

СОГЛАСОВАНО
Заместитель руководителя ЛОЕИ
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ»

В.А. Лапинов
М.П.
«ПРОММАШ
ТЕСТ»
«20 апреля» 2024 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Преобразователи температуры 444

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-703/09-2023

1. Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на преобразователи измерительные 444 (далее по тексту – преобразователи, ИП) и устанавливает методы его первичной поверки до ввода в эксплуатацию, после ремонта и периодической поверки в процессе эксплуатации.

1.2 Преобразователи предназначены для измерений и преобразований сигналов, поступающих от термопреобразователей сопротивления, термоэлектрических преобразователей, а так же от других устройств с выходным сигналом в виде напряжения постоянного тока и активного сопротивления, в унифицированный аналоговый сигнал силы постоянного тока, а так же в цифровые сигналы для передачи по протоколам HART, Foundation Fieldbus и Profibus PA.

1.3 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в приложении А.

1.4 Настоящая методика поверки разработана в соответствии с требованиями Приказа № 2907 от 28.08.2020 г. «Об утверждении порядка установления и изменения интервала между поверками средств измерений, порядка установления, отмены методик поверки и внесения изменений в них, требования к методикам поверки средств измерений».

Реализация данной методики обеспечивает метрологическую прослеживаемость преобразователей к Государственным первичным эталонам:

ГЭТ 4-91 (единицы силы постоянного электрического тока) в соответствии с Приказом Росстандарта № 2091 от 01.10.2018 г. «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А», методом прямых измерений»;

ГЭТ 14-2014 (единицы электрического сопротивления) в соответствии с Приказом Росстандарта № 3456 от 30.12.2019 г. «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока»;

ГЭТ 13-2023 (единицы электрического напряжения) в соответствии с Приказом Росстандарта № 1520 от 28.07.2023 г. «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы».

1.4 На основании письменного заявления владельца преобразователя или лица, представившего преобразователь на поверку, оформленного в произвольной форме, допускается проведение поверки преобразователя на перенастроенный диапазон измерений, лежащий внутри максимального диапазона измерений в соответствии с описанием типа и превышающий минимальный диапазон измерений, а также проводить периодическую поверку преобразователей с несколькими выходными сигналами (соответствующими одной и той же входной измеряемой величине), только по одному выходному сигналу, с обязательным указанием объема проведенной поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – ФИФОЕИ).

2. Перечень операций поверки средства измерений (далее - поверка)

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

Т а б л и ц а 1 – Операции поверки.

| Наименование операции | Обязательность проведения операции при | | Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки |
|---|--|-----------------------|--|
| | первичной поверке | периодической поверке | |
| 1 Внешний осмотр средства измерений | да | да | 7 |
| 2 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений) | да | да | 8.1 |
| 3 Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений) | да | да | 8.2 |
| 4 Проверка программного обеспечения средства измерений | да | да | 9 |
| 5 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям | | | |
| 5.1 Определение основной погрешности измерений и преобразований в значения температуры сигналов от термопреобразователей сопротивления | да | да | 10.2 |
| 5.2 Определение основной погрешности измерений и преобразования в значения температуры сигналов от подключаемых термоэлектрических преобразователей | да | да | 10.3 |
| 5.3 Определение основной погрешности измерений электрического напряжения постоянного тока | да | да | 10.4 |
| 5.4 Определение основной погрешности измерений электрического сопротивления постоянного тока | да | да | 10.5 |
| 6 Оформление результатов поверки | да | да | 11 |

2.2 Если при проведении той или иной операции получают отрицательный результат, дальнейшую поверку прекращают, а преобразователь бракуют.

3. Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки в лаборатории соблюдают следующие условия:

- температура окружающей среды, °С..... от +18 до +28
- относительная влажность окружающего воздуха, % не более..... 80
- атмосферное давление, кПа..... от 84,0 до 106,7

3.2 Напряжение питания постоянного тока, В

- для модификации 444 - 1Н..... от 12 до 35
- для модификации 444 - 3Н и 444 - 6Н..... от 12,0 до 42,4

Номинальное напряжение питания постоянного тока 24 В.

Сопротивление нагрузки в соответствии с эксплуатационной документацией.

4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица, являющиеся специалистами органа метрологической службы, юридического лица или индивидуального предпринимателя, аккредитованного на проведение поверки.

4.2 К поверке допускаются лица, изучившие эксплуатационную документацию на поверяемые средства измерений, эксплуатационную документацию на средства поверки.

4.3 При проведении поверки достаточно участие одного поверителя.

5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, приведенные в таблице 2.

Т а б л и ц а 2 – Средства измерений и вспомогательное оборудование.

| 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 | Пример возможного средства поверки с указанием наименования, заводского обозначения, а при наличии – обозначения типа, модификации |
|-------------------------------|--|--|
| 1 | 2 | 3 |
| пп. 8, 10 | <p>Эталоны воспроизведений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы в диапазоне от минус 10 до плюс 100 мВ и пределами абсолютной погрешности, не превышающими 1/3 от основной погрешности поверяемого преобразователя, соответствующие требованиям к рабочим эталонам 2-го, 3-го разряда по государственной поверочной схеме (далее – ГПС) в соответствии с Приказом Росстандарта от 28.07.2023 № 1520</p> <p>Эталоны воспроизведений электрического сопротивления постоянного тока в диапазоне от 0 до 2200 Ом и пределами абсолютной погрешности, не превышающими 1/3 от основной погрешности поверяемого преобразователя, соответствующие требованиям к рабочим эталонам 3-го, 4-го разряда по ГПС в соответствии с Приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3456</p> | <p>Калибратор многофункциональный Fluke 5522A, рег. № 70345-18</p> <p>Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R) рег. № 52489-13</p> |
| пп. 8 - 10 | <p>Рабочий эталон 3-го разряда в соответствии с Приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3456. Средства воспроизведений электрического сопротивления постоянного тока от 0,01 до 11111,1 Ом, класс точности 0,005/1,5·10⁻⁶.</p> <p>Рабочий эталон 3-го разряда в соответствии с Приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3456. Номинальное значение электрического сопротивления постоянного тока 100 Ом, класс точности 0,01.</p> | <p>Мера электрического сопротивления постоянного тока многозначная MC3070M-1, рег. № 64073-16</p> <p>Катушка электрического сопротивления измерительная P331, рег. № 1162-58</p> |

Окончание таблицы 2

| 1 | 2 | 3 |
|---|--|---|
| пп. 8, 10 | <p>Эталоны измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы в диапазоне от минус 10 до плюс 100 мВ и пределами абсолютной погрешности, не превышающими 1/3 от основной погрешности поверяемого преобразователя, соответствующие требованиям к рабочим эталонам 2-го, 3-го разряда по ГПС в соответствии с Приказом Росстандарта от 28.07.2023 № 1520</p> <p>Эталоны измерений электрического сопротивления постоянного тока в диапазоне от 0 до 2200 Ом и пределами абсолютной погрешности, не превышающими 1/3 от основной погрешности поверяемого преобразователя, соответствующие требованиям к рабочим эталонам 3-го, 4-го разряда по ГПС в соответствии с Приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3456</p> <p>Эталоны измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от 4 до 20 мА, пределы допускаемой приведенной погрешности 1/3 от основной погрешности поверяемого преобразователя, соответствующие требованиям к рабочим эталонам 1-го, 2-го разряда по ГПС в соответствии с Приказом Росстандарта от 01.10.2018 № 2091</p> | <p>Калибратор многофункциональный Fluke 5522A, рег. № 70345-18</p> <p>Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R), рег. № 52489-13</p> <p>Мультиметр 3458A, рег. № 25900-03</p> <p>Вольтметр универсальный GDM-79061, рег. № 76322-19</p> |
| пп. 8, 10 | <p>Средство измерений температуры окружающей среды с пределами допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,5$ °С</p> <p>Средство измерений относительной влажности окружающей среды с пределами допускаемой абсолютной погрешности ± 2 %</p> <p>Средство измерений атмосферного давления с пределами допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,3$ кПа</p> | <p>Измеритель температуры и относительной влажности воздуха ИВТМ-7 М 5-Д, рег. № 71394-18</p> |
| пп. 8 - 10 | Средство воспроизведений и поддержания напряжения постоянного тока от 12,0 до 42,4 В | Источник питания постоянного тока GPR-76030D, рег. № 55898-13 |
| пп. 8 - 10 | HART-коммуникатор и (или) программно-аппаратный комплекс с поддержкой протоколов HART, Foundation Fieldbus и Profibus PA для визуализации измеряемой величины (для поверки преобразователей с цифровым выходом). | |
| <p>Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.</p> | | |

6. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 Все операции поверки, предусмотренные настоящей методикой поверки, экологически безопасны. При их выполнении проведение специальных защитных мероприятий по охране окружающей среды не требуется.

6.2 При проведении поверки соблюдаются требования безопасности, определяемые:

- правилами безопасности труда и пожарной безопасности, действующими на предприятии;
- правилами безопасности при эксплуатации используемых эталонных средств измерений, испытательного оборудования и поверяемое устройство, приведенными в эксплуатационной документации.

7. Внешний осмотр средства измерений

7.1 Внешний осмотр проводится визуально.

7.2 Преобразователи допускаются к дальнейшей поверке, если:

- внешний вид и комплектность преобразователей соответствуют описанию и изображению, приведенному в описании типа СИ;
- серийный номер, нанесенный на маркировочную табличку преобразователей, соответствует указанному в паспорте;
- надписи и обозначения, нанесенные на маркировочную табличку преобразователей, четкие и ясные;
- отсутствуют механические повреждения, коррозия, нарушение покрытий, надписей и другие дефекты, которые могут повлиять на работу преобразователей и на качество поверки.

Примечание – При выявлении дефектов, способных оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки, устанавливается возможность их устранения до проведения поверки. При наличии возможности устранения дефектов, выявленные дефекты устраняются, и устройство допускается к дальнейшей поверке. При отсутствии возможности устранения дефектов, устройство к дальнейшей поверке не допускается.

7.3 Преобразователь не прошедший внешний осмотр, к поверке не допускают.

8. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- изучить эксплуатационную документацию (далее по тексту – ЭД) на поверяемый преобразователь и на применяемые средства поверки;
- проверяют соответствие условий поверки в месте проведения поверки требованиям, установленным в п. 3.1 (вносят результаты измерений условий поверки в протокол поверки);
- выдержать преобразователь в условиях окружающей среды, указанных в п. 3.1, не менее 2 ч, если он находился в климатических условиях, отличающихся от указанных в п. 3.1, и подготовить его к работе в соответствии с ЭД. Допускается сокращение времени выдержки до 40 минут если преобразователи до начала поверки находились с средствами поверки и эталонами в одном помещении, удовлетворяющем условиям проведения поверки;
- подготовить к работе средства поверки в соответствии с указаниями их ЭД.

8.2 Опробование средства измерений

8.2.1 При опробовании преобразователей проверяют их работоспособность.

8.2.1.1 Работоспособность преобразователей проверяют, изменяя задаваемые/генерируемые с эталонного прибора значения входных сигналов равные нижнему и верхнему пределу настроенного диапазона измерений входного сигнала ИП. При этом должно наблюдаться изменение значений выходного сигнала и (или) показаний при корректной работе преобразователей. Выполняют следующие операции проверки работоспособности, в следующей последовательности:

- изучают ЭД на преобразователи и средства испытаний;
- подключают к преобразователю необходимое оборудование в соответствии с ЭД;
- подают напряжение питания на преобразователь. После включения происходит самотестирование прибора. В случае индицирования каких-либо кодов ошибки в процессе самотестирования прибора, проверку приостанавливают, до устранения недостатков, выявленных при самотестировании. После устранения недостатков, методом корректного конфигурирования и монтажа, проверку продолжают.
- проверяют текущую конфигурацию преобразователя в соответствии с ЭД (диапазон измерений, тип настроенного входного сигнала).
- при помощи имитатора сигнала (в качестве имитатора сигнала может быть использован калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R), мера электрического сопротивления постоянного тока многозначная MC3070M-1 или

калибратор многофункциональный Fluke 5522A (в зависимости от типа настроенного входного сигнала преобразователя и подтверждения требуемых точностных характеристик) задать значения воспроизведения сигналов в пределах нижнего (от 0 до 5 % от диапазона) и верхнего (от 95 до 100 % от диапазона) измерений входного сигнала в соответствии с настроенной конфигурацией ИП).

- наблюдают и считывают изменение показания выходного сигнала соответственно верхнему и нижнему пределу измерений входного сигнала, при корректной работе ИП.

8.2.2 Результаты опробования считаются положительными и ИП считается пригодным к дальнейшей поверке, если:

- преобразователи корректно включаются в работу и при самотестировании не обнаружено ошибок.
- значение выходного сигнала ИП изменяется и индицируется как близкое или равное значение в соответствии с воспроизводимыми входными сигналами эталонного прибора.

8.2.3 Допускается совмещать процедуру опробования с п.10.

9. Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Для проверки встроенного программного обеспечения (далее по тексту – ПО) необходимо подключить преобразователь к HART-коммуникатору или иному программно-аппаратному комплексу с поддержкой протоколов HART (для модификаций 444 - 6Н и 444 - 3Н), Foundation Fieldbus и Profibus PA (для модификации 444 - 3Н) и после установления соединения считать идентификационные признаки программного обеспечения преобразователя (номер версии программного обеспечения) в соответствующем разделе меню коммуникатора или внешнего специализированного ПО с поддержкой протоколов HART, Foundation Fieldbus и Profibus PA.

9.2 Проверить, что номер версии встроенного ПО соответствует информации, указанной в таблице 3.

9.3 Отображение идентификационных данных программного обеспечения для преобразователей модификации 444 - 1Н не производится, и конструкция преобразователей исключает возможность несанкционированного влияния на встроенное ПО и измерительную информацию, в связи с чем подтверждение идентификационных данных не проводится.

9.4 Преобразователи (модификаций 444 - 6Н и 444 - 3Н), допускаются к дальнейшей поверке, если номер версии метрологически значимой части встроенного ПО соответствует версии, указанной в таблице 3.

Т а б л и ц а 3 – Идентификационные данные ПО

| Идентификационные данные | Значение для модификации: | | | |
|--|---------------------------|-------------------------------|------------------------|-----------------------|
| | 444 - 6Н | 444 - 3Н с цифровым сигналом: | | |
| | | HART | Foundation Fieldbus | Profibus PA |
| Идентификационное наименование ПО | недоступен | | | |
| Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже | 1.xx ¹⁾ | 7.xx.xxx ¹⁾ | 2.xx.xxx ¹⁾ | 1.x.xxx ¹⁾ |
| Цифровой идентификатор ПО | недоступен | | | |

¹⁾ Где переменная в «х» - цифровое значение от «0» до «9» это идентификационный номер текущей версии служебной части ПО и не является идентификатором метрологически значимой части ПО.

10. Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Метрологические характеристики основной погрешности преобразователей с входными сигналами для подключения термопреобразователей сопротивления с НСХ и с входными сигналами для подключения термоэлектрических преобразователей с НСХ, задают соответствующие температурным эквивалентам НСХ-значения сопротивления по ГОСТ 6651-2009 или напряжения в электрической цепи на явлении возникновения термоэлектродвижущей силы (ТЭДС) по ГОСТ Р 8.585-2001, а также для преобразователей с входными сигналами измерения электрического сопротивления постоянного тока и измерения электрического напряжения постоянного тока проводят на пяти значениях входного/выходного сигнала (контрольных точках): на краях рабочего/настроенного диапазона измерений, а также в точках 25 %, 50 %, 75 % рабочего/настроенного диапазона измерений (воспроизведения). В случае необходимости допускается выбирать иные точки диапазона, но не отличающиеся от рекомендуемых, более чем на 5 %. Определение основной погрешности измерений и преобразований входных сигналов преобразователя осуществляется только для заявленных метрологических характеристик, указанных в паспорте, с которыми эксплуатируется данный преобразователь.

Примечания

1 Для модификации 444 - 3Н с входными сигналами для подключения термоэлектрических преобразователей с НСХ типа В и типа К задают соответствующие температурам значения напряжения согласно ГОСТ Р 8.585-2001, на пяти значениях входного/выходного сигнала (контрольных точках): на краях рабочего/настроенного диапазона измерений, а также в точках 25 %, 50 %, 75 % рабочего/настроенного диапазона измерений (воспроизведения), в случае необходимости допускается выбирать иные точки диапазона, но не отличающиеся от рекомендуемых, более чем на 5 %, а также в точках (если данные значения лежат внутри рабочего/настроенного диапазона измерений): плюс 299 °С или 300 °С, и плюс 301 °С для НСХ типа В; минус 89 °С или минус 90 °С, и минус 91 °С для НСХ типа К.

2 Для модификации 444 - 6Н с входными сигналами для подключения термоэлектрических преобразователей с НСХ типа В и типа К задают соответствующие температурам значения напряжения согласно ГОСТ Р 8.585-2001, на пяти значениях входного/выходного сигнала (контрольных точках): на краях рабочего/настроенного диапазона измерений, а также в точках 25 %, 50 %, 75 % рабочего/настроенного диапазона измерений (воспроизведения), в случае необходимости допускается выбирать иные точки диапазона, но не отличающиеся от рекомендуемых, более чем на 5 %, а также в точках (если данные значения лежат внутри настроенного диапазона измерений): плюс 299 °С или 300 °С, и плюс 301 °С для НСХ типа В; минус 129 °С или минус 130 °С, и минус 131 °С, минус 89 °С или минус 90 °С, и минус 91 °С для НСХ типа К.

10.2 Определение основной погрешности измерений и преобразований в значения температуры сигналов от термопреобразователей сопротивления (далее - ТС)

10.2.1 Преобразователи модификаций, поддерживающих протоколы HART, Foundation Fieldbus, Profibus PA, при помощи коммуникатора или через интерфейс Foundation Fieldbus (Profibus PA), устанавливают в режим работы с термопреобразователями сопротивления (проверяют тип НСХ по ГОСТ 6651-2009, диапазон (интервал) измерений).

10.2.2 Подключить к преобразователю необходимое оборудование (источник питания и средства поверки) к соответствующим клеммам прибора (в зависимости от схемы подключения в соответствии с ЭД, см. приложение Б).

10.2.3 В качестве имитатора сигнала использовать меру электрического сопротивления многозначную или калибратор многофункциональный (с возможностью генерации/воспроизведения сигналов сопротивления постоянного тока).

10.2.4 С помощью имитатора сигнала задают значение сопротивления (t_a), соответствующее первой контрольной точке значения измеряемой величины в соответствии с

пунктом 10.1 (в соответствии с температурными значениями по номинальной статической характеристикой (далее - НСХ) по ГОСТ 6651-2009).

10.2.5 После установления значения выходного сигнала измеряют падение напряжение на однозначной мере электрического сопротивления (далее - ОМЭС) и вычисляют значение протекающего через нее тока или осуществляют прямое измерение аналогового сигнала (силы постоянного тока – $I_{\text{вых.}i}$) при помощи прецизионного измерителя постоянного тока. Значения выходного сигнала по цифровому сигналу ($t_{\text{ци}}$) определяют при помощи специального ПО на экране компьютера, с дисплея коммуникатора или со встроенного индикатора (при его наличии).

10.2.6 Расчётные значения аналогового выходного сигнала постоянного тока $I_{\text{вых.}i}$ при косвенном измерении определяют по формуле (1).

$$I_{\text{вых.}i} = \frac{U_{\text{вых.}i}}{R_0}, \quad (1)$$

где $U_{\text{вых.}i}$ – значение падения напряжения на эталонном сопротивлении в i , мВ (здесь и далее напряжение фиксировать с точностью до четвёртого знака после запятой);
 R_0 – значение эталонного сопротивления, Ом.

10.2.7 Значение температуры, соответствующее измеренному аналоговому выходному сигналу $I_{\text{вых.}i}$ рассчитывают по формуле (2).

$$t_{ia} = \frac{I_{\text{вых.}i} - I_{\text{min}}}{I_{\text{max}} - I_{\text{min}}} \cdot (t_{\text{max}} - t_{\text{min}}) + t_{\text{min}}, \quad ^\circ\text{C} \quad (2)$$

где $I_{\text{вых.}i}$ – значение выходного тока, соответствующее измеряемой температуре, мА;
 $I_{\text{min}}, I_{\text{max}}$ – нижний и верхний пределы диапазона измерений выходного тока, мА;
 $t_{\text{min}}, t_{\text{max}}$ – нижний и верхний пределы, соответственно, диапазона измерений в значение температурного эквивалента, соответствующего значениям НСХ-характеристик, согласно настройке ИП, $^\circ\text{C}$.

10.2.8 Повторяют операции по пп. 10.2.4 - 10.2.8 для остальных температурных точек, находящихся в диапазоне измеряемых температур поверяемого ИП по 10.1.

10.2.9 Основную погрешность ИП вычисляют по формулам:

- основную абсолютную погрешность ИП для цифрового выходного сигнала:

$$\Delta_{0_{\text{ц}}} = t_{i_{\text{ц}}} - t_d, \quad ^\circ\text{C} \quad (3)$$

- основную абсолютную погрешность ИП для аналогового выходного сигнала:

$$\Delta_{0_{\text{а}}} = t_{i_{\text{а}}} - t_d, \quad ^\circ\text{C} \quad (4)$$

- основную приведенную к диапазону измерений погрешность преобразователя при измерении и преобразовании сигналов от ТС по ГОСТ 6651-2009, ($\gamma_{\text{ПИо}}$), %, по формуле:

$$\gamma_{\text{ПИо}} = \frac{I_{\text{изм}} - I_{\text{расч}}}{16} \cdot 100, \quad \% \quad (5)$$

где $I_{\text{изм}}$ – значение силы постоянного тока в контрольной точке по показаниям преобразователя мА;
 $I_{\text{расч}}$ – расчетное значение силы постоянного тока, соответствующее значению сопротивления в контрольной точке согласно типу номинальной статической характеристики по ГОСТ 6651-2009 (в мА), которое рассчитывается по формуле:

$$I_{\text{расч}} = 4 + \frac{t_{ia} - t_{\text{min}}}{t_{\text{max}} - t_{\text{min}}} \cdot 16, \quad \text{мА} \quad (6)$$

где: t_{ia} – значение температуры, соответствующее измеренному аналоговому выходному сигналу, $^\circ\text{C}$;
 $t_{\text{min}}, t_{\text{max}}$ – нижний и верхний пределы, соответственно, диапазона измерений в значение температурного эквивалента, соответствующего значениям НСХ-характеристик, согласно настройке ИП, $^\circ\text{C}$.

Примечания

- 1 Для ИП с цифровым выходным сигналом, при поверке допускается определять основную абсолютную погрешность цифрового сигнала по формуле (3).
- 2 Для модификации 444 - 3Н основная абсолютная погрешность ИП с выходным аналоговым сигналом от 4 до 20 мА равна алгебраической сумме пределов (приводится к абсолютному виду) основной абсолютной погрешности измерений и преобразований входных сигналов ($\Delta_{\text{АЦП}}$) и предела основной приведенной погрешности преобразований цифрового сигнала в унифицированный электрический выходной сигнал постоянного тока ($\lambda_{\text{ЦАП}}$). Основная абсолютная погрешность ИП с выходным сигналом на основе цифрового протокола равны пределам основной абсолютной погрешности измерений и преобразований входных сигналов ($\Delta_{\text{АЦП}}$).

10.3 Определение основной погрешности измерений и преобразователя в значения температуры сигналов от подключаемых термоэлектрических преобразователей (далее - ТП)

10.3.1 Преобразователи модификаций, поддерживающих протоколы HART, Foundation Fieldbus, Profibus PA, при помощи коммуникатора или через интерфейс Foundation Fieldbus (Profibus PA), устанавливают в режим работы с термоэлектрическими преобразователями (проверяют тип ТП по ГОСТ Р 8.585-2001, диапазон (интервал) измерений).

10.3.2 Подключить к преобразователю необходимое оборудование (источник питания и средства поверки) к соответствующим клеммам прибора (в зависимости от схемы подключения в соответствии с ЭД, см. приложение Б).

10.3.3 В качестве имитатора сигнала использовать калибратор многофункциональный (с возможностью генерации/воспроизведения сигналов напряжения постоянного тока (сигналов температурной ЭДС)). Калибратор многофункциональный подключают с помощью медных проводов.

Примечание – При определении погрешности измерений преобразователя при измерении и преобразовании сигналов от термопар по ГОСТ Р 8.585-2001 с помощью термометра измеряют температуру окружающей среды вблизи преобразователя и вводят это значение в калибратор многофункциональный как температуру холодного спая термопары.

10.3.4 С помощью имитатора сигнала задают значение температурной ЭДС (t_d), соответствующее первой контрольной точке значения измеряемой величины в соответствии с пунктом 10.1 (в соответствии с температурными значениями используя градуировочную характеристику сигналов температурной ЭДС термопары в соответствии с ГОСТ Р 8.585-2001).

10.3.5 После установления значения выходного сигнала измеряют падение напряжения на ОМЭС и вычисляют значение протекающего через нее тока или осуществляют прямое измерение аналогового сигнала (силы постоянного тока – $I_{\text{вых.}i}$) при помощи прецизионного измерителя постоянного тока. Значения выходного сигнала по цифровому сигналу ($t_{\text{ц}}$) определяют при помощи специального ПО на экране компьютера, с дисплея коммуникатора или со встроенного индикатора (при его наличии).

10.3.6 Расчётные значения аналогового выходного сигнала постоянного тока $I_{\text{вых.}i}$ при косвенном измерении определяют по формуле (1).

10.3.7 Значение температуры, соответствующее измеренному аналоговому выходному сигналу $I_{\text{вых.}i}$ рассчитывают по формуле (2).

10.3.8 Повторяют операции по пп. 10.3.4 - 10.3.8 для остальных температурных точек, находящихся в диапазоне измеряемых температур поверяемого ИП по 10.1.

10.3.9 Основную погрешность измерений и преобразования в температуру сигналов от ТП рассчитывают по формулам (3) – (5).

Примечания

- 1 Для ИП с цифровым выходным сигналом, при поверке допускается определять основную абсолютную погрешность цифрового сигнала по формуле (3).
- 2 Для модификации 444 - 3Н основная абсолютная погрешность ИП с выходным аналоговым сигналом от 4 до 20 мА равна алгебраической сумме пределов (приводится к абсолютному виду) основной абсолютной погрешности измерений и преобразований входных сигналов ($\Delta_{\text{АЦП}}$) и предела основной приведенной погрешности преобразований цифрового сигнала в унифицированный электрический выходной сигнал постоянного тока ($\lambda_{\text{ЦАП}}$).
Основная абсолютная погрешность ИП с выходным сигналом на основе цифрового протокола равны пределам основной абсолютной погрешности измерений и преобразований входных сигналов ($\Delta_{\text{АЦП}}$).

10.4 Определение основной погрешности измерений электрического напряжения постоянного тока

10.4.1 Преобразователи модификаций, поддерживающих протоколы HART, Foundation Fieldbus, Profibus PA, при помощи коммуникатора или через интерфейс Foundation Fieldbus (Profibus PA), устанавливают в режим работы с милливольтовыми устройствами постоянного тока (проверяют, диапазон измерений).

10.4.2 Подключить к преобразователю необходимое оборудование (источник питания и средства поверки) к соответствующим клеммам прибора (схема подключения в соответствии с ЭД, см. приложение Б).

10.4.3 В качестве имитатора сигнала использовать калибратор многофункциональный (с возможностью генерации/воспроизведения сигналов напряжения постоянного тока). Калибратор многофункциональный подключают с помощью медных проводов.

10.4.4 С помощью имитатора задают значение милливольтового сигнала (u_d), соответствующее первой контрольной точке значения измеряемой величины в соответствии с пунктом 10.1.

10.4.5 После установления значения выходного сигнала измеряют падение напряжения на ОМЭС и вычисляют значение протекающего через нее тока или осуществляют прямое измерение аналогового сигнала (силы постоянного тока – $I_{\text{вых.}i}$) при помощи прецизионного измерителя постоянного тока. Значения выходного сигнала по цифровому сигналу ($u_{\text{ци}}$) определяют при помощи специального ПО на экране компьютера, с дисплея коммуникатора или со встроенного индикатора (при его наличии).

10.4.6 Расчётные значения аналогового выходного сигнала постоянного тока $I_{\text{вых.}i}$ при косвенном измерении определяют по формуле (1).

10.4.7 Значение напряжения постоянного тока, соответствующее измеренному аналоговому выходному сигналу $I_{\text{вых.}i}$ рассчитывают по формуле (7).

$$u_{ia} = \frac{I_{\text{вых.}i} - I_{\text{min}}}{I_{\text{max}} - I_{\text{min}}} \cdot (u_{\text{max}} - u_{\text{min}}) + u_{\text{min}}, \text{ мВ} \quad (7)$$

где $I_{\text{вых.}i}$ - значение выходного тока, соответствующее измеряемой температуре, мА;
 $I_{\text{min}}, I_{\text{max}}$ - нижний и верхний пределы диапазона измерений выходного тока, мА;
 $u_{\text{min}}, u_{\text{max}}$ - нижний и верхний пределы, соответственно, диапазона измерений напряжения постоянного тока, согласно настройке ИП, мВ.

10.4.8 Повторяют операции по пп. 10.4.4 - 10.4.8 для остальных контрольных точек, находящихся в диапазоне измерений напряжения постоянного тока поверяемого ИП по 10.1.

10.4.9 Основную погрешность ИП вычисляют по формулам:

- основную абсолютную погрешность ИП для цифрового выходного сигнала:

$$\Delta_{0ц} = u_{iц} - u_d, \text{ мВ} \quad (8)$$

- основную абсолютную погрешность ИП для аналогового выходного сигнала:

$$\Delta_{0а} = u_{iа} - u_d, \text{ мВ} \quad (9)$$

- основную приведенную к диапазону измерений погрешность преобразователя при измерении напряжения постоянного тока, ($\gamma_{\text{пн0}}$), %, по формуле:

$$\gamma_{\text{пн0}} = \frac{I_{\text{изм}} - I_{\text{расч}}}{16} \cdot 100, \% \quad (10)$$

где $I_{\text{изм}}$ - значение силы постоянного тока в контрольной точке по показаниям преобразователя мА;

$I_{\text{расч}}$ - расчетное значение силы постоянного тока, соответствующее напряжению постоянного тока, которое рассчитывается по формуле:

$$I_{\text{расч}} = 4 + \frac{u_{iа} - u_{\text{min}}}{u_{\text{max}} - u_{\text{min}}} \cdot 16, \text{ мА} \quad (11)$$

где: $u_{iа}$ - значение напряжения постоянного тока, соответствующее измеренному аналоговому выходному сигналу, мВ;

$u_{\text{min}}, u_{\text{max}}$ - нижний и верхний пределы, соответственно, диапазона измерений напряжения постоянного тока, согласно настройке ИП, мВ.

Примечания

- 1 Для ИП с цифровым выходным сигналом, при поверке допускается определять основную абсолютную погрешность цифрового сигнала по формуле (8).
- 2 Для модификации 444 - 3Н основная абсолютная погрешность ИП с выходным аналоговым сигналом от 4 до 20 мА равна алгебраической сумме пределов (приводится к абсолютному виду) основной абсолютной погрешности измерений и преобразований входных сигналов ($\Delta_{\text{АЦП}}$) и предела основной приведенной погрешности преобразований цифрового сигнала в унифицированный электрический выходной сигнал постоянного тока ($\lambda_{\text{ЦАП}}$). Основная абсолютная погрешность ИП с выходным сигналом на основе цифрового протокола равны пределам основной абсолютной погрешности измерений и преобразований входных сигналов ($\Delta_{\text{АЦП}}$).

10.5 Определение основной погрешности измерений электрического сопротивления постоянного тока

10.5.1 Преобразователи модификаций, поддерживающих протоколы HART, Foundation Fieldbus, Profibus PA, при помощи коммутатора или через интерфейс Foundation Fieldbus (Profibus PA), устанавливают в режиме работы с омическими устройствами постоянного тока (проверяют, диапазон измерений).

10.5.2 Подключить к преобразователю необходимое оборудование (источник питания и средства поверки) к соответствующим клеммам прибора (схема подключения в соответствии с ЭД, см. приложение Б).

10.5.3 В качестве имитатора сигнала использовать меру электрического сопротивления многозначную или калибратор многофункциональный (с возможностью генерации/воспроизведения сигналов сопротивления постоянного тока).

10.5.4 С помощью имитатора сигнала задают значение сопротивления постоянного тока (r_d), соответствующее первой контрольной точке значения измеряемой величины в соответствии с пунктом 10.1.

10.5.5 После установления значения выходного сигнала измеряют падение напряжения на ОМЭС и вычисляют значение протекающего через нее тока или осуществляют прямое измерение аналогового сигнала (силы постоянного тока – $I_{\text{вых.}i}$) при помощи прецизионного измерителя постоянного тока. Значения выходного сигнала по цифровому сигналу ($r_{\text{ц}}$) определяют при помощи специального ПО на экране компьютера, с дисплея коммуникатора или со встроенного индикатора (при его наличии).

10.5.6 Расчётные значения аналогового выходного сигнала постоянного тока $I_{\text{вых.}i}$ при косвенном измерении определяют по формуле (1).

10.5.7 Значение напряжения постоянного тока, соответствующее измеренному аналоговому выходному сигналу $I_{\text{вых.}i}$ рассчитывают по формуле (12).

$$r_{ia} = \frac{I_{\text{вых.}i} - I_{\text{min}}}{I_{\text{max}} - I_{\text{min}}} \cdot (r_{\text{max}} - r_{\text{min}}), \text{ Ом} \quad (12)$$

где $I_{\text{вых.}i}$ - значение выходного тока, соответствующее измеряемой температуре, мА;
 $I_{\text{min}}, I_{\text{max}}$ - нижний и верхний пределы диапазона измерений выходного тока, мА;
 $r_{\text{min}}, r_{\text{max}}$ - нижний и верхний пределы, соответственно, диапазона измерений сопротивления постоянного тока, согласно настройке ИП, Ом.

10.5.8 Повторяют операции по пп. 10.5.4 - 10.5.8 для остальных контрольных точек, находящихся в диапазоне измерений сопротивления постоянного тока поверяемого ИП по 10.1.

10.5.9 Основную погрешность ИП вычисляют по формулам:

- основную абсолютную погрешность ИП для цифрового выходного сигнала:

$$\Delta_{0\text{ц}} = r_{i\text{ц}} - r_d, \text{ Ом} \quad (13)$$

- основную абсолютную погрешность ИП для аналогового выходного сигнала:

$$\Delta_{0a} = r_{ia} - r_d, \text{ Ом} \quad (14)$$

- основную приведенную к диапазону измерений погрешность преобразователя при измерении напряжения постоянного тока, ($\gamma_{\text{ПИо}}$), %, по формуле:

$$\gamma_{\text{ПИо}} = \frac{I_{\text{изм}} - I_{\text{расч}}}{16} \cdot 100, \% \quad (15)$$

где $I_{\text{изм}}$ - значение силы постоянного тока в контрольной точке по показаниям преобразователя мА;

$I_{\text{расч}}$ - расчетное значение силы постоянного тока, соответствующее сопротивлению постоянного тока, которое рассчитывается по формуле:

$$I_{\text{расч}} = 4 + \frac{r_{ia} - r_{\text{min}}}{r_{\text{max}} - r_{\text{min}}} \cdot 16, \text{ Ом} \quad (16)$$

где: r_{ia} - значение сопротивления постоянного тока, соответствующее измеренному аналоговому выходному сигналу, Ом;

$r_{\text{min}}, r_{\text{max}}$ - нижний и верхний пределы, соответственно, диапазона измерений сопротивления постоянного тока, согласно настройке ИП, Ом.

Примечания

1 Для ИП с цифровым выходным сигналом, при поверке допускается определять основную абсолютную погрешность цифрового сигнала по формуле (13).

- 2 Для модификации 444 - 3Н основная абсолютная погрешность ИП с выходным аналоговым сигналом от 4 до 20 мА равна алгебраической сумме пределов (приводится к абсолютному виду) основной абсолютной погрешности измерений и преобразований входных сигналов ($\Delta_{\text{АЦП}}$) и предела основной приведенной погрешности преобразований цифрового сигнала в унифицированный электрический выходной сигнал постоянного тока ($\Delta_{\text{ЦАП}}$). Основная абсолютная погрешность ИП с выходным сигналом на основе цифрового протокола равны пределам основной абсолютной погрешности измерений и преобразований входных сигналов ($\Delta_{\text{АЦП}}$).

10.6 Результаты поверки по 10.2 – 10.5 считают положительными и преобразователи соответствует метрологическим требованиям, если полученные значения основной погрешности измерений и преобразований входных сигналов преобразователя при каждом заданном значении измеряемой величины не превышают значений допускаемой основной погрешности измерений и преобразований входных сигналов, указанные в таблице А.2 приложения А.

11. Оформление результатов поверки

Сведения о результатах поверки преобразователя передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, передачи сведений в него и внесения изменений в данные сведения, предоставления содержащихся в нем документов и сведений, предусмотренным частью 3 статьи 20 Федерального закона № 102-ФЗ.

Дополнительно в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений передаются сведения о диапазоне измерений и входной измеряемой величине, а также тип(ы) выходного сигнала.

При положительных результатах поверки средство измерений признается годным к применению.

Результаты поверки оформляется протоколом поверки в произвольной форме.

Выдача свидетельства о поверке средства измерений и (или) внесением в паспорт преобразователя записи о проведенной поверке, заверяемой подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки, осуществляется в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений.

Нанесение знака поверки на средство измерений не предусмотрено. Пломбирование средства измерений не производится.

При отрицательных результатах поверки, средство измерений признается непригодным к применению.

Выдача извещения о непригодности к применению средства измерений с указанием основных причин непригодности осуществляется в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений.

Инженер по метрологии
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ»



П.А. Гриценко

Приложение А
к МП-703/09-2023
(обязательное)

Метрологические требования, которые должны быть подтверждены в результате поверки

Метрологические характеристики представлены в таблице А.1 и А.2

Т а б л и ц а А.1 – Диапазоны измерений

| Наименование характеристик | Значение |
|---|---|
| Преобразователи модификации 444 - 1Н | |
| Диапазон измерений: - температуры, °С: - типы НСХ преобразований входных сигналов подключаемых рабочих термопреобразователей сопротивления ¹⁾ : - Pt100 ($\alpha = 0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) - 100П ($\alpha = 0,00391 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) [Pt100 ($\alpha = 0,00391 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)] ³⁾ - 10М ($\alpha = 0,00428 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) [Cu10 ($\alpha = 0,00428 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)] ³⁾ - 120Н ($\alpha = 0,00617 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) [Ni120 ($\alpha = 0,00617 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)] ³⁾ - типы НСХ преобразований входных сигналов подключаемых рабочих термоэлектрических преобразователей ²⁾ : - типа К - типа N - типа S - типа R - типа В - типа J - электрического сопротивления постоянного тока (2-, 3-, 4-проводной омический ввод), Ом | от –200 до +850 от –200 до +550 от –50 до +250 от –70 до +300 от –180 до +1372 от –200 до +1300 от 0 до +1768 от 0 до +1768 от +100 до +1820 от –180 до +760 от 0 до 2000 |
| Минимальный диапазон измерений ⁴⁾ : - температуры, °С: - типы НСХ преобразований входных сигналов подключаемых рабочих термопреобразователей сопротивления ¹⁾ : - Pt100 ($\alpha = 0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$); - 100П ($\alpha = 0,00391 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) [Pt100 ($\alpha = 0,00391 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)] ³⁾ ; - 10М ($\alpha = 0,00428 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) [Cu10 ($\alpha = 0,00428 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)] ³⁾ ; - 120Н ($\alpha = 0,00617 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) [Ni120 ($\alpha = 0,00617 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)] ³⁾ - типы НСХ преобразований входных сигналов подключаемых рабочих термоэлектрических преобразователей ²⁾ : - типа: К; N; S; R; В; J - электрического сопротивления постоянного тока, Ом | 25 25 25 25 25 20 |

Окончание таблицы А.1

| Наименование характеристик | Значение |
|--|--|
| Преобразователи модификации 444 - 6Н | |
| <p>Диапазон измерений:</p> <p>- температуры, °С:</p> <p>- типы НСХ преобразований входных сигналов подключаемых рабочих термопреобразователей сопротивления)¹⁾:</p> <p>- Pt100 ($\alpha = 0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)</p> <p>- Pt200 ($\alpha = 0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)</p> <p>- Pt500 ($\alpha = 0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)</p> <p>- Pt1000 ($\alpha = 0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)</p> <p>- 100П ($\alpha = 0,00391 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) [Pt100 ($\alpha = 0,00391 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)]³⁾</p> <p>- 10М ($\alpha = 0,00428 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) [Cu10 ($\alpha = 0,00428 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)]³⁾</p> <p>- 120Н ($\alpha = 0,00617 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) [Ni120 ($\alpha = 0,00617 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)]³⁾</p> <p>- типы НСХ преобразований входных сигналов подключаемых рабочих термоэлектрических преобразователей)²⁾:</p> <p>- типа К</p> <p>- типа N</p> <p>- типа E</p> <p>- типа S</p> <p>- типа R</p> <p>- типа B</p> <p>- типа T</p> <p>- типа J</p> <p>- электрического сопротивления постоянного тока (2-, 3-, 4-проводной омический ввод), Ом</p> <p>- электрического напряжения постоянного тока, мВ</p> | <p>от -200 до +850</p> <p>от -200 до +850</p> <p>от -200 до +850</p> <p>от -200 до +300</p> <p>от -200 до +550</p> <p>от -50 до +250</p> <p>от -70 до +300</p> <p>от -180 до +1372</p> <p>от -200 до +1300</p> <p>от -50 до +1000</p> <p>от 0 до +1768</p> <p>от 0 до +1768</p> <p>от +100 до +1820</p> <p>от -200 до +400</p> <p>от -180 до +760</p> <p>от 0 до 2000</p> <p>от -10 до 100</p> |
| <p>Минимальный диапазон измерений)⁴⁾:</p> <p>- температуры, °С:</p> <p>- типы НСХ преобразований входных сигналов подключаемых рабочих термопреобразователей сопротивления)¹⁾:</p> <p>- Pt100 ($\alpha = 0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)</p> <p>- Pt200 ($\alpha = 0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)</p> <p>- Pt500 ($\alpha = 0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)</p> <p>- Pt1000 ($\alpha = 0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)</p> <p>- 100П ($\alpha = 0,00391 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) [Pt100 ($\alpha = 0,00391 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)]³⁾</p> <p>- 10М ($\alpha = 0,00428 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) [Cu10 ($\alpha = 0,00428 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)]³⁾</p> <p>- 120Н ($\alpha = 0,00617 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) [Ni120 ($\alpha = 0,00617 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)]³⁾</p> <p>- типы НСХ преобразований входных сигналов подключаемых рабочих термоэлектрических преобразователей)²⁾:</p> <p>- типа: К; N; S; R; B; J; E; T</p> <p>- электрического сопротивления постоянного тока, Ом</p> <p>- электрического напряжения, мВ</p> | <p>10</p> <p>10</p> <p>10</p> <p>10</p> <p>10</p> <p>10</p> <p>10</p> <p>25</p> <p>20</p> <p>3</p> |
| <p>¹⁾ Типы НСХ термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651-2009.</p> <p>²⁾ Типы НСХ термоэлектрических преобразователей по ГОСТ Р 8.585-2001.</p> <p>³⁾ Дополнительное обозначение НСХ, принятое изготовителем.</p> <p>⁴⁾ Минимальная допустимая алгебраическая разность между значениями верхнего и нижнего предела измерений.</p> | |

Т а б л и ц а А.2 – Пределы допускаемых погрешностей измерения и преобразования

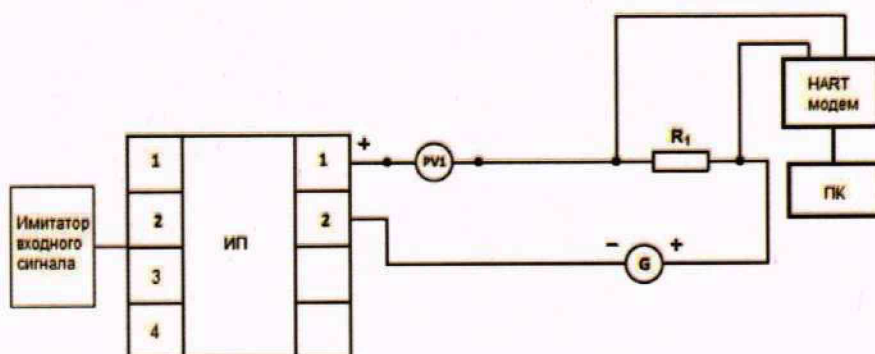
| Наименование характеристик | Значение характеристики для преобразователей температуры, модификации: | | | | | |
|---|---|-----------------------|---|-----------------------------------|--|-----------------------|
| | 444 - 1Н | | 444 - 3Н | | 444 - 6Н | |
| | $\Delta^{4)}$, °C | $\lambda^{4)}$, % | $\Delta_{\text{АП}}^{5)}$, °C | $\lambda_{\text{АП}}^{5)}$, % | $\Delta^{4)}$, °C | $\lambda^{4)}$, % |
| Пределы допускаемой основной погрешности измерений и преобразований в значения температуры сигналов от: | | | | | | |
| - подключаемых термопреобразователей сопротивления с НСХ ¹⁾ : | | | | | | |
| - Pt100 ($\alpha = 0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) | ±0,3 | ±0,15 | ±0,15 | ±0,05 | ±0,2 | ±0,1 |
| - Pt200 ($\alpha = 0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) | - | - | ±0,27 | ±0,05 | ±1,17 | ±0,1 |
| - Pt500 ($\alpha = 0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) | - | - | ±0,19 | ±0,05 | ±0,47 | ±0,1 |
| - Pt1000 ($\alpha = 0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) | - | - | ±0,19 | ±0,05 | ±0,23 | ±0,1 |
| - 100П ($\alpha = 0,00391 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) [Pt100 ($\alpha = 0,00391 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)] ³⁾ | ±0,3 | ±0,15 | ±0,2 | ±0,05 | ±0,2 | ±0,1 |
| - 10М ($\alpha = 0,004274 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) [Cu10 ($\alpha = 0,004274 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)] ³⁾ | ±3,0 | ±0,15 | - | - | ±2,0 | ±0,1 |
| - 120Н ($\alpha = 0,00617 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) [Ni120 ($\alpha = 0,00617 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)] ³⁾ | ±0,2 | ±0,15 | - | - | ±0,16 | ±0,1 |
| - подключаемых термоэлектрических преобразователей с НСХ ^{2), 6)} : | $\Delta^{4)}$, °C | $\lambda^{4)}$, % | $\Delta_{\text{АП}}^{5)}$, °C | $\lambda_{\text{АП}}^{5)}$, % | $\Delta^{4)}$, °C | $\lambda^{4)}$, % |
| - типа В | ±2,3 | ±0,15 | ±3,0 (в диапазоне от +100 °C до +300 °C включ.); ±0,77 (в диапазоне св. +300 °C до +1820 °C) | ±0,05 | ±3,0 (в диапазоне от +100 °C до +300 °C включ.); ±1,50 (в диапазоне св. +300 °C до +1820 °C) | ±0,1 |
| - типа Е | - | - | ±0,2 | ±0,05 | ±0,4 | ±0,1 |
| - типа J | ±0,8 | ±0,15 | ±0,35 | ±0,05 | ±0,5 | ±0,1 |
| - типа К | ±0,8 | ±0,15 | ±0,7 (в диапазоне от -180 °C до -90 °C включ.); ±0,5 (в диапазоне св. -90 °C до +1372 °C) | ±0,05 | ±0,5 (в диапазоне от -180 °C до -130 °C включ.); ±0,7 (в диапазоне св. -130 °C до -90 °C включ.); ±0,5 (в диапазоне св. -90 °C до +1372 °C) | ±0,1 |

Окончание таблицы А.2

| Наименование характеристик | Значение характеристики для преобразователей температуры, модификации: | | | | | | |
|--|---|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|------|
| | 444 - 1Н | | 444 - 3Н | | 444 - 6Н | | |
| Пределы допускаемой основной погрешности измерений и преобразований в значения температуры сигналов от: - подключаемых термоэлектрических преобразователей с НСХ ^{2), 6)} : | $\Delta^{4)}$, °С | $\lambda^{4)}$, % | $\Delta_{АЦП}^{5)}$, °С | $\lambda_{ЦАП}^{5)}$, % | $\Delta^{4)}$, °С | $\lambda^{4)}$, % | |
| | - типа N | ±1,2 | ±0,15 | ±0,5 | ±0,05 | ±0,8 | ±0,1 |
| | - типа R | ±1,8 | ±0,15 | ±0,75 | ±0,05 | ±1,2 | ±0,1 |
| | - типа S | ±1,5 | ±0,15 | ±0,7 | ±0,05 | ±1,0 | ±0,1 |
| | - типа T | - | - | ±0,35 | ±0,05 | ±0,5 | ±0,1 |
| Пределы допускаемой основной погрешности измерений электрического напряжения постоянного тока: | - | - | $\Delta_{АЦП}^{5)}$, мВ | $\lambda_{ЦАП}^{5)}$, % | $\Delta^{4)}$, мВ | $\lambda^{4)}$, % | |
| | - | - | ±0,015 | ±0,05 | ±0,03 | ±0,1 | |
| Пределы допускаемой основной погрешности измерений электрического сопротивления постоянного тока: | $\Delta^{4)}$, Ом | $\lambda^{4)}$, % | $\Delta_{АЦП}^{5)}$, Ом | $\lambda_{ЦАП}^{5)}$, % | $\Delta^{4)}$, Ом | $\lambda^{4)}$, % | |
| | ±1,1 | ±0,15 | ±0,45 | ±0,05 | ±0,7 | ±0,1 | |
| <p>¹⁾ Типы НСХ термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651-2009.</p> <p>²⁾ Типы НСХ термоэлектрических преобразователей по ГОСТ Р 8.585-2001.</p> <p>³⁾ Дополнительное обозначение НСХ, принятое изготовителем.</p> <p>⁴⁾ Выбирают максимальное значение между пределом абсолютной погрешности и рассчитанным значением допускаемой приведенной погрешности от диапазона измерений.</p> <p>⁵⁾ Пределы основной абсолютной погрешности ИП с выходным аналоговым сигналом от 4 до 20 мА равна алгебраической сумме пределов (приводится к абсолютному виду) основной абсолютной погрешности измерений и преобразований входных сигналов ($\Delta_{АЦП}$) и предела основной приведенной погрешности преобразований цифрового сигнала в унифицированный электрический выходной сигнал постоянного тока ($\lambda_{ЦАП}$). Пределы основной абсолютной погрешности ИП с выходным сигналом на основе цифрового протокола HART равны пределам основной абсолютной погрешности измерений и преобразований входных сигналов ($\Delta_{АЦП}$).</p> <p>⁶⁾ Пределы допускаемой суммарной абсолютной погрешности для преобразователей термоэлектрических ($\Delta_{ТП\Sigma}$, °С), вычисляются по формуле: ($\Delta_{ТП\Sigma} = \pm(\Delta_1 + \Delta_2)$), где: Δ_1 - предел допускаемой основной абсолютной погрешности измерений и преобразований в значения температуры сигналов, °С; Δ_2 - предел допускаемой основной абсолютной погрешности автоматической компенсации температуры свободных (холодных) концов термодпары, равной ±0,5 °С.</p> <p>П р и м е ч а н и е – Введены следующие обозначения: α – номинальное значение температурного коэффициента, °С⁻¹; Δ, $\Delta_{АЦП}$ – пределы абсолютной погрешности измерений и преобразований, °С, мВ, Ом; λ, $\lambda_{ЦАП}$ – пределы приведенной погрешности от диапазона измерений и преобразований, %</p> | | | | | | | |

Приложение Б
к МП-703/09-2023
(рекомендуемое)

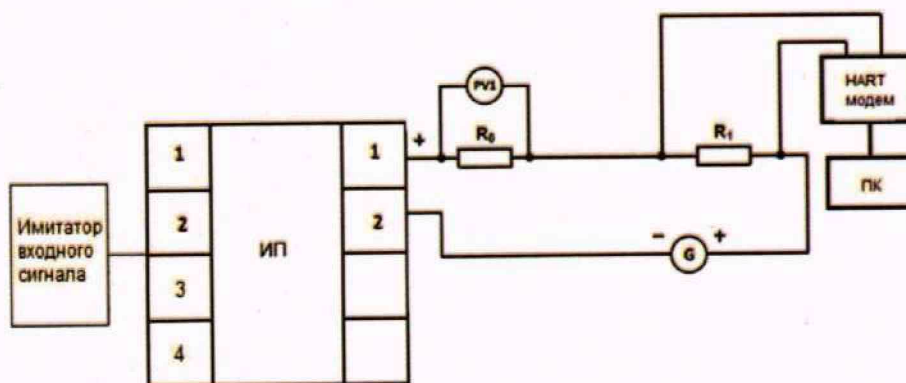
Схема соединения преобразователя



где

- PV1 – средство измерений напряжения постоянного тока;
- G – источник питания постоянного тока;
- R_1 – магазин сопротивлений / мера электрического сопротивления постоянного тока многозначная;
- ПК – персональный компьютер.

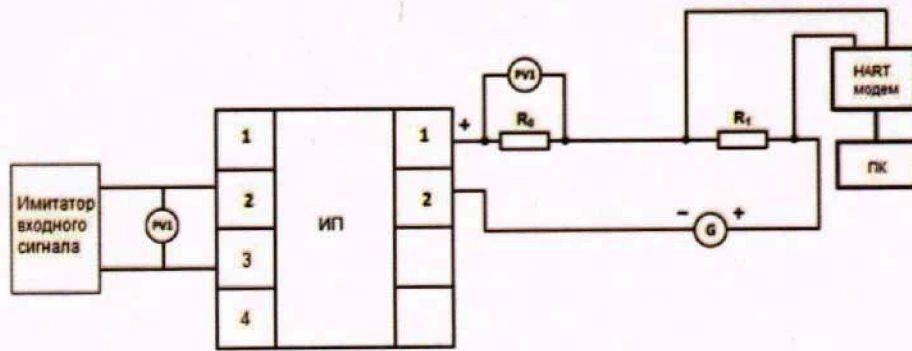
Рисунок Б.1 – Схема проверки преобразователя с прямым измерением токового сигнала и подключением HART-модема



где

- PV1 – средство измерений напряжения постоянного тока;
- R_0 – эталонная катушка сопротивлений / катушка электрического сопротивления измерительная;
- R_1 – магазин сопротивлений / мера электрического сопротивления постоянного тока многозначная;
- G – источник питания постоянного тока.

Рисунок Б.2 – Схема проверки преобразователя с косвенным измерением токового сигнала и подключением HART-модема



где

- PV1 – средство измерений напряжения постоянного тока;
- R_0 – эталонная катушка сопротивлений / катушка электрического сопротивления измерительная;
- R_1 – магазин сопротивлений / мера электрического сопротивления постоянного тока многозначная;
- G – источник питания постоянного тока.

Рисунок Б.3 – Схема поверки преобразователя с измерением входного напряжения, косвенным измерением токового сигнала и подключением HART-модема

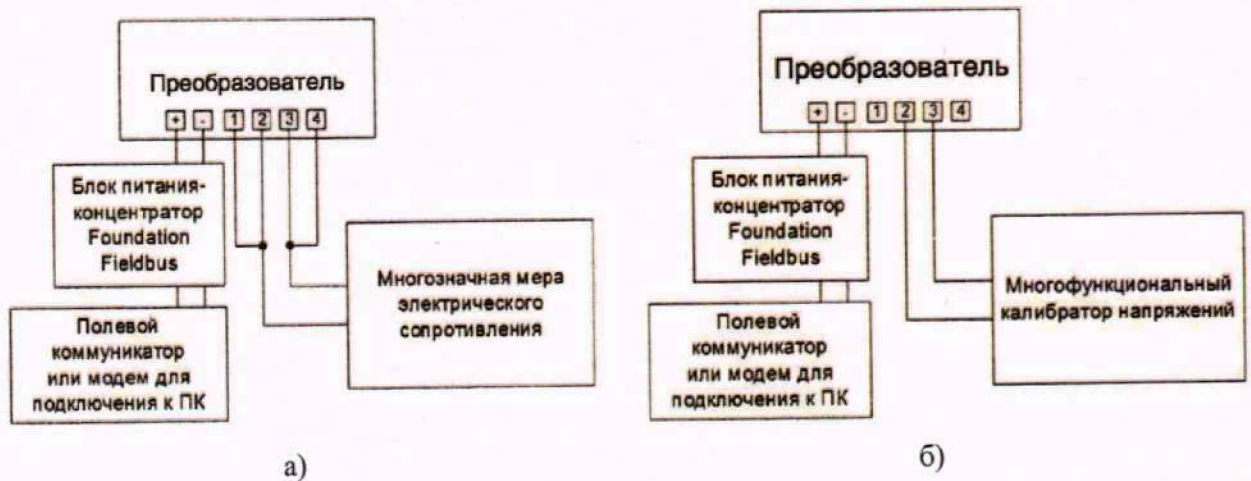


Рисунок Б.4 – Схема поверки для преобразователей с цифровым выходным сигналом Foundation Fieldbus, предназначенных для измерения:

- а) электрического сопротивления или для работы с термопреобразователями сопротивления;
- б) электрического напряжения или для работы с термоэлектрическими преобразователями.

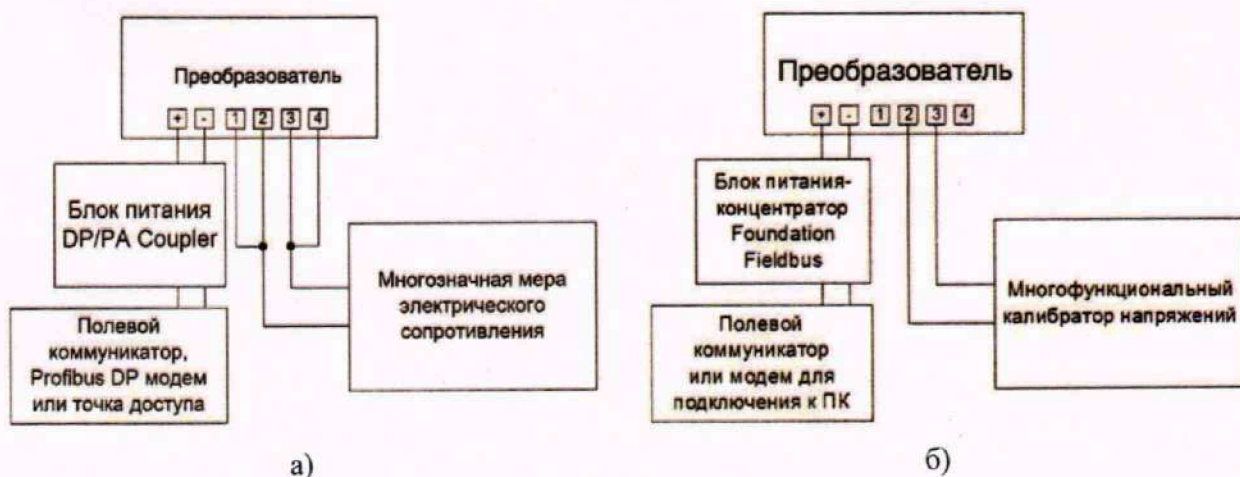


Рисунок Б.5 – Схема поверки для преобразователей с цифровым выходным сигналом Profibus PA, предназначенных для измерения:

- а) электрического сопротивления или для работы с термопреобразователями сопротивления;
- б) электрического напряжения или для работы с термоэлектрическими преобразователями.