

**СОГЛАСОВАНО**

Директор ООО «ВО ОВЕН»

**УТВЕРЖДАЮ**

Генеральный директор

ННЦ "Институт метрология"



Е. А. Анакин

2013 г.



А. С. Дудолад

2013 г.

Метрология

**Преобразователи термоэлектрические ОВЕН ДТП со встроенным нормирующим преобразователем**

Методика поверки

**МПУ 06-194:2013**

Харьков

2013

## **ПРЕДИСЛОВИЕ**

**1 РАЗРАБОТАНО:** Национальный Научный Центр «Институт метрологии»,  
калибровочная лаборатория ООО «ВО ОВЕН»

**РАЗРАБОТЧИКИ:** Коваленко И. В. нач. калибровочной лаборатории ООО  
«ВО ОВЕН»,

Малышко Л. М. гл. метролог ООО «ВО ОВЕН»,

Иванова Е. П. вед. научный сотрудник ННЦ «Институт метрологии»

**2 УТВЕРЖДЕНО И ВВЕДЕНО В ДЕЙСТВИЕ** \_\_\_\_\_ **2013 г.**

**3 ВВЕДЕНО ВПЕРВЫЕ**

**СОДЕРЖАНИЕ**

С.

1 Область применения	1
2 Нормативные ссылки	2
3 Операции поверки	3
4 Средства поверки	4
5 Требования к квалификации поверителей	6
6 Требования безопасности	6
7 Условия проведения поверки	7
8 Подготовка к поверке	7
9 Проведение поверки	8
10 Обработка результатов измерений	11
11 Оформление результатов поверки	13

Метрология  
**Преобразователи термоэлектрические ОВЕН ДТП со встроенным  
нормирующим преобразователем**

Методика поверки  
**МПУ 06-194:2013**

Метрологія  
**Перетворювачі термоелектричні ОВЕН ДТП з вбудованим  
нормуючим перетворювачем**

Методика повірки  
**МПУ 06-194:2013**

---

Дата введения \_\_\_\_\_ 2013 г.

## **0 СОКРАЩЕНИЯ**

В данной методике поверки (калибровки) (далее – поверки) приняты следующие сокращения:

МП – методика поверки;

НП – нормирующий преобразователь;

РЭ – руководство по эксплуатации поверяемого прибора;

СИТ – средства измерительной техники;

ТП – преобразователь термоэлектрический;

ЧЭ – термочувствительный элемент;

ЭД – эксплуатационные документы.

## **1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ**

Настоящая методика поверки (далее – МП) устанавливает методы поверки преобразователей термоэлектрических (далее – ТП) ОВЕН ДТП с металлическими термомпарами типов ТЖК (J), ТМКн (T), ТНН (N), ТХА (K), ТХКн (E), ТХК (L) по ДСТУ 2857 в качестве термочувствительных элементов (далее – ЧЭ) и встроенным в узел коммутации нормирующим преобразователем по ДСТУ 2838 (далее – НП) для

преобразования значения температуры в унифицированный сигнал постоянного тока 4 – 20 мА по ГОСТ 26.011.

Данная МП устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок.

Периодичность проведения поверки ТП не реже одного раза в два года.

## **2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ**

В МП приведены ссылки на следующие нормативные и другие документы:

ДСТУ 2708:2006 Метрологія. Повірка засобів вимірювальної техніки. Організація та порядок проведення.

ДСТУ 2837-94 Перетворювачі термоелектричні. Номінальні статичні характеристики перетворення.

ДСТУ 2838-94 Термоперетворювачі з уніфікованим вихідним сигналом. Загальні технічні вимоги.

ДСТУ 2857-94 Перетворювачі термоелектричні. Загальні технічні умови.

ДСТУ 3215-95 Метрологія. Метрологічна атестація засобів вимірювальної техніки. Організація та порядок проведення.

ДСТУ ГОСТ 8.338:2004 Метрологія. Перетворювачі термоелектричні. Методика повірки (ГОСТ 8.338-2002, IDT).

ГОСТ 8.461-82 ГСИ. Термопреобразователи сопротивления. Методы и средства поверки.

ГОСТ 8.568-99 ГСИ. Термометры сопротивления платиновые эталонные 1-го и 2-го разрядов. Методика поверки.

ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление.

ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.

ГОСТ 12.3.019-80 ССБТ. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности.

ГОСТ 26.011-80 Средства измерений и автоматизации. Сигналы тока и напряжения электрические непрерывные входные и выходные.

ГОСТ 24555-81 Система государственных испытаний продукции. Порядок аттестации испытательного оборудования. Общие положения.

ДБН В.2.5-28-2006 Природне штучне освітлення.

НПАОП 40.1-1.21-98 Государственный нормативный акт. Правила безопасной эксплуатации электроустановок потребителей.

СП 1042-73 Санитарные правила организации технологических процессов и гигиенические требования к производственному оборудованию.

УПУ-6/02.00.00 РЭ Установка пробойная универсальная УПУ-6. Руководство по эксплуатации.

Мегаомметры М4100/1-5 Паспорт.

Мб.2.844.000 ПС Гигрометр психрометрический ВИТ-2. Паспорт.

Л82.832.001 ПС Барометр – aneroid БАММ-1. Паспорт.

НКГЖ.405591.005 ПС Система поверки термопреобразователей автоматизированная АСПТ. Паспорт.

Вольтметр универсальный В7-46. Техническое описание. Часть 1.

Блок питания ОВЕН БП15Б-Д2-х. Руководство по эксплуатации.

### 3 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, приведенные в таблице 1.

**Таблица 1**

Наименование операции	Номер пункта МП	Проведение операций при поверке	
		первичной	периодической
1	2	3	4
1 Внешний осмотр	9.1	да	да
2 Проверка электрической прочности изоляции	9.2	да	нет
3 Проверка электрического сопротивления изоляции	9.3	да	да

1	2	3	4
4 Проверка нестабильности	9.4	да	нет
5 Определение выходных токов НП при заданных значениях температуры	9.5	да	да
6 Обработка результатов измерений	10	да	да
7 Оформление результатов поверки	11	да	да

3.2 При получении отрицательных результатов любой операции дальнейшая поверка прекращается и результаты поверки признаются отрицательными.

#### 4 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки должны применяться перечисленные в таблице 2 рабочие эталоны, СИТ и вспомогательное оборудование.

**Таблица 2**

Номер пункта МП	Наименование СИТ и испытательного оборудования, разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики
1	2
7	Гигрометр психрометрический ВИТ-2: - измерение температуры от 15 °С до 40 °С, $\Delta = \pm 0,2^\circ\text{C}$ ; - влажности от 20 % до 93 %, $\Delta = \pm 7\%$
	Барометр-анероид БАММ-1: - измерение атмосферного давления от 80 кПа до 106 кПа, $\Delta = \pm 0,2$ кПа
9.2	Установка УПУ-6: - выходное напряжение до 6 кВ; - максимальный выходной ток 100 мА; - приведенная погрешность установки и измерения напряжения $\pm 3\%$ ; - потребляемая мощность не более 650 В·А
9.3	Мегаомметр М4100/1: - измерение сопротивления постоянному току до 100 МОм; - класс точности 1,0; - выходное напряжение 100 В
9.4 9.5	Блок питания ОВЕН БП15Б-Д2-24, выходное напряжение $(24,0 \pm 0,2)$ В, выходной ток от 0 А до 0,63 А

1	2
	Термопреобразователь сопротивления ПТС-10М, рабочий эталон 2 разряда, диапазон преобразования температуры от минус 196 °С до 660 °С
	Преобразователь термоэлектрический ППО-2-1000, рабочий эталон 2 разряда, диапазон преобразования температуры от 300 °С до 1200 °С
	Система поверки термопреобразователей автоматизированная АСПТ, измерение: - постоянного тока до 30 мА, $\delta = 0,01 \%$ ; - напряжения постоянного тока от минус 300 мВ до 300 мВ, $\delta = 0,005 \%$ ; - сопротивления постоянному току до 1500 Ом, $\delta = 0,001 \%$
	Компаратор напряжения Р3003, пределы компарирования и измерения с компенсацией входного напряжения: 11,111110 В; 1,111110 В; 0,111110 В, класс точности: 0,0005
	Катушка электрического сопротивления измерительная Р310, номинальное значение сопротивления 100 Ом, класс точности: 0,01
	Термостат паровой ТП-2, номинальная температура термостатируемой среды в рабочей камере от 95 °С до 101 °С, неравномерность температуры в рабочем объеме термостата не более 0,03 °С
	Горизонтальная трубчатая печь МТП-2МР-50-500, диапазон воспроизводимых температур от 100 °С до 1200 °С. Градиент температуры по оси печи (в ее средней части) при 1000 °С не более 0,8 °С/см. Нестабильность поддержания заданного температурного режима не более 0,1 °С/мин
	Вольтметр цифровой В7-46/1: - измерение напряжения постоянного тока (верхняя граница диапазонов: 20 мВ, 200 мВ, 2 В, 20 В, 200 В, 1000 В), $\delta = \pm 0,025/0,0025 \%$ ; - измерение постоянного тока (верхняя граница диапазонов: 20 мкА, 200 мкА, 2 мА, 20 мА, 200 мА, 2 А), $\delta = \pm 0,1/0,005 \%$
	Резистор С2-29-1 250 Ом $\pm 0,1 \%$ (1 %)*
	*Резисторы с допуском отклонением 0,1 % применяются при измерении падения напряжения на $R_n$ (рис. 1а настоящей МП). При непосредственном измерении тока через $R_n$ (рис. 1б настоящей МП) допустимо применение резисторов с допуском отклонением не более 1 %.

4.2 Допускается применение других рабочих эталонов, СИТ или вспомога-

тельного оборудования, обеспечивающих измерение соответствующих параметров с требуемой точностью.

4.3 Рабочие эталоны и СИТ, применяемые при поверке, должны быть поверены согласно ДСТУ 2708 или пройти метрологическую аттестацию согласно ДСТУ 3215 и иметь действующие свидетельства о поверке или государственной метрологической аттестации.

## **5 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ**

5.1 Поверку приборов могут проводить лица, имеющие необходимую квалификацию в области теплотехнических измерений и аттестованные в качестве поверителей.

5.2 К поверке допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности при работе на электроустановках.

## **6 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ**

6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены общие правила по технике безопасности в соответствии с ГОСТ 12.2.003 и ГОСТ 12.3.019.

6.2 Основные требования и необходимые условия для обеспечения безопасности во время проведения поверки:

- условия поверки должны соответствовать требованиям, установленным в СП 1042-73;
- на рабочем месте должна быть обеспечена освещенность (общая и местная) согласно ДБНВ.2.5-28;
- микроклимат в воздухе рабочей зоны должен соответствовать ГОСТ 12.1.005-88;
- в части электробезопасности должны быть соблюдены требования НПАОП 40.1-1.21.

6.3 Все приборы, входящие в состав рабочего места для проведения поверки, должны быть заземлены. Заземление необходимо производить раньше других присоединений, отсоединение заземления – после всех отсоединений в соответствии с ГОСТ 12.1.030.

## 7 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны поддерживаться следующие условия:

- температура окружающей среды ( $20 \pm 5$ ) °С;
- изменение температуры воздуха в помещении во время работы поверочной установки не должно быть более  $\pm 0,5$  °С в течение 1 ч;
- относительная влажность окружающей среды до 80 %;
- атмосферное давление от 84,0 кПа до 106,7 кПа;
- напряжение питания постоянного тока ( $24,0 \pm 0,2$ ) В;
- отсутствие внешних магнитных полей (кроме земного), влияющих на работу приборов.

## 8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

8.1 Средства поверки, входящие в состав поверочной установки, готовят к работе в соответствии с их ЭД.

8.2 Термометр сопротивления платиновый эталонный типа ПТС (далее – эталонный ТС) и преобразователь термоэлектрический платиновый эталонный типа ППО (далее – эталонный ТП), используемые при поверке, помещают в защитные пробирки из кварцевого стекла. Рабочий конец эталонного ТС (ТП) должен касаться дна пробирки.

8.3 При поверке ТП в печах, их складывают в общий пучок с эталонным ТП и обвязывают в двух-трех местах отрезками хромелевой или алюмелевой проволоки диаметром 0,5 мм.

В рабочем пространстве печей в зоне равномерного распределения температуры устанавливают никелевый стакан или никелевый блок.

Пучок вводят в рабочее пространство трубчатой горизонтальной печи до упора погружаемого конца защитной арматуры ТП и дна пробирки с эталонным ТП в дно никелевого стакана и центрируют пучок по оси печи.

8.4 Каждый поверяемый ТП подключают к источнику питания и нагрузке в соответствии с рисунком 1а или 1б. При подключении в соответствии с рис. 1б цепь питания НП не должна размыкаться в процессе проведения поверки.

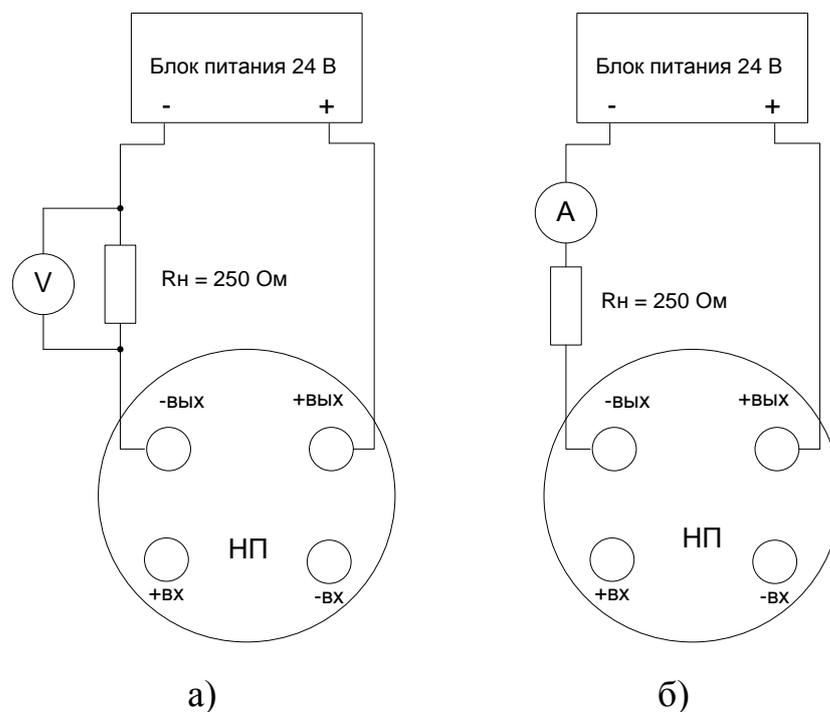


Рисунок 1

Допускается применение автоматизированных средств измерения сопротивления, напряжения и тока.

## 9 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 9.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре проверяемых ТП должно быть установлено соответствие следующим требованиям:

- защитная арматура и узел коммутации ТП не должны иметь повреждений поверхности;
- должны отсутствовать нарушения крепления арматуры и узла коммутации;
- должно быть соблюдено соответствие подключения термоэлектродов маркировке;
- на каждом проверяемом ТП должно быть проверено наличие маркировки с указанием условного обозначения, заводского номера, года выпуска, рабочего диапазона измерений.

### 9.2 Проверка электрической прочности изоляции

9.2.1 Проверку электрической прочности изоляции проводят по методике, изложенной в ДСТУ 2857, при помощи пробойной установки, например УПУ-6.

9.2.2 На время испытаний объединяют между собой перемычками:

- все контакты НП для НП без гальванической развязки входных и выходных цепей;

- входные контакты и выходные контакты НП в отдельные группы для НП с гальванической развязкой входных и выходных цепей.

Испытательное напряжение последовательно прикладывают между:

- защитной арматурой и цепями НП;

- входными и выходными цепями НП для НП с гальванической развязкой.

9.2.3 Результаты проверки считают положительными, если не произошло пробоя или поверхностного перекрытия изоляции. Появление коронного разряда не является признаком неудовлетворительных испытаний.

### **9.3 Проверка электрического сопротивления изоляции**

9.3.1 Проверку электрического сопротивления изоляции проводят по методике, изложенной в ДСТУ 2857. Измерение сопротивления изоляции проводят при помощи мегомметра, например М4100/1 испытательным напряжением 100 В. Точки приложения испытательного напряжения выбираются в соответствии с п. 9.2.2.

9.3.2 Результаты проверки считают положительными, если измеренное значение электрического сопротивления изоляции составляет не менее 100 МОм.

### **9.4 Проверка нестабильности**

9.4.1 Проверку нестабильности ТП проводят при температуре верхнего предела рабочего диапазона преобразования поверяемого ТП путем определения погрешности преобразования температуры в ток при этой температуре до и после двухчасового отжига в печи.

9.4.2 Погрешность преобразования температуры в ток ТП при температуре верхнего предела рабочего диапазона до и после отжига не должна превышать пределов допускаемой основной приведенной погрешности преобразования температуры в ток.

### **9.5 Определение выходных токов НП при заданных значениях температуры**

9.5.1 Поверяемые ТП должны преобразовывать температуру в ток в пределах допускаемых отклонений в соответствии с характеристикой преобразования по формуле

$$I_{\text{д\ddot{a}н\ddot{a}}} = 4 + 16 \cdot \frac{t_x - t_{\text{min}}}{t_{\text{max}} - t_{\text{min}}}, \quad (1)$$

где  $I_{\text{расч}}$  – ожидаемый выходной ток НП в контрольной точке, мА;

$t_x$  – значение температуры в каждой контрольной точке по показаниям эталонного ТС (ТП), °С;

$t_{\text{max}}, t_{\text{min}}$  – значения температур, соответствующие границам диапазона преобразования поверяемого ТП, °С.

При проверке этого требования определяют выходной ток ТП со встроенным НП при нескольких заданных значениях температуры его рабочего конца. Полученные результаты измерений сравнивают с расчётными данными, полученными по формуле (1) при тех же значениях температуры.

9.5.2 При проверке выходной ток ТП со встроенным НП должен быть определен не менее чем при четырех значениях температуры, указанных в таблице 3.

**Таблица 3**

Верхнее значение рабочего диапазона температуры, °С	Температура рабочего конца ТП, °С
400	100, 200, 300, 400
600	100, 200, 400, 600
800	100, 300, 600, 800

9.5.3 Выходной ток ТП со встроенным НП при заданных значениях температуры определяют в последовательности, указанной ниже.

Нагревают термостат или горизонтальную трубчатую печь до заданного значения температуры с допускаемыми отклонениями, не превышающими: для термостата –  $\pm 0,5$  °С; для печи –  $\pm 10$  °С.

Температуру термостата контролируют эталонным ТС, температуру печи – эталонным ТП. При проведении измерений выходного тока ТП температурный ход не должен превышать: для термостата –  $0,1$  °С/мин; для печи –  $0,4$  °С/мин.

Перед проведением измерений НП должен быть выдержан во включённом состоянии не менее 15 минут.

Цикл измерений осуществляют непрерывным отсчетом показаний: в прямой последовательности (от отсчёта показаний эталонного ТС (ТП) до отсчёта показаний

последнего поверяемого ТП), затем в обратной последовательности (от отсчёта показаний последнего поверяемого ТП до отсчёта показаний эталонного ТС (ТП)) и т. д. до получения четырех отсчётов показаний эталонного ТС (ТП) и выходного тока (падения напряжения на  $R_n$ ) каждого поверяемого ТП.

Интервалы времени между отсчётами показаний во всем измерительном цикле должны быть примерно одинаковыми.

При подключении по схеме рис. 1а определяют при каждом отсчёте выходной ток поверяемых ТП по формуле

$$I_{\sigma} = \frac{U_{R_{nx}}}{250} \cdot 1000, \quad (2)$$

где  $I_x$  – измеренный выходной ток ТП, мА;

$U_{R_{nx}}$  – падение напряжения на  $R_n$ , В.

Определение сопротивления эталонного ТС производят в соответствии с методикой ГОСТ 8.461 компенсационным методом.

Определение ТЭДС эталонного ТП производят в соответствии с методикой ДСТУ ГОСТ 8.338.

Допускается определение сопротивления эталонного ТС и ТЭДС эталонного ТП при помощи автоматизированных систем поверки.

Отсчёты напряжения на  $R_n$  поверяемых ТП проводят до  $10^{-4}$  В, если непосредственно измеряется выходной ток поверяемых ТП, отсчёты проводят до  $10^{-3}$  мА.

Измеренные значения ТЭДС ЧЭ эталонного ТП, падения напряжения на эталонном ТС и выходной ток поверяемых ТП вносят в протокол поверки. Операции, перечисленные выше, выполняют при всех заданных значениях температуры (таблица 3).

## 10 ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

10.1.1 Из результатов измерений, выполненных в соответствии с п. 9.5.3, при каждом значении температуры в каждой серии из четырёх отсчётов вычисляют среднеарифметические значения:

- выходного тока поверяемых ТП  $\bar{I}_x$ ;

- ТЭДС ЧЭ эталонного ТП;

- падения напряжения на измерительной катушке сопротивления  $\bar{U}_{N\acute{a}\delta}$  и эталонном ТС  $\bar{U}_{\acute{a}\delta}$  при измерении компенсационным методом.

10.1.2 Среднеарифметические значения ТЭДС ЧЭ эталонного ТП приводят к значениям ТЭДС ЧЭ ТП  $E_{\text{ЭТ}}^{\text{ПР}}$  при температуре свободных концов, равной 0 °С, внося поправку  $E(t_{\text{с.к}})$  на температуру свободных концов ЧЭ. Значение поправки имеет знак «плюс» и равно табличному значению ТЭДС ЧЭ ТП при такой температуре, какую при поверке имели свободные концы. Приведенные значения ТЭДС  $E_{\text{ЭТ}}^{\text{ПР}}$  вносят в протокол поверки.

По приведенному значению ТЭДС эталонного ТП определяют температуру  $t$  рабочих концов ЧЭ поверяемых ТП по формуле

$$t = t_{\text{свид}} + \frac{E_{\text{ЭТ}}^{\text{ПР}} - E_{\text{ЭТ}}^{\text{свид}}}{(\Delta E / \Delta t)_t}, \quad (3)$$

где  $t_{\text{свид}}$  – значение температуры, соответствующее значению  $E_{\text{ЭТ}}^{\text{свид}}$ , °С;

$E_{\text{ЭТ}}^{\text{ПР}}$  – приведенное значение ТЭДС эталонного ТП, мВ;

$E_{\text{ЭТ}}^{\text{свид}}$  – значение ТЭДС ТП, взятое из свидетельства на эталонный ТП, ближайшее к  $E_{\text{ЭТ}}^{\text{ПР}}$ , мВ;

$(\Delta E / \Delta t)_t$  – чувствительность эталонного ТП на единицу температуры, мВ/°С.

10.1.3 При измерении температуры в термостате эталонным ТС расчёт значений его сопротивления  $R_{tk}$ , производят по формуле

$$R_{tk} = \frac{\bar{U}_{\acute{a}\delta}}{\bar{U}_{N\acute{a}\delta}} \cdot R_{N\acute{a}\delta}, \quad (4)$$

где  $R_{N\acute{o}\delta p}$  – значение сопротивления измерительной катушки, Ом.

Значение  $R_{tk}$  должно быть рассчитано с точностью до  $10^{-5}R_0$ .

Расчёт температуры по измеренному сопротивлению  $R_{tk}$  эталонного ТС выполняют по приведенным в его свидетельстве о поверке: функции  $\Delta W(T)$ , таблице значений  $W(T)$ , или коэффициентам полинома в соответствии с методикой, приведенной в ГОСТ 8.568.

10.1.4 Для каждого значения температуры рабочих концов ЧЭ поверяемых ТП по формуле (1) находят значение  $I_{расч}$ .

10.1.5 Для каждого поверяемого ТП при каждом значении температуры в термостате (печи) определяют основную приведенную погрешность преобразования температуры в ток ТП со встроенным НП по формуле

$$\gamma = \frac{I_{\delta\lambda\tilde{n}\div} - \bar{I}_{\delta}}{16} \cdot 100\% \quad (5)$$

Основная приведенная погрешность преобразования температуры в ток ТП со встроенным НП не должна превышать пределов основной приведенной погрешности преобразования температуры в ток.

## 11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

Результаты поверки оформляются в соответствии с ДСТУ 2708.

11.1 Результаты измерений, полученные во время проведения поверки, оформляются протоколом, который подписывают непосредственные исполнители.

11.2 При положительных результатах поверки в ЭД ставится оттиск поверочного клейма или оформляется свидетельство о поверке, форма которого приведена в приложении А ДСТУ 2708.

11.3 При отрицательных результатах поверки оформляют справку о непригодности рабочего СИТ, форма которой приведена в приложении Б ДСТУ 2708.