

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА

 **КонтрАвт**

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

**ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ
НАПРЯЖЕНИЕ-ТОК
ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ**

ПНТ

Паспорт

ПИМФ.411613.001 ПС Версия 4.0



Преобразователи зарегистрированы
в Госреестре средств измерений под
№ 25451-07. Сертификат RU.C.34.011.A
№ 27695 от 27.04.2007

НПФ КонтрАвт

Россия, 603107, Нижний Новгород, а/я 21

тел./факс: (831) 260-03-08 – многоканальный, 466-16-04, 466-16-94

e-mail: sales@contravt.nnov.ru

Содержание

1 Назначение	1
2 Обозначение при заказе	3
3 Технические характеристики	4
4 Комплектность	13
5 Устройство и работа преобразователя	14
6 Указания мер безопасности	15
7 Подготовка к работе	16
8 Порядок работы.....	19
9 Правила транспортирования и хранения	22
10 Гарантийные обязательства	23
11 Свидетельство о приёмке	24
12 Отметки в эксплуатации	25
Приложение А. Методика поверки преобразователей напряжение-ток измерительных ПНТ.....	26

Настоящий паспорт предназначен для ознакомления с устройством, принципом действия, конструкцией, эксплуатацией, техническим обслуживанием и поверкой **Преобразователей напряжение-ток измерительных ПНТ-а-Pro** с программируемым выбором типа входного сигнала (далее преобразователь). Преобразователи выпускаются по техническим условиям ПИМФ.411522.003 ТУ.

1 Назначение

Преобразователи предназначены для преобразования напряжения и термо-ЭДС термоэлектрических преобразователей (термопар – далее ТЭП) в унифицированный токовый сигнал 4...20 мА. Преобразователи работают с 12 типами термопар и сигналами напряжения, в 3-х – 8-ми диапазонах для каждого типа термопары по ГОСТ Р 8.585: хромель-алюмель **ХА** (тип **К**), хромель-копель **ХК** (тип **L**), нихросил-нисил **НН** (тип **N**), железо-константан **ЖК** (тип **J**), платина-10 % родий/платина **ПП** (тип **S**), платина-13 % родий/платина **ПР** (тип **R**), платина-30 % родий/платина-6 % родий **ПР** (тип **B**), медь/константан **МК** (тип **T**), хромель/константан **ХКн** (тип **E**), вольфрам-рений **ВР** (тип **A-1,2,3**). Кроме термопар преобразователь работает с пирометрами, выходное напряжение которых зависит от измеренной температуры согласно градуировке **РС-20**. Тип входного сигнала и диапазон преобразования выбираются программно с помощью кнопочного переключателя, расположенного на корпусе преобразователя, с контролем по светодиодному индикатору.

Преобразователи могут быть использованы в системах измерения температуры в технологических процессах в энергетике, металлургии, химической, нефтяной, газовой, машиностроительной, пищевой, перерабатывающей и других отраслях промышленности, а также научных исследованиях.

Применение преобразователей позволяет передавать измеренный сигнал на удалённые вторичные приборы по стандартным электротехническим проводам, что исключает необходимость в применении термокомпенсационных проводов, а также понижает воздействие электромагнитных помех.

В преобразователях применяется полиномиальная функция линеаризации номинальной статической характеристики (далее НСХ). Преобразователи имеют функцию самодиагностики, позволяют осуществлять непрерывную проверку достоверности данных с индикацией нештатных режимов: обрыв линии, выход параметра за пределы допустимого диапазона преобразования.

Преобразователи обладают высокой термостабильностью: предел дополнительной погрешности – не более 0,0025 % на градус изменения окружающей среды.

По устойчивости к климатическим воздействиям преобразователи соответствуют группе исполнения **С4** с расширенным диапазоном рабочей температуры эксплуатации от -40 °С до +80 °С по ГОСТ Р 52931, по устойчивости к механическим воздействиям – группе исполнения **Н3** по ГОСТ Р 52931.

Преобразователи рассчитаны на установку в стандартные четырёхклеммные головки типа М10-20 ДТ для работы с термопарами. Программирование (выбор типа НСХ и диапазона преобразования) можно осуществить в течение нескольких секунд прямо на месте монтажа термопреобразователя.

2 Обозначение при заказе

Примеры записи:

ПНТ-а-Pro: Преобразователь напряжение-ток измерительный с программируемым выбором типа входного сигнала, соответствует техническим условиям ПИМФ.411522.003 ТУ, тип датчика (термопары) и диапазон преобразования выбираются программно, конструктивное исполнение для монтажа в четырёхклеммную карболитовую головку типа М10-20 ДТ.

3 Технические характеристики

3.1 Точность преобразования

3.1.1 Основная приведенная погрешность преобразования

Предел основной приведенной погрешности преобразования напряжения в ток, приведённый к диапазону преобразования $-75... 75$ мВ, не более **0,1** %.

Пределы основных приведенных погрешностей преобразования для конкретных типов входных сигналов, условные номера типов входных сигналов и диапазоны преобразования приведены в таблице 3.1. Приведенные погрешности нормированы на диапазон преобразования.

Таблица 3.1 – Диапазоны и погрешности преобразования для разных типов входного сигнала

Тип входного сигнала	Номер типа входного сигнала	Номер диапазона преобразования	Диапазон преобразования	Предел основной погрешности (δ), %
Напряжение	1	1	$-75...+75$ мВ	0,1
		2	$-50...+50$ мВ	0,1
		3	$-20...+20$ мВ	0,1
		4	$0...+75$ мВ	0,1
		5	$0...+50$ мВ	0,1
		6	$0...+20$ мВ	0,15

Тип входного сигнала	Номер типа входного сигнала	Номер диапазона преобразования	Диапазон преобразования	Предел основной погрешности (δ), %
Хромель-алюмель ХА(К)	2	1	-150...+1300 °С	0,1
		2	-150...+600 °С	0,1
		3	-150...+300 °С	0,15
		4	0...+1300 °С	0,1
		5*	0...+1200 °С	0,1
		6	0...+900 °С	0,1
		7	0...+600 °С	0,15
		8	0...+300 °С	0,2
Хромель-копель ХК(L)	3	1	-150...+800 °С	0,1
		2	-150...+600 °С	0,1
		3	-150...+400 °С	0,1
		4	0...+600 °С	0,1
		5	0...+400 °С	0,15
Нихросил-нисил НН(N)	4	1	-150...+1300 °С	0,1
		2	-150...+1200 °С	0,1
		3	-150...+600 °С	0,15
		4	0...+1300 °С	0,1
		5	0...+1200 °С	0,1
		6	0...+600 °С	0,15

Тип входного сигнала	Номер типа входного сигнала	Номер диапазона преобразования	Диапазон преобразования	Предел основной погрешности (δ), %
Железо- константан ЖК(J)	5	1	-150...+1200 °C	0,1
		2	-150...+900 °C	0,1
		3	-150...+700 °C	0,1
		4	0...+1200 °C	0,1
		5	0...+900 °C	0,1
		6	0...+700 °C	0,1
Платина-10% Родий/ Платина ПП(S)	6	1	0...+1600 °C	0,15
		2	0...+1300 °C	0,15
		3	0...+900 °C	0,2
Платина-13% Родий/ Платина ПП(R)	7	1	0...+1600 °C	0,15
		2	0...+1300 °C	0,15
		3	0...+900 °C	0,2
Платина-30% Родий/ Платина-6% Родий ПР(B)	8	1	300...+1800 °C	0,2
		2	300...+1600 °C	0,2
		3	300...+1200 °C	0,25

Тип входного сигнала	Номер типа входного сигнала	Номер диапазона преобразования	Диапазон преобразования	Предел основной погрешности (δ), %
Медь/ константан МК(Т)	9	1	-150...+400 °С	0,1
		2	-150...+300 °С	0,15
		3	-150...+200 °С	0,15
		4	0...+400 °С	0,1
		5	0...+300 °С	0,15
		6	0...+200 °С	0,2
Хромель/ константан ХКн(Е)	10	1	-150...+900 °С	0,15
		2	-150...+700 °С	0,1
		3	0...+900 °С	0,1
		4	0...+700 °С	0,1
		5	0...+500 °С	0,1
		6	0...+300 °С	0,15
Вольфрам- рений ВР(А-1)	11	1	0...+2500 °С	0,1
		2	0...+2200 °С	0,15
		3	0...+1600 °С	0,15
Вольфрам- рений ВР(А-2)	12	1	0...+1800 °С	0,15
		2	0...+1600 °С	0,15
		3	0...+1200 °С	0,15

Тип входного сигнала	Номер типа входного сигнала	Номер диапазона преобразования	Диапазон преобразования	Предел основной погрешности (δ), %
Вольфрам- рений BP(A-3)	13	1	0...+1800 °С	0,15
		2	0...+1600 °С	0,15
		3	0...+1200 °С	0,15
PC-20	14	1	900...+2000 °С	0,1

Примечание*: При выпуске преобразователь сконфигурирован на работу с ТЭП типа Хромель-алюмель ХА(К), диапазон 0-1200 °С.

3.1.2 Дополнительная погрешность

Предел допускаемой дополнительной погрешности, вызванной изменением температуры окружающего воздуха от нормальной (23 ± 5) °С до любой температуры в пределах диапазона рабочих температур, не превышает 0,25 предела основной погрешности на каждые 10 °С изменения температуры.

Предел допускаемой дополнительной погрешности, вызванной изменением напряжения питания от его номинального значения в пределах допустимого диапазона напряжений питания (при номинальном значении сопротивления нагрузки), не превышает 0,5 предела основной погрешности.

Предел допускаемой дополнительной погрешности, вызванной изменением сопротивления нагрузки от его номинального значения в пределах допустимого

диапазона сопротивлений нагрузки (при номинальном напряжении питания), не превышает 0,5 предела основной погрешности.

Предел допускаемой дополнительной погрешности, вызванной изменением температуры «холодных» спаев ТЭП во всем диапазоне рабочих температур, не превышает ± 1 °С.

3.1.3 Межповерочный интервал составляет 2 года.

3.2 Характеристика преобразования

Преобразователь имеет линейно возрастающую характеристику выходного сигнала при работе с термопарой (пирометром). Зависимость между выходным током и температурой определяется формулой (1):

$$I_{\text{вых}} = 4 + 16 (T - T_{\text{мин}}) / (T_{\text{макс}} - T_{\text{мин}}), \quad (1)$$

где $I_{\text{вых}}$ – значение выходного тока, мА;

T – значение температуры рабочего спая ТЭП, °С;

$T_{\text{мин}}$, $T_{\text{макс}}$ – значения температуры, соответствующие нижнему и верхнему пределу диапазона преобразования температуры, °С.

При работе с сигналом напряжения зависимость между выходным током и сигналом напряжения, подаваемым на вход преобразователя, определяется формулой (2):

$$I_{\text{вых}} = 4 + 16 (U - U_{\text{мин}}) / (U_{\text{макс}} - U_{\text{мин}}), \quad (2)$$

где $I_{\text{вых}}$ – значение выходного тока, мА;

U – напряжение на входе преобразователя, В;

$U_{\text{мин}}$, $U_{\text{макс}}$ – значения напряжения, соответствующие нижнему и верхнему пределу диапазона преобразования напряжения, В.

3.3 Эксплуатационные характеристики

Номинальный диапазон выходного тока преобразователя от 4 до 20 мА

Максимальный диапазон выходного тока преобразователя... от 3,8 до 22 мА
(при обрыве датчика – 22 мА)

3.3.1 Питание преобразователя

Питание преобразователя осуществляется от источника постоянного напряжения.

Номинальное значение напряжения питания (24 ±5 %) В

Диапазон допустимых напряжений питания (10...36) В

Потребляемая от источника питания мощность, не более.....0,8 ВА

3.3.2 Сопротивление нагрузки

Номинальное значение сопротивления нагрузки(200 ±5 %) Ом

Допустимый диапазон сопротивлений нагрузки (R_n , Ом) зависит от выбранного напряжения питания ($U_{пит}$, В) и определяется формулой (3):

$$0 \leq R_n \leq 50 (U_{пит} - 10), \quad (3)$$

3.3.3 Установление режимов

Время установления рабочего режима (предварительный прогрев), не более 5 мин
Время установления выходного сигнала после скачкообразного изменения входного, не более..... 1 с
Время непрерывной работы круглосуточно

3.3.4 Условия эксплуатации

Температура (-40.....+80) °С
Влажность (без конденсации влаги) 95 % при 35 °С

3.3.5 Массогабаритные характеристики

Масса преобразователя, не более..... 40 г
Габаритные размеры, не более..... (44,5 × 12,5) мм
Чертёж преобразователя с установочными и габаритными размерами приведён на рисунке 1.

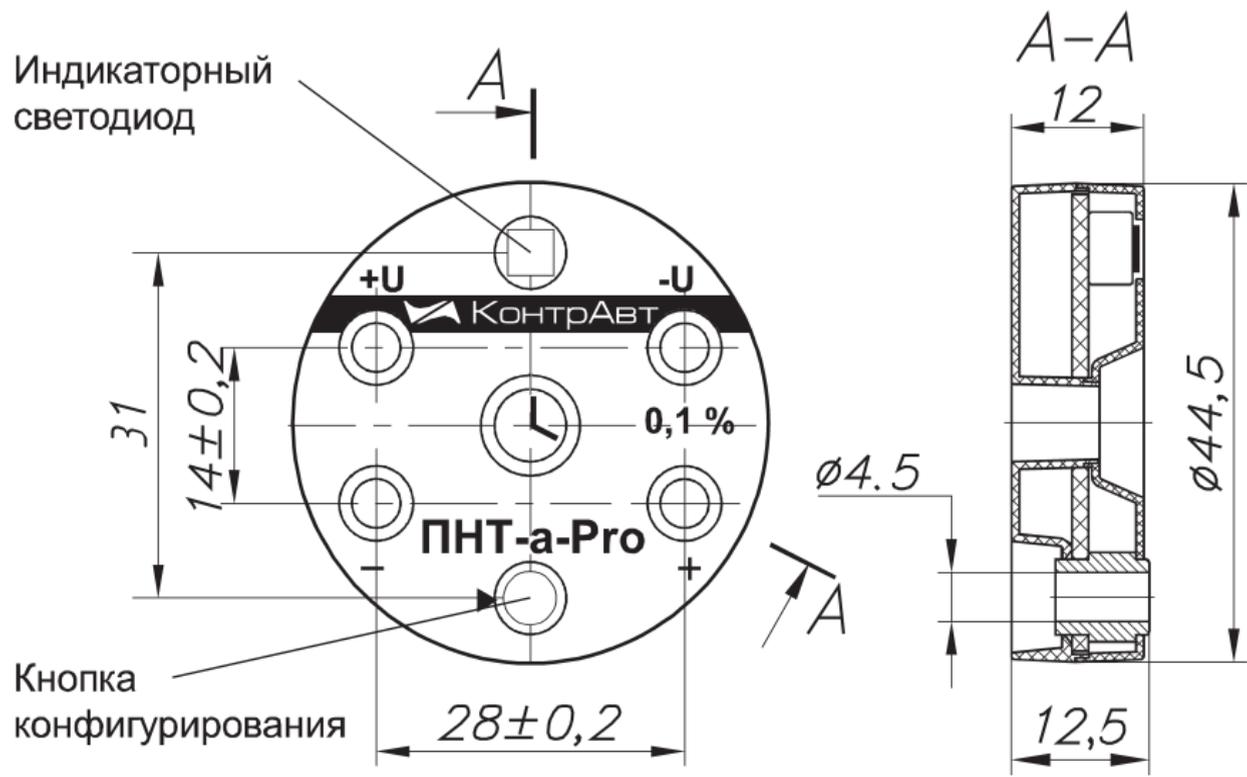


Рисунок 1 – Внешний вид и габаритные размеры преобразователя

3.3.6 Параметры надежности

Средняя наработка на отказ, не менее	24 000 ч
Средний срок службы, не менее	10 лет

4 Комплектность

В комплект поставки входят:

Преобразователь	1 шт.
Паспорт ПИМФ.411522.003 ПС	1 шт.
Потребительская тара	1 шт.

5 Устройство и работа преобразователя

Преобразователь представляет собой аналогово-цифро-аналоговый преобразователь, выполненный на микроконтроллере и выполняющий функции:

- программного выбора типа входного сигнала и диапазона преобразования;
- сохранения параметров в энергонезависимой памяти;
- измерения входных сигналов и компенсации нелинейности;
- компенсации температуры «холодного» спая (для термопар);
- управления стабилизатором тока в зависимости от измеренного значения;
- контроль обрыва подключенного датчика и ограничение максимальной величины выходного тока.

На лицевую поверхность преобразователя (см. рис. 1) выведены:

- клеммы «+», «-» для подключения входных сигналов с обозначением полярности ;
- клеммы «+U» и «-U» для подключения измерительной цепи (источника питания и нагрузки);
- кнопка «▶» для проведения конфигурирования преобразователя.
- индикаторный светодиод для визуального контроля конфигурирования преобразователя, а также для индикации аварийных ситуаций.

6 Указание мер безопасности

6.1 Эксплуатация и обслуживание преобразователя должны производиться лицами, за которыми он закреплён.

6.2 По способу защиты человека от поражения электрическим током преобразователь соответствует классу **III** по ГОСТ 12.2.007.0. При эксплуатации, техническом обслуживании и поверке преобразователя необходимо соблюдать требования указанного ГОСТа.

6.3 Подключение преобразователя к электрической схеме и отключение его должно происходить при выключенном питании.

6.4 При эксплуатации преобразователя необходимо выполнять требования техники безопасности, изложенные в документации на средства измерения и оборудование, в комплекте с которыми он работает.

7 ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

7.1 Распаковать преобразователь и провести внешний осмотр, при котором проверить:

- комплектность в соответствии с п. 4;
- соответствие заводского номера преобразователя указанному в паспорте;
- отсутствие коррозии на клеммах (при обнаружении следов коррозии клеммы зачистить).

7.2 Произвести конфигурирование (выбор типа входного сигнала и диапазона преобразования) по следующей методике:

7.2.1 Для **выбора типа входного сигнала** необходимо:

- подключить преобразователь к источнику питания;
- удерживая нажатой кнопку «▶», включить источник питания, при этом должен загореться красный светодиод, дождаться, пока он погаснет (5 с);
- кратковременными нажатиями кнопки «▶» выбрать тип входного сигнала (число нажатий соответствует номеру типа входного сигнала согласно таблице 3.1). Каждое нажатие сопровождается кратковременным свечением красного светодиода (интервал между нажатиями не должен превышать 5 с). Если данный интервал превышает 5 с, преобразователь записывает выбранный номер типа входного сигнала в энергонезависимую память и выходит из режима конфигурирования, что сопровождается поочерёдным

свечением красного и зелёного светодиодов;

- отключить питание.

7.2.2 Для **выбора диапазона преобразования** необходимо:

- включить источник питания, при этом должен загореться красный светодиод и произойдёт инициализация данных (2 с) и красный светодиод погаснет;
- удерживать кнопку «▶» в течение 5 с, при этом должен загореться зелёный светодиод, дождаться, пока он погаснет;
- кратковременными нажатиями кнопки «▶» выбрать диапазон преобразований (число нажатий соответствует номеру диапазона преобразований согласно таблице 3.1). Каждое нажатие сопровождается кратковременным свечением зелёного светодиода (интервал между нажатиями не должен превышать 5 с). Если интервал превышает 5 с, преобразователь записывает выбранный номер диапазона в энергонезависимую память и выходит из режима конфигурирования, что сопровождается поочерёдным свечением красного и зелёного светодиодов;
- отключить питание.

7.2.3 Для **проверки конфигурирования типа входного сигнала и диапазона преобразования** необходимо:

- включить источник питания, при этом должен загореться красный светодиод и произойдёт инициализация данных (2 с) и красный светодиод погаснет;

- кратковременно нажать на кнопку «▶» и через 2 с светодиод начнет мигать сначала красным, затем зелёным светом. Количество красных миганий соответствует, согласно таблице 3.1, номеру типа входного сигнала, а число зелёных – номеру диапазона преобразования.

Примечание:

1. При выпуске преобразователь сконфигурирован на работу с ТЭП типа Хромель-алюмель **ХА(К)**, диапазон **0-1200 °С**, по таблице 3.1, номер типа входного сигнала **2**, номер диапазона преобразования **5** (2/5).
2. Допускается проверять конфигурацию преобразователя в рабочем режиме работы преобразователя, т. е. без выключения источника питания.
3. Конфигурирование преобразователя допускается производить без подключения источника входного сигнала и измерительного прибора (нагрузочного сопротивления).

7.3 Подключить кабели измерительной цепи к свободным клеммам головки М10-20 ДТ. Зафиксировать указанные кабели с помощью сальникового уплотнения головки.

7.4 Установить преобразователь на клеммах головки М10-20 ДТ, предварительно проверив полярность и назначение клемм.

7.5 Закрепить преобразователь на клеммах головки М10-20 ДТ с помощью гаек М4.

7.6 Закрыть крышку головки.

8 Порядок работы

8.1 Подключить преобразователь к термопаре и источнику питания по схеме, приведенной на рисунке 2.

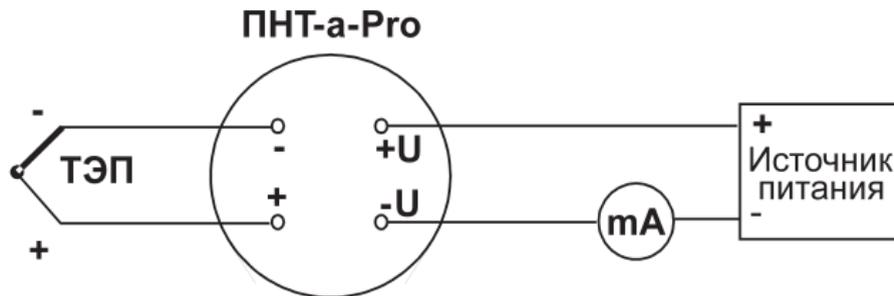


Рисунок 2 – Схема подключения преобразователя для работы с термопарой

ВНИМАНИЕ 

Эквивалентное сопротивление нагрузки, определённое с учётом внутреннего сопротивления миллиамперметра и сопротивления подводящих проводов, должно удовлетворять требованиям п. 3.3.2.

8.2 Включить источник питания и прогреть преобразователь в течение 5 мин.

8.3 При работе с ТЭП и пирометром определять измеряемую температуру $T_{\text{изм}}$ по формуле (4):

$$T_{\text{изм}} = T_{\text{мин}} + (I_{\text{изм}} - 4) (T_{\text{макс}} - T_{\text{мин}}) / 16, \quad (4)$$

где:

$I_{\text{изм}}$ – измеренное значение выходного тока преобразователя, выраженное в мА;

$T_{\text{мин}}$ – нижняя граница диапазона измеряемых температур (согласно таблице 3.1), °С;

$T_{\text{макс}}$ – верхняя граница диапазона измеряемых температур (согласно таблице 3.1), °С.

8.4 При работе с сигналами напряжения определять измеряемое напряжение $U_{\text{изм}}$ по формуле (5):

$$U_{\text{изм}} = U_{\text{мин}} + (I_{\text{изм}} - 4) (U_{\text{макс}} - U_{\text{мин}}) / 16, \quad (5)$$

где:

$I_{\text{изм}}$ – измеренное значение выходного тока преобразователя, выраженное в мА;

$U_{\text{мин}}$ – нижняя граница диапазона измеряемых напряжений (согласно таблице 3.1), В;

$U_{\text{макс}}$ – верхняя граница диапазона измеряемых напряжений (согласно таблице 3.1), В.

8.5 При обрыве датчика на входе преобразователя красный светодиод мигает с частотой 4 Гц, ток на выходе преобразователя 22 мА.

8.6 При выходе за верхний предел максимального диапазона преобразования входного сигнала красный светодиод мигает с частотой 4 Гц, ток на выходе преобразователя 22 мА.

8.7 При выходе за нижний предел максимального диапазона преобразования входного сигнала зелёный светодиод мигает с частотой 4 Гц, ток на выходе преобразователя в момент паузы 3,8 мА, в момент вспышки выходной ток 3,8 мА не гарантируется.

8.8 При выявлении недостоверных данных в энергонезависимой памяти преобразователя красный светодиод горит постоянно, ток на выходе преобразователя 22 мА. Преобразователь должен быть отправлен на предприятие-изготовитель для восстановления данных.

9 Правила транспортирования и хранения

9.1 Преобразователь должен транспортироваться в закрытых транспортных средствах любого вида в транспортной таре при условии защиты от прямого воздействия атмосферных осадков.

9.2 Условия хранения:

- температура окружающего воздуха от минус 55 °С до +70 °С;
- относительная влажность воздуха до 95 % при температуре +35 °С;
- воздух в месте хранения не должен содержать пыли, паров кислот и щелочей, а также газов, вызывающих коррозию.

10 Гарантийные обязательства

10.1 Предприятие-изготовитель гарантирует соответствие выпускаемых образцов преобразователей всем требованиям ТУ на них при соблюдении потребителем условий эксплуатации, транспортирования и хранения.

10.2 Гарантийный срок – 36 месяцев. Гарантийный срок исчисляется с даты отгрузки (продажи) прибора. Документом, подтверждающим гарантию, является паспорт с отметкой предприятия-изготовителя.

10.3 Гарантийный срок продлевается на время подачи и рассмотрения рекламации, а также на время проведения гарантийного ремонта силами изготовителя в период гарантийного срока.

Адрес предприятия-изготовителя НПФ «КонтрАвт»:

Россия, 603107, Нижний Новгород, а/я 21,

тел./факс: (831) 260-03-08 (многоканальный), 466-16-04, 466-16-94.

11 Свидетельство о приёмке

Тип преобразователя **ПНТ -а -Pro**

Заводской номер № _____

Дата выпуска “ _____ ” _____ 20____ года

Представитель ОТК _____
должность подпись ФИО

Первичная поверка проведена “ _____ ” _____ 20____ года

Поверитель _____
должность подпись ФИО

МП

Дата отгрузки “ _____ ” _____ 20____ года

должность подпись ФИО

12 Отметки в эксплуатации

Дата ввода в эксплуатацию “ _____ ” _____ 20____ года

Ответственный _____

должность

подпись

ФИО

МП

Методика поверки преобразователей напряжение-ток измерительных ПНТ

А.1 Общие положения и область распространения

А.1.1 Настоящая методика распространяется на «Преобразователи напряжение-ток измерительные ПНТ» всех модификаций, которые выпускаются по ПИМФ.411522.003 ТУ.

А.1.2 В настоящей методике использованы ссылки на следующие нормативные документы:

- «Преобразователи напряжение-ток измерительные ПНТ». Паспорт ПИМФ.411522.003 ПС, паспорт ПИМФ.411613.001 ПС.
- ГОСТ Р 8.585 «Термопары. Номинальные статические характеристики преобразования».
- ПР 50.2.006 ГСИ «Порядок проведения поверки средств измерений».

А.1.3 Проверка преобразователей проводится для определения их работоспособности и метрологических характеристик.

А.1.4 Первичная поверка преобразователей проводится на предприятии-изготовителе при выпуске из производства.

А.1.5 Межповерочный интервал – 2 года.

А.2 Операции поверки

А.2.1 При проведении поверки преобразователей выполняют операции, перечисленные в таблице А.1 (знак «+» обозначает необходимость проведения операции).

А.2.2 При получении отрицательных результатов поверки преобразователь бракуется.

Таблица А.1 – Перечень операций поверки

Наименование операции	Номер п.п. Методики поверки	Операции	
		Первичная поверка	Периодическая поверка
1. Внешний осмотр	А.6.1	+	+
2. Опробование	А.6.2	+	+
3. Определение метрологических характеристик	А.6.3	+	+

Поверка заключается в определении метрологических характеристик преобразователя (см. п.А.6).

А.3 Средства поверки

Перечень средств измерений, используемых при поверке приведен в таблице А.2.

Таблица А.2 – Перечень средств измерений и оборудования, используемых при поверке

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип основного и вспомогательного средства поверки Основные технические характеристики средства поверки
А.6.3.1, А.6.3.2	Калибратор электрических сигналов СА71 (СА51): 0-25 мА, -75-150 мВ. Основная погрешность, не более $\pm 0,03$ %.
	Термометр лабораторный ТЛ-4 (0-50 °С). Основная погрешность, не более $\pm 0,1$ °С.
	Термопара ХА (К) 1-го класса с уточнённой градуировкой в диапазоне температур от 0 до 100 °С. Основная погрешность, не более $\pm 0,2$ °С.
	Термопара НН (N) 1-го класса с уточнённой градуировкой в диапазоне температур от 0 до 100 °С. Основная погрешность, не более $\pm 0,2$ °С.

А.6.3.1, А.6.3.2	Термопара Х К (L) 2-го класса с уточнённой градуировкой в диапазоне температур от 0 до 100 °С. Основная погрешность, не более $\pm 0,2$ °С.
	Мультиметр МУ 64 (0-36 В). Основная погрешность, не более ± 1 %.
	Источник постоянного напряжения Б5-8, 0-30 В. Основная погрешность, не более ± 5 %.
	Резистор С2-33Н-0,125-200 Ом ± 5 %.
	Гигрометр психрометрический ВИТ-2. Относительная влажность до 95 %, погрешность ≤ 5 %.

Примечания:

- 1 Вместо указанных в таблице А.2 средств измерений разрешается применять другие аналогичные измерительные приборы, обеспечивающие измерения соответствующих параметров с требуемой точностью.
- 2 Все средства измерений, используемые при поверке, должны быть поверены в соответствии с требованиями ПР 50.2.006.

А.4 Требования безопасности

При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, предусмотренные ГОСТ 12.2.007.0, указания по безопасности, изложенные в паспортах на преобразователи, применяемые средства измерений и вспомогательное оборудование.

А.5 Условия поверки и подготовка к ней

А.5.1 Поверка преобразователей должна проводиться при нормальных условиях:

- температура окружающего воздуха (23 ± 5) °С;
- относительная влажность от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 86 до 106 кПа;
- напряжение питания 220 В ± 0 В;
- сопротивление нагрузки (200 ± 5 %) Ом;
- термopара должна быть помещена в технологический термостат, обеспечивающий стабильность температуры $\pm 0,2$ °С в течение времени проведения поверки (допускается в качестве технологического термостата использовать колбу мерную по ГОСТ 1770, заполненную водой).
- отсутствие внешних электрических и магнитных полей, влияющих на работу преобразователей.

А.5.2 Перед началом поверки поверитель должен изучить следующие документы:

- «Преобразователи напряжение-ток измерительные ПНТ». Паспорт ПИМФ.411522.003 ПС, паспорт ПИМФ.411613.001 ПС;
- Инструкции по эксплуатации на СИ и оборудование, используемых при поверке;
- Инструкцию и правила техники безопасности.

А.5.3 До начала поверки СИ и оборудование, используемые при поверке, должны быть в работе в течение времени самопрогрева, указанного в документации на них.

А.6 Проведение поверки

А.6.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре проверяется:

- соответствие комплектности преобразователя паспорту;
- отсутствие механических повреждений;
- отсутствие коррозии на клеммах (при необходимости клеммы зачистить).

А.6.2 Опробование преобразователей

Опробование преобразователей предусматривает тестовую проверку работоспособности преобразователей, по примеру подготовки преобразователей ПНТ-Х-Х к работе приведенных в паспортах п.п.7-8 ПИМФ. 411522.003 ПС и конфигурированию преобразователей ПНТ-а-Pro по п.7.2 ПИМФ. 411622.001 ПС.

А.6.3 Определение метрологических характеристик

А.6.3.1 Поверка преобразователей напряжение-ток измерительных ПНТ-Х-Х

А.6.3.1.1 Проверка погрешности компенсации термо-ЭДС «холодного» спая»

А.6.3.1.1.1 Разместить поверяемый преобразователь на рабочем месте, обеспечив удобство работы.

А.6.3.1.1.2 Поместить образцовый термометр в непосредственной близости от рабочего спая термопары. Тип термопары должен соответствовать модификации поверяемого преобразователя.

А.6.3.1.1.3 Подключить поверяемый преобразователь по схеме, приведенной на рисунке А.1.

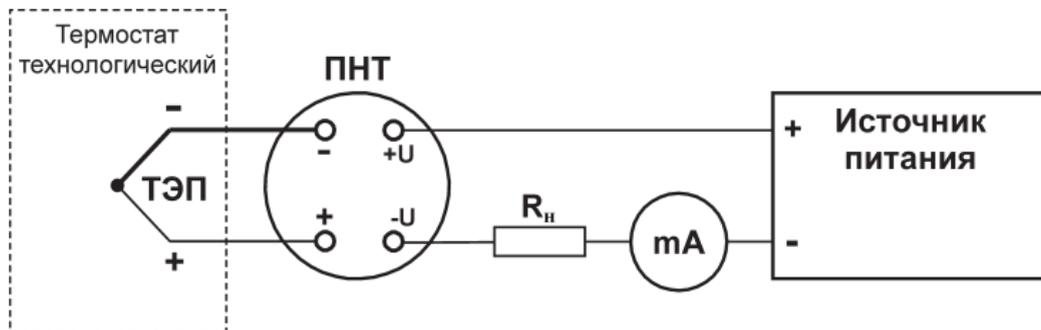


Рисунок А.1 – Схема подключения преобразователя для проведения проверки погрешности компенсации термо-ЭДС «холодного» спая»

Примечание: Все подключения и отключения преобразователя в процессе поверки следует проводить при выключенном источнике питания.

А.6.3.1.1.4 Включить источник питания и прогреть преобразователь в течение 15 мин.

А.6.3.1.1.5 Зарегистрировать показания термометра, соответствующие температуре в технологическом термостате T , °С;

А.6.3.1.1.6 Определить по таблице номинальной статической характеристики применяемой термопары из ГОСТ Р 8.585 значение термо-ЭДС U_{tc} в мВ, соответствующее зарегистрированной температуре T ;

А.6.3.1.1.7 Вычислить расчетное значение выходного тока $I_{РАС}$ по формуле (А.1):

$$I_{РАС} = I_{НТ} + U_{tc} S, \quad (A.1)$$

взяв значения параметров проверяемого преобразователя $I_{НТ}$ (начальный ток) и S (крутизна преобразования) из таблицы А.1 соответственно его модификации:

Таблица А.1 – Расчетные значения параметров преобразователей различных модификаций.

Модификация преобразователя	$I_{НТ}$, мА	S , мА/мВ	D_{xc} , мА	U_0 , мВ
ПНТ 0/200-ХА	3,992	1,9628	0,08	2,034
ПНТ 0/300-ХА	3,986	1,3107	0,053	3,041
ПНТ 0/500-ХА	4,120	0,772	0,032	5,337
ПНТ 0/600-ХА	4,136	0,6394	0,027	6,469
ПНТ 0/900-ХА	3,955	0,4293	0,018	9,213
ПНТ 0/1000-ХА	3,975	0,3869	0,016	10,274
ПНТ 0/1200-ХА	3,749	0,3309	0,013	11,330
ПНТ 0/400-ХК	5,165	0,4725	0,04	10,931
ПНТ 0/600-ХК	5,059	0,3046	0,027	16,609
ПНТ 0/800-ХК	4,782	0,2287	0,02	20,909
ПНТ 0/1200-НН	4,849	0,3455	0,013	14,035

А.6.3.1.1.8 Измерить выходной ток преобразователя $I_{\text{вых}}$, мА;

А.6.3.1.1.9 Считать преобразователь выдержавшим проверку по п. А.6.3.1.1, если выполняется условие (А.2):

$$| I_{\text{вых}} - I_{\text{рас}} | \leq D_{\text{xc}}, \quad (\text{А.2})$$

где D_{xc} (см. таблицу А.1) – допустимая ошибка схемы компенсации холодного спая, определяемая как отношение $D_{\text{xc}} = 16 / T_{\text{макс}}$ ($T_{\text{макс}}$ – верхняя граница диапазона преобразования для поверяемого преобразователя, °С).

При отрицательных результатах поверки преобразователь в обращение не допускается (бракуется) и отправляется для проведения ремонта на предприятие изготовитель.

А.6.3.1.2 Проверка основной приведённой погрешности преобразования

Подключить преобразователь по схеме, приведенной на рисунке А.2.

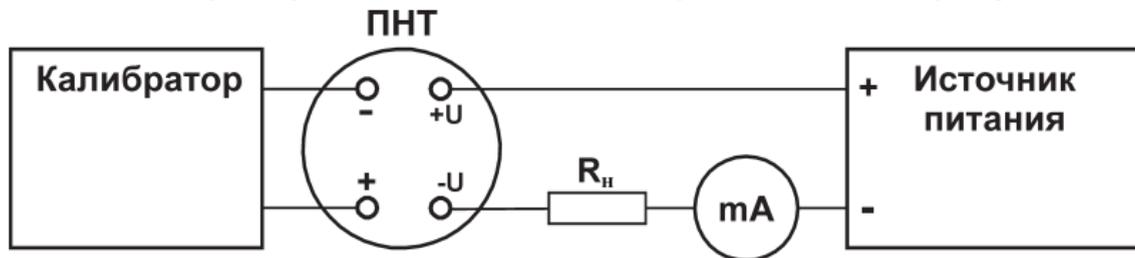


Рисунок А.2 – Схема подключения преобразователя для проведения поверки

А.6.3.1.2.2 Включить источник питания и прогреть преобразователь в течение 15 мин.

А.6.3.1.2.3 Подать от калибратора на вход преобразователя напряжение 0 мВ.

А.6.3.1.2.4 Измерить выходной ток преобразователя $I_{\text{вых}}$.

А.6.3.1.2.5 Вычислить напряжение компенсации «холодного» спая U_{xc} по формуле (А3):

$$U_{\text{xc}} = I_{\text{вых}} / S - U_0, \quad (\text{А3})$$

при этом в соответствии с модификацией поверяемого преобразователя взять значения параметров S , мА/мВ и U_0 , мВ из таблицы А.1.

А.6.3.1.2.6 В соответствии с модификацией поверяемого преобразователя взять из таблицы А.2 значение термо-ЭДС U_T , мВ, которое по номинальной статической характеристике термопары соответствует первой контрольной точке по температуре.

Таблица А.2 – Расчетные значения контрольных точек проверяемых преобразователей

ПНТ 0/200-ХА

Контрольная точка, °С	0	40	80	120	160	200
U_T , мВ	0	1,612	3,267	4,92	6,54	8,138
$I_{расч}$, мА	4	7,2	10,4	13,6	16,8	20

ПНТ 0/300-ХА

Контрольная точка, °С	0	60	120	180	240	300
U_T , мВ	0	2,436	4,92	7,34	9,747	12,209
$I_{расч}$, мА	4	7,2	10,4	13,6	16,8	20

ПНТ 0/500-ХА

Контрольная точка, °С	150	220	290	360	430	500
U_T , мВ	6,138	8,94	11,795	14,713	17,667	20,644
$I_{расч}$, мА	8,8	11,04	13,28	15,52	17,76	20

ПНТ 0/600-ХА

Контрольная точка, °С	150	240	330	420	510	600
U_T , мВ	6,138	9,747	13,457	17,243	21,071	24,905
$I_{расч}$, мА	8	10,4	12,8	15,2	17,6	20

ПНТ 0/900-ХА

Контрольная точка, °С	600	660	720	780	840	900
U_T , мВ	24,905	27,447	29,965	32,453	34,908	37,326
$I_{расч}$, мА	14,667	15,733	16,8	17,867	18,933	20

ПНТ 0/1000-ХА

Контрольная точка, °С	500	600	700	800	900	1000
U_T , мВ	20,644	24,905	29,129	33,275	37,326	41,276
$I_{расч}$, мА	12	13,6	15,2	16,8	18,4	20

ПНТ 0/1200-ХА

Контрольная точка, °С	500	640	780	920	1060	1200
U_T , мВ	20,644	26,602	32,453	38,124	43,595	48,838
$I_{расч}$, мА	10,667	12,533	14,4	16,267	18,133	20

ПНТ 0/400-ХК

Контрольная точка, °С	200	240	280	320	360	400
U_T , мВ	14,56	17,816	21,15	24,55	28,002	31,492
$I_{расч}$, мА	12	13,6	15,2	16,8	18,4	20

ПНТ 0/600-ХК

Контрольная точка, °С	300	360	420	480	540	600
U_T , мВ	22,843	28,002	33,247	38,534	43,828	49,108
$I_{расч}$, мА	12	13,6	15,2	16,8	18,4	20

ПНТ 0/800-ХК

Контрольная точка, °С	300	400	500	600	700	800
U_T , мВ	22,843	31,492	40,299	49,108	57,859	66,466
$I_{расч}$, мА	10	12	14	16	18	20

ПНТ 0/1200-НН

Контрольная точка, °С	400	560	720	880	1040	1200
U_T , мВ	12,974	19,059	25,312	31,59	37,795	43,846
$I_{расч}$, мА	9,333	11,467	13,6	15,733	17,867	20

А.6.3.1.2.7 Выставить на калибраторе напряжение, равное разности $U_T - U_{xc}$ и измерить выходной ток преобразователя $I_{вых}$.

А.6.3.1.2.8 Вычислить ошибку по току по формуле (А.3):

$$\Delta = | I_{вых} - I_{рас} |, \quad (A.3)$$

где $I_{рас}$ – расчётное значение тока, которое по таблице А.2 соответствует контрольной точке по температуре.

А.6.3.1.2.9 Повторить операции А.6.3.1.2.6 - А.6.3.1.2.8 для всех контрольных точек по температуре.

А.6.3.1.2.10 Считать преобразователь прошедшим проверку по п. А.6.3.1.2, если для всех значений Δ выполняется условие (А.4):

$$\Delta \leq 0,16 \delta, \text{ мА}$$

где $\delta, \%$ – основная приведённая погрешность преобразования, указанная для проверяемого преобразователя в таблице 3.1 паспорта ПИМФ.411522.003 ПС.

При отрицательных результатах поверки преобразователь в обращение не допускается (бракуется) и отправляется для проведения ремонта на предприятие изготовитель.

А.6.3.1.2.11 Допускается проводить проверку для контрольных точек, отличных от приведенных в таблице А.2. В этом случае значение U_T следует определять непо-

средственно по таблицам номинальных статических характеристик по ГОСТ Р 8.585, а расчетное значение тока определять по формуле (А.5):

$$I_{\text{рас}} = 4 + 16 T / T_{\text{макс}}, \quad (\text{А.5})$$

где T и $T_{\text{макс}}$ – соответственно контрольная точка и верхняя граница диапазона преобразования.

А.6.3.2 Поверка преобразователей напряжение-ток измерительных ПНТ-Х-Pro

А.6.3.2.1 Проверка основной приведенной погрешности преобразования

А.6.3.2.1.1 Проверка основной приведенной погрешности преобразования на-пряжения -75...75 мВ проводится путем измерения эталонных сигналов источника калиброванных напряжений.

А.6.3.2.1.2 Подключить преобразователь в соответствии со схемой приведенной на рисунке А.3. Полярность подключения калибратора определяется полярностью проверяемого сигнала и изменяется в процессе поверки.

А.6.3.2.1.3 Преобразователь сконфигурировать по методике п. 7.2 паспорта ПИМФ.411622.01 ПС на работу с сигналами напряжения диапазон -75...-75 мВ, по таблице 3.1 паспорта, номер сигнала **1**, номер диапазона преобразования **1** (1/1).

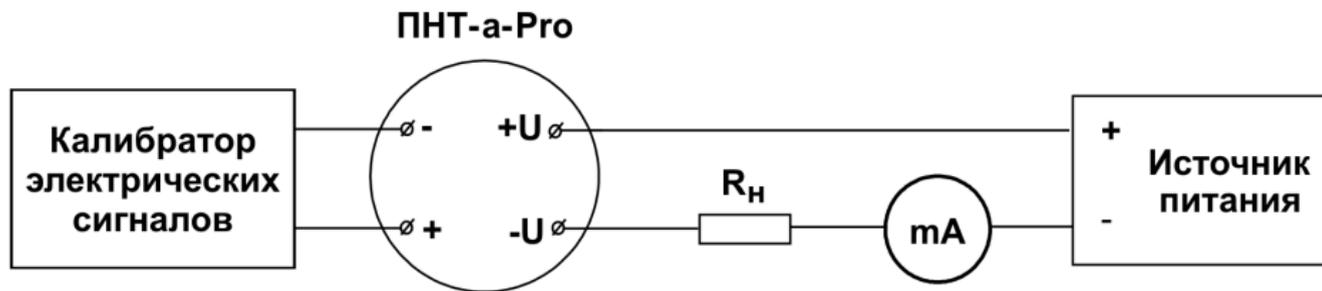


Рисунок А.3 – Схема подключения преобразователя для проведения поверки

Таблица А.3 – Расчетные значения контрольных точек проверяемых преобразователей

U (-75...75 мВ)						
№ контрольной точки	1	2	3	4	5	6
U_T, мВ	-75	-45	-15	15	45	75
$I_{расч}$, мА	4	7,2	10,4	13,6	16,8	20

А.6.3.2.1.4 Подать от калибратора напряжения напряжение U_T первой контрольной точки. Зафиксировать показания выходного тока $I_{вых}$ на выходе преобразователя и сравнить с расчётными значениями тока, приведёнными в таблице А.3.

А.6.3.2.1.5 Вычислить ошибку по току по формуле (А.6):

$$\Delta = | I_{\text{вых}} - I_{\text{рас}} |, \quad (\text{A.6})$$

А.6.3.2.1.6 Повторить операции А.6.3.2.1.4 - А.6.3.2.1.5 для оставшихся пяти контрольных точек по напряжению.

А.6.3.2.1.6 Считать преобразователь прошедшим проверку по А.6.3.2.1, если для всех значений Δ выполняется условие (А.7):

$$\Delta \leq 0,016, \text{ мА}, \quad (2)$$

При отрицательных результатах поверки преобразователь в обращение не допускается (бракуется) и отправляется для проведения ремонта на предприятие изготовитель.

А.6.3.2.2 Проверка погрешности компенсации влияния температуры «холодных» спаев

А.6.3.2.2.1 Преобразователь сконфигурировать по методике п. 7.2 паспорта ПИМФ.411622.01 ПС на работу с ТЭП типа хромель-алюмель **ХА (К)**, диапазон **0-300 °С**, по таблице 3.1, номер термопары **2**, номер диапазона преобразования **8 (2/8)**.

А.6.3.2.2.2 Разместить образцовый термометр в непосредственной близости от рабочего спаев термопары так, чтобы обеспечить равенство их температур.

А.6.3.2.2.3 Подключить поверяемый преобразователь по схеме, приведенной на рисунке А.4.

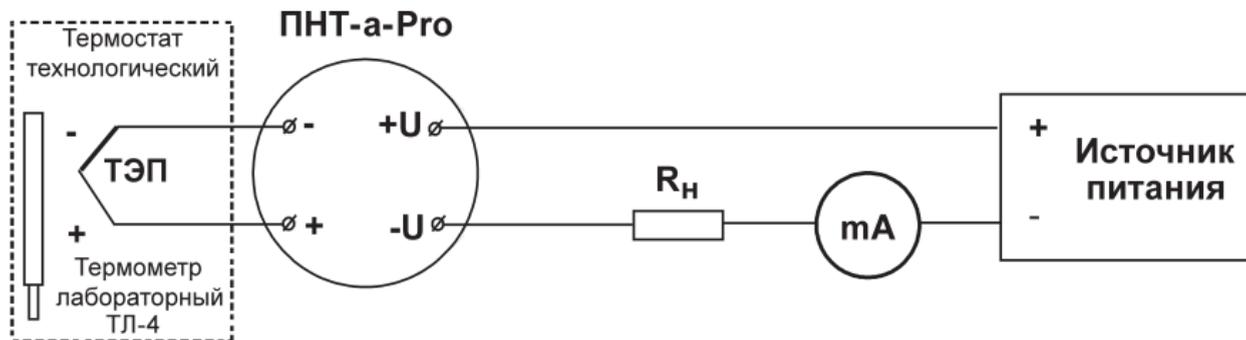


Рисунок А.4 – Схема подключения преобразователя для проведения проверки погрешности компенсации термо-ЭДС «холодного» спая»

А.6.3.2.2.4 Включить источник питания и прогреть преобразователь в течение 15 мин.

А.6.3.2.2.5 Зарегистрировать показания термометра, соответствующие температуре в технологическом термостате T , °С.

А.6.3.2.2.6 Вычислить расчётное значение выходного тока $I_{РАС}$ по формуле (А.8):

$$I_{рас} = 4 + 16 (T - T_{мин}) / (T_{макс} - T_{мин}), \quad (3)$$

взяв значения $T_{МАКС} = 300 \text{ °С}$ и $T_{МИН} = 0 \text{ °С}$.

А.6.3.2.2.7 Измерить выходной ток преобразователя $I_{\text{вых}}$, мА.

А.6.3.2.2.8 Считать преобразователь выдержавшим проверку по п. А.6.3.2.2, если выполняется условие (А.9):

$$| I_{\text{вых}} - I_{\text{рас}} | \leq D_{\text{xc}}, \quad (\text{А.9})$$

где при $T_{\text{макс}} = 300 \text{ }^\circ\text{C}$ и $T_{\text{мин}} = 0 \text{ }^\circ\text{C}$, $D_{\text{xc}} = 0,053$ – допустимая ошибка схемы компенсации холодного спая.

При отрицательных результатах поверки преобразователь в обращение не допускается (бракуется) и отправляется для проведения ремонта на предприятие изготовитель.

А7 Оформление результатов поверки

А7.1 При положительных результатах первичной поверки преобразователь признается годным к эксплуатации, о чем делается отметка в паспорте на преобразователь за подписью поверителя. При периодической поверке оформляется свидетельство о поверке в соответствии с ПР 50.2.006. Подпись поверителя заверяется поверительным клеймом.

А7.2. При отрицательных результатах поверки преобразователь в обращение не допускается (бракуется), на него выдается извещение о непригодности с указанием причин.

