

СОГЛАСОВАНО

Директор НП ООО «Энергоприбор»

26 июня



УТВЕРЖДАЮ

Директор Белгосстандарта

Григорьевич



СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Преобразователи термоэлектрические

ТХА (К) – 1199, ТХК (L) – 1199, ТЖК (J) – 1199, ТНН (N) – 1199  
ТПП (S) – 1199, ТПП (R) – 1199, ТПР (B) - 1199

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ  
МРБ МП.2717 -2017

РАЗРАБОТЧИК

Главный конструктор

НП ООО «Энергоприбор»

С.П.Сафонов

23.06 2017 г.

КОПИЯ БЕЛГ  
ДИРЕКТОРА  
ГЕСТЬ



## Содержание

|    |  |    |
|----|--|----|
|    | Вводная часть  | 3  |
| 1  | Нормативные ссылки   | 3  |
| 2  | Операции поверки   | 3  |
| 3  | Средства поверки   | 4  |
| 4  | Требования к квалификации поверителей  | 5  |
| 5  | Требования безопасности  | 5  |
| 6  | Условия поверки  | 5  |
| 7  | Подготовка к поверке   | 5  |
| 8  | Проведение поверки   | 6  |
| 9  | Обработка результатов измерений  | 7  |
| 10 | Оформление результатов поверки   | 8  |
|    | Приложение А Основные характеристики ТП  | 9  |
|    | Приложение Б Оценка расширенной неопределенности поверки ТП с длиной погружаемой части менее 250 мм с применением термостата с флюидизированной средой | 10 |
|    | Приложение В Методика аттестации бухт термоэлектродного материала  | 16 |

## Вводная часть

Настоящая методика поверки (далее – МП) распространяется на преобразователи термоэлектрические ТХА(К)-1199, ТХК(L)-1199, ТЖК(J)-1199, ТНН(N)-1199, ТПП(S)-1199, ТПП(R)-1199, ТПР(В)-1199 (далее – ТП) с металлическими термодарами в качестве термочувствительных элементов (далее – ЧЭ) по ГОСТ 6616 и номинальными статическими характеристиками по СТБ ГОСТ Р 8.585 (далее – НСХ), предназначенные для измерения температуры газообразных и жидких сред, и устанавливает методику их первичной и последующих (периодической, внеочередной) поверок.

Основные технические и метрологические характеристики ТП приведены в приложении А. Настоящая МП разработана в соответствии с требованиями ТКП 8.003.

Межповерочный интервал ТП – не более 12 месяцев для ТП, применяемых в сфере законодательной метрологии.

## 1 Нормативные ссылки

В настоящей МП использованы ссылки на следующие технические нормативные правовые акты в области технического нормирования и стандартизации (далее – ТНПА):

ГОСТ ISO 2859-1-2009 Статистические методы. Процедуры выборочного контроля по альтернативному признаку. Часть 1. Планы выборочного контроля последовательных партий на основе приемлемого уровня качества

ГОСТ 8.338-2002 Государственная система обеспечения единства измерений. Преобразователи термоэлектрические. Методика поверки

ГОСТ 12.3.019-80 Система стандартов безопасности труда. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности

ГОСТ 492-2006 Никель, сплавы никелевые и медно-никелевые, обрабатываемые давлением. Марки

ГОСТ 1790-77 Проволока из сплавов хромель Т, алюмель, копель и константан для термоэлектродов термоэлектрических преобразователей. Технические условия

ГОСТ 6616-94 Преобразователи термоэлектрические. Общие технические условия

ГОСТ 18300-87 Спирт этиловый ректификованный технический. Общие технические условия

ГОСТ 23847-79 Преобразователи термоэлектрические кабельные типов КТХАС, КТХАСп, КТХКС

СТБ ГОСТ Р 8.585-2004 Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Термодары. Номинальные статические характеристики преобразования

ТКП 8.003-2011 Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Поверка средств измерений. Правила проведения работ

ТКП 181-2009 Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей

ТКП 427-2012 Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок

## 2 Операции поверки

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки ТП

| Наименование операции                     | Номер пункта методики поверки | Проведение операции при поверке |               |
|---|-------------------------------|---------------------------------|---------------|
|   |                               | первичной                       | периодической |
| 1   | 2                             | 3                               | 4             |
| Внешний осмотр                            | 8.1                           | Да                              | Да            |
| Проверка электрической прочности изоляции | 8.2                           | Да                              | Нет           |

Продолжение таблицы 1

| 1   | 2   | 3  | 4   |
|---|-----|----|-----|
| Проверка электрического сопротивления изоляции  | 8.3 | Да | Да  |
| Проверка нестабильности   | 8.4 | Да | Нет |
| Определение термоэлектродвижущей силы (далее – ТЭДС) ЧЭ ТП при заданных значениях температуры | 8.5 | Да | Да  |

### 3 Средства поверки

3.1 При проведении поверки ТП должны применяться средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

| Номер пункта методики поверки  | Наименование и тип (условное обозначение) эталонов и вспомогательных средств поверки, их метрологические и основные технические характеристики, обозначение ТНПА  |
|--|---|
| 1  | 2   |
| 8.1  | Барометр-анероид М-67, диапазон измерения давления от 610 до 790 мм рт. ст., пределы абсолютной погрешности измерения давления $\pm 0,8$ мм рт. ст.<br>Гигрометр психрометрический ВИТ-1, диапазон измерения относительной влажности от 20 % до 90 % , пределы абсолютной погрешности измерения относительной влажности $\pm 0,7$ %; диапазон измерения температуры от 0 °С до 25 °С, пределы абсолютной погрешности измерения температуры $\pm 0,2$ °С |
| 8.2  | Установка пробояная испытательная УПИ-3, диапазон изменения испытательного напряжения от 0 до 3000 В, кл. т. 2,5  |
| 8.3  | Мегаомметр Е6-22, диапазон измерения сопротивления от 0 до 10 ГОм, 250 В, 50 Гц   |
| 8.4, 8.5   | Система поверки термопреобразователей автоматизированная АСПТ, диапазон измерения напряжения постоянного тока от минус 300 до 300 мВ, пределы абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока $\pm 0,003$ мВ   |
|  | Термостат нулевой ТН-12, 0 °С, СКО $\leq 0,02$ °С, grad $\leq 0,006$ °С/см  |
|  | Термостат паровой ТП-2100 °С, СКО $\leq 0,03$ °С, grad $\leq 0,006$ °С/см   |
|  | Термостат жидкостной U-10, диапазон воспроизводимых температур от 50 °С до 200 °С, пределы абсолютной погрешности поддержания температуры $\pm 0,04$ °С   |
|  | Термометр сопротивления платиновый эталонный ЭТС-100, диапазон измеряемых температур от 0 °С до 420 °С, 3 разряд  |
|  | Преобразователь термоэлектрический эталонный ППО, диапазон измеряемых температур от 300 °С до 1200 °С, 2 и 3 разряда  |
|  | Печь малоинерционная горизонтальная трубчатая МТП-2М, диапазон воспроизводимых температур от 100 °С до 1200 °С, нестабильность поддержания температуры 0,1 °С/мин.  |
|  | Калибратор температурный КТ-650, диапазон воспроизводимых температур от 50 °С до плюс 650 °С, пределы абсолютной погрешности поддержания температуры $\pm 0,1$ °С   |
| Термостат с флюидизированной средой FB-08, диапазон воспроизводимых температур от 50 °С до 700 °С, нестабильность поддержания температуры в термостате $\pm 0,3$ °С за 30 мин; неоднородность температурного поля в рабочем объеме: от $\pm 0,01$ °С до $\pm 0,04$ °С (по вертикальной оси рабочего объема), от $\pm 0,02$ °С до $\pm 0,08$ °С (по горизонтальной оси рабочего объема), глубина ванны 385 мм |   |

Примечания

1 Все средства измерений, применяемые при поверке, должны иметь действующие свидетельства о поверке (калибровке).

2 Допускается применять другие средства измерений, отличные от указанных в таблице 2, удовлетворяющие по точности требованиям настоящей методики.

## **4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ**

4.1 К проведению поверки допускаются лица, имеющие необходимую подготовку для работы с поверяемыми преобразователями и применяемыми эталонами.

4.2 Лица, осуществляющие поверку, должны быть аттестованы в качестве поверителей в установленном порядке.

## **5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ**

5.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования ГОСТ 12.3.019.

5.2 Поверочная установка и вспомогательное оборудование должны быть подключены к контуру заземления. Сопротивление заземления должно быть не более 4,0 Ом.

5.3 Вблизи термостатов не должны находиться горючие материалы.

5.4 При проведении поверки должны соблюдаться требования ТКП 181, ТКП 427, а также указания по безопасности, изложенные в эксплуатационной документации на применяемые эталоны и вспомогательное оборудование.

## **6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ**

6.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха ( $25 \pm 10$ ) °С;
- относительная влажность воздуха от 30 % до 80 %;
- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа;
- в помещении, в котором проводят поверку, не должно быть пыли, дыма, газов и средства поверки должны быть защищены от воздействия вибрации и ударов;
- электроизмерительная часть поверочной установки должна быть удалена не менее чем на 1 м от окон, дверей, радиаторов отопления и других устройств, выделяющих тепло, а также защищена от прямых солнечных лучей.

6.2 Условия поверки должны соответствовать условиям эксплуатации ТП и применяемых средств поверки.

## **7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ**

### **7.1 Подготовка средств поверки**

7.1.1 Термостаты, калибратор, печь готовят к работе в соответствии с требованиями технической документации.

7.1.2 Подготовку к работе эталонных термометров проводят в соответствии с документацией по эксплуатации.

7.1.3 Подготовку к работе АСПТ проводят в соответствии с паспортом.

7.1.4 Перед использованием средств поверки ТП следует провести расчет ожидаемой расширенной неопределенности поверки ТП по данным свидетельств о поверке термостата и о поверке всех остальных используемых средств измерений. Рассчитанная расширенная неопределенность поверки ТП должна быть в два раза меньше требуемого допуска ТП по ГОСТ 6616 (СТБ ГОСТ Р 8.585). Оценка расширенной неопределенности поверки ТП с использованием термостата с флюидизированной средой приведена в приложении Б настоящей МП.

### **7.2 Подготовка ТП**

7.2.1 Допускается определение ТЭДС ТП, поступивших на первичную поверку и изготовленных из аттестованных бухт термоэлектродного материала – стандартных образцов свойств термоэлектродных материалов (далее – СОТМ), при одном значении температуры, соответствующем верхнему пределу применения термопары.

7.2.2 В случае, если ТП изготовлены не из СОТМ, необходимо провести аттестацию бухт термоэлектродного материала. Методика аттестации бухт приведена в приложении В.

7.2.3 Поверхность погружаемой части ТП, при необходимости, очищают от окалины, отслоений и т.п. и протирают спиртом техническим по ГОСТ 18300.

7.2.4 Подготовленные ТП помещают в центральную зону рабочего объема термостатирующего устройства на глубину не менее указанной в таблице 3.

Таблица 3 – Минимальная глубина погружения в зависимости от конструктивного исполнения и диапазона измерений ТП

| Диаметр погружаемой части ТП, мм | Минимальная глубина погружения, мм | Диапазон измерений температур, °С | Примечание                                     |
|----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|--|
| 1,0                              | 20                                 | от минус 40 до плюс 400           | В зависимости от конструктивного исполнения ТП |
| 1,5                              | 25                                 | от минус 40 до плюс 400           |  |
| 3,0                              | 30                                 | от минус 40 до плюс 400           |  |
| 4,0                              | 35                                 | от минус 40 до плюс 400           |  |
| 4,5                              | 35                                 | от минус 40 до плюс 400           |  |
| 5,0                              | 35                                 | от минус 40 до плюс 400           |  |
| 6,0                              | 40                                 | от минус 40 до плюс 400           |  |
| 8,0                              | 60                                 | от минус 40 до плюс 600           |  |
| 10,0                             | 80                                 | от минус 40 до плюс 600           |  |

7.2.5 Эталонные датчики температуры помещаются в центральную зону рабочего объема термостатирующего устройства на глубину, определяемую их техническими характеристиками.

7.2.6 Свободные концы (или концы удлиняющих проводов) эталонного ТП подсоединяют с помощью соединительных кабелей со встроенным компенсатором холодного спая к соответствующим гнездам АСПТ.

Подключение поверяемых ТП и эталонного термометра сопротивления к АСПТ производится в соответствии с разделом 6 паспорта.

## 8 ПРОВЕДЕНИЕ ПРОВЕРКИ

### 8.1 Внешний осмотр

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

- на каждом ТП, поступившем в поверку, должна быть маркировка с указанием номера, обозначения НСХ, рабочего диапазона измерений и класса допуска;
- на положительный электрод ТП должна быть нанесена маркировка;
- ТП не должен иметь повреждений и дефектов, ухудшающих внешний вид и влияющих на его работу.

### 8.2. Проверка электрической прочности изоляции

8.2.1. Проверку электрической прочности изоляции ТП проводят только при первичной поверке.

8.2.2 Электрическую прочность изоляции проверяют на установке переменного тока мощностью не менее 0,25 кВ·А. Испытательное напряжение 250 В частотой 50 Гц прикладывают между короткозамкнутыми выводами ТП и металлической частью защитного корпуса.

8.2.3 ТП признаются годными, если не произошло пробоя или перекрытия электрической изоляции.

### 8.3 Проверка электрического сопротивления изоляции

8.3.1 Проверку электрического сопротивления изоляции поверяемых ТП проводят по ГОСТ 6616.

8.3.2 Электрическое сопротивление изоляции поверяемых ТП должно соответствовать значениям, приведенным в приложении А.

### 8.4 Проверка нестабильности

8.4.1 Проверку нестабильности ТП проводят только при первичной поверке. ТП помещают в рабочую зону термостата (калибратора, печи) с верхней температурой рабочего диапазона, измеряют основную погрешность, затем выдерживают два часа при указанной температуре и

вновь измеряют основную погрешность по 8.5 настоящей методики.

8.4.2 Результаты считаются положительными, если после воздействия температуры отклонение ТЭДС ТП от НСХ не превысит  $\frac{1}{2}$  допускаемых отклонений, указанных в таблице А.1.

## 8.5 Определение ТЭДС ТП при заданных значениях температуры

8.5.1 Измерения проводятся с помощью АСПТ в соответствии с разделом 7 паспорта и руководством оператора.

8.5.2 Определение величины ТЭДС ТП проводят:

- для ТЦ с длиной монтажной части более 250 мм в соответствии с ГОСТ 8.338;
- для ТП с длиной монтажной части менее 250 мм в соответствии с 8.5.5.

8.5.3 ТЭДС ТП определяют не менее чем при четырех значениях температуры, указанных в таблице 2 ГОСТ 8.338. В обоснованных заказчиком случаях дополнительно определяют ТЭДС ТП при значениях температуры, указанных в таблице 2 ГОСТ 8.338 в скобках.

8.5.4 Для ТП, применяемых в более узком диапазоне температур, указанном заказчиком, допускается определять ТЭДС в границах этого диапазона, но не менее чем при трех значениях температур, равноотстоящих друг от друга.

8.5.5 Определение величины ТЭДС ТП с длиной монтажной части менее 250 мм.

8.5.5.1 При поверке ТП их ТЭДС должна быть определена не менее чем при трех значениях температуры в пределах рабочего диапазона температур ТП, лежащего внутри диапазона от минус 40 °С до 600 °С.

Определение ТЭДС ТП рекомендуется проводить при температурах 200 °С; 400 °С; 600 °С.

Для ТП специального назначения, применяемых в более узком диапазоне температур, указанном заказчиком, допускается определять ТЭДС в границах этого диапазона, но не менее, чем при трех значениях температур, равноотстоящих друг от друга.

8.5.5.2 При поверке ТП необходимо поместить в устройство воспроизведения температуры (жидкостной термостат, твердотельный термостат, термостат с флюидизированной средой), в соответствии с ЭД на устройство воспроизведения температуры, также в устройстве воспроизведения температуры разместить эталонное средство измерения температуры:

- в диапазоне температур от минус 40 °С до 300 °С – термометр сопротивления ЭТС-100;
- в диапазоне температур от 300 °С до 600 °С – платинородий-платиновая термопара ТППО 2 или 3 разряда.

8.5.5.3 При проведении поверки в жидкостном термостате, твердотельном термостате не обязательно предусмотреть уплотнение отверстий при величине кольцевого зазора более 0,5 мм.

При проведении поверки в термостате с флюидизированной средой необходимо устанавливать температуру точки поверки с допускаемыми отклонениями, не превышающими  $\pm 5$  °С, при этом температурный ход не должен превышать 0,1 °С/мин.

8.5.5.4 Цикл измерений осуществляется непрерывным отсчетом показаний: в прямой последовательности (от отсчета показаний эталонного средства измерений до отсчета показаний ЧЭ последнего поверяемого ТП), затем в обратной последовательности (от отсчета показаний ЧЭ последнего поверяемого ТП до отсчета показаний эталонного средства измерений) и т.д. до получения десяти отсчетов показаний эталонного средства измерений и ТЭДС ЧЭ каждого поверяемого ТП, после чего производится их усреднение.

Интервалы времени между измерениями должны быть примерно одинаковыми.

Отсчеты ТЭДС эталонного и поверяемых ТП проводят до  $10^{-3}$  мВ.

При измерении температуры в термостате эталонным термометром сопротивления отсчет производят до 0,001 °С.

Операции, перечисленные выше, выполняют при всех заданных значениях температуры.

## 9 ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Обработку результатов измерений ТЭДС при поверке ТП методом прямых измерений осуществляют с помощью программы АПТ, входящей в состав программного обеспечения АСПТ, в соответствии с руководством оператора.

9.2 Обработку результатов измерений, выполняемых с помощью измерительных установок без программ, обеспечивающих автоматическую обработку результатов измерений, осуществляют в соответствии с п. 10.1 ГОСТ 8.338.

9.3 Критерий годности ТП – в соответствии с п. 10.1.5 ГОСТ 8.338.

## **10 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ**

10.1 По результатам поверки программа АПТ, входящая в состав программного обеспечения АСПТ, формирует протокол поверки.

10.2 При измерениях, выполняемых с помощью измерительных установок без программ, обеспечивающих автоматическую обработку результатов измерений, результаты поверки заносят в протокол, форма которого соответствует требованиям приложения Д ГОСТ 8.338.

10.3 Положительные результаты первичной поверки оформляют нанесением оттиска поверительного клейма в паспорт ТП.

10.4 Положительные результаты последующей поверки оформляются выдачей свидетельства о поверке по форме приложения Г ТКП 8.003 и нанесением оттиска поверительного клейма в паспорт ТП и/или поверительного клейма на ТП.

10.5 При отрицательных результатах поверки выдают заключение о непригодности ТП к дальнейшему применению по форме приложения Д ТКП 8.003 с указанием причин несоответствия установленным требованиям. Оттиск клейма предыдущей поверки гасят.

**Приложение А**  
(обязательное)

**Основные характеристики ТП**

Таблица А1 – Основные метрологические характеристики ТП

| Тип ТП  | Класс допуска по СТБ ГОСТ Р 8.585 | Диапазон измерений, °С              | Пределы допускаемых отклонений от НСХ, $\pm \Delta t$ , °С |
|---|-----------------------------------|-------------------------------------|--|
| ТХА(К)-1199   | 1                                 | от - 40 до + 375<br>св. 375 до 1200 | 1,5<br>0,004·t   |
|   | 2                                 | от - 40 до + 333<br>св. 333 до 1200 | 2,5<br>0,0075·t  |
| ТХК(Л)-1199   | 2                                 | от - 40 до + 360<br>св. 360 до 600  | 2,5<br>0,7+0,005·t   |
| ТЖК(Ж)-1199   | 1                                 | от - 40 до + 375<br>св. 375 до 750  | 1,5<br>0,004·t   |
|   | 2                                 | от 0 до 333<br>св. 333 до 750       | 2,5<br>0,0075·t  |
| ТНН(Н)-1199   | 1                                 | от - 40 до + 375<br>св. 375 до 1200 | 1,5<br>0,004·t   |
|   | 2                                 | от - 40 до + 333<br>св. 333 до 1200 | 2,5<br>0,0075·t  |
| ТПП(С)-1199   | 2                                 | от 0 до 600                         | 1,5  |
| ТПП(Р)-1199   |                                   | св. 600 до 1600                     | 0,0025·t   |
| ТПР(В)-1199   | 2                                 | от 600 до 1600                      | 0,0025·t   |
| Примечание – t – значение измеряемой температуры, °С. |                                   |                                     |  |

Электрическое сопротивление изоляции между термоэлектродами и металлической частью защитной арматуры ТП должно быть не менее, МОм:

- 100,000 – при температуре  $(25 \pm 10)$  °С и относительной влажности от 30 % до 80 %;
- 1,000 – при температуре 35 °С и относительной влажности 98 %;
- 1,000 – при температуре верхнего предела измерения до 300 °С;
- 0,070 – при температуре верхнего предела измерения до 600 °С;
- 0,025 – при температуре верхнего предела измерения до 800 °С;
- 0,005 – при температуре верхнего предела измерения до 1000 °С;
- 0,003 – при температуре верхнего предела измерения свыше 1000 °С.

## Приложение Б (справочное)

### Оценка расширенной неопределенности поверки ТП с длиной погружаемой части менее 250 мм с применением термостата с флюидизированной средой

#### Б.1 Приборы и оборудование:

Б.1.1 Приборы и оборудование, применяемые при поверке:

- эталонный термометр сопротивления 3 разряда ЭТС-100;
- эталонная платинородий-платиновая термопара ТППО 2 или 3 разрядов;
- система поверки термопреобразователей автоматизированная АСПТ;
- термостат с флюидизированной средой ФВ-08.

Б.1.2 Суммарная и расширенная неопределённость поверки ТП рассчитывается для каждой температуры 100 °С; 200 °С; 300 °С; 400 °С; 500 °С; 600 °С.

Б.1.3 В диапазоне температур от 50 °С до 300 °С в качестве эталонного средства измерения используется эталонный термометр сопротивления ЭТС-100.

В диапазоне температур от 300 °С до 600 °С в качестве эталонного средства измерения используется эталонная платинородий-платиновая термопара ТППО 2 или 3 разрядов.

#### Б.2 Составляющие бюджета неопределённости

Б.2.1 Неопределённость значения температуры, измеренной эталонным термометром.

Б.2.2 Неопределённость измеренного значения ТЭДС поверяемой ТП.

Б.3 Значение температуры (среднее), определённое по показаниям эталонного термометра сопротивления, рассчитывается по формуле Б.1

$$t_s = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N t_i, \quad (\text{Б.1})$$

где  $N$  – количество измерений по эталонному термометру, выполненных при поверке.

$N = 10$ ;

$t_i$  – значение температуры, полученное при  $i$ -ом измерении.

Б.4 Бюджет неопределённостей температуры включает следующие составляющие:

Б.4.1 Стандартная неопределенность, связанная со случайными эффектами при измерениях, рассчитывается как среднее квадратичное отклонение (далее – СКО) среднего значения.

$$u_{\text{изм}t} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (t_i - t_s)^2}{N(N-1)}}, \quad (\text{Б.2})$$

где  $N$  – количество измерений,  $N = 10$ .

$t_i$  – температура в  $i$ -ом измерении;

$t_s$  – средняя температура, рассчитанная по п. Б.3.

Б.4.2 Стандартная неопределенность **стабильности температуры в ванне термостата** за время всех измерений

$$u(t_s) = \frac{t_{\max} - t_{\min}}{2\sqrt{3}}, \quad (\text{Б.3})$$

где  $t_{\max}$  и  $t_{\min}$  – соответственно максимальная и минимальная температура, измеренная эталонным термометром за время проведения всех измерительных циклов.

Б.4.3 Стандартная **неопределенность эталонного датчика температуры**.

Б.4.3.1 Стандартная неопределенность ЭТС рассчитывается из доверительной погрешности  $\Delta_{\text{ЭТС}}$  по типу В по формуле Б.4

$$u_{\text{ЭТС}} = \Delta_{\text{ЭТС}}/\sqrt{3} \quad (\text{Б.4})$$

Б.4.3.2 Стандартная неопределенность **эталонной ТППО**, рассчитывается по типу В по формуле Б.5

$$u_{\text{ЭТ}} = \Delta_{\text{ЭТ}}/\sqrt{3} \quad (\text{Б.5})$$

Б.4.4 Стандартная неопределенность, связанная с **поверкой измерительного прибора**.

Предел допускаемой погрешности  $\pm \Delta_{\text{пр}}$  системы поверки термопреобразователей автоматизированной АСПТ,

$$\Delta_{\text{пр}U} = (5 \cdot 10^{-5} \cdot U + 2 \cdot 10^{-3}) \quad [\text{мВ}] \quad (\text{Б.6})$$

$$\Delta_{\text{пр}R} = (2 \cdot 10^{-5} \cdot R + 2 \cdot 10^{-3}) \quad [\text{Ом}] \quad (\text{Б.7})$$

Стандартная неопределенность рассчитывается по типу В по формуле Б.8

$$u_{\text{пр}} = \Delta_{\text{пр}}/\sqrt{3} \quad (\text{Б.8})$$

Б.4.5 Стандартная неопределенность, связанная с **поддержанием температуры холодных спаев** в нулевом термостате.

$$u_{\text{хс}} = \Delta_{\text{хс}}/\sqrt{3} \quad (\text{Б.9})$$

$$\Delta_{\text{хс}} = \pm 0,1 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (\text{Б.10})$$

$$u_{\text{хс}} = \Delta_{\text{хс}}/\sqrt{3} = 5,78 \cdot 10^{-2} \text{ } ^\circ\text{C} \quad (\text{Б.11})$$

Б.4.6 Стандартные неопределенности, обусловленные **вертикальным и горизонтальным градиентами** температуры в термостате.

$$U(\delta t_{F1}) = a_{F1}/\sqrt{3}, \quad u(\delta t_{F2}) = a_{F2}/\sqrt{3} \quad (\text{Б.12})$$

где  $a_{F1}$ ,  $a_{F2}$  – градиенты температуры по вертикали и по горизонтали,  $^\circ\text{C}$ .

Б.4.7 Стандартная неопределенность, обусловленная **нестабильностью эталонного термопреобразователя** за межповерочный интервал рассчитывается по типу В по формуле Б.13

$$U(\delta t_T) = a_3/\sqrt{3} \quad (\text{Б.13})$$

где  $a_3$  – нестабильность за межповерочный интервал,  $^\circ\text{C}$ .

### Б.5 Бюджет неопределенностей измерения температуры эталонным термометром

| Источник неопределенности  | Оценка стандартной неопределенности<br>Тип, метод расчета, пункт приложения В, размерность                 | Коэффициент влияния | Вклад в суммарную стандартную неопределенность |
|--|--|---------------------|--|
| Случайные эффекты при измерении (по десяти измерениям)   | Тип А<br>Нормальное распределение п. Б.4.1, $u_{изм,t}, ^\circ\text{C}$                                    | 1                   | $u_{изм,t} \text{ } ^\circ\text{C}$            |
| Нестабильность температуры в термостате  | Тип В<br>Равномерное распределение п. Б.4.2, $u(t_s), ^\circ\text{C}$                                      | 1                   | $u(t_s) \text{ } ^\circ\text{C}$               |
| Градуировка эталонного термометра  | Тип В<br>Нормальное распределение п. Б.4.3, $u_{(этс)} = \Delta_{этс}/\sqrt{3}, ^\circ\text{C}$            | 1                   | $u_{(этс)} \text{ } ^\circ\text{C}$            |
| Поверка прибора  | Тип В<br>Нормальное распределение п. Б.4.4, $u_{пр} = \Delta_{пр}/\sqrt{3}, [\text{Ом}]$ или $[\text{мВ}]$ | $1/S_1$             | $u_{пр}/S_1 \text{ } ^\circ\text{C}$           |
| Погрешность заделки холодных спаев (только для температур ниже $300 \text{ } ^\circ\text{C}$ ) | Тип В<br>Равномерное распределение п. Б.4.5, $u_{хс} = \Delta_{хс}/\sqrt{3}, ^\circ\text{C}$               | 1                   | $u_{хс} \text{ } ^\circ\text{C}$               |
| Нестабильность эталонного термопреобразователя за межповерочный интервал                       | Тип В<br>Равномерное распределение п. Б.4.7, $u(\delta t_T) = a_9/\sqrt{3}, ^\circ\text{C}$                | 1                   | $u(\delta t_T) \text{ } ^\circ\text{C}$        |
| Примечание – $S_1$ – чувствительность эталонного датчика при данной температуре.               |  |                     |  |

### Б.6 Суммарная стандартная неопределённость результата измерения температуры эталоном, $^\circ\text{C}$ .

$$u_c(t_{эт}) = \sqrt{u_{изм,t}^2 + u(t_s)^2 + u_{(этс)}^2 + (u_{пр}/S_1)^2 + u_{хс}^2 + u(\delta t_T)^2} \quad (\text{Б.14})$$

### Б.7 Бюджет неопределенностей измерения ТЭДС поверяемой ТП

| Источник неопределенности                              | Оценка стандартной неопределенности<br>Тип, метод расчета, пункт приложения В, размерность | Коэффициент влияния | Вклад в суммарную стандартную неопределенность |
|--|--|---------------------|--|
| 1  | 2  | 3                   | 4  |
| Случайные эффекты при измерении (по десяти измерениям) | Тип А<br>Нормальное распределение п. Б.4.1, $u_{изм,v}, \text{мВ}$                         | 1                   | $u_{изм,v} \text{ мВ}$                         |
| Поверка (предел погрешности прибора)                   | Тип В<br>Нормальное распределение п. Б.4.4, $u_{пр} = \Delta_{пр}/\sqrt{3}, \text{мВ}$     | 1                   | $u_{пр} \text{ мВ}$                            |

| 1   | 2  | 3     | 4                         |
|---|--|-------|---------------------------|
| Погрешность заделки холодных спаев (только для температур ниже 300 °С)              | Тип В<br>Равномерное распределение<br>п. Б.4.5, $u_{xc} = \Delta_{xc}/\sqrt{3}$ , °С         | $S_2$ | $u_{xc} S_2$ мВ           |
| Перепад температуры по вертикальной оси термостата                                  | Тип В<br>Равномерное распределение<br>п. Б.4.6,<br>$u(\delta t_{F1}) = a_{F1}/\sqrt{3}$ , °С | $S_2$ | $u(\delta t_{F1}) S_2$ мВ |
| Перепад температуры по горизонтальной оси термостата                                | Тип В<br>Равномерное распределение<br>п. Б.4.6,<br>$u(\delta t_{F2}) = a_{F2}/\sqrt{3}$ , °С | $S_2$ | $u(\delta t_{F2}) S_2$ мВ |
| Примечание – $S_2$ – чувствительность поверяемого ТП при данной температуре, мВ/°С. |  |       |                           |

**Б.8 Суммарная стандартная неопределённость результата измерения ТЭДС, мВ.**

$$u_c(t_{\text{раб}}) = \sqrt{u_{\text{изм}_V}^2 + u_{\text{пр}}^2 + u_{xc}^2 S_2^2 + u(\delta t_{F1})^2 S_2^2 + u(\delta t_{F2})^2 S_2^2} \quad (\text{Б.15})$$

**Б.9 Суммарная стандартная неопределённость поверки, °С.**

$$u_{\text{сум}} = \sqrt{u_c(t_{\text{эт}})^2 + u_c(t_{\text{раб}})^2 / S_2^2} \quad (\text{Б.16})$$

**Б.10 Расширенная суммарная стандартная неопределённость поверки, °С.**

$$U(R) = 2 u_{\text{сум}} \quad (\text{Б.17})$$

В таблицах п.п. Б.11 – Б.14 приведены конкретные значения неопределённости измерения при поверке ТП с НСХ ТХА(К).

**Б.11 Суммарная стандартная неопределённость результата измерения температуры эталоном, °С.**

$$u_c(t_{\text{эт}}) = \sqrt{u_{\text{изм}_t}^2 + u(t_s)^2 + u_{(\text{этс})}^2 + (u_{\text{пр}}/S_1)^2 + u_{xc}^2 + u(\delta t_T)^2} \quad (\text{Б.18})$$

Эталонные термометры: ЭТС 3 разряда

| Температура, °С | $u_c(t_{\text{эт}})$ , °С |
|-----------------|---------------------------|
| 100             | 0,12                      |
| 200             | 0,12                      |
| 300             | 0,12                      |

Эталонные термометры: ТППО 2 разряда

| Температура, °С | $u_c(t_{\text{эт}})$ , °С |
|-----------------|---------------------------|
| 400             | 0,29                      |
| 500             | 0,31                      |
| 600             | 0,34                      |

Эталонные термометры: ТППО 3 разряда

| Температура, °C | $u_c(t_{\text{эт}}), ^\circ\text{C}$ |
|-----------------|--------------------------------------|
| 400             | 0,52                                 |
| 500             | 0,59                                 |
| 600             | 0,67                                 |

**Б.12 Суммарная стандартная неопределённость результата измерения ТЭДС ТХА, мВ.**

$$u_c(t_{\text{раб}}) = \sqrt{u_{\text{изм}_V}^2 + u_{\text{пр}}^2 + u_{\text{xc}}^2 S_2^2 + u(\delta t_{F1})^2 S_2^2 + u(\delta t_{F2})^2 S_2^2} \quad (\text{Б.19})$$

| Температура, °C | $u_c(\text{раб}), \text{мВ}$ |
|-----------------|------------------------------|
| 100             | 0,011                        |
| 200             | 0,011                        |
| 300             | 0,011                        |
| 400             | 0,011                        |
| 500             | 0,011                        |
| 600             | 0,011                        |

**Б.13 Суммарная стандартная неопределённость поверки**

$$u_{\text{сум}} = \sqrt{u_c(t_{\text{эт}})^2 + u_c(t_{\text{раб}})^2 / S_2^2} \quad (\text{Б.20})$$

Эталонные термометры: ЭТС 3 разряда.

| Температура, °C | $u_{\text{сумм}}, ^\circ\text{C}$ |
|-----------------|-----------------------------------|
| 100             | 0,30                              |
| 200             | 0,30                              |
| 300             | 0,30                              |

Эталонные термометры: ТППО 2 разряда.

| Температура, °C | $u_{\text{сумм}}, ^\circ\text{C}$ |
|-----------------|-----------------------------------|
| 400             | 0,40                              |
| 500             | 0,41                              |
| 600             | 0,43                              |

Эталонные термометры: ТППО 3 разряда.

| Температура, °C | $u_{\text{сумм}}, ^\circ\text{C}$ |
|-----------------|-----------------------------------|
| 400             | 0,59                              |
| 500             | 0,65                              |
| 600             | 0,72                              |

**Б.14 Расширенная суммарная неопределённость поверки ТП типа ТХА в флюидизированной ванне FB-08**

$$U(R) = 2 u_{\text{сумм}}$$

(Б.21)

Эталонные термометры: ЭТС 3 разряда.

| Температура, °С | U (R), °С | Допуск по кл. 1, °С | Допуск по кл. 2, °С |
|-----------------|-----------|---------------------|---------------------|
| 100             | 0,59      | 1,50                | 2,50                |
| 200             | 0,59      | 1,50                | 2,50                |
| 300             | 0,59      | 1,50                | 2,50                |

Эталонные термометры: ТППО 2 разряда.

| Температура, °С | U (R), °С | Допуск по кл. 1, °С | Допуск по кл. 2, °С |
|-----------------|-----------|---------------------|---------------------|
| 400             | 0,79      | 1,60                | 3,00                |
| 500             | 0,83      | 2,00                | 3,75                |
| 600             | 0,86      | 2,40                | 4,50                |

Эталонные термометры: ТППО 3 разряда.

| Температура, °С | U (R), °С | Допуск по кл. 1, °С | Допуск по кл. 2, °С |
|-----------------|-----------|---------------------|---------------------|
| 400             | 1,17      | 1,60                | 3,00                |
| 500             | 1,30      | 2,00                | 3,75                |
| 600             | 1,44      | 2,40                | 4,50                |

## Приложение В (справочное)

### Методика аттестации бухт термоэлектродных материалов

Для аттестации бухт термоэлектродных материалов используется термоэлектродная проволока для изготовления ТП, а также кабельные ТП с НСХ преобразования ТХА(К), ТХК(L), ТЖК(J), ТНН(N) по СТБ ГОСТ Р 8.585.

#### В.1 Операции аттестации

В.1.1 При проведении аттестации должны быть выполнены следующие операции:

- анализ документов о качестве (сертификатов качества) на партию бухт термоэлектродного материала;
- внешний осмотр бухт термоэлектродного материала;
- определение величины ТЭДС ТП, изготовленных из аттестуемого термоэлектродного материала.

#### В.2 Средства аттестации

В.2.1 При проведении аттестации должны быть применены следующие средства аттестации:

- система поверки термопреобразователей автоматизированная АСПТ, диапазон измерения от минус 300 до 300 мВ, погрешность измерения напряжения 0,003 мВ;
- преобразователь термоэлектрический эталонный 3-го разряда типа ТППО с погрешностью по ГОСТ 8.558 в диапазоне температур от 300 °С до 1200 °С;
- печь малоинерционная горизонтальная трубчатая МТП-2М, диапазон температур от 100 °С до 1200 °С, нестабильность поддержания температуры 0,1 °С/мин;
- термометр сопротивления платиновый эталонный ЭТС-100 3-го разряда с погрешностью по ГОСТ 8.558 в диапазоне температур от 0 °С до 420 °С;
- сосуды Дьюара емкостью 0,5 л;
- стеклянные пробирки длиной  $(150 \pm 10)$  мм.

Все применяемые средства аттестации должны быть исправны и иметь клейма и/или действительные свидетельства о поверке или калибровке.

Допускается применять другие средства аттестации, обеспечивающие определение метрологических характеристик ТП с требуемой точностью, удовлетворяющие требованиям настоящей методики аттестации.

#### В.3 Условия аттестации и подготовка к ней

В.3.1 При проведении аттестации температура и относительная влажность воздуха в помещении, напряжение питающей сети должны соответствовать нормам, установленным в инструкциях по эксплуатации, используемых при аттестации оборудования и электроизмерительной аппаратуры.

В.3.2 К проведению измерений по аттестации бухт термоэлектродного материала и обработке результатов измерений допускаются лица, аттестованные в установленном порядке в качестве поверителей.

В.3.3 Печь МТП-2М готовят к работе в соответствии с требованиями технической документации.

В.3.4 Подготовку к работе эталонного термометра проводят в соответствии с документацией по эксплуатации.

В.3.5 Подготовку к работе АСПТ проводят в соответствии с паспортом.

В.3.6 Подготовленные ТП помещают в центральную зону рабочего объема печи на глубину не менее указанной в таблице 3 настоящей МП.

В.3.7 Эталонный датчик температуры помещаются в центральную зону рабочего объема термостатирующего устройства на глубину, определяемую их техническими характеристиками.

В.3.8 Свободные концы (или концы удлиняющих проводов) эталонного ТП подсоединяют с помощью соединительных кабелей со встроенным компенсатором холодного спая к соответствующим гнездам АСПТ.

Подключение поверяемых ТП и эталонного термометра сопротивления к АСПТ производится в соответствии с разделом 6 паспорта.

## **В.4 Проведение аттестации**

### **В.4.1 Анализ документов о качестве**

Каждая партия бухт термоэлектродного материала должна сопровождаться документом о качестве (сертификатом качества) изготовителя с указанием марки термоэлектродного материала по ГОСТ 492, а также значений ТЭДС, измеренных на двух концевых участках каждой бухты материала, входящей в партию.

Анализ представленных сертификатов качества проводится на соответствие требованиям ГОСТ 492, ГОСТ 1790, ГОСТ 23847, СТБ ГОСТ Р 8.585.

### **В.4.2 Внешний осмотр бухт термоэлектродного материала**

В.4.2.1 От представленных на аттестацию бухт термоэлектродного материала отбирается по два образца: от начала и конца двух бухт, выбранных методом случайного отбора. Длина каждого образца не менее 320 мм, образцы маркируются и подвергаются внешнему осмотру.

В.4.2.2 Внешний осмотр проводится визуально. Внешним осмотром должно быть установлено отсутствие крутых изгибов, изломов, заусениц и штрихов.

В.4.2.3 При неудовлетворительном результате осмотра отбор образцов производится повторно. При повторе неудовлетворительного результата проволока бракуется и дальнейшей аттестации не подвергается.

В.4.2.4 Отобранные термоэлектроды, изолируются керамическими изоляционными материалами (трубки, бусы) и комплектуют в две термодары: образцы от начала и конца одной бухты проволоки комплектуют соответственно с образцами от начала и конца второй бухты проволоки.

### **В.4.3 Определение ТЭДС ТП при заданных значениях температуры**

В.4.3.1 Измерения проводятся с помощью АСПТ в соответствии с разделом 7 паспорта и руководством оператора.

В.4.3.2 Определение величины ТЭДС ТП проводят по ГОСТ 8.338.

В.4.3.3 ТЭДС ТП определяют не менее чем при четырех значениях температуры, указанных в таблице 2 ГОСТ 8.338.

Метрологические характеристики данных ТП распространяются на всю партию термоэлектродного материала.

## **В.5 Обработка результатов измерений**

В.5.1 Обработку результатов измерений при аттестации бухт методом прямых измерений осуществляют с помощью программы АПТ, входящей в состав программного обеспечения АСПТ, в соответствии с руководством оператора.

В.5.2 Обработку результатов измерений, выполняемых с помощью измерительных установок без программ, обеспечивающих автоматическую обработку результатов измерений, осуществляют в соответствии с п. 10.1 ГОСТ 8.338.

В.5.3 Критерий годности ТП – в соответствии с п. 10.1.5 ГОСТ 8.338.

## **В.6 Оформление результатов измерений**

В.6.1 По результатам измерений программа АПТ, входящая в состав программного обеспечения АСПТ, формирует протокол аттестации.

В.6.2 При измерениях, выполняемых с помощью измерительных установок без программ, обеспечивающих автоматическую обработку результатов измерений, результаты поверки заносят в протокол, форма которого соответствует требованиям приложения Д ГОСТ 8.338.

