

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии

УРАЛЬСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ –
ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИТАРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ
ИМ.Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА»

(УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»)

СОГЛАСОВАНО

Директор УНИИМ – филиала

ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»



 Е.П. Соби́на

06 " 06 " 2023 г.

**«ГСИ. Преобразователи давления измерительные СДВ.
Методика поверки»**

МП 110-221-2022

Екатеринбург

2023

ПРЕДИСЛОВИЕ

- 1 РАЗРАБОТАНА** Уральским научно-исследовательским институтом метрологии – филиалом Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева» (УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»)
- 2 ИСПОЛНИТЕЛЬ** зам. зав. лаб. 221 Тюрнина А.Е.
- 3 СОГЛАСОВАНА** директором УНИИМ – филиала ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева» в 2023 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	4
2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ	6
3 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ	6
4 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ.....	7
5 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ	7
6 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ.....	8
7 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ	10
8 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	10
9 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	10
10 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ	11
11 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ	12
12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	16

Дата введения в действие: *05.06.2023*

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на преобразователи давления измерительные СДВ (далее – преобразователи), выпускаемые акционерным обществом «Научно-производственный комплекс «ВИП» (АО «НПК ВИП»), г. Екатеринбург. Преобразователи подлежат первичной (до ввода в эксплуатацию и после ремонта) и периодической поверке. Поверка преобразователей должна проводиться в соответствии с требованиями настоящей методики.

1.2 При проведении поверки должна обеспечиваться прослеживаемость преобразователей к:

- ГЭТ 23 «Государственный первичный эталон единицы давления - паскаля» по Приказу Росстандарта от 20.10.2022 г. № 2653 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа»;

- ГЭТ 101 «Государственный первичный эталон единицы давления для области абсолютного давления в диапазоне $1 \cdot 10^{-1} - 7 \cdot 10^5$ Па» по Приказу Росстандарта от 06.12.2019 г. № 2900 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений абсолютного давления в диапазоне $1 \cdot 10^{-1} - 1 \cdot 10^7$ Па»;

- ГЭТ 95 «Государственный первичный специальный эталон единицы давления для разности давлений» по Приказу Росстандарта от 31.08.2021 г. № 1904 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений разности давлений до $1 \cdot 10^5$ Па».

Метод, обеспечивающий реализацию методики измерений: непосредственное сличение с эталоном единицы давления.

1.3 Настоящая методика поверки применяется для поверки преобразователей давления измерительных СДВ с верхними пределами измерений (ВПИ), указанными в таблице 1, используемых в качестве рабочих эталонов и средств измерений в соответствии с государственными поверочными схемами, приведенными в разделе 2 настоящей методики поверки. В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Верхние пределы измерений (ВПИ) ¹⁾ : для преобразователей избыточного давления	от 0,06 кПа до 100 МПа
для преобразователей абсолютного давления	от 2,5 кПа до 16 МПа
для преобразователей разности давления	от 0,06 кПа до 16 МПа
для преобразователей гидростатического давления	от 10 кПа до 2,5 МПа
для преобразователей разрежения	от 0,06 до 100 кПа
для преобразователей давления-разрежения: - с одинаковыми по абсолютному значению ВПИ избыточного давления и разрежения, кПа; - с различающимися по абсолютному значению ВПИ избыточного давления и разрежения: по избыточному давлению по разрежению	от 0,05 до 50 от 60 кПа до 2,4 МПа 100 кПа
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности (γ_0), в % от диапазона измерения (ДИ): для аналогового выходного сигнала для цифрового выходного сигнала:	$\pm 0,1; \pm 0,15; \pm 0,2; \pm 0,25; \pm 0,4;$ $\pm 0,50; \pm 1,00; \pm 1,50; \pm 2,0$ $\pm 0,06; \pm 0,10; \pm 0,15; \pm 0,2; \pm 0,25;$ $\pm 0,4; \pm 0,50; \pm 1,00; \pm 1,50; \pm 2,0$
Предел допускаемой вариации выходного сигнала, в % от ДИ:	$0,5 \left \gamma_0 \right $ для преобразователей со значением $\left \gamma_0 \right > 0,1 \%$; $0,75 \left \gamma_0 \right $ для преобразователей со значением $\left \gamma_0 \right \leq 0,1 \%$
Пульсация выходного сигнала преобразователей с аналоговым выходным сигналом, % от ДИ, не более	0,25
Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности, вызванной изменением температуры окружающего воздуха на каждые 10 °С, % от ДИ: для $P_{max}/10 \leq P_v \leq P_{max}^2)$ для $P_v < P_{max}/10$	$\pm (0,05 + 0,05 P_{max}/P_v)$ $\pm (0,1 + 0,05 P_{max}/P_v)$
Пределы допускаемой дополнительной погрешности преобразователей разности давления при двухстороннем нагружении рабочим избыточным давлением, % от ДИ: для СДВ с ВПИ до 1,6 кПа включ. для СДВ с ВПИ от 1,6 до 10 кПа включ. для СДВ с ВПИ свыше 10 кПа	$\pm 0,2$ $\pm 0,1$ $\pm 0,025$
<p>¹⁾ Допускается указывать ВПИ преобразователей в других единицах давления, допущенных к применению в Российской Федерации. ВПИ преобразователей, поставляемых на экспорт, могут быть выражены в единицах величин, предусмотренных договором (контрактом), заключенным с заказчиком.</p> <p>²⁾ P_{max} – максимальный ВПИ для соответствующей модификации преобразователя. P_v – ВПИ, на который настроен преобразователь в соответствии с заказом</p>	

2 Нормативные ссылки

В настоящей методике поверки использованы ссылки на следующие документы:

- Приказ Минтруда России от 15.12.2020 № 903н Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок
- Приказ Росстандарта от 20.10.2022 г. № 2653 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа»
- Приказ Росстандарта от 06.12.2019 г. № 2900 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений абсолютного давления в диапазоне $1 \cdot 10^{-1} - 1 \cdot 10^7$ Па»
- Приказ Росстандарта от 31.08.2021 г. № 1904 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений разности давлений до $1 \cdot 10^5$ Па»
- ГОСТ 12.2.007.0-75 ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности

3 Перечень операций поверки

3.1 Для поверки преобразователей должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность проведения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	да	да	8
Подготовка к поверке и опробование	да	да	9
Проверка программного обеспечения	да	да	10
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям. Определение основной приведенной к ДИ погрешности и проверка ДИ. Определение вариации выходного сигнала	да	да	11

3.2 В случае невыполнения требований хотя бы к одной из операций проводится настройка преобразователя в соответствии с руководством по эксплуатации (далее – РЭ). В дальнейшем все операции повторяются вновь, в случае повторного невыполнения требований хотя бы к одной из операций поверка прекращается, преобразователь бракуется.

3.3 Допускается проведение поверки на меньшем числе поддиапазонов измерений (диапазонов перестройки) в соответствии с заявлением владельца преобразователя с обязательным указанием информации об объёме проведённой поверки в соответствии с Приказом Минпромторга России от 31.07.2020 № 2510 "Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке" или в соответствии с порядком, действующим на момент проведения поверки.

4 Требования к условиям проведения поверки

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- | | |
|--|---------------|
| - температура окружающей среды, °С | от +21 до +25 |
| - атмосферное давление, кПа | от 84 до 106 |
| - относительная влажность, %, не более | 80 |

4.2 Напряжение питания постоянного тока, в том числе номинальное, и сопротивление нагрузки в соответствии с эксплуатационной документацией на преобразователь. Отклонение напряжения питания от номинального значения должно быть не более ± 2 %, если иное не указано в эксплуатационной документации на преобразователь.

4.3 Рабочая среда – воздух или нейтральный газ при поверке преобразователей с ВПИ не превышающими 2,5 МПа, и жидкость - при поверке преобразователей с ВПИ более 2,5 МПа. Допускается использовать жидкость при поверке преобразователей с ВПИ 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 ВПИ более 2,5 МПа при условии соблюдения соответствующих правил безопасности.

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

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

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

4.7 При поверке преобразователей разности давлений для уменьшения влияния на результаты поверки неустранимых 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.

4.8 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.

5 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению работ по поверке преобразователей допускаются лица, прошедшие обучение в качестве поверителя, изучившие РЭ на преобразователи, настоящую методику поверки и работающих в качестве поверителей в организации, аккредитованной на право поверки средств измерений давления.

6 Метрологические и технические требования к средствам поверки

6.1 При проведении поверки применяют средства поверки согласно таблице 3.

Таблица 3 – Метрологические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
<p>Раздел 9 Подготовка к поверке и опробование</p> <p>Раздел 11 11 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям</p>	Средство измерений температуры, относительной влажности и атмосферного давления с диапазонами измерений, охватывающими условия по п. 4	Термогигрометр ИВА-6А-КП-Д, рег. № 46434-11
	Рабочий эталон 1 разряда в соответствии с Приказом Росстандарта от 06.12.2019 № 2900. Диапазон измерений абсолютного давления (0-100) кПа, диапазон измерений атмосферного давления (55,2-117,2) кПа	Калибратор давления СРГ 2500, рег.№ 54615-13
	Рабочий эталон 1 разряда в соответствии с Приказом Росстандарта от 20.10.2022 № 2653. Диапазоны измерений избыточного давления (0-2,5) МПа, (0-10) МПа, (0-30) МПа	Калибратор давления СРС8000, рег.№ 59862-15
	Рабочий эталон 1 разряда в соответствии с Приказом Росстандарта от 20.10.2022 № 2653 и Приказом Росстандарта от 06.12.2019 № 2900. Диапазон измерений абсолютного давления (55,2-117,2) кПа, диапазоны измерений избыточного давления (0 - 7) кПа, (0 - 25) кПа, (-100 - +100) кПа, (0 - 100) кПа, (0 - 400) кПа	Калибратор давления СРС6000, рег.№ 59862-15
	Рабочий эталон 1 разряда в соответствии с Приказом Росстандарта от 20.10.2022 № 2653. Диапазон измерений и воспроизведений давления от 0,005 до 25 кПа	Калибратор давления пневматический Метран-505 Воздух, рег.№ 42701-09
	Рабочий эталон 1 разряда в соответствии с Приказом Росстандарта от 20.10.2022 № 2653. Диапазон измерений (2,5-250) МПа	Манометр грузопоршневой МП-2500, рег.№ 52189-16
	Рабочий эталон 1 разряда в соответствии с Приказом	Манометр грузопоршневой МП-1000, рег.№ 52189-16

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	Росстандарта от 20.10.2022 № 2653. Диапазон измерений (0,2-100) МПа	
	Рабочий эталон 1 разряда в соответствии с Приказом Росстандарта от 20.10.2022 № 2653. Диапазоны измерений (0-1,6) МПа, (0-3,5) МПа	Калибратор-контроллер давления ЭЛМЕТРО-Паскаль А35, рег.№ 43456-09
	Рабочий эталон 2 разряда в соответствии с Приказом Росстандарта от 31.08.2021 № 1904. Диапазон воспроизведения давления (0,02-40) кПа	Калибратор давления пневматический ЭЛМЕТРО-Паскаль-05, рег.№ 75915-19
	Диапазон измерений (0-100) мВ, погрешность измерений $\pm (0,005 \% \text{ ИВ} + 0,0035 \% \text{ ВПИ})$; диапазон измерений от 100 мВ до 1 В, погрешность измерений $\pm (0,004 \% \text{ ИВ} + 0,0007 \% \text{ ВПИ})$; диапазон измерений от 1 до 10 В, погрешность измерений $\pm (0,0035 \% \text{ ИВ} + 0,0005 \% \text{ ВПИ})$, диапазон измерений от 10 до 100 В, погрешность измерений $\pm (0,0045 \% \text{ ИВ} + 0,0006 \% \text{ ВПИ})$.	Мультиметр 34401А, рег.№ 16500-97
	Рабочий эталон 2 разряда в соответствии с Приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3456. Номинальное значение сопротивления 50 Ом.	Мера электрического сопротивления однозначная, рег.№ 46843-11
	Диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока (0,01-64,00) В, погрешность $\pm(0,005U+10\text{мВ})$.	Источник питания постоянного тока программируемый PST-3202, рег.№ 28326-04

6.2 Эталоны, применяемые для поверки, должны быть поверены (аттестованы), средства измерений - поверены.

6.3 Допускается применение аналогичных средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений в соответствии с поверочными схемами по разделу 2 настоящей методики поверки.

7 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

7.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования Приказа Минтруда России от 15.12.2020 № 903н и ГОСТ 12.2.007.0.

8 Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре устанавливают:

- соответствие внешнего вида сведениям, приведенным в описании типа;
- отсутствие повреждений и дефектов, влияющих на работоспособность преобразователя;
- соответствие комплектности, указанной в РЭ;
- четкость обозначений и маркировки;
- наличие предусмотренных пломб;
- наличие паспорта (этикетки).

9 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

9.1 Провести контроль условий поверки с помощью термогигрометра в соответствии с таблицей 3.

9.2 Преобразователи подготовить к работе и установить в рабочее положение в соответствии с руководством по эксплуатации.

9.3 Выдержать преобразователь не менее 2 ч при условиях, указанных в 4.1.

9.4 Собрать схему внешних соединений для преобразователя согласно руководству по эксплуатации. Перед подключением преобразователей к схеме проверки установить номинальное значение напряжение питания в соответствии с руководством по эксплуатации. Подсоединить поверяемый преобразователь к системе подачи давления.

9.5 Выдержать преобразователь не менее 0,5 ч при включенном питании в соответствии с 4.2, если иное не указано в эксплуатационной документации.

9.6 Проверить на герметичность систему, состоящую из соединительных линий, эталонов и вспомогательных средств для задания и передачи давления.

9.6.1 Проверку герметичности рекомендуется совмещать с определением метрологических характеристик преобразователя.

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

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

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

9.6.2 Для проверки герметичности системы, предназначенной для поверки преобразователей (кроме преобразователей абсолютного давления с ВПИ 250 кПа и менее, герметичность системы которых проводят в соответствии с 9.6.3), установить заведомо герметичный преобразователь или любое другое средство измерений с погрешностью измерений в интервале $\pm 2,5$ % от значений давления, соответствующих требованиям п.9.6.1 и равных ВПИ, и позволяющее зафиксировать 0,5 % изменение давления от заданного значения.

Создать в системе давление, установившееся значение которого соответствует требованиям 9.6.1, после чего отключить источник давления. Если в качестве эталонного СИ применяют грузопоршневой манометр, то его колонку и пресс также отключить.

Систему считают герметичной, если после трехминутной выдержки под давлением, равным или близким ВПИ преобразователя, не наблюдают падения давления (разрежения) более чем на 0,5 % заданного значения давления в течение последующих 2 мин. 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 $\pm (0,5-1)^\circ\text{C}$.

9.6.3 Проверка на герметичность системы, предназначенной для поверки преобразователей абсолютного давления с ВПИ 250 кПа и менее, проводится следующим образом.

В системе создать давление не более 0,07 кПа. Предварительно на место поверяемого преобразователя установить заведомо герметичный преобразователь. Поддерживать указанное давление в течение не менее 3 мин. Отключить устройство, создающее абсолютное давление и, при необходимости, средство поверки. После выдержки системы в течение 3 мин изменение давления не должно превышать 0,5 % ВПИ поверяемого преобразователя.

9.7 При опробовании проверить работоспособность преобразователя.

9.7.1 Работоспособность проверять, изменяя измеряемое давление от нижнего предельного значения до верхнего, наблюдать изменение выходного сигнала на экране подключенного ПК, на панели индикации преобразователя или на дисплее подключенного мультиметра.

Работоспособность преобразователя давления-разрежения проверять только при избыточном давлении; работоспособность преобразователей разрежения с ВПИ 100 кПа проверять при изменении разрежения до значения не менее 0,9 атмосферного давления.

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

- для преобразователей давления-разрежения – в пределах (50-100) % от ВПИ в области избыточного давления;

- для преобразователей абсолютного давления с ВПИ до 0,25 МПа включительно – в пределах от атмосферного давления до (80-100) % ВПИ;

- для остальных преобразователей – в пределах (80-100) % ВПИ.

9.7.3 Результаты опробования считать положительными, если выполняются требования, указанные в 9.6, 9.7.1.

10 Проверка программного обеспечения

Для проверки соответствия встроенного программного обеспечения (ПО) для преобразователей с цифровым выходным сигналом выполнить следующие операции:

- 1) провести визуализацию идентификационных данных ПО преобразователя (номера версии) на экране подключенного ПК;

- 2) сравнить полученные данные с номером версии, установленным при проведении испытаний в целях утверждения типа и указанным в описании типа преобразователя.

Результаты проверки программного обеспечения считать положительными, если номер версии соответствует указанному в Описании типа преобразователя, приведенному в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

11 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Определение основной приведенной погрешности и проверка диапазона измерений

11.1.1 Проверка преобразователей с несколькими выходными сигналами, соответствующими одной и той же входной измеряемой величине, проводится по одному из сигналов (аналоговому или цифровому), если иное не предусмотрено эксплуатационной документацией на поверяемый преобразователь.

При определении метрологических характеристик преобразователя показания его цифрового индикатора не учитываются.

11.1.2 Определение основной приведенной к ДИ погрешности и проверку ДИ проводить при следующих параметрах поверки:

m – число проверяемых точек, достаточно равномерно распределенных в диапазоне измерений, включая граничные значения диапазона измерения: минимальное (P_0) и максимальное (P_{max}), ($m \geq 5$). Допускается отклонение первой и последней проверяемых точек от верхней и нижней границы на 5 % от ДИ. В обоснованных случаях и при отсутствии эталонов с необходимой дискретностью воспроизведения измеряемой величины, допускается уменьшать число проверяемых точек $m=4$;

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

На преобразователь подать давление и в каждой проверяемой точке снять показания выходного сигнала, отображаемые на экране подключенного ПК или на дисплее подключенного мультиметра, в последовательности сначала от меньших значений давления к большим (от P_n до P_{max} – прямой ход), затем от больших значений давления к меньшим (от P_{max} до P_n – обратный ход).

Перед поверкой при обратном ходе преобразователь выдержать в течение 1 мин при воздействии верхнего предельного значения давления.

При периодической поверке основную погрешность допускается определять в два цикла: до корректировки диапазона изменения выходного сигнала и после корректировки диапазона.

11.1.3 При выборе эталонных СИ должны быть соблюдены следующие условия:

а) при поверке преобразователя, значения аналогового выходного сигнала которого контролируют непосредственно в мА

$$\left(\frac{\Delta_P}{P_B} + \frac{\Delta_I}{I_{max} - I_0} \right) \cdot 100 \leq K \cdot \gamma_0, \quad (1)$$

где Δ_P – предел допускаемой абсолютной погрешности эталона, контролирующего входной параметр, равный верхнему пределу измерений (ВПИ) поверяемого преобразователя, в единицах давления (МПа);

P_B – верхний предел измерений (или ДИ) поверяемого преобразователя, кПа (МПа);

Δ_I – предел допускаемой абсолютной погрешности эталона, контролирующего выходной сигнал преобразователя, мА;

I_{max}, I_0 – соответственно, верхнее и нижнее предельные значения выходного сигнала, мА;

γ_0 – предел допускаемой приведенной к ДИ погрешности поверяемого преобразователя, % от ДИ;

K – соотношение пределов погрешностей при передаче единицы давления в соответствии с поверочными схемами, указанными в разделе 2.

За ДИ преобразователя принимают: для преобразователей давления - разрежения – сумму абсолютных значений ВПИ в области избыточного давления и в области разрежения; для

остальных преобразователей – ВПИ входной измеряемой величины, если иное не предусмотрено эксплуатационной документацией на преобразователь.

б) при проверке преобразователя, значения аналогового выходного сигнала которого контролируют по падению напряжения на эталонном сопротивлении для преобразователей с выходным аналоговым сигналом постоянного тока и для преобразователей с выходным сигналом постоянного напряжения, в мВ или В

$$\left(\frac{\Delta_P}{P_B} + \frac{\Delta_U}{U_{max} - U_0} + \frac{\Delta_R}{R_{ЭТ}} \right) \cdot 100 \leq K \cdot \gamma_0 \quad (2)$$

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

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

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

$$U_0 = I_0 \cdot R_{ЭТ}, \quad (4)$$

где Δ_R – предел допускаемой абсолютной погрешности эталонного сопротивления $R_{ЭТ}$, Ом;

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

в) при проверке преобразователя по цифровому сигналу

$$\left(\frac{\Delta_P}{P_B} \right) \cdot 100 \leq K \cdot \gamma_0. \quad (5)$$

11.1.4 Значение выходного сигнала, соответствующее нижнему предельному значению измеряемой величины, рассчитать по одной из формул (6-10) из условия: $P=0$ для преобразователей давления-разрежения и преобразователей разности давлений, для остальных преобразователей, $-P=P_H$ (для стандартных условий $P_H=0$).

Преобразователи давления-разрежения допускается выдерживать только при ВПИ в области избыточного давления.

При проверке преобразователей с ВПИ в области разрежения, равном 100 кПа, допускается устанавливать максимальное значение разрежения в пределах (0,90-0,95) от атмосферного давления $P_б$, если $P_б \leq 100$ кПа. Расчетное значение выходного сигнала при установленном значении разрежения определять по формуле (6).

При проверке преобразователей абсолютного давления с ВПИ 0,25 МПа и выше основную погрешность определять по методике, указанной в п. 11.1.6. По этой методике допускается определять основную погрешность преобразователей абсолютного давления с верхними пределами измерений ниже 0,25 МПа, но не менее 0,1 МПа.

Определение основной погрешности преобразователей абсолютного давления с верхними пределами измерений ниже 0,1 МПа проводить с использованием эталонов абсолютного давления.

11.1.5 Расчетные значения выходного сигнала поверяемого преобразователя для заданного номинального значения входной измеряемой величины определять по формулам:

1 Для преобразователей с линейно возрастающей зависимостью выходного сигнала постоянного тока или напряжения от входной измеряемой величины (P):

$$I_p = I_0 + \frac{I_{max} - I_0}{P_б - P_H} \cdot (P - P_H), \quad (6)$$

где I_p – расчетное значение выходного сигнала: постоянного тока (мА) или напряжения (В);

I_{max}, I_0 – соответственно, верхнее и нижнее предельные значения выходного сигнала с выходом по току (мА) и аналогично с выходным сигналом по напряжению (В);

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

P_v – ВПИ (или ДИ) 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 $P_{в(-)}$ 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 и напряжения от входной измеряемой величины

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

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

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

11.1.6 Определение основной погрешности преобразователей абсолютного давления с верхними пределами измерений 0,25 МПа (допускается 0,1 МПа) и выше проводить с использованием эталонов разрежения и избыточного давления.

В этом случае поверку преобразователя выполнять 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 установить выходной сигнал на расчетное значение, соответствующее разрежению $P_{m(-)}$. Расчетное значение выходного сигнала определить 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 определять по формуле:

– для преобразователей с унифицированным 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 определять по формуле:

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

Значение атмосферного давления P_6 определять с погрешностью, соответствующей требованиям 11.1.3.

11.1.5 Основную приведенную к ДИ погрешность поверяемого преобразователя γ_{0j} для каждого j -ого результата измерений рассчитать по приведенным ниже формулам:

$$\gamma_{0j} = \frac{I_j - I_{pj}}{I_{maxj} - I_{0j}} \cdot 100, \quad (11)$$

$$\gamma_{0j} = \frac{U_j - U_{pj}}{U_{maxj} - U_{0j}} \cdot 100, \quad (12)$$

$$\gamma_{0j} = \frac{P_j - P_{номj}}{P_{вj} - P_{нj}} \cdot 100, \quad (13)$$

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

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

P_j – измеренное преобразователем значение давления, кПа (МПа);

$P_{номj}$ – значение давления, измеренное эталоном единицы давления, кПа (МПа).

11.2 Определение вариации выходного сигнала

11.2.1 Вариацию выходного сигнала определять при каждом поверяемом значении давления по показаниям, полученным при определении основной приведенной к ДИ погрешности по 11.1.

11.2.2 Вариацию выходного сигнала в каждой j -ой поверяемой точке рассчитать по формулам

$$\gamma_{Гj} = \frac{|P_{пj} - P_{oj}|}{P_{вj} - P_{нj}} \cdot 100, \quad (14)$$

$$\gamma_{Гj} = \frac{|I_j - I^*_j|}{I_{maxj} - I_{0j}} \cdot 100 \quad (15)$$

$$\gamma_{Гj} = \frac{|U_j - U^*_j|}{U_{maxj} - U_{0j}} \cdot 100 \quad (16)$$

где $P_{пj}, P_{oj}$ – значения давления, измеренные преобразователем при прямом и обратном ходе в j -ой поверяемой точке, кПа (МПа);

I_j, I^*_j – значения постоянного тока при прямом и обратном ходе в j -ой поверяемой точке, мА;

U_j, U^*_j – значения падения напряжения на сопротивлении при прямом и обратном ходе в j -ой поверяемой точке, мВ (В).

11.2.3 Допускается вариацию выходного сигнала в каждой j -ой поверяемой точке рассчитывать по формуле

$$\gamma_{Гj} = |\gamma_{0прямj} - \gamma_{0обрj}|, \quad (17)$$

где $\gamma_{0\text{прям}j}$, $\gamma_{0\text{обр}j}$ – значения основной приведенной к ДИ погрешности, рассчитанные, соответственно, при прямом и обратном ходе в j -ой поверяемой точке, %.

11.3 Результаты считать положительными, если диапазон измерений, рассчитанные значения основной приведенной к ДИ погрешности и вариации выходного сигнала соответствуют значениям, приведенным в таблице 1.

12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты поверки оформляют протоколом произвольной формы.

12.2 При положительных результатах поверки средство измерений признают пригодным к применению. Нанесение знака поверки на преобразователи не предусмотрено.

12.3 При отрицательных результатах поверки средство измерений признают непригодным к применению.

12.4 По заявке заказчика при положительных результатах поверки оформляется свидетельство о поверке, при отрицательных – извещение о непригодности.

12.5 Сведения о результатах поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с установленным порядком.

12.6 В сведениях о результатах поверки приводят данные об объеме проведенной поверки при проведении поверки на меньшем числе поддиапазонов измерений (диапазонов перестройки).

**Зам. зав. лаб. 221 УНИИМ – филиала
ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»**



Тюрнина А.Е.