УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГУП «ВНИИМС»

_____ Н. В. Иванникова

«29» ноября 2019 г.

Преобразователи давления сигнализирующие с термокомпенсацией SF_6 серии GDM

Методика поверки

МП 202-017-2019

gost.e-ecolog.ru

Настоящая методика распространяется на преобразователи давления сигнализирующие с термокомпенсацией SF_6 серии GDM, изготавливаемые фирмами «WIKA Alexander Wiegand SE & Co. KG», Германия; «WIKA Instrumentation Suzhou Co., Ltd.», Китай.

Преобразователи давления сигнализирующие с термокомпенсацией SF_6 серии GDM (далее – преобразователи) предназначены для непрерывных измерений абсолютного давления газа SF_6 , а также смесей SF_6 с N_2 и SF_6 с CF_4, и преобразования измеренных данных в величины, функционально связанные с давлением, а также для передачи информации в виде цифрового или аналогового выходного сигнала, и коммутации электрических цепей.

Данная методика устанавливает методы первичной (до ввода в эксплуатацию, а также после ремонта) и периодической (в процессе эксплуатации) поверок преобразователей.

1 Операции поверки

1.1 При проведении поверки выполняют следующие операции:

– внешний осмотр – 5.1;

– опробование – 5.2;

– определение основной погрешности преобразователя – 5.3.

-

2 Средства поверки

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

Таблица 1 – Средства поверки

Наименование средства поверки	Основные метрологические и технические характеристики средств поверки
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)
Манометр грузопоршневой МП-6	Верхний предел измерений 0,6 МПа, нижний предел измерений 0,04 МПа. Пределы допускаемой основной относительной погрешности, %: ±0,005 % от измеряемого давления
Манометр грузопоршневой МП-60	Верхний предел измерений 6 МПа, нижний предел измерений 0,1 МПа. Пределы допускаемой основной относительной погрешности, %: ±0,005 % от измеряемого давления
Манометр абсолютного давления МПАК-15	Пределы измерений от 0,133 до 400 кПа, класс точности 0,01
Барометр рабочий сетевой БРС-1М-3	Диапазон измерений абсолютного давления от 0,5 до 110 кПа, предел допускаемой абсолютной погрешности ±20 Па
Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R)	Пределы допускаемой основной погрешности: ± (0,01 % показания +1 мкА) в диапазоне ±25 мА, $R_{вх}$<10 МОм. ± (0,01 % показания +1 мкА) в диапазоне от 0 до 25 мА, $R_{нагр}$≤1140 Ом (20 мА), 450 Ом (50 мА). ±(0,006 % показания +0,25 мВ) в диапазоне от 1 до 60 В при $R_{вх}$>2 МОм. ±(0,007 % показания +0,1 мВ) в диапазоне от -3 до 10/24 В при $I_{макс}$=5 мА.
Задатчик разрежения Метран-503 Воздух	Класс точности 0,02
Калибраторы давления пневматические МЕТРАН-504 Воздух-I	Класс точности 0,01; 0,015; 0,02. Диапазон воспроизводимого давления 3 ≤$P_н$≤400 кПа.
Мультиметр 3458A	Пределы допускаемой абсолютной погрешности

	- в диапазоне измерений 100 мА: ± (25 × 10^{-6}D + 4 × 10^{-6}E) - в диапазоне измерений напряжения постоянного тока 10 В: ±(0,5 × 10^{-6}D + 0,5 × 10^{-6}E) где: D - показание прибора, E - верхнее граничное значение диапазона измерения

2.2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 1339 "Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа".

3 Требования безопасности

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

4 Условия поверки и подготовка к ней

4.1 При проведении поверки соблюдают следующие условия:

- температура окружающего воздуха от +19 до +21 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха от 30 до 80 %;
- давление в помещении, где проводят поверку (далее – атмосферное давление), в пределах от 86 до 106 кПа;
- напряжение питания постоянного тока в соответствии с технической документацией на преобразователь. Номинальное значение напряжения питания и требования к источнику питания – в соответствие 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;
- 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;

4.2 Перед проведением поверки преобразователей выполняют следующие подготовительные работы:

- выдерживают преобразователь не менее 2 ч при температуре, указанной в п. 4.1, 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. 4.2.1 – 4.2.2 систему, состоящую из соединительных линий для передачи давления, эталонов и вспомогательных средств для задания и передачи измеряемой величины.

4.2.1 Проверку герметичности системы, предназначенной для поверки преобразователей давления проводят при значениях абсолютного давления, равных верхнему пределу измерений поверяемого преобразователя.

4.2.2 При проверке герметичности системы, предназначенной для поверки преобразователей, указанных в 4.2.1, на место поверяемого преобразователя устанавливают заведомо герметичный преобразователь или любое другое средство измерений с погрешностью измерений не более 2,5 % от значений давления. Далее в системе создают давление, установившееся значение которого соответствует требованиям 4.2.1, 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 в течение последующих 2 мин. При необходимости время выдержки под давлением может быть увеличено.

5 Проведение поверки

5.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре преобразователя устанавливают:

– соответствие его внешнего вида технической документации и отсутствие видимых дефектов;

– наличие на корпусе преобразователя маркировки, соответствующей паспорту;

– наличие паспорта;

5.2 Опробование

5.2.1 При опробовании проверяют герметичность и работоспособность преобразователя

5.2.2 Работоспособность преобразователя проверяют, изменяя измеряемую величину от нижнего до верхнего предельных значений абсолютного давления. При этом должно наблюдаться изменение выходного сигнала.

5.2.3 Проверку герметичности преобразователя рекомендуется совмещать с операцией определения его основной допускаемой приведенной погрешности измерений абсолютного давления от верхнего предела измерений.

Методика проверки герметичности преобразователя аналогична методике проверки герметичности системы (4.2.1 – 4.2.2), но имеет следующие особенности:

– изменение абсолютного давления определяют по изменению выходного сигнала поверяемого преобразователя, включенного в систему (4.2.2);

– в случае обнаружения негерметичности системы с установленным поверяемым преобразователем, следует раздельно проверить герметичность системы и преобразователя.

5.3 Определение основной допускаемой приведенной погрешности измерений абсолютного давления от верхнего предела измерений

5.3.1 Основную допускаемой приведенной погрешности измерений абсолютного давления от верхнего предела измерений преобразователя определяют по одному из способов:

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

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

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

5.3.2 Устанавливают следующие критерии достоверности поверки:

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

$(\delta м)_{ва}$ – отношение возможного наибольшего модуля основной погрешности экземпляра преобразователя, который может быть ошибочно признан годным, к пределу допускаемой основной допускаемой приведенной погрешности измерений абсолютного давления от верхнего предела измерений.

5.3.3. 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;

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

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

Значения $\gamma_к$ и $\alpha_р$ выбирают по таблице 2 (5.3.4) в соответствии с принятыми критериями достоверности поверки.

5.3.4 Выбор эталонов для определения основной допускаемой приведенной погрешности измерений абсолютного давления от верхнего предела измерений поверяемых преобразователей осуществляют, исходя из технических возможностей и технико-экономических предпосылок с учетом критериев достоверности поверки и в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 – Параметры и критерии достоверности поверки

$\alpha_р$	0,2	0,25	0,33	0,4	0,5
$\gamma_к$	0,94	0,93	0,91	0,82	0,70
$P_{вам}$	0,20	0,20	0,20	0,10	0,05
$(\delta м)_{ва}$	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 $\gamma_к$ рассчитывать по формуле 20 из МИ 188-86 ($\gamma_к = (\delta_м)_{ва} - \alpha_р$). При этом, для проверки условия $P_{вам} \le 0,20$, проверяют выполнения условия $\gamma_к \le 1 - 0,28 \cdot \alpha_р$.					

5.3.5. 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

$$\left(\frac{\Delta_P}{P_m} + \frac{\Delta_I}{I_m - I_o}\right) \cdot 100 \le \alpha_p \cdot \gamma, \qquad (1)$$

где $\Delta_р$ – предел допускаемой абсолютной погрешности эталона, контролирующего входную величину (давление), кПа, МПа;

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;

$\alpha_р$ – то же, что в 5.4.3;

γ – предел допускаемой основной допускаемой приведенной погрешности измерений абсолютного давления от верхнего предела измерений поверяемого преобразователя, %.

2) При поверке преобразователя с выходным цифровым сигналом

$$\left(\frac{\Delta_P}{P_m}\right) \cdot 100 \le \alpha_p \cdot \gamma, \qquad (2)$$

Обозначения соответствуют обозначениям формулы (1).

5.3.6. Расчётные значения выходного сигнала поверяемого преобразователя для заданного номинального значения входной измеряемой величины определяют по формулам (3 – 4).

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

$$I_p = I_o + \frac{I_m - I_o}{P_m - P_n}(P - P_n), \quad (3)$$

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

P – номинальное значение входной измеряемой величины; для преобразователей давления-разрежения значение P в области разрежения подставляется в формулу (4) со знаком минус;

P_n – нижний предел измерений для всех преобразователей, кроме преобразователей давления-разрежения, для которых значение P_n численно равно верхнему пределу измерений в области разрежения $P_{m(-)}$ и в формулу (4) подставляется со знаком минус;

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

5.3.7 Основную допускаемой приведенной погрешности измерений абсолютного давления от верхнего предела измерений определяют при m значениях измеряемой величины (5.3.3.), 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 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).

5.3.8 Основную допускаемой приведенной погрешности измерений абсолютного давления от верхнего предела измерений $\gamma_д$ в % нормирующего значения вычисляют по приведённым ниже формулам:

– При поверке преобразователей по способу 1 (5.3.1):

$$\gamma_д = \frac{I - I_p}{I_m - I_o} \cdot 100, \quad (5)$$

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

Остальные обозначения те же, что в формулах (1- 4).

– При поверке преобразователей по способу 2 (5.3.1):

$$\gamma_д = \frac{P - P_{ном}}{P_m} \cdot 100, \quad (6)$$

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

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

P_m – верхний предел измерений, кПа, МПа.

5.3.9 Определение расчётного значения пределов основной допускаемой приведенной погрешности измерений плотности функционально связанной с давлением (от ВПИ) проводится на основании результатов измерений пп. 5.3.1 – 5.3.8.

5.3.10 Для определения расчётного значения основной допускаемой приведенной погрешности измерений плотности функционально связанной с давлением необходимо установить внешнее ПО фирмы-изготовителя с конвертором на ПК.

При помощи конвертора произвести пересчет результатов, полученных в пп. 5.3.1-5.3.8 значений давления - измеренного преобразователем ($P_{изм}$) и показаний эталонного средства измерений ($P_{эт}$) соответственно в $\rho_{ном}$ и $\rho_{изм}$

5.3.11 Выполнить расчет приведённой погрешности измерений, γ_{ρ}, %, по формуле (2):

$$\gamma_{\rho} = \frac{\rho_{изм} - \rho_{ном}}{\rho_{ВПИ}} \times 100\% \qquad (2)$$

где $\rho_{изм}$ – значение плотности элегаза, функционально связанное с давлением измерительного преобразователя;

$\rho_{ном}$ – значение плотности элегаза, функционально связанное с давлением эталона;

$\rho_{ВПИ}$– верхний предел значения плотности преобразователя, функционально связанный с ВПИ абсолютного давления измерительного преобразователя;

5.4 Результаты поверки преобразователей.

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

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

5.4.3 Преобразователь признают годным при периодической поверке, если на всех поверяемых точках выполняется условие, изложенное в п.5.4.1.

5.4.4 Преобразователь признают негодным при периодической поверке:

– если хотя бы в одной поверяемой точке модуль основной погрешности $|\gamma_{\partial}| > \gamma_{к} \cdot |\gamma|$.

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

6 Оформление результатов поверки

6.1 Положительные результаты поверки преобразователей удостоверяются знаком поверки, наносимым в паспорт и (или) на свидетельство о поверке в соответствии с Приказом № 1815 Минпромторга России от 02 июля 2015 г.

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

Начальник отдела 202 Е. А. Ненашева

gost.e-ecolog.ru