экспериментально в проверяемой точке давления, мА;

$U$  – значение падения напряжения на образцовом сопротивлении, полученное экспериментально при измерении выходного сигнала в проверяемой точке давления, мВ или В;

$N$  – значение выходного сигнала преобразователя в цифровом формате, полученное экспериментально в проверяемой точке давления.

2. При поверке преобразователей по способу 2 (п. 8.3.1):

$$\gamma = \frac{P - P_{ном}}{P_m} \cdot 100 \quad (15)$$

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);

$P_m$  – сумма абсолютных значений верхних пределов измерений преобразователей давления-разрежения ( $P_m = P_{m(+)} + |P_{m(-)}|$ ), для остальных преобразователей – верхний предел измерений, кПа (МПа).

Вычисления  $\gamma$  выполняют с точностью до второго знака после запятой.

8.3.9 Преобразователь признают годным при первичной и внеочередной поверке, если основная приведенная погрешность во всех проверяемых точках соответствует условию:

$$\gamma \leq \gamma_k \cdot \gamma_{опр} \quad (16)$$

где  $\gamma_k$  – абсолютное значение отношения контрольного допуска к пределу допускаемой основной приведенной погрешности;

$\gamma_{опр}$  – предел допускаемой основной приведенной погрешности, приведенный в этикетке на преобразователь, % от ВПИ.

Если преобразователь признан негодным при первичной и внеочередной поверке, допускается корректировка значения нулевого сигнала и диапазона измерений в соответствии с руководством по эксплуатации на преобразователи, после чего необходимо повторить операции по определению основной приведенной погрешности преобразователя.

Преобразователи признают годным при первичной и внеочередной поверке, если во всех проверяемых точках основная приведенная погрешность после корректировки удовлетворяет требованиям п.8.3.9.

8.3.10 Преобразователь признают годным при периодической поверке, если во всех проверяемых точках вычисленное значение основной приведенной погрешности не превышает значения, указанного в этикетке.

## 8.4 Определение вариации выходного сигнала

8.4.1 Вариацию выходного сигнала определяют при каждом поверяемом значении измеряемой величины по показаниям, полученным при определении основной приведенной погрешности (п.8.3).

8.4.2 Вариацию выходного сигнала  $\gamma_{\Gamma}$  в каждой поверяемой точке рассчитывают по формулам:

1. При поверке преобразователей по способу 1 (п.8.3.1)

$$\gamma_{\Gamma} = \frac{|I - I^*|}{I_{max} - I_0} \cdot 100 \quad (17)$$

$$\gamma_{\Gamma} = \frac{|U - U^*|}{U_{max} - U_0} \cdot 100 \quad (18)$$

$$\gamma_{\Gamma} = \frac{|N - N^*|}{N_{max} - N_0} \cdot 100 \quad (19)$$

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

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

где  $N, N^*$  – значения выходного сигнала в цифровом формате, полученные экспериментально при одном и том же номинальном значении входного измеряемой величины при прямом и обратном ходе соответственно.

2. При поверке преобразователей по способу 2 (п.8.3.1)

$$\gamma_{\Gamma} = \frac{|P - P^*|}{P_m} \cdot 100 \quad (20)$$

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 или МПа.

$P_m$  - то же, что и в формуле (15).

8.4.3 Значение вариации не должно превышать значения, приведенного в этикетке на преобразователь.

## 9 Оформление результатов поверки

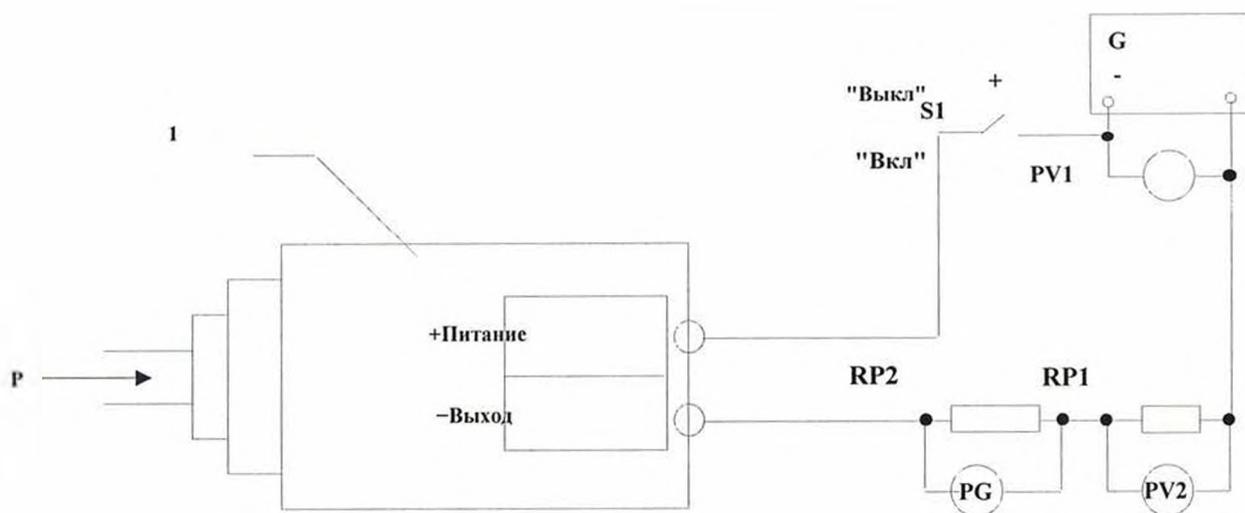
9.1 Результаты поверки заносят в протокол с указанием всех значений результатов измерений. Рекомендуемая форма протокола приведена в приложении Б.

9.2 При положительных результатах поверки преобразователь признают годным к эксплуатации, делают запись в этикетке в таблице «Сведения о поверках» или оформляют свидетельство о поверке.

9.3 При отрицательных результатах поверки преобразователь к применению не допускают, свидетельство о поверке аннулируют, знак поверки гасят, выдают извещение о непригодности с указанием причин, в этикетке делают соответствующую запись.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А (обязательное)

Схема для определения метрологических характеристик преобразователей давления измерительных СДВ-SMART



- 1 - преобразователь давления измерительный
- G - регулируемый источник питания постоянного тока
- P - измеряемое (задаваемое) давление
- PG - осциллограф
- PV1 - цифровой вольтметр
- PV2 - цифровой вольтметр
- RP1 - мера электрического сопротивления
- RP2 - магазин сопротивлений
- S1 - тумблер

### Примечания

1. Рекомендуется выполнять соединения витой парой минимальной длины;
2.  $RP1 = 50 \text{ Ом}$ ;
3.  $RP2 = 0-10000 \text{ Ом}$ .

Рисунок А.1 – Схема подключения преобразователей давления измерительных СДВ-SMART для определения метрологических характеристик

ПРИЛОЖЕНИЕ Б  
(рекомендуемое)

Форма протокола поверки

Протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_  
поверки преобразователя давления измерительного \_\_\_\_\_, зав. № \_\_\_\_\_  
в соответствии с документом "ГСИ. Преобразователи давления измерительные  
СДВ-SMART. Методика поверки"  
МП 95-221-2013

1 Принадлежит

2 Средства поверки (зав. № \_\_\_\_\_, номер свидетельства о поверке и дата выдачи)

-  
-  
-  
-

3 Условия поверки:

-температура окружающего воздуха

-относительная влажность окружающего воздуха

-атмосферное давление

-напряжение питания

4 Результаты внешнего осмотра

5 Результаты проверки на герметичность системы, предназначенной для поверки преобразователей

6 Результаты опробования

Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение	
Идентификационное наименование ПО		
Номер версии (идентификационный номер) ПО		

7 Результаты определения основной приведенной погрешности

Измеренное значение входного сигнала	Расчетное значение выходного сигнала	Измеренное значение выходного сигнала	Значение основной приведенной погрешности, %	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности, %

8 Результаты определения вариации выходного сигнала

Измеренное значение входного сигнала	Измеренное значение выходного сигнала при прямом ходе	Измеренное значение выходного сигнала при обратном ходе	Значение вариации выходного сигнала, %	Значение предела допускаемой вариации выходного сигнала, %

Выводы по результатам поверки \_\_\_\_\_

Выдано свидетельство о поверке (извещение о непригодности)

№ \_\_\_\_\_ от “ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Поверку проводил \_\_\_\_\_  
подпись (Ф.И.О)

Организация, проводившая поверку \_\_\_\_\_

«    »

20\_\_ г.