

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГУП «ВНИИМС»



Н. В. Иванникова

« 29 » 03 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**Преобразователи давления измерительные
423, 425, 426, 433, 435, 436, 443, 445, 446, 452, 455, 623, 624, 625, 626, 627,
UPA2, BPS3, BDS3**

Методика поверки

МП 202-011-2020

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика распространяется на преобразователи давления измерительные 423, 425, 426, 433, 435, 436, 443, 445, 446, 452, 455, 623, 624, 625, 626, 627, UPA2, BPS3, BDS3, изготавливаемые «Barksdale GmbH», Германия и Barksdale Inc., США и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

Преобразователи давления измерительные 423, 425, 426, 433, 435, 436, 443, 445, 446, 452, 455, 623, 624, 625, 626, 627, UPA2, BPS3, BDS3 (далее по тексту – преобразователи) предназначены для непрерывных измерений избыточного (в том числе вакуумметрического давления газов), абсолютного давления и разности давлений газообразных и жидких сред и преобразования измеренных значений давления в унифицированный электрический выходной сигнал постоянного тока, напряжения постоянного тока и/или цифровой выходной сигнал в стандарте протокола HART, в цифровые кодовые сигналы для передачи по протоколу IO-Link, а также для управления релейными выходами.

Выполнение всех требований настоящей методики обеспечивает прослеживаемость поверяемого средства измерений к следующим государственным первичным эталонам:

ГЭТ 23-2010 ГПЭ единицы давления в диапазоне от 0,02 до 10 МПа;

ГЭТ 43-2013 ГПЭ единицы давления в диапазоне от 10 до 1600 МПа и эффективной площади поршневых пар грузопоршневых манометров в диапазоне от 0,05 до 1 см²;

ГЭТ101-2011 ГПЭ единицы давления для области абсолютного давления в диапазоне 1·10⁻¹ - 7·10⁵ Па;

ГЭТ 95-75 Государственный специальный эталон единицы давления для разности давления от 0,1 Па до 40 кПа.

1.2 Средства измерений, используемые при поверке преобразователей должны быть утвержденного типа и иметь действующую поверку. Используемые эталоны единиц величин, должны иметь свидетельство об аттестации эталона единицы величины, действующее на момент поверки.

1.3 В настоящей методике поверки используется метод прямых измерений. При этом методе значения измеряемой величины оценивают с помощью эталона.

2 Перечень операций поверки

2.1 При проведении первичной и периодической поверки выполняют следующие операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень операций поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Необходимость выполнения	
		при первичной поверке	при периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	7	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	Да	Да
Проверка программного обеспечения	9		
Определение метрологических характеристик средств измерений	10		
определение основной приведенной погрешности преобразователя	10.1	Да	Да
определение вариации выходного сигнала преобразователя	10.2	Да	Да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	11	Да	Да
Оформление результатов поверки	12	Да	Да

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки соблюдают следующие условия:

- температура окружающего воздуха от +15 до +25 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха не более 80 %;
- давление в помещении, где проводят поверку (далее – атмосферное давление), в пределах от 86 до 106,0 кПа или от 630 до 800 мм рт. ст;
- напряжение питания постоянного тока в соответствии с технической документацией на преобразователь. Номинальное значение напряжения питания и требования к источнику питания – в соответствии с технической документацией на преобразователь. Отклонение напряжения питания от номинального значения не более ± 1 %, если иное не указано в технической документации на преобразователь;
- сопротивление нагрузки при поверке – в соответствии с технической документацией на преобразователь;
- 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;
- колебания давления окружающего воздуха, вибрация, тряска, удары, наклоны, магнитные поля и другие возможные воздействия на преобразователь при его поверке не должны приводить к выходу за допускаемые значения метрологических характеристик;

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица:

- ознакомленные с руководством по эксплуатации на преобразователи;
- прошедшие инструктаж по технике безопасности;
- аккредитованные на право проведения поверки средств измерений давления.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяют средства, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень средств поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки, обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
10	Манометр грузопоршневой МП-2,5 Верхний предел измерений 0,25 МПа, нижний предел измерений 0 МПа. Пределы допускаемой основной относительной погрешности, %: ±0,01 % от измеряемого давления (при давлениях от 10 до 100 % от верхнего предела измерений); ±0,01 % от 0,1 верхнего предела измерений (при давлениях ниже 10 % от верхнего предела измерений)
10	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
10	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
10	Манометр грузопоршневой МП-600 Верхний предел измерений 60 МПа, нижний предел измерений 1 МПа. Пределы допускаемой основной относительной погрешности, %: ± 0,01 % от измеряемого давления
10	Манометр грузопоршневой МП-2500 Верхний предел измерений 250 МПа, нижний предел измерений 5 МПа. Пределы допускаемой основной относительной погрешности, %: ±0,02 % от измеряемого давления
10	Мановакуумметр грузопоршневой МВП-2,5 при давлениях (избыточном или отрицательном избыточном (вакуумметрическом) от 0 до 0,01 МПа (от 0 до 0,1 кгс/см ²): ±5 Па (± 0,00005 кгс/см ²); ±2 Па (± 0,00002 кгс/см ²) при давлениях (избыточном или отрицательном избыточном (вакуумметрическом) свыше 0,01 МПа (0,1 кгс/ см ²): ±0 05 % от измеряемой величины; ±0,02 % от измеряемой величины
10	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
10	Мультиметр Agilent HP34401A. Диапазон измерения (0-100) мВ, погрешность измерения ±(0,005 % ИВ + 0,0035 % ВПИ); диапазон измерения от 100 мВ до 1 В, погрешность измерения ±(0,004 % ИВ + 0,0007 % ВПИ); диапазон измерения от 1 до 10 В, погрешность измерения ±(0,0035 % ИВ + 0,0005% ВПИ), диапазон измерения от 10 до 100 В, погрешность измерения ±(0,0045 % ИВ +0,0006 % ВПИ); диапазон измерения (0-100) мА, погрешность измерения ±0,014 мА.
10	Задатчики давления Воздух-4000 Пределы измерений: от 0,02 до 40 кПа Пределы допускаемой основной относительной погрешности: ±0,02%
10	Вольтметр универсальный цифровой GDM-78261 Предел измерений 10,00000 В. Пределы допускаемой основной погрешности, ±(% от измеренного значения + % от диапазона): ±(0,0040 + 0,0007)

	Предел измерений 100,0000 мА. Пределы допускаемой основной погрешности, \pm (% от измеренного значения + % от диапазона): $\pm(0,05 + 0,005)$
10	Мера электрического сопротивления постоянного тока многозначная P3026-1 Класс точности 0,002/1,5·10 ⁻⁶ . Диапазон воспроизведения значений электрического сопротивления, Ом: от 0,001 до 111111,1
10	Термометр ртутный стеклянный лабораторный по ГОСТ 28498-90 Предел измерений 0 – 55 °С. Цена деления шкалы 0,1 °С. Предел допускаемой погрешности $\pm 0,2$ °С
10	Источник постоянного тока Б5-8 Наибольшее значение напряжения: 50 В. Допускаемые отклонения: $\pm 0,5\%$ от установленного значения;
10	USB-HART Модем: Viator USB HART Interface HM-MT-USB-010031
10	Коммуникатор для протоколов HART: Yokogawa FieldMate Emerson 475 Field Communicator
10	Интерфейс для передачи по протоколу IO-Link: Pepperl-fuchs: ICE1 IO-Link Master IFM: AL2410

5.2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки соблюдают общие требования безопасности при работе с преобразователями давления (см., например, ГОСТ 22520-85), а также требования по безопасности эксплуатации применяемых средств поверки, указанные в технической документации на эти средства.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре преобразователя устанавливают:

- соответствие его внешнего вида технической документации и отсутствие видимых дефектов;
- наличие на корпусе преобразователя с маркировки, соответствующей паспорту или документу, его заменяющему;
- наличие паспорта или документа, его заменяющего.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Перед проведением поверки преобразователей выполняют следующие подготовительные работы:

- выдерживают преобразователь не менее 2 ч при температуре, указанной в п. 3.1, если иное не указано в технической документации на преобразователь;
- выдерживают преобразователь не менее 0,5 ч при включённом питании, если иное не указано в технической документации;
- устанавливают преобразователь в рабочее положение с соблюдением указаний технической документации;

– проверяют на герметичность в соответствии с п.п. 8.1.1 – 8.1.4 систему, состоящую из соединительных линий для передачи давления, эталонов и вспомогательных средств для задания и передачи измеряемой величины.

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

Проверку герметичности системы, предназначенной для поверки преобразователей абсолютного давления с верхними пределами измерений 250 кПа и менее, проводят в соответствии с п. 8.1.3.

8.1.2 При проверке герметичности системы, предназначенной для поверки преобразователей, указанных в 8.1.1, на место поверяемого преобразователя устанавливают заведомо герметичный преобразователь или любое другое средство измерений с погрешностью измерений не более 2,5 % от значений давления, соответствующих требованиям 8.1.1, и позволяющее зафиксировать изменение давления на величину 0,5 % от заданного значения давления. Далее в системе создают давление, установившееся значение которого соответствует требованиям 8.1.1, после чего отключают источник давления. Если в качестве эталона применяют грузопоршневой манометр, то его колонку и пресс также отключают.

Систему считают герметичной, если после 3-х мин выдержки под давлением, равным или близким верхнему пределу измерений преобразователей, не наблюдают падения давления (разрежения) в течение последующих 2 мин. При необходимости время выдержки под давлением может быть увеличено.

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

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

8.1.3 Проверку герметичности системы, предназначенной для поверки преобразователей абсолютного давления с верхними пределами измерений 250 кПа и менее, проводят следующим образом, если иное не указано в технической документации.

Устанавливают в системе заведомо герметичный преобразователь или любое другое средство измерений абсолютного давления, отвечающее требованиям к СИ в соответствии с п. 8.1.2. Создают в системе абсолютное давление не более 0,07 кПа и поддерживают его в течение 2 – 3 мин, после чего отключают устройство, создающее абсолютное давление, и эталон при необходимости (например, отключают колонки грузопоршневого манометра).

После 3-х мин выдержки изменение давления не должно превышать 0,5 % верхнего предела измерений поверяемого преобразователя.

Допускается поправка при изменении температуры окружающего воздуха и рабочей среды.

8.1.4 Проверку герметичности системы рекомендуется проводить при давлении (разрежении), соответствующем наибольшему давлению (разрежению) из ряда верхних пределов измерений поверяемых преобразователей.

8.2 При опробовании проверяют работоспособность и герметичность преобразователя; для модификаций BPS3 и BDS3 проверяют функционирование коррекции «нуля», проводят установку нулевого значения (при необходимости).

8.2.2. Работоспособность преобразователя проверяют, изменяя измеряемую величину от нижнего до верхнего предельных значений. При этом должно наблюдаться изменение выходного сигнала и индикации на дисплее преобразователя.

8.2.3. Функционирование корректора «нуля» у преобразователей модификаций BPS3 и BDS3 проверяют следующим образом:

- на преобразователь подается давление, равное нижнему пределу измерений преобразователя (для преобразователей отрицательного избыточного давления – равное нулю).
- при помощи клавиатуры, расположенной на панели преобразователей (Рисунок 1 и 2) или при помощи IO-Link (Рисунок 3) находят поле COF.
- вводят в поле COF коэффициент, равный значению измеряемой величины в пределах $\pm 10\%$ от максимального диапазона измерений преобразователя.
- после ввода коэффициента нажать на кнопку M.
- проверяют наличие изменения выходного сигнала. Затем сбрасывают давление и при атмосферном давлении на входе в преобразователь при помощи функции корректировки «нуля» вновь устанавливают выходной сигнал (показания индикатора) в соответствии с исходными значениями.

Корректировка нулевого значения (при необходимости) осуществляется следующим образом:

- на преобразователь подается давление, равное нижнему пределу измерений преобразователя (для преобразователей отрицательного избыточного давления – равное нулю).
- если показания преобразователя отличаются от показаний эталона, вводится корректирующий коэффициент, равный разности между показанием эталона и значением, которое показывает преобразователь.
- коэффициент вводится в поле COF:
- после ввода новых значений нужно нажать на кнопку M.

Для проверки показаний преобразователя после проведения коррекции нулевого значения, необходимо сравнить показания преобразователя с эталоном.

Функция навигации	Символ (пленочные кнопки)
Вниз по меню	▼
Вверх по меню	▲
Горизонтальное перемещение в меню, выбор пункта меню	M
Восходящее изменение параметра	▲
Нисходящее изменение параметра	▼
Подтверждение изменения параметра и возврат к текущему пункту меню	M
Возврат к отображению измеряемого значения	Одновременно нажать ▲ и ▼

Рисунок 1 - меню управления клавиатуры, расположенной на панели преобразователей модификаций BPS3 и BDS3

Параметр	14 - сегментный индикатор	Описание
COF		Коррекция смещения (макс. 10 % диапазона измерений)

Рисунок 2 - пункт меню для корректировки нулевого значения преобразователей модификаций BPS3 и BDS3

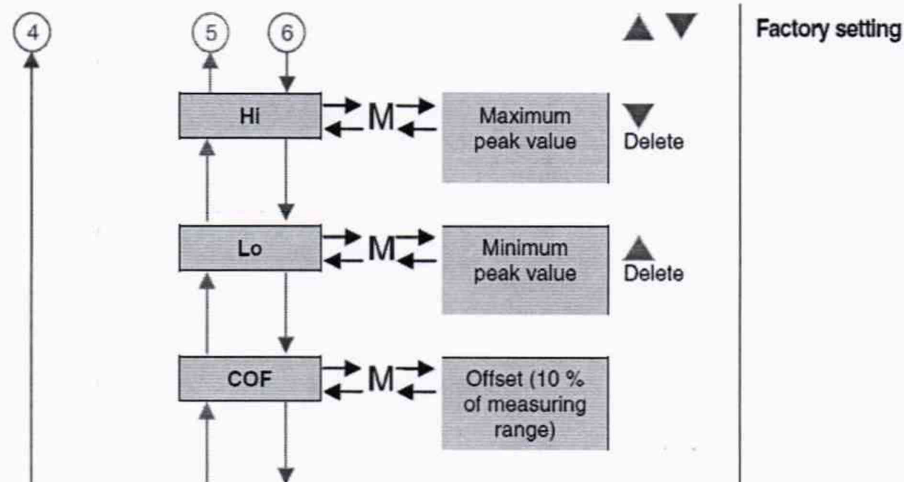


Рисунок 3 – Корректировка нулевого значения при помощи IO-Link.

8.2.4 Проверку герметичности преобразователя рекомендуется совмещать с операцией определения его основной погрешности.

Методика проверки герметичности преобразователя аналогична методике проверки герметичности системы (8.1.1 – 8.1.4), но имеет следующие особенности:

- изменение давления (разрежения) определяют по изменению выходного сигнала и по изменению показаний дисплея поверяемого преобразователя, включенного в систему (8.1.2);
- в случае обнаружения негерметичности системы с установленным поверяемым преобразователем следует отдельно проверить герметичность системы и преобразователя.

8.2.5 Преобразователи считаются прошедшими поверку с положительным результатом, если удовлетворяет требованиям пп. 8.2.2 – 8.2.4. Если данное требование не выполняется, то преобразователь считается непригодным к применению, к эксплуатации не допускается, выписывается извещение о непригодности, дальнейшие пункты методики не выполняются.

9 Проверка программного обеспечения

9.1 В связи с тем, что ПО является встроенным, конструкция преобразователя исключает возможность несанкционированного влияния на ПО СИ и измерительную информацию; номер версии на дисплее не отображается, проверка идентификационных данных не проводится.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Определение основной приведенной (к диапазону измерений) погрешности

10.1.1 Основную приведенную (к диапазону измерений) погрешность преобразователя определяют по одному из способов:

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

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

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

Примечания:

1. Поверка преобразователей с несколькими выходными сигналами, соответствующими одной и той же входной измеряемой величине, производится по одному из этих сигналов (одному из аналоговых или цифровому (протоколам HART, IO-Link), если иное не предусмотрено технической документацией наверяемый преобразователь. Выбор выходного сигнала допускается проводить по запросу заявителя, на основании его письменного заявления.

2. При поверке преобразователей с IO-Link-сигналом к выходу подключают портативный O-Link-коммуникатор или IO-Link-мастер с программным обеспечением для связи с персональным компьютером и считывания информации с цифрового выхода преобразователя.

10.1.2 Устанавливают следующие критерии достоверности поверки:

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

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

10.1.3. Устанавливают следующие параметры поверки:

m – число поверяемых точек в диапазоне измерений, $m \geq 5$; в обоснованных случаях и при отсутствии эталонов с необходимой дискретностью воспроизведения измеряемой величины, допускается уменьшать число поверяемых точек до 4 или 3;

n – число наблюдений при экспериментальном определении значений погрешности в каждой из поверяемых точек при изменениях входной измеряемой величины от меньших значений к большим (прямой ход) и от больших значений к меньшим (обратный ход), $n = 1$. В обоснованных случаях и в соответствии с технической документацией на преобразователь допускается увеличивать число наблюдений в поверяемых точках до 3 или 5, принимая при этом среднеарифметическое значение результатов наблюдений за достоверное значение в данной точке;

γ_k – абсолютное значение отношения контрольного допуска к пределу допускаемой основной погрешности;

α_p – отношение предела допускаемой погрешности эталонов, применяемых при поверке, к пределу допускаемой основной погрешности поверяемого преобразователя.

Значения γ_k и α_p выбирают по таблице 2 (10.1.4) в соответствии с принятыми критериями достоверности поверки.

10.1.4 Выбор эталонов для определения основной погрешности поверяемых преобразователей осуществляют, исходя из технических возможностей и технико-экономических предпосылок с учетом критериев достоверности поверки (п. 10.1.2) и в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 – Параметры и критерии достоверности поверки

α_p	0,2	0,25	0,33	0,4	0,5
γ_k	0,94	0,93	0,91	0,82	0,70
$P_{\text{вам}}$	0,20	0,20	0,20	0,10	0,05
$(\delta_m)_{\text{ва}}$	1,14	1,18	1,24	1,22	1,20

Примечание – Таблица составлена в соответствии с критериями достоверности поверки согласно МИ 187-86 «ГСИ. Критерии достоверности и параметры методик поверки» и МИ 188-86 «ГСИ. Установление значений параметров методик поверки».

Вместо использования значений таблицы, допускается γ_k рассчитывать по формуле 20 из МИ 188-86 ($\gamma_k = (\delta_m)_{\text{ва}} - \alpha_p$). При этом, для проверки условия $P_{\text{вам}} \leq 0,20$, проверяют выполнения условия $\gamma_k \leq 1 - 0,28 \cdot \alpha_p$.

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

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

$$\left(\frac{\Delta_p}{P_m} + \frac{\Delta_i}{I_m - I_o} \right) \cdot 100 \leq \alpha_p \cdot \gamma, \quad (1)$$

где Δ_p – предел допускаемой абсолютной погрешности эталона, контролирующего входную величину (давление), МПа, кПа и др.;

P_m – верхний предел измерений (или диапазон измерений) поверяемого преобразователя, кПа, МПа;

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

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

α_p – то же, что в 10.1.3;

γ – предел допускаемой основной приведённой погрешности поверяемого преобразователя, % диапазона измерений.

Основная погрешность преобразователя, выраженная в процентах от диапазона измерений, численно равна основной погрешности, выраженной в процентах от диапазона изменения выходного сигнала преобразователя с линейной функцией преобразования измеряемой величины.

Для преобразователей с выходным аналоговым сигналом постоянного напряжения U расчетные значения выходного сигнала определяют по формулам, структура которых идентична структурам формул для преобразователей с выходным аналоговым сигналом постоянного тока I раздела 10.1 с заменой обозначений постоянного тока на соответствующие обозначения постоянного напряжения U_p, U_o, U_m .

2) При поверке преобразователей с выходным аналоговым сигналом постоянного тока, значения которого контролируют по падению напряжения на эталонном сопротивлении в мВ или В

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

где Δ_p, P_m – то же, что в формуле (1);

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

Δ_R – предел допускаемой абсолютной погрешности эталонного сопротивления, Ом;

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

U_m, U_o – соответственно верхнее и нижнее предельные значения напряжений (мВ или В) на эталонном сопротивлении, определяемые по следующим формулам:

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

3) При поверке преобразователя с выходным цифровым сигналом

$$\left(\frac{\Delta_p}{P_m - P_o} \right) \cdot 100 \leq \alpha_p \cdot \gamma, \quad (3)$$

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

10.1.6. Расчетные значения выходного сигнала поверяемого преобразователя в миллиамперах (I_p) для заданного номинального значения поверяемого параметра (P) для преобразователей определяют по формулам:

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

здесь:

- I_p - расчетные значения выходного параметра (эл. тока), мА;
- P - выбранное номинальное значение входного параметра (давления), МПа, кПа и др.;
- P_n и P_m - соответственно нижний и верхний пределы измерений, МПа, кПа и др.;
- I_m и I_o - соответственно верхнее и нижнее предельные значения выходного сигнала, мА;

Расчетные значения выходного сигнала U_p , выраженные в единицах напряжения постоянного тока, определяют по формуле:

$$U_p = I_p \cdot R_{эт}, \text{ мВ} \quad (5)$$

- где U_p - расчётное значение падения напряжения на эталонном сопротивлении, мВ;
 I_p - расчётное значение выходного сигнала постоянного тока (мА),
 $R_{эт}$ - значение эталонного сопротивления, Ом.

4) Для преобразователей с выходным информационным сигналом в цифровом формате:

Расчетные значения выходного сигнала преобразователя с для преобразователей с выходным сигналом в цифровом формате определяют по формуле:

$$P_p = P_o + (P_m - P_o) \frac{P}{P_m} \quad (6)$$

- где P_p - расчетное значение выходного сигнала в цифровом формате;
 P_m , P_o - соответственно верхнее и нижнее предельные значения выходного информационного сигнала преобразователь в цифровом формате;
 P - то же, что и в формуле (4).

10.1.7. Перед определением основной погрешности соблюдают требования п. 8.1.

10.1.8 Основную погрешность определяют при m значениях измеряемой величины (10.1.4.), достаточно равномерно распределенных в диапазоне измерений, в том числе при значениях измеряемой величины, соответствующих нижнему и верхнему предельным значениям выходного сигнала.

Интервал между значениями измеряемой величины не должен превышать: 30 % диапазона измерений при $m = 5$ (основной вариант поверки); 40 % диапазона измерений при $m = 4$ и 60 % диапазона измерений при $m = 3$.

Основную погрешность определяют при значении измеряемой величины, полученном при приближении к нему как со стороны меньших значений (при прямом ходе), так и со стороны больших значений (при обратном ходе).

При поверке 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 (4) или (7).

При поверке преобразователей абсолютного давления с верхними пределами измерений 0,25 МПа и выше основную погрешность определяют по методике, изложенной в 10.1.9 с соблюдением условий, изложенных в 10.1.8, 10.1.9. По методике 10.1.9 допускается определять основную погрешность преобразователей абсолютного давления с верхними пределами измерений от 0,04 до 0,25 МПа.

10.1.9. Определение основной погрешности преобразователей абсолютного давления с верхними пределами измерений 0,25 МПа (допускается 0,04 МПа) и выше проводят с использованием эталонов разрежения и избыточного давления (например, МП -60, МП-600, МП-2500 и др.).

В этом случае преобразователь поверяют на точках: при разрежении в пределах $0,90 - 0,95P$ - при значениях избыточного давления $P_{изб. max}$, определяемом по формуле (7), и при трех промежуточных значениях давления

$$P_{изб. max} = P_{абс. max} - A, \quad (7)$$

где: $P_{абс. max}$ - верхний предел измерений абсолютного давления, равный P_m , МПа, кПа и др.;
 $A = 0,1$ МПа.

10.1.10 Основную погрешность γ_∂ в % от диапазона измерений вычисляют по приведённым ниже формулам:

– При поверке преобразователей по способу 1 (10.1.1):

$$\gamma_\partial = \frac{I - I_p}{I_m - I_o} \cdot 100, \quad (8)$$

$$\gamma_\partial = \frac{U - U_p}{U_m - U_o} \cdot 100, \quad (9)$$

$$\gamma_\partial = \frac{P - P_p}{P_m - P_o} \cdot 100, \quad (10)$$

где:

I - экспериментально полученное значение выходного сигнала на выходе преобразователя при измерении тока, мА;

U - экспериментально полученное значение выходного сигнала на выходе преобразователя при измерении напряжения, мВ; В;

P - экспериментально полученное значение выходного давления на внешних показывающих устройствах;

I_p, U_p - соответственно, расчетные значения тока (мА) и напряжения (В);

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

U_m, U_o - соответственно верхнее и нижнее предельные значения напряжений (мВ или В) на эталонном сопротивлении

P_m - настроенный диапазон измерений, МПа, кПа и др.

P_p - расчетное давление показывающего устройства преобразователя и (или) монитора компьютера, численно равно номинальному значению входного давления, МПа, кПа и др.

– При поверке преобразователей по способу 2 (10.1.1):

$$\gamma_\partial = \frac{P - P_{ном}}{P_m} \cdot 100, \quad (11)$$

где P - значение входной измеряемой величины (давления), полученное экспериментально при номинальном значении выходного сигнала, МПа, кПа и др.

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

P_m - верхний предел измерений, МПа, кПа и др.

10.2. Определение вариации выходного сигнала.

10.2.1 Вариацию выходного сигнала определяют при каждом проверяемом значении измеряемого параметра, кроме значений, соответствующих нижнему и верхнему пределам измерений, по показаниям, полученным при определении основной погрешности (п. 10.1.1).

10.2.2 Вариацию выходного сигнала в % нормирующего значения вычисляют по формулам:

- для способа 1 (п.10.1.1)

$$\gamma_I = \left| \frac{I' - I_p}{I_m - I_o} \right| \cdot 100 \% \quad (12)$$

$$\gamma_U = \left| \frac{U' - U_p}{U_m - U_o} \right| \cdot 100 \% \quad (13)$$

$$\gamma_P = \left| \frac{P' - P_p}{P_m - P_o} \right| \cdot 100 \% \quad (14)$$

где:

I_p, U_p, P_p - соответственно, расчетные значения тока (мА), напряжения (В) и давления (МПа, кПа и др.);

I' и I - экспериментально полученные значения выходного сигнала в одной и той же точке при измерении на выходе тока соответственно при прямом и обратном ходе, мА;

U' и U - экспериментально полученные значения выходного сигнала в одной и той же точке при измерении на выходе падения напряжения на образцовом сопротивлении соответственно при прямом и обратном ходе, мВ; В;

P' и P - экспериментально полученное значение выходного давления в одной и той же точке на внешних показывающих устройствах соответственно при прямом и обратном ходе.

I_m - верхнее предельное значение выходного сигнала, мА;

U_m , - верхнее и нижнее предельное значение напряжений (мВ или В) на эталонном сопротивлении

P_m - диапазон измерений поверяемого преобразователя, МПа, кПа и др.

- для способа 2 (п.10.1.1)

$$\gamma_P = \frac{P' - P}{P_m} \cdot 100 \quad (15)$$

где: P' и P - значения входного давления, полученные экспериментально при прямом и обратном ходе и при одном и том же значении выходного сигнала, МПа, кПа и др.

Значения γ_I не должны превышать предела ее допускаемого значения.

10.2.3. Допускается вместо определения действительного значения вариации осуществлять контроль соответствия ее предельно допускаемым значениям.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

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

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

11.3 Преобразователь признают годным при периодической поверке, если на всех поверяемых точках выполняется условие, изложенное в п. 11.1.

11.4 Преобразователь признают негодным при периодической поверке:

– если хотя бы в одной поверяемой точке модуль основной погрешности $|\gamma_{\partial}| > (\delta_m)_{\text{ва max}} \cdot |\gamma|$;

Обозначения: $(\delta_m)_{\text{ва max}}$ – по п. 10.1.2; γ_k – по п. 10.1.3; γ – по п. 10.1.5.

11.5 Допускается вместо вычислений по экспериментальным данным значений основной погрешности γ_{∂} контролировать ее соответствие предельно допускаемым значениям.

12 Оформление результатов поверки

12.1 В случае положительных результатов первичной и периодической поверки преобразователя сведения о результатах поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца средств измерений вносится запись в паспорт, заверенная подписью поверителя и оттиском клейма, и (или) выдается свидетельство о поверке в установленной форме в соответствии с приказом Минпромторга России от 31 июля 2020 г. № 2510.

12.2 При отрицательных результатах первичной и периодической поверки преобразователь к дальнейшему применению не допускают, выдают извещение о непригодности в соответствии с Приказом Минпромторга России от 31 июля 2020 г. № 2510 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

Зам. начальника отдела 202 ФГУП «ВНИИМС»



Р.В. Кузьменков