

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по качеству
ФГУП «ВНИИМС»



Н.В. Иванникова
12 2015 г.

Преобразователи измерительные VM, VM-Exi

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

к.р. 63888-16

г.Москва
2015 г.

1 Введение

Настоящая методика распространяется на преобразователей измерительных VM, VM-Exi (далее по тексту – ПИ или преобразователи), изготавливаемые ООО НПО «Вакууммаш», г. Ижевск, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками – 2 года.

2 Операции поверки

При проведении первичной и периодической поверки преобразователей исполнений VM-Exi-102-1-G, VM-Exi-102-2-G, VM-101-1-G, VM101-2-G, VM-100-1, VM-100-2 должны выполняться операции, указанные в таблице 2.1

Таблица 2.1

| Наименование операции | Номер пункта МП | Проведение операции при | |
|--|-----------------|-------------------------|-----------------------|
| | | первичной поверке | периодической поверке |
| 1 Внешний осмотр | 6.1 | Да | Да |
| 2 Опробование | 6.2 | Да | Да |
| 3 Определение основной приведенной погрешности | 6.3 | Да | Да |

При проведении первичной и периодической поверки преобразователей исполнений VM-Exi-105-3-G-HART, VM-Exi-105-4-G-HART, VM-104-3-G-HART, VM-104-4-G-HART, VM-103-3-HART, VM-103-4-HART должны выполняться операции, указанные в таблице 2.2

Таблица 2.2

| Наименование операции | Номер пункта МП | Проведение операции при | |
|--|-----------------|-------------------------|-----------------------|
| | | первичной поверке | периодической поверке |
| 1 Внешний осмотр | 7.1 | Да | Да |
| 2 Опробование | 7.2 | Да | Да |
| 3 Определение основной приведенной погрешности | 7.3 | Да | Да |

3 Средства поверки

При проведении поверки применяют средства измерений, указанные в таблице 3.1

Таблица 3.1

| Наименование и тип | Основная погрешность |
|---|--|
| Мера электрического сопротивления постоянного тока многозначная МС 3070-3 | КТ 0,005 |
| Компаратор-калибратор универсальный КМ300Р | $\pm 0,0005 \%$ |
| Калибратор многофункциональный и коммуникатор ВЕАМЕХ МС6 (-R) | Госреестр № 52489-13 |
| Калибратор-измеритель унифицированных сигналов эталонный ИКСУ-260L | $\pm (7 \cdot 10^{-5} \cdot U + 3)$ мкВ $\pm (10^{-4} \cdot I + 1)$ мкА $\pm 0,025$ Ом |
| Источник питания постоянного тока Б5-71 | $\pm (0,001 U_{уст} \pm 0,002) В$ |
| Гигрометр психрометрический ВИТ-1 | $\pm 7 \%$ |
| Термометр лабораторный электронный ЛТ-300 | диапазон измерений температуры: от минус 50 до плюс 300 °С, ПГ: $\pm 0,05$ °С (в диапазоне от минус 50 до плюс 199,99 °С), $\pm 0,2$ °С (в диапазоне от плюс 200 до плюс 300 °С) |

| Наименование и тип | Основная погрешность |
|---|----------------------|
| Барометр БАММ-1 | ±0,2 кПа |
| Модем компьютерный USB – HART, ПО | |
| Компьютер персональный, ПО | |
| <p>Примечание - допускается применение других средств измерений разрешенных к применению в Российской Федерации с метрологическими характеристиками, удовлетворяющими следующему критерию: $\Delta_{\text{з}} / \Delta_{\text{п}} \leq 1/3$, где: $\Delta_{\text{з}}$ – погрешность эталонных СИ, $\Delta_{\text{п}}$ – погрешность поверяемого ПИ.</p> | |

4 Требования безопасности

При проведении поверки необходимо соблюдать:

- требования безопасности, которые предусматривают «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок» ПОТ РМ-016-2001;
- указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на эталонные средства измерений и средства испытаний;
- указания по технике безопасности, приведенные в руководстве по эксплуатации преобразователей.

К проведению поверки допускаются лица, аттестованные на право проведения поверки данного вида средств измерений, ознакомленные с руководством по эксплуатации преобразователей и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

5 Условия поверки и подготовка к ней

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С 20±5;
- относительная влажность окружающего воздуха, %, не более 80;
- атмосферное давление, кПа от 86 до 106,7;
- внешние электрические и магнитные поля, удары и вибрации, влияющие на работу

ПИ и средств поверки, должны отсутствовать.

5.2 ПИ выдерживают в условиях, установленных в п.5.1, в течение 2 часов.

5.3 Средства поверки и оборудование подготавливают к работе в соответствии с эксплуатационной документацией.

6 Проведение поверки преобразователей измерительных исполнений VM-Exi-102-1-G, VM-Exi-102-2-G, VM-101-1-G, VM101-2-G, VM-100-1, VM-100-2

6.1 Внешний осмотр

6.1.1. При внешнем осмотре ПИ проверить отсутствие механических повреждений.

6.1.2 Проверяют соответствие маркировки ПИ паспортным данным.

6.2.Опробование

6.2.1 Собрать схему измерений, приведенную на рисунке 1 – для ТС, сопротивлений или на рисунке 2 – для ТП и напряжения постоянного тока.

6.2.2 Подключить выход ПИ 4-20мА к калибратору ИКСУ-260L или ВЕАМЕХ МС6 (-R). В режиме работы с ТП и датчиками напряжения, в качестве источника сигнала использовать компаратор-калибратор КМ300Р. В режимах работы с ТС и датчиками сопротивления, в качестве источника сигнала использовать меры электрического сопротивления МС3070.

6.2.3 Установить значение соответствующее настроенному на ПИ типу входного сигнала и лежащего в диапазоне измерений ПИ в соответствии с Приложением А.

6.2.4 Фиксировать значения выходного тока на калибраторе ИКСУ-260L или ВЕАМЕХ

МС6 (-R).

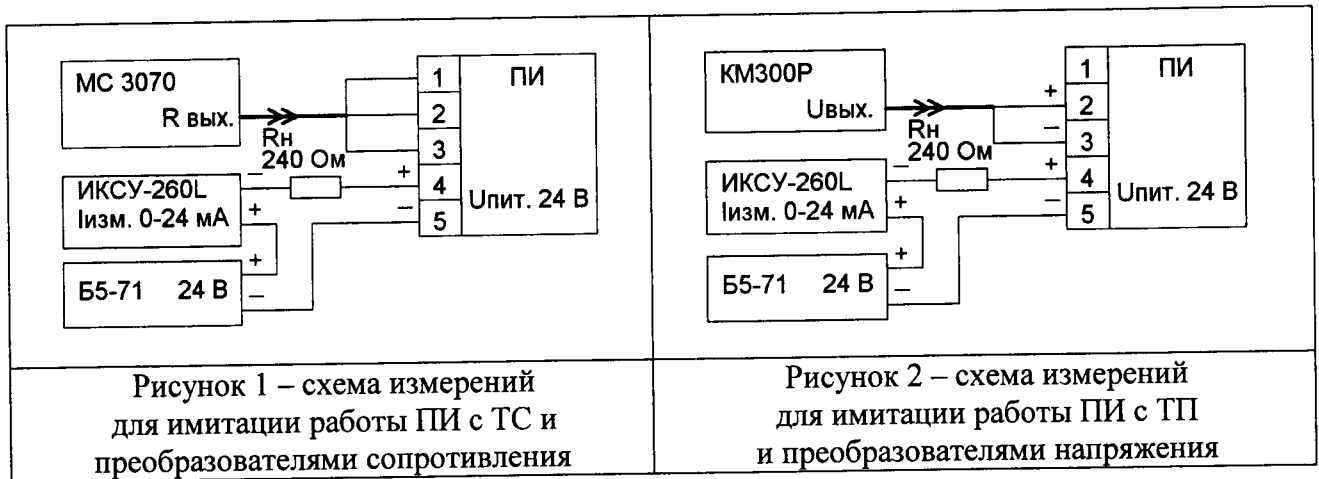
6.2.5 ПИ считается пригодным к дальнейшей поверке, если на дисплее калибратора ИКСУ-260L индицируется значение выходного сигнала «ток 4-20 мА».

6.3 Определение основной приведенной погрешности

6.3.1 При первичной и периодической поверке количество поверяемых типов НСХ и входных сигналов преобразователя согласовывают с пользователем. Допускается проводить поверку в диапазоне измерений, согласованным с пользователем, но лежащим внутри полного диапазона измерений ПИ. При этом делают соответствующую запись в паспорте и (или) в свидетельстве о поверке.

6.3.2 Определение основной погрешности проводить по пяти точкам: 5 ± 5 , 25 ± 5 , 50 ± 5 , 75 ± 5 и 100 ± 5 % диапазона.

6.3.3 Собрать схему измерений, приведенную на рисунке 1 – для ТС, сопротивлений, на рисунке 2 – для ТП и напряжения постоянного тока.



6.3.4 Подключить выход ПИ 4-20мА к калибратору ИКСУ-260L (далее - калибратор). В режиме работы с ТП и датчиками напряжения, в качестве источника сигнала использовать компаратор-калибратор КМ300Р (далее компаратор). В режимах работы с ТС и датчиками сопротивления, в качестве источника сигнала использовать меры электрического сопротивления МС3070 (далее – меры сопротивления). Поочередно устанавливать значения входного сигнала, фиксировать значения выходного сигнала «ток 4-20 мА» - на калибраторе.

6.3.5 Определение основной погрешности ПИ для работы с ТС и датчиками сопротивления производить для 3-х или 4-х проводной схемы подключения.

6.3.6 В режиме работы ПИ с ТП собирают схему согласно рисунку 3.

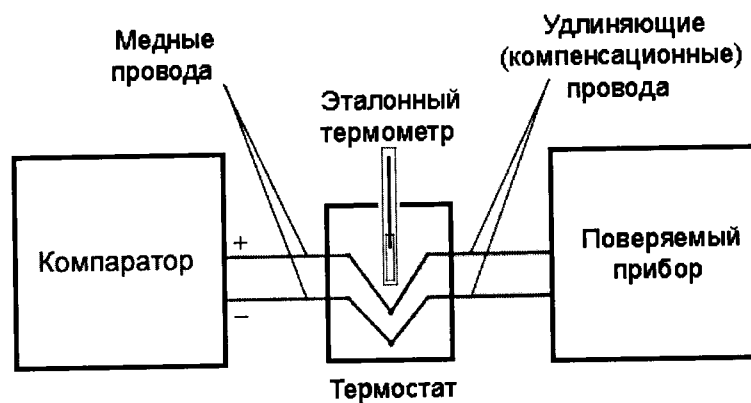


Рисунок 3

а) К клеммам поверяемого преобразователя подключают удлиняющие (компенсационные) провода по ГОСТ 1790-77, ГОСТ 1791-67 к ТП (в соответствии с требованиями по ГОСТ 8.338-2002). Тип компенсационных проводов должен соответствовать типу НСХ установленному на ПИ. Концы удлиняющих проводов соединяют с медными проводами, скрутки проводов помещают в пробирки заполненные маслом, а затем пробирки помещают в нулевой термостат (или сосуд Дьюара, заполненный льдо-водяной смесью). Температуру в сосуде Дьюара контролируют термометром с пределом допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 0,05$ °С.

б) Подключают медные провода к компаратору напряжений.

6.3.7 Рассчитать основную приведенную погрешность в каждой точке измерения по формуле (А.2).

6.3.8 При поверке ПИ в режиме работы с ТП преобразователь считается прошедшим поверку, если наибольшее из рассчитанных значений основной приведенной погрешности с учетом допускаемой приведенной погрешности внутренней автоматической компенсации температуры свободных (холодных) концов термопары рассчитанной по формуле (А.3) не превышает значения, указанного в Приложении А.

7 Проведение поверки преобразователей измерительных исполнений VM-Exi-105-3-G-HART, VM-Exi-105-4-G-HART, VM-104-3-G-HART, VM-104-4-G-HART, VM-103-3-HART, VM-103-4-HART

7.1 Внешний осмотр

7.1.1 Внешним осмотром ПИ проверить отсутствие механических повреждений.

7.1.2 Проверить соответствие маркировки ПИ свидетельству о приемки в настоящем РЭ.

7.2 Опробование

7.2.1 Собрать схему измерений, приведенную на рисунке 4 – для ТС, сопротивлений или на рисунке 5 – для ТП и напряжения постоянного тока.

7.2.2 Подключить выход ПИ 4-20мА к калибратору ИКСУ-260L или BEAMEX MC6 (-R). В режиме работы с ТП и датчиками напряжения, в качестве источника сигнала использовать компаратор-калибратор КМ300Р. В режимах работы с ТС и датчиками сопротивления, в качестве источника сигнала использовать меры электрического сопротивления МС3070.

7.2.3 Установить значение соответствующее настроенному на ПИ типу входного сигнала и лежащего в диапазоне измерений ПИ в соответствии с Приложением Б.

7.2.4 Фиксировать значения выходного тока на калибраторе ИКСУ-260L или BEAMEX MC6 (-R).

7.2.5 ПИ считается пригодным к дальнейшей поверке, если на дисплее калибратора ИКСУ-260L индицируется значение выходного сигнала «ток 4-20 мА».

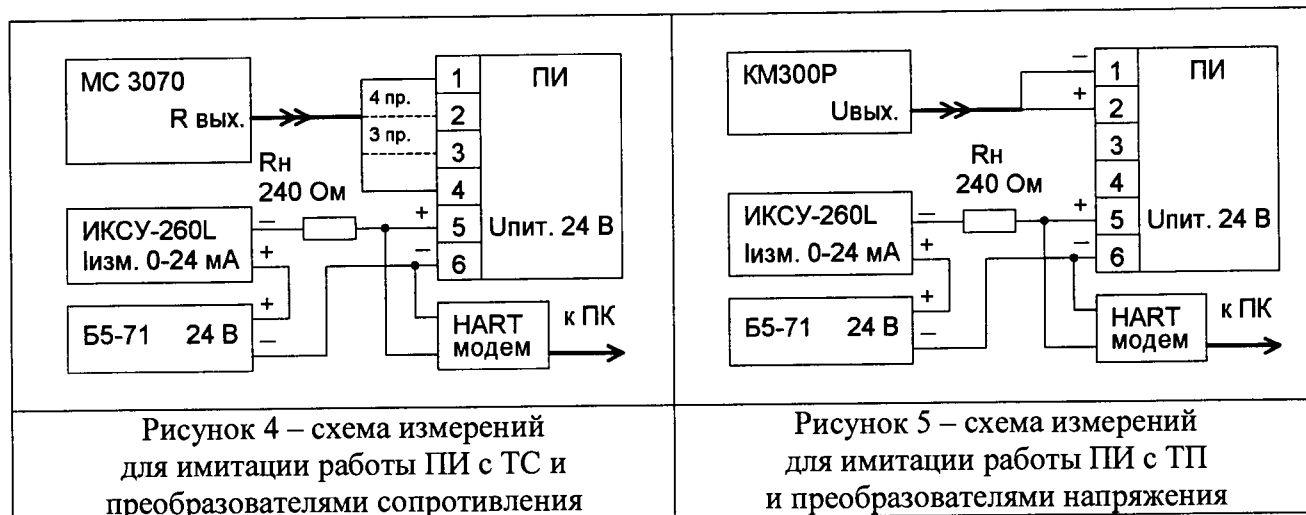
7.3 Определение основной приведенной погрешности

7.3.1 При первичной и периодической поверке количество поверяемых типов НСХ и входных сигналов преобразователя согласовывают с пользователем. Допускается проводить поверку в диапазоне измерений, согласованным с пользователем, но лежащим внутри полного диапазона измерений ПИ. При этом делают соответствующую запись в паспорте (формуляре) и (или) в свидетельстве о поверке.

7.3.2 Определение основной погрешности проводить по пяти точкам: 5 ± 5 , 25 ± 5 , 50 ± 5 , 75 ± 5 и 100 ± 5 % диапазона.

7.3.3 Собрать схему измерений, приведенную на рисунке 4 – для ТС, сопротивлений, на

рисунке 5 – для ТП и напряжения постоянного тока.



7.3.4 Подключить выход ПИ 4-20мА к калибратору ИКСУ-260L или ВЕАМЕХ МС6 (-R) (далее - калибратор). В режиме работы с ТП и датчиками напряжения, в качестве источника сигнала использовать компаратор-калибратор КМ300Р (далее - компаратор). В режимах работы с ТС и датчиками сопротивления, в качестве источника сигнала использовать меры электрического сопротивления МС3070 (далее – меры сопротивления). Поочередно устанавливать значения входного сигнала, фиксировать значения выходного сигнала «ток 4-20 мА» - на калибраторе, для выходного сигнала «цифровой код» - на дисплее компьютера.

7.3.5 Определение основной погрешности ПИ для работы с ТС и датчиками сопротивления производить для 3-х или 4-х проводной схемы подключения.

7.3.6 В режиме работы ПИ с ТП погрешность определяют в двух режимах: с отключенной и с включенной схемой компенсации.

7.3.7 При проверке с включенной схемой компенсации холодного спая собирают схему согласно рисунку 6.

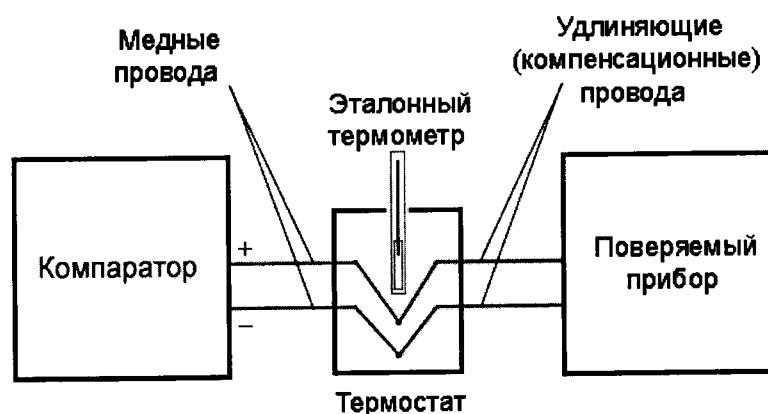


Рисунок 6

а) К клеммам поверяемого преобразователя подключают удлиняющие (компенсационные) провода по ГОСТ 1790-77, ГОСТ 1791-67 к ТП (в соответствии с требованиями по ГОСТ 8.338-2002). Тип компенсационных проводов должен соответствовать типу НСХ установленному на ПИ. Концы удлиняющих проводов соединяют с медными проводами, скрутки проводов помещают в пробирки заполненные маслом, а затем пробирки помещают в нулевой термостат (или сосуд Дьюара, заполненный льдо-водяной смесью). Температуру в сосуде Дьюара контролируют термометром с пределом

допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 0,05$ °С.

б) Подключают медные провода к компаратору напряжений.

7.3.8 При поверке с выключенной схемой компенсации холодного спая собирают схему согласно рисунку 7.



Рисунок 7

7.3.9 Рассчитать основную приведенную погрешность в каждой точке измерения по формуле (Б.2).

7.3.10 При поверке с включенной схемой компенсации холодного спая ПИ считается прошедшим поверку, если наибольшее из рассчитанных значений основной приведенной погрешности с учетом допускаемой приведенной погрешности внутренней автоматической компенсации температуры свободных (холодных) концов термопары рассчитанной по формуле (Б.3) не превышает значения, указанного в Приложении Б.

При поверке с выключенной схемой компенсации холодного спая ПИ считается прошедшим поверку, если наибольшее из рассчитанных значений основной приведенной погрешности не превышает значения, указанного в Приложении Б.

8 Оформление результатов поверки

8.1 Преобразователи прошедшие поверку с положительным результатом, признаются годными и допускаются к применению. На них оформляется свидетельство о поверке в соответствии с Приказом № 1815 Минпромторга России от 02 июля 2015 г. и (или) ставится знак поверки в паспорт и делается соответствующая запись в разделе «Свидетельство о приемке».

8.2 При отрицательных результатах поверки, в соответствии с Приказом № 1815 Минпромторга России от 02 июля 2015 г., оформляется извещение о непригодности.

8.3 Результаты поверки оформляются протоколом по форме, приведенной в приложении А. Допускаются компьютерные записи и хранение протоколов поверки.

8.4 По согласованию с заказчиком допускается исключать часть диапазона измерений, в котором в процессе поверки установлено несоответствие нормируемым значениям метрологических характеристик, приведенных в Приложении А или в Приложении Б.

8.5 По требованию заказчика допускается сокращать часть нормируемого диапазона измерений исходя из конкретных условий применения преобразователей.

Разработал:

Младший научный сотрудник
научно-исследовательского отделения
МО термометрии и давления (НИО 207)
ФГУП «ВНИИМС»

Л.Д. Маркин

Начальник НИО 207

Игнатов А.А.

Метрологические и технические характеристики преобразователей измерительных исполнений VM-Exi-102-1-G, VM-Exi-102-2-G, VM-101-1-G, VM101-2-G, VM-100-1, VM-100-2

Типы ПП, поддерживаемые ПИ, приведены в таблице А.1. НСХ ПП температуры по ГОСТ 6651-2009 и ГОСТ Р 8.585-2001.

Таблица А.1 – метрологические характеристики

| Тип НСХ, входные сигналы | Максимальный диапазон измерений | | Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности (при температуре окружающей среды 20±5 °С) Класс точности 0,1 |
|--------------------------|---------------------------------|-------------|--|
| | мВ, Ом | °С | |
| К | -5,891...52,410 мВ | -200...1300 | ±1,50 °С |
| L | -9,488...66,466 мВ | -200...800 | ±1,00 °С |
| N | -4,345...47,513 мВ | -270...1300 | ±1,58 °С |
| J | -7,890...51,877 мВ | -200...900 | ±1,10 °С |
| S | 0,000...16,777 мВ | 0...1600 | ±1,60 °С |
| B | 0,431...13,591 мВ | 300...1800 | ±1,50 °С |
| R | 0,000...18,849 мВ | 0...1600 | ±1,60 °С |
| Напряжение | -15...70 мВ | - | ±0,085 мВ |
| 50М | 10,266...92,8 Ом | -180...200 | ±0,38 °С |
| 100М | 20,53...185,60 Ом | -180...200 | ±0,38 °С |
| 50П | 8,62...197,58 Ом | -200...850 | ±1,06 °С |
| 100П | 17,24...395,16 Ом | -200...850 | ±1,06 °С |
| Pt100 | 18,52...390,48 Ом | -200...850 | ±1,06 °С |
| Pt500 | 92,6...1952,4 Ом | -200...850 | ±1,00 °С |
| Pt1000 | 185,2...3904,8 Ом | -200...850 | ±1,06 °С |
| Сопротивление | 1...400 Ом | - | ±0,4 Ом |
| Сопротивление | 1...4000 Ом | - | ±4,0 Ом |
| Потенциометр | 40...400 Ом | - | ±0,4 Ом |
| Потенциометр | 400...4000 Ом | - | ±3,6 Ом |

Примечания:

1. Допускается изготовление ПИ с диапазонами измерений отличными от приведенных в таблице 1, но не превышающих нижней и верхней границы приведенных диапазонов.
2. Типы НСХ термопреобразователей сопротивления и термоэлектрических преобразователей по ГОСТ 6651-2009 и ГОСТ Р 8.585-2001 соответственно.

Пределы допускаемой основной приведенной погрешности ИП (при температуре окружающей среды 20±5 °С), в зависимости от класса точности:

- для класса 0,05:..... ±0,05 %;
- для класса 0,1:..... ±0,1 %

ПИ имеет линейно возрастающую зависимость выходного тока от измеряемого параметра (температура, напряжение, сопротивление) рассчитываемую по формуле:

$$I_p = I_n + [(X - X_n)/(X_v - X_n)] (I_v - I_n), \quad (A.1)$$

где:

I_p - расчетное значение выходного тока, мА;

T - значение измеренного параметра, °C, мВ, Ом;

Xв, Xн - верхний и нижний пределы диапазона измерений параметра, °C, мВ, Ом;

Iв, Iн - верхний и нижний пределы выходного тока, мА.

Пределы изменения выходного тока, в диапазоне измерений входного параметра, от 4 до 20 мА по ГОСТ 26.011-80.

Выходной ток вне границ температурного диапазона (аварийный режим) 3,5 и 22 мА.

Время установления выходного сигнала, в течение которого выходной сигнал входит в зону предела допускаемой основной погрешности, не более 5 секунд.

Пределы основной погрешности для различных диапазонов входных параметров, находящихся в пределах разрешающей способности аналого-цифрового преобразователя ПИ, указаны в таблице А.1.

Пределы допускаемой основной погрешности, выраженной в виде приведенной погрешности в процентах от нормирующего значения, определяются по формуле:

$$\gamma = [(I - I_p)/(I_v - I_n)] 100\%, \quad (A.2)$$

где:

γ - пределы допускаемой основной приведенной погрешности, %;

I - измеренное значение выходного тока, мА;

I_p – расчетное значение выходного тока, мА;

I_v - верхний предел значения выходного тока мА;

I_n - нижний предел значения выходного тока, мА.

Пределы допускаемой вариации выходного сигнала ПИ не более 0,2 предела допускаемой основной погрешности.

Пределы допускаемой дополнительной погрешности от изменения температуры окружающей среды в диапазоне:

- от минус 40 (60) до минус 10 °C – не более предела допускаемой основной приведенной погрешности;

- св. минус 10 °C до плюс 15 °C, св. плюс 25 до плюс 70 (85) °C – не более половины предела допускаемой основной приведенной погрешности.

Пределы допускаемой дополнительной погрешности, вызванной воздействием постоянных или переменных магнитных полей сетевой частоты напряжённостью до 400 А/м, не превышают 0,5 предела допускаемой основной погрешности.

Пределы допускаемой абсолютной погрешности внутренней автоматической компенсации температуры свободных (холодных) концов термопары, °C: $\pm 0,5$.

Пределы допускаемой приведенной погрешности внутренней автоматической компенсации температуры свободных (холодных) концов термопары определяются по формуле:

$$\gamma = \pm [0,5/(T_v - T_n)] 100\%, \quad (A.3)$$

где:

γ - пределы допускаемой основной приведенной погрешности, %;

T_v - верхний предел максимального диапазона измерений для конкретного типа НСХ ТП, °C;

T_n - нижний предел максимального диапазона измерений для конкретного типа НСХ ТП, °C.

Время установления рабочего режима не более 15 минут.

**Метрологические и технические характеристики
преобразователей измерительных
исполнений VM-Exi-105-3-G-HART, VM-Exi-105-4-G-HART
VM-104-3-G-HART, VM-104-4-G-HART
VM-103-3-HART, VM-103-4-HART**

Типы ПП, поддерживаемые ПИ, приведены в таблице Б.1. НСХ ПП температуры по ГОСТ 6651-2009 и ГОСТ Р 8.585-2001. Преобразование сигналов ПП типов: преобразователь напряжения, преобразователь сопротивления, потенциметрические датчики может производиться без линеаризации характеристики, или с линеаризацией по характеристике заказчика. ПИ изготавливаются по классу точности 0,05 и 0,1. Класс точности, указан в паспорте изделия.

Таблица Б.1 – метрологические характеристики

| Тип НСХ, входные сигналы | Диапазон измерений | | Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности (при температуре окружающей среды 20±5 °С), в зависимости от класса точности | |
|--------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|--|-----------|
| | мВ, Ом | °С | Класс точности | |
| | | | 0,05 | 0,1 |
| К | от минус 5,891 до плюс 52,410 мВ | от минус 200 до плюс 1300 | ±0,75 °С | ±1,50 °С |
| L | от минус 9,488 до плюс 66,466 мВ | от минус 200 до плюс 800 | ±0,50 °С | ±1,00 °С |
| N | от минус 4,345 до плюс 47,513 мВ | от минус 200 до плюс 1300 | ±0,75 °С | ±1,50 °С |
| J | от минус 7,890 до плюс 51,877 мВ | от минус 200 до плюс 900 | ±0,55 °С | ±1,10 °С |
| S | от 0,000 до 16,777 мВ | от 0 до 1600 | ±0,80 °С | ±1,60 °С |
| B | от 0,431 до 13,591 мВ | от 300 до 1800 | ±0,75 °С | ±1,50 °С |
| R | от 0,000 до 18,849 мВ | от 0 до 1600 | ±0,80 °С | ±1,60 °С |
| Напряжение | от минус 15 до плюс 70 мВ | - | ±0,0425 мВ | ±0,085 мВ |
| 50М | от 10,266 до 92,8 Ом | от минус 180 до плюс 200 | ±0,19 °С | ±0,38 °С |
| 100М | от 20,53 до 185,60 Ом | от минус 180 до плюс 200 | ±0,19 °С | ±0,38 °С |
| 50П | от 8,62 до 197,58 Ом | от минус 200 до плюс 850 | ±0,53 °С | ±1,06 °С |
| 100П | от 17,24 до 395,16 Ом | от минус 200 до плюс 850 | ±0,53 °С | ±1,06 °С |
| Pt100 | от 18,52 до 390,48 Ом | от минус 200 до плюс 850 | ±0,53 °С | ±1,06 °С |
| Pt500 | от 92,6 до | от минус 200 до | ±0,50 °С | ±1,00 °С |

| Тип НСХ, входные сигналы | Диапазон измерений | | Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности (при температуре окружающей среды 20±5 °С), в зависимости от класса точности | |
|--------------------------------|--------------------------|-----------------------------|--|----------------|
| | мВ, Ом | °С | Класс точности | Класс точности |
| | | | 0,05 | 0,1 |
| | 1952,4 Ом | плюс 850 | | |
| Pt1000 | от 185,2 до 3904,8 Ом | от минус 200 до плюс 850 | ±0,53 °С | ±1,06 °С |
| Сопротивление | от 1 до 400 Ом | - | ±0,2 Ом | ±0,4 Ом |
| Сопротивление | от 1 до 4000 Ом | - | ±2,0 Ом | ±4,0 Ом |
| Потенциометр | от 40 до 400 Ом | - | ±0,2 Ом | ±0,4 Ом |
| Потенциометр | от 400 до 4000 Ом | - | ±1,8 Ом | ±3,6 Ом |

Примечания:

1. Допускается изготовление ПИ с диапазонами измерений отличными от приведенных в таблице 5, но не превышающих нижней и верхней границы приведенных диапазонов.
2. Типы НСХ термопреобразователей сопротивления и термоэлектрических преобразователей по ГОСТ 6651-2009 и ГОСТ Р 8.585-2001 соответственно.

Пределы допускаемой основной приведенной погрешности ИП (при температуре окружающей среды 20±5 °С), в зависимости от класса точности:

- для класса 0,05:..... ±0,05 %;
- для класса 0,1:..... ±0,1 %

Установка требуемых НСХ и температурного диапазона производится с помощью оборудования и программного обеспечения HART протокола.

ПИ имеет линейно возрастающую зависимость выходного тока от измеряемого параметра (температура, напряжение, сопротивление) рассчитываемую по формуле:

$$I_p = I_n + [(X - X_n)/(X_v - X_n)] (I_v - I_n), \quad (Б.1)$$

где:

I_p - расчетное значение выходного тока, мА;

X - значение измеренного параметра, °С, мВ, Ом;

X_v, X_n - верхний и нижний пределы диапазона измерений параметра, °С, мВ, Ом;

I_v, I_n - верхний и нижний пределы выходного тока, мА.

Пределы изменения выходного тока, в диапазоне измерений входного параметра, от 4 до 20 мА по ГОСТ 26.011-80, или инверсный режим - от 20 до 4 мА.

Ограничения выходного сигнала и сигнализация аварийных режимов работы соответствуют стандарту NAMUR NE43.

Выход за нижний предел установленного диапазона - линейное снижение выходного тока с 4,0 мА до 3,8 мА. Аварийный сигнал - не более 3,6 мА.

Выход за верхний предел установленного диапазона - линейное увеличение выходного тока с 20,0 мА до 20,5 мА. Аварийный сигнал - не менее 21 мА.

Время установления выходного сигнала, в течение которого выходной сигнал входит в зону предела допускаемой основной погрешности, зависит от установленного программно коэффициента фильтрации входного сигнала, минимальное значение 0,5 секунды, максимальное значение 60 секунд.

Пределы основной погрешности для различных диапазонов входных параметров, находящихся в пределах разрешающей способности аналого-цифрового преобразователя ПИ, указаны в таблице Б.1.

Пределы допускаемой основной погрешности, выраженной в виде приведенной погрешности в процентах от нормирующего значения, определяются по формуле:

$$\gamma = [(I - I_p)/(I_v - I_n)] 100\%, \quad (\text{Б.2})$$

где:

γ - пределы допускаемой основной приведенной погрешности, %;

I - измеренное значение выходного параметра, мА;

I_p – расчетное значение выходного параметра, мА;

I_v - верхний предел значения выходного параметра, мА;

I_n - нижний предел значения выходного параметра, мА.

Пределы допускаемой вариации выходного сигнала ПИ не более 0,2 предела допускаемой основной погрешности.

Пределы допускаемой дополнительной погрешности от изменения температуры окружающей среды в диапазоне:

- от минус 40 (60) до минус 10 °С – не более предела допускаемой основной приведенной погрешности;

- св. минус 10 °С до плюс 15 °С, св. плюс 25 до плюс 70 (85) °С – не более половины предела допускаемой основной приведенной погрешности.

Пределы допускаемой дополнительной погрешности, вызванной воздействием постоянных или переменных магнитных полей сетевой частоты напряжённостью до 400 А/м, не превышают 0,5 предела допускаемой основной погрешности.

Пределы допускаемой абсолютной погрешности внутренней автоматической компенсации температуры свободных (холодных) концов термопары, °С:±0,5

Пределы допускаемой приведенной погрешности внутренней автоматической компенсации температуры свободных (холодных) концов термопары определяются по формуле:

$$\gamma = \pm [0,5/(T_v - T_n)] 100\%, \quad (\text{Б.3})$$

где:

γ - пределы допускаемой основной приведенной погрешности, %;

T_v - верхний предел максимального диапазона измерений для конкретного типа НСХ ТП, °С;

T_n - нижний предел максимального диапазона измерений для конкретного типа НСХ ТП, °С.

Время установления рабочего режима не более 15 минут.