

СОГЛАСОВАНО



Заместитель директора  
по производственной метрологии  
ФГУП «ВНИИМС»

Н. В. Иванникова

«02» 02 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Преобразователи давления IPT-20-Z, IPT-20-G  
Методика поверки

МП 202-007-2020

## 1 Общие положения

1.1 Настоящая методика распространяется на преобразователи давления IPT-20-Z, IPT-20-G, изготавливаемые по технической документации фирмы «WIKA Alexander Wiegand SE & Co. KG», Германия и устанавливает методику первичной (до ввода в эксплуатацию, а также после ремонта) и периодической (в процессе эксплуатации) поверок преобразователей.

Преобразователи давления IPT-20-Z, IPT-20-G (далее – преобразователи) предназначены для непрерывных измерений и преобразований избыточного давления, разности давлений нейтральных или агрессивных жидких сред в унифицированный электрический выходной сигнал постоянного тока, напряжения постоянного тока и/или в сигнал для передачи по протоколам HART, PROFIBUS PA, FOUNDATION Fieldbus, Bluetooth.

1.2 В целях обеспечения прослеживаемости поверяемого преобразователя к государственным первичным эталонам единиц величин необходимо соблюдать требования настоящей методики поверки.

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 см<sup>2</sup>.

1.3 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.

1.4 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 (от диапазона измерений) 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 84 до 106,7 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  $\pm 1$  %, если иное не указано в технической документации на преобразователь;
- сопротивление нагрузки при поверке – в соответствии с технической документацией на преобразователь;
- рабочая среда – жидкость;
- 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;
- импульсную линию, через которую подают измеряемое давление, допускается соединять с дополнительными сосудами, емкость каждого из которых не более 50 л.

### 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	Манометры грузопоршневые серии Р Пределы допускаемой основной относительной погрешности $\pm 0,015$ % в диапазонах от 0,1...3,5 до 2...140 МПа; Пределы допускаемой основной относительной погрешности $\pm 0,015$ %; $\pm 0,03$ % в диапазонах от 4...200 до 4...400 МПа; * в основном диапазоне измерений от 0,1 Р <sub>max</sub> до Р <sub>max</sub> погрешность нормируется в % от измеряемой величины; в дополнительном диапазоне измерений от Р <sub>min</sub> до 0,1 Р <sub>max</sub> погрешность нормируется в % от 0,1 Р <sub>max</sub> где Р <sub>min</sub> - нижний предел измерений Р <sub>max</sub> - верхний предел измерений/
10	Манометры грузопоршневые МП-2500 Верхний предел измерений 250 МПа, нижний предел измерений 5 МПа. Пределы допускаемой основной погрешности, %: $\pm 0,01$ % от измеряемого давления (при давлениях от 10 до 100 % от верхнего предела измерений); $\pm 0,01$ % от 0,1 верхнего предела измерений (при давлениях ниже 10 % от верхнего предела измерений)
10	Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R) Пределы допускаемой основной погрешности: $\pm(0,01$ % показания +1 мкА) в диапазоне $\pm 25$ мА, R <sub>вх</sub> <10 МОм.

	$\pm(0,01 \text{ \% показания} + 1 \text{ мкА})$ в диапазоне от 0 до 25 мА, $R_{нагр} \leq 1140 \text{ Ом}$ (20 мА), 450 Ом (50 мА). $\pm(0,006 \text{ \% показания} + 0,25 \text{ мВ})$ в диапазоне от 1 до 60 В при $R_{вх} > 2 \text{ МОм}$ . $\pm(0,007 \text{ \% показания} + 0,1 \text{ мВ})$ в диапазоне от -3 до 10/24 В при $I_{макс} = 5 \text{ мА}$ .
10	Калибраторы давления СРG8000, СРG2500 Пределы допускаемой основной приведенной погрешности $\pm 0,01\%$ ; $\pm 0,015\%$ ; $\pm 0,025\%$ от диапазона измерений в диапазонах от -0,0025...0 до -0,1...10 МПа.; от 0...0,0025 до 0...250 МПа;
10	Мультиметр 3458А Пределы допускаемой абсолютной погрешности в диапазоне измерений: 100 мА: $\pm(25 \times 10^{-6}D + 4 \times 10^{-6}E)$ где: D - показание прибора, E - верхнее граничное значение диапазона измерения
10	Термометр ртутный стеклянный лабораторный по ГОСТ 215-73 Предел измерений 0 – 55 °С. Цена деления шкалы 0,1 °С. Предел допускаемой погрешности $\pm 0,2 \text{ °С}$
10	Источник постоянного тока GPC-3060D Выходное напряжение до 60 В
10	USB-HART Модем: преобразователь сигналов HART в сигналы интерфейса USB для связи преобразователя с компьютером
10	Коммуникатор для протоколов HART и FOUNDATION Fieldbus FC475 или MFC5150
10	Комплекс программно-аппаратных средств для протоколов PROFIBUS, FOUNDATION Fieldbus, Bluetooth.

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 клеммных колодок и (или) разъемов для внешних соединений, клемм контроля выходного сигнала и др.;
- наличие дополнительных выходных устройств – цифровых индикаторов и (или) других устройств предусмотренных технической документацией на преобразователь;
- наличие на корпусе преобразователя таблички с маркировкой, соответствующей паспорту или документу, его заменяющему;
- наличие паспорта или документа, его заменяющего.

Преобразователь, не отвечающий перечисленным выше требованиям, дальнейшей поверке не подлежит.

## 8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Перед проведением поверки преобразователей выполняют следующие подготовительные работы:

- выдерживают преобразователь не менее 3 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 руководства по эксплуатации;
- проверяют на герметичность в соответствии с п.п. 8.1.1 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, на место поверяемого преобразователя устанавливают заведомо герметичный преобразователь или любое другое средство измерений с погрешностью измерений не более 2,5 % от значений измеряемого давления и позволяющее зафиксировать изменение давления на величину 0,5 % от заданного значения давления. Далее в системе создают давление, соответствующее максимальному верхнему пределу измерений давления поверяемого преобразователя, после чего отключают источник давления. Если в качестве эталона применяют грузопоршневой манометр, то его колонку и пресс также отключают.

Систему считают герметичной, если после 2-х мин выдержки под давлением, равным или близким верхнему пределу измерений преобразователей, не наблюдают падения давления 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 в системе, обусловленное изменением температуры окружающего воздуха и рабочей среды в пределах  $\pm(0,5...1)$  °С.

8.2 При опробовании проверяют герметичность и работоспособность преобразователя, работоспособность функции корректировки «нуля».

8.2.1 Работоспособность преобразователя проверяют, изменяя измеряемую величину от нижнего до верхнего предельного значений. При этом должно наблюдаться изменение выходного сигнала и индикации на дополнительных выходных устройствах преобразователя (при их наличии).

8.2.2 Работоспособность функции корректировки «нуля» проверяют, задавая одно (любое) значение измеряемой величины в пределах, оговоренных руководством по эксплуатации, и проверяют наличие изменения выходного сигнала на всех выходных устройствах. Затем сбрасывают измеряемую величину и при атмосферном давлении на входе в преобразователь при помощи функции корректировки «нуля» вновь устанавливают выходной сигнал (показания индикатора) в соответствии с исходными значениями.

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

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

- изменение давления определяют по изменению выходного сигнала или по изменению показаний цифрового индикатора поверяемого преобразователя, включенного в систему (8.1.1);
- в случае обнаружения негерметичности системы с установленным поверяемым преобразователем следует отдельно проверить герметичность системы и преобразователя.

## 9 Проверка программного обеспечения

9.1 В связи с тем, что ПО является встроенным, конструкция преобразователей обеспечивает полное ограничение доступа к ПО и 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 (от диапазона измерений) погрешности

10.1.1 Основную приведенную (от диапазона 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).

Примечания:

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

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

2. Поверка преобразователей избыточного давления, подключенных друг к другу в режиме передачи данных «ведущий – ведомый» для измерения разности давлений, проводится в соответствии с п.п. 10.1.8. – 10.1.9 поочередно для каждого преобразователя, входящего в их состав. Затем на «ведущий» преобразователь последовательно подаются пять значений давления, достаточно равномерно распределенных в настроенном диапазоне измерения разности давлений, в том числе при значениях измеряемой величины, соответствующей нижнему и верхнему предельным значениям выходного сигнала. На «ведомый» преобразователь при этом подается атмосферное давление.

Показания разности давлений снимаются с ведущего преобразователя.

3. По заявлению заказчика преобразователь может поверяться только на рабочем (настроенном) диапазоне с обязательным указанием в свидетельстве о поверке информации об объеме проведенной поверки.

4. В случае, когда преобразователь поверяется на рабочем (настроенном) диапазоне, за нормирующее значение принимают настроенный диапазон измерений. В случае, когда преобразователь поверяется на максимальном диапазоне, за нормирующее значение принимают максимальный диапазон измерений.

10.1.2 Устанавливают следующие критерии достоверности поверки:

$R_{\text{вам}}$  – 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;

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

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

Значения  $\gamma_k$  и  $\alpha_p$  выбирают по таблице 3 (10.1.4) в соответствии с принятыми критериями достоверности поверки.

10.1.4 Выбор эталонов для определения основной приведенной (от диапазона измерений) 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 3.

Таблица 2 – Параметры и критерии достоверности поверки

$\alpha_p$	0,2	0,25	0,33	0,4	0,5
$\gamma_k$	0,94	0,93	0,91	0,82	0,70
$P_{\text{вам}}$	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  $\gamma_k$  рассчитывать по формуле 20 из МИ 188-86 ( $\gamma_k = (\delta M)_{\text{ва}} - \alpha_p$ ). При этом, для проверки условия  $P_{\text{вам}} \leq 0,20$ , 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  $\Delta_p$  – предел допускаемой абсолютной погрешности эталона, контролирующего входную величину (давление), кПа, МПа, бар, кгс/см<sup>2</sup>;

$P_m$  – верхний предел измерений (или диапазон измерений) поверяемого преобразователя, кПа, МПа, бар, кгс/см<sup>2</sup>;

$\Delta_i$  – 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;

$\alpha_p$  – то же, что в 10.1.3;

$\gamma$  – предел допускаемой основной приведенной (от диапазона измерений) погрешности поверяемого преобразователя, %

Основная приведенная (от диапазона измерений) погрешность преобразователя, 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  $U$  используются формулы, 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

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

где  $\Delta_p, P_m$  – то же, что в формуле (1);

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

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

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

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

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

3) При поверке преобразователя с выходным цифровым сигналом

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

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

10.1.6. Расчётные значения выходного сигнала поверяемого преобразователя для заданного номинального значения входной измеряемой величины определяют по формулам (4 – 10).

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

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

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

$P$  – номинальное значение входной измеряемой величины;

$P_n$  – нижний предел измерений;

$I_o, I_m, P_m$  – то же, что и в формуле (1).

Для стандартных условий нижний предел измерений всех поверяемых преобразователей равен нулю.

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



$$I_p = I_m - \frac{I_m - I_o}{P_m - P_n} (P - P_n) \quad (5)$$

3) Для преобразователей с выходным сигналом постоянного тока и функцией преобразования входной измеряемой величины по закону квадратного корня

$$I_p = I_o + (I_m - I_o) \sqrt{\frac{P}{P_m}}, \quad (6)$$

где  $P$  – входная измеряемая величина – разность давлений (перепад давления) для преобразователей разности давлений, предназначенных для измерения расхода рабочей среды;

$P_m$  – верхний предел измерений или диапазон измерений поверяемого преобразователя разности давлений. Остальные обозначения те же, что и в формуле (1).

4) Для преобразователей с выходным сигналом постоянного тока, значения которого контролируют по падению напряжения на эталонном сопротивлении  $R_{\text{ЭТ}}$

$$U_p = R_{\text{ЭТ}} \cdot I_p, \quad (7)$$

где  $U_p$  – расчётное значение падения напряжения на эталонном сопротивлении, В;

$I_p$  – расчётное значение выходного сигнала постоянного тока (А), определяемое по формулам (4 – 6).

5) Для преобразователей с выходным цифровым сигналом:

– с линейно возрастающей функцией преобразования

$$N_p = N_o + \frac{N_m - N_o}{P_m - P_n} (P - P_n) \quad (8)$$

где  $N_p$  – расчётное значение выходного цифрового сигнала;

$N_m, N_o$  – соответственно верхнее и нижнее предельные значения выходного цифрового сигнала преобразователя;

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

– с линейно убывающей функцией преобразования

$$N_p = N_m - \frac{N_m - N_o}{P_m - P_n} (P - P_n) \quad (9)$$

– с функцией преобразования по закону квадратного корня

$$N_p = N_o + (N_m - N_o) \sqrt{\frac{P}{P_m}}, \quad (10)$$

где  $P, P_m$  – то же, что в формуле (6); остальные обозначения те же, что в формулах (8) и (9).

10.1.7 Поверку преобразователей с программным обеспечением выбора функции преобразования входной измеряемой величины в соответствии с одним из видов (4 – 6, 8 – 10)

производят при программной установке линейно возрастающей зависимости выходного сигнала (4) или (8), если иное не предусмотрено технической документацией на преобразователь.

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

Перед определением основной погрешности соблюдают требования п. 8.1.1 и, при необходимости, корректируют значение выходного сигнала, соответствующие нижнему предельному значению измеряемой величины. Эту корректировку выполняют после подачи и сброса измеряемой величины, значения которой устанавливают в пределах (80...100) % верхнего предела измерений.

При периодической поверке и в случае ее совмещения с операцией проверки герметичности преобразователя корректировку значений выходного сигнала выполняют после выдержки преобразователя при давлении в соответствии с условиями 8.1.1.

Установку выходного сигнала выполняют с максимальной точностью, обеспечиваемой разрешающей способностью эталонов. Погрешность установки «нуля» (без учёта погрешности эталонов) не должна превышать (0,2...0,3) предела допускаемой основной приведенной (от диапазона измерений) поверяемого преобразователя, если иное не указано в технической документации.

10.1.8 Основную приведенную (от диапазона измерений) погрешность определяют при  $m$  значениях измеряемой величины (10.1.3), 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 приведенную (от диапазона измерений) 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).

10.1.9 Основную приведенную (от диапазона измерений) погрешность  $\gamma_{\delta}$  вычисляют по приведённым ниже формулам:

– При поверке преобразователей по способу 1 (10.1.1):

$$\gamma_{\delta} = \frac{I - I_p}{I_m - I_o} \cdot 100, \quad (11)$$

$$\gamma_{\delta} = \frac{U - U_p}{U_m - U_o} \cdot 100, \quad (12)$$

$$\gamma_{\delta} = \frac{N - N_p}{N_m - N_o} \cdot 100, \quad (13)$$

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

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

$N$  – значение выходного сигнала преобразователя в цифровом формате, полученное экспериментально при номинальном значении измеряемой величины;

Остальные обозначения те же, что в формулах (1, 2, 7).

– При поверке преобразователей по способу 2 (10.1.1):

$$\gamma_{\partial} = \frac{P - P_{\text{ном}}}{P_m} \cdot 100, \quad (14)$$

где  $P$  – значение входной измеряемой величины (давления), полученное экспериментально при номинальном значении выходного сигнала, кПа, МПа, бар, кгс/см<sup>2</sup>;

$P_{\text{ном}}$  – номинальное значение измеряемой величины при номинальном значении выходного сигнала, кПа, МПа, бар, кгс/см<sup>2</sup>;

$P_m$  – верхний предел измерений, кПа, МПа, бар, кгс/см<sup>2</sup>.

## 10.2. Определение вариации показаний / выходного сигнала

10.2.1 Вариацию выходной величины 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 выходной величины  $\gamma_{\Gamma}$  в % нормирующего значения вычисляют по формулам:

- При поверке преобразователей по способу 1 (10.1.1):

$$\gamma_{\Gamma} = \frac{|U_{\text{пр}} - U_{\text{обр}}|}{U_m - U_0} \quad (15)$$

$$\gamma_{\Gamma} = \frac{|I_{\text{пр}} - I_{\text{обр}}|}{I_m - I_0} \quad (16)$$

$$\gamma_{\Gamma} = \frac{|N_{\text{пр}} - N_{\text{обр}}|}{N_m - N_0} \quad (17)$$

здесь:

$U_{\text{пр}}, U_{\text{обр}}$  – экспериментально полученные значения падения напряжения на эталонном сопротивлении (или значения выходного сигнала постоянного напряжения) на одной и той же точке при изменении входного давления (при прямом и обратном ходах соответственно);

$I_{\text{пр}}, I_{\text{обр}}$  – экспериментально полученные значения выходного сигнала постоянного напряжения тока на одной и той же точке при изменении входного давления (при прямом и обратном ходах соответственно);

$N_{\text{пр}}, N_{\text{обр}}$  – экспериментально полученные значения выходного сигнала преобразователя в цифровом формате на одной и той же точке при изменении входного давления (при прямом и обратном ходах соответственно).

Остальные обозначения те, же, что в формулах (1) и (8).

- При поверке преобразователей по способу 2 (10.1.1):

$$\gamma_{\Gamma} = \frac{|P_{\text{пр}} - P_{\text{обр}}|}{P_m} \quad (18)$$

здесь:

$P_{\text{пр}}, P_{\text{обр}}$  – экспериментально полученные значения падения входной измеряемой величины (давления) при прямом и обратном ходах соответственно и при одном и том же номинальном значении выходного сигнала, кПа, МПа, бар, кгс/см<sup>2</sup>;

$P_m$  – верхний предел измерений (или диапазон измерений) поверяемого преобразователя, кПа, МПа, бар, кгс/см<sup>2</sup>.

Значения  $\gamma_{\Gamma}$  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  $|\gamma_{\partial}| \leq \gamma_k \cdot |\gamma|$ , а значение вариации показаний / выходного сигнала не превышает 0,5 значения допускаемой основной приведенной (от диапазона измерений) погрешности.

11.2 Преобразователь признают негодным при первичной поверке, если хотя бы в одной поверяемой точке модуль основной погрешности  $|\gamma_{\partial}| > \gamma_k \cdot |\gamma|$ , а значение вариации показаний / выходного сигнала превышает 0,5 значения допускаемой основной приведенной погрешности.

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  $|\gamma_{\partial}| > \gamma_k \cdot |\gamma|$ , а значение вариации показаний / выходного сигнала превышает 0,5 значения допускаемой основной приведенной погрешности.

Обозначения:  $\gamma_k$  – по п. 10.1.3;  $\gamma$  – по п. 10.1.5.

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

## 12 Оформление результатов поверки

12.1 Положительные результаты поверки оформляют свидетельством о поверке в соответствии с Приказом № 2510 Минпромторга России от 31 июля 2020 г. "Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке".

12.2 При отрицательных результатах поверки преобразователь бракуется, выдается извещение о непригодности в соответствии с Приказом № 2510 Минпромторга России от 31 июля 2020 г. "Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке".

Зам начальника отдела 202 ФГУП «ВНИИМС»



Е. В. Николаева