



УТВЕРЖДАЮ:

Заместитель директора  
по производственной метрологии  
ФГУП «ВНИИМС»

  
И. В. Иванникова  
« 20 » \_\_\_\_\_ 2019 г.  


УТВЕРЖДАЮ:

Директор ООО «Обнинская  
термоэлектрическая компания»

  
А. А. Улановский  
« 12 » \_\_\_\_\_ 2019 г.  


СТАНДАРТ ПРЕДПРИЯТИЯ  
СТП 4211-002-14035255-19

Преобразователи термоэлектрические  
ТП-А, ТП-С

Методика поверки

Предприятие-разработчик:  
ООО «Обнинская термоэлектрическая компания»  
г. Обнинск Калужской области, ул. Красных Зорь, д.30

2019

Иniv. № подл	Подпись и дата	Взам. инв. №	Иniv. № дубл.	Подпись и дата

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Область применения.....	3
2. Нормативные ссылки.....	3
3. Определения, обозначения и сокращения.....	3
4. Операции поверки.....	4
5. Средства поверки.....	4
6. Требования безопасности.....	5
7. Условия поверки и подготовка к ней.....	5
8. Проведение поверки (калибровки).....	6
9. Обработка результатов поверки или калибровки.....	9
9.1. Обработка результатов измерений при проверке термоэлектрической стабильности ТП .....	9
9.2 Обработка результатов измерений при поверке ТП методом поэлектродного сличения.....	10
9.3. Обработка результатов измерений при поверке ТП методом прямых измерений.....	12
9.4. Обработка результатов измерений при калибровке ТП методом сличения с показаниями пирометра излучения.....	13
9.5 Обработка результатов измерений при оценке однородности скомплектованной пары бухт термопарной проволоки.....	14
10. Оформление результатов поверки (калибровки).....	15

## ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1. Электрическая печь для градуировки термопар ППТ-1850.....	16
Приложение 2. Установка на основе высокотемпературной печи для отжига и калибровки контактных датчиков температуры .....	17
Приложение 3. Монтаж термопары в лейкосапфировом чехле.....	18
Приложение 4. Схема монтажа термопар в защитном чехле при измерениях на установке для отжига и калибровки контактных датчиков температуры.....	19
Приложение 5. Электрическая схема подключения ТП при поэлектродном сличении.....	20
Приложение 6. Электрическая схема подключения ТП при методе прямых измерений.....	21
Приложение 7. Схема калибровки ВР-термопар по показаниям пирометра излучения...22	22
Приложение 8. Протокол проверки стабильности термопреобразователя .....	23
Приложение 9. Протокол поверки термопреобразователей методом поэлектродного сличения.....	24
Приложение 10. Протокол поверки термопреобразователей методом прямых измерений.....	25
Приложение 11. Протокол калибровки термопреобразователей по пирометру излучения.....	26
Приложение 12. Протокол оценки однородности термопарной проволоки.....	27
Приложение 13. Протокол калибровки преобразователя термоэлектрического .....	28

**СТП 4211 -002-14035255-19**

Изм	Лист	№	Подп.	Дата
Разраб.		Куракин А.В.		
Пров.		Литвиненко В.А.		
Т.контр.		Михейкин А.Ю.		
Н.контр.				
Утв.		Улановский А.А.		

**Преобразователи  
термоэлектрические ТП-А, ТП-С.  
Методика поверки**

Лит.	Лист	Листов
	2	28
ООО «Обнинская термо- электрическая компания		

## 1. Область применения

Настоящая методика распространяется на преобразователи термоэлектрические (далее термопреобразователи или ТП) ТП-А, ТП-С общепромышленного применения с вольфрамрениевыми термоэлектродами, изолированными керамическими трубками (являются термочувствительными элементами для ТП в защитных чехлах), с длиной погружаемой части не менее 250 мм, и устанавливает методику их поверки в диапазоне измерений температуры от 600 до 1800 °С или калибровки в диапазоне температур от 600 до 2200 °С.

## 2. Нормативные ссылки

В настоящей методике использованы ссылки на следующие стандарты, технические условия и методические указания:

Стандарт МЭК 60584-1:2013 Термопары. Часть 1. Градуировочные таблицы и допуски.<sup>1</sup>

ГОСТ Р 8.585-2001 ГСИ. Термопары. Номинальные статические характеристики преобразования.

ГОСТ 12.2.007.0-75 Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности.

ГОСТ 6616-94 Преобразователи термоэлектрические. Общие технические условия.

МИ 1745-87 Методические указания. ГСИ. Стандартные образцы свойств термоэлектродных материалов из сплавов ВР 5 и ВР 20 (СОТМ ВР 5/20). Методика аттестации.

ГОСТ Р 52314-2005 Преобразователи термоэлектрические платинородий-платиновые и платинородий-платинородиевые эталонные 1, 2 и 3-го разрядов.

СУО.021.142 ТУ. Проволока из сплава вольфрама с рением отожженная градуированная для термоэлектродов термопар. Технические условия.

ТУ 4211-004-14035255-19 Преобразователи термоэлектрические ТП-А и ТП-С. Технические условия.

ПАКТ. Программа автоматической калибровки термопреобразователей. Руководство пользователя. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2016614991 от 12.05.2016 г.

## 3. Определения, обозначения и сокращения

### 3.1 Определения

В настоящей методике применяют следующие термины с соответствующими определениями:

**длина погружаемой части ТП при поверке:** Расстояние от погружаемого конца защитной арматуры поверяемого ТП при помещении его в рабочее пространство печи (или термостата) до места пересечения корпуса ТП с плоскостью наружной поверхности торца печи (термостата).

**стандартные образцы свойств термоэлектродных материалов (СОТМ-1; СОТМ-2):** Бухты термоэлектродного материала, аттестованные по термоэлектрической неоднородности и по значениям термоэлектродвижущей силы (далее-ТЭДС) 2-ого и 3-его разрядов, предназначенные для передачи размера единицы температур в диапазоне температуры от 900 до 2500°С рабочим средствам измерений.

Остальные определения по ГОСТ 6616-94.

### 3.2 Обозначения

В настоящей методике применяют следующие обозначения:

$\Delta e_{ВР5}$  - разность ТЭДС между одноименными термоэлектродами ВР 5 СОТМ-1 (СОТМ-2) и поверяемой термопары, мВ;

$\Delta e_{ВР20}$  - разность ТЭДС между одноименными термоэлектродами ВР 20 СОТМ-1 (СОТМ-2) и поверяемой термопары, мВ;

<sup>1</sup> Градуировка вольфрамрениевой термопары типа А в стандарте МЭК60584-1:2013 соответствует градуировке термопары типа А1 стандарта ГОСТ Р 8.585-2001.

$\Delta E_{\text{неодн}}$  - ТЭДС неоднородности термопар, составленных из образцов, отобранных от начала и конца бухт проволоки, мВ;

$E_{\text{СОТМ-1}}$  - ТЭДС термопары ВР5/ВР20, составленной из термоэлектродов СОТМ-1 2-го разряда, мВ;

$E_{\text{СОТМ-2}}$  - ТЭДС термопары ВР5/ВР20, составленной из термоэлектродов СОТМ-2 3-го разряда, мВ;

$E_{\text{СОТМ}}^{\text{пр}}$  - приведенное значение ТЭДС термопары ВР5/ВР20 составленной из термоэлектродов СОТМ-1(2), мВ;

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

$E_{\text{ПОВ}}$  - значение ТЭДС поверяемой термопары для заданных значений температур, мВ;

$E_{\text{НСХ}}^{\text{А}}$  - нормированное значение ТЭДС термопары ВР5/ВР20 по ГОСТ Р 8.585-2001, мВ;

$E_{\text{НСХ}}^{\text{С}}$  - нормированное значение ТЭДС термопары ВР5/ВР26 по МЭК 60584-1:2013, мВ;

$\Delta E$  - величина отклонения приведенного значения ТЭДС поверяемого ТП от номинальной ТЭДС по НСХ, мВ.

### 3.3 Сокращения

В настоящей методике применяют следующие сокращения:

**ТП** - термоэлектрический преобразователь;

**ТЭДС**- электродвижущая сила, возникающая в электрической цепи, состоящей из двух разных проводников, контакты между которыми имеют различную температуру;

**ЧЭ** - термочувствительный элемент;

**НСХ** - номинальная статическая характеристика;

**ВР-термопара** – вольфрамрениевая термопара.

## 4 Операции поверки

4.1. При проведении поверки должны быть выполнены следующие операции:

- внешний осмотр;

- определение термоэлектрической стабильности ТП (п.8.1);

- определение ТЭДС ТП методом поэлектродного сличения с одноименными термоэлектродами СОТМ-1(2) (п.8.2), или;

- определение ТЭДС ТП методом прямых измерений в сравнении с эталонной термопарой, составленной из термоэлектродов СОТМ-1(2) (п.8.3), или эталонной термопарой типа ПРО 1-ого, 2-го или 3-го разрядов (п.8.4).

- оценка однородности пары бухт термопарной проволоки при ее аттестации по термоЭДС термопар, составленных из участков проволок, отрезанных от начала и конца бухт.

4.2. За пределами диапазона поверки могут быть выполнены операции калибровки методом сличения величины ТЭДС термопар с показаниями пирометра излучения.

## 5 Средства поверки

5.1. При проведении поверки используют следующие средства измерений:

- стандартные образцы свойств термоэлектродных материалов из сплавов ВР5 и ВР20 2-го разряда (СОТМ-1) или 3-го разряда (СОТМ-2) для поверки в диапазоне температуры от 900 до 2000 °С;

- платинородий-платинородиевый термопреобразователь типа ПРО, эталонный 1-го, 2-го или 3-го разрядов, для поверки в диапазоне температуры от 600 до 1800 °С, общей длиной не менее 1000 мм;

- пирометр излучения с диапазоном рабочих температур от 1000 до 2300 °С (или шире) и пределом приведенной основной погрешности измерений температуры не более 0,5%;

Ив. № дубл.	Подпись и дата						
Взам. инв. №	Подпись и дата						
Ив. № подл.	Подпись и дата						
		СТП 4211 -002-14035255-19					Лист
							4
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			

- ртутный стеклянный термометр эталонный 2-го разряда или платиновый термометр сопротивления с погрешностью измерений температуры свободных концов ЧЭ ТП не более  $\pm 0,1$  °С;

- многоканальный прецизионный измеритель температуры МИТ-8 с пределом допускаемой основной погрешности  $\pm (0,001 + 10^{-4} U)$  мВ;

- прибор для измерения температуры Термодат-128М1 (автономное электропитание) с пределом основной погрешности измерений не более 0,25%.

5.2. При поверке применяют следующие вспомогательные средства и материалы:

- электрическая печь для градуировки термопар типа ППТ-1850 с максимальной температурой применения 1800 °С (Приложение 1).

**Примечание:** Поверка производится в воздушной среде, поверяемый ТП помещают в газоплотный защитный чехол из высокочистого оксида алюминия ( $Al_2O_3 \geq 98\%$ ) или лейкосапфира, который заполняют инертным газом и герметизируют. Защитный чехол с термопарами погружают в печь.

- установка на основе высокотемпературной печи с графитовым электронагревателем для отжига и калибровки контактных датчиков температуры (вольфрамрениевых термопар) с защитной атмосферой аргона (Приложение 2). Калибруемые термопары помещаются в защитный чехол из вольфрама, через который поддерживается протечка аргона. Диапазон рабочих температур от 800 до 2500 °С;

- нулевой термостат с градиентом температуры в рабочем пространстве не более 0,05 °С/см, с ванной глубиной не менее 200 мм, вместимостью от 0,5 до 2л;

- пробирки стеклянные длиной  $(150 \pm 10)$  мм, с внутренним диаметром  $(6,5 \pm 0,5)$  мм для термостатирования свободных концов термоэлектродов;

- трубки корундовые, трубки из лейкосапфира или оксида гафния;

- спирт технический по ГОСТ Р 55878-2013;

- провода медные марки НВМ-500 диаметром  $0,2 \div 0,3$  мм, ТУ 16.505.437-82;

- трубки ПХВ диаметром  $0,7 \div 1,0$  мм ТУ 14143602.04-97.

5.3. Допускается применять другие средства измерений, удовлетворяющие по точности и техническим характеристикам требованиям настоящего стандарта и оборудование, обеспечивающее условия поверки.

## 6 Требования безопасности

6.1. Обслуживающий персонал должен быть аттестован на группу электробезопасности согласно «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей» (ПТЭ) и Правил техники безопасности при эксплуатации (ПТБ).

6.2. При работе на оборудовании необходимо соблюдать требования безопасности, указанные в эксплуатационной документации и ГОСТ 12.2.007.0-75.

## 7 Условия поверки и подготовка к ней

7.1. При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура, окружающего воздуха  $(25 \pm 10)$  °С;

- относительная влажность от 30 до 80%;

- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа.

- изменение температуры воздуха в помещении во время работы испытательного оборудования не должно быть более  $\pm 0,5$  °С в течение 1ч (климат-контроль);

7.2. Представленный на поверку термопреобразователь должен быть изготовлен из аттестованных термоэлектродных материалов, номера бухт, марка, градуировка и диаметр проволоки, из которых изготовлен ТП, должны быть указаны в паспорте.

Ив. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата	СТП 4211 -002-14035255-19					Лист
										5
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

Определение термоэлектрической неоднородности при проведении поверки ТП не производится.

7.3. Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы.

7.3.1. Представленный на поверку ЧЭ ТП освобождают от электроизолирующей соломки, а его термоэлектроды подвергают внешнему осмотру.

7.3.2. Внешний осмотр проводится визуально. Внешним осмотром должно быть установлено отсутствие изломов и заусениц на термоэлектродах.

7.3.4. При неудовлетворительном результате осмотра ТП бракуется и дальнейшей поверке не подвергается.

7.3.5. Термоэлектроды обезжиривают спиртом. Часть термопары, погружаемую в печь, армируют двухканальной корундовой, лейкосапфировой или трубкой из оксида гафния, наружным диаметром до 4 мм, свободные термоэлектроды изолируют гибкими электроизоляционными ПВХ трубками внутренним диаметром 0,7÷1,0 мм. Если планируется измерение ТЭДС термопар при температуре выше 1800 °С, то термоэлектроды термопар на участке до 300 мм от рабочего спаи должны быть электроизолированы трубками из монокристаллического оксида алюминия (лейкосапфира, 1950 °С, макс.) или трубками из оксида гафния (2200-2300 °С, макс.).

7.3.6. Термопару монтируют на верхнем фланце электропечи (Приложение 3) и устанавливают в рабочее пространство печи так, чтобы рабочие спаи находились в зоне однородной температуры нагревателя электропечи. Эталонная термопара, составленная из образцов термоэлектродных материалов СОТМ-1(2), или ТП типа ПРО, монтируется одновременно с поверяемой термопарой.

При использовании термопары СОТМ-1(2) в качестве эталонной рабочие спаи термопар обвязывают проволокой ВР20 наружным диаметром не более 0,35 мм. Контролируют отсутствие замыкания пучка термопар на нагреватель печи.

Для поверки в печи ППТ-1850 поверяемые ТП с вольфрамениевыми термоэлектродами герметизируют внутри газоплотного чехла из высокочистого оксида алюминия, заполненного инертным газом, наружный диаметр чехла до 12 мм. При этом ТП типа ПРО должен быть помещен в отдельный корундовый чехол наружным диаметром до 6 мм. Рабочие спаи всех ТП должны находиться в зоне однородной температуры печи в одном сечении.

7.3.7. Оборудование и средства измерений готовят к работе в соответствии с описаниями и инструкциями по их эксплуатации.

7.3.8. В нулевой термостат с льдоводяной смесью помещают пробирки с установленными в них свободными концами термопар.

7.3.9. Собирают схему поэлектродного сличения термоэлектродов (Приложение 5) или схему прямых измерений ТП (Приложение 6).

7.3.10. При калибровке в диапазоне 1000-2200 °С (Приложения 4 и 7) монтируют пирометр излучения на высоте 600 мм от верхнего торца центральной излучающей трубки установки для калибровки контактных датчиков температуры.

## 8. Проведение поверки (калибровки)

### 8.1. Проверка термоэлектрической стабильности ТП

8.1.1. При исследовании стабильности монтаж термопар на вакуумном вводе производят по п.7.3.5. Проверка осуществляется при температуре (1500 ±20) °С, значение которой оценивается по показаниям эталонной термопары.

8.1.2. После достижения заданной температуры в электропечи, устанавливают температурный ход печи не более 0,4 °С/мин, и измеряют ТЭДС эталонной и поверяемой термопар. Число

Подпись и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подпись и дата
Инв. № подл.

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	СТП 4211 -002-14035255-19	Лист 6

отсчётов “n” должно быть не менее 4 в прямом и обратном направлениях. За время измерений температура не должна изменяться больше, чем на 2 °С.

8.1.3. Значения ТЭДС термопар при заданной температуре, определенной по эталонной термопаре, вносят в таблицу 1. Все необходимые вычисления выполняют согласно п.9.1. Далее производят выдержку термопар при температуре (1500 ± 20) °С в течение двух часов.

8.1.4. После выдержки измерения ТЭДС повторяют согласно п.8.1.2. Результаты измерений также заносят в таблицу 1 (п.9.1).

8.1.5. Вычисляют среднеарифметические значения ТЭДС для данной температуры, а также рассчитывают приведенные значения ТЭДС для температуры 1500 °С. Аналогичные вычисления ТЭДС производят для данных, полученных после двухчасовой выдержки при температуре (1500 ± 20) °С. Расчет проводят согласно п.9.1 настоящей методики.

8.1.6. ТП считается пригодным к дальнейшей поверке методом поэлектродного сличения с СОТМ-1(2) или методом прямых измерений ТЭДС при заданных значениях температуры, если изменение ТЭДС ТП до и после двухчасовой выдержки при температуре 1500 °С не превышает:

- 50 мкВ для ТП 2 класса по ТУ 4211-004-14035253-19;
- 70 мкВ для ТП 3 класса по ТУ 4211-004-14035253-19.

Результаты измерений вносят в протокол поверки (Приложение 8). ТП, не соответствующий данным требованиям, бракуется и дальнейшей поверке не подвергается.

8.1.7. По требованию заказчика может быть проведена проверка стабильности термопары при температуре 1800 или 2000 °С для датчика с верхним пределом рабочего диапазона температуры более 1800 °С. Браковочные значения величины дрейфа ТЭДС устанавливаются по согласованию сторон.

## 8.2. Определение ТЭДС ТП методом поэлектродного сличения

8.2.1. Определение ТЭДС ТП выполняют методом поэлектродного сличения с термоэлектродами СОТМ-1(2) той же градуировки, что и поверяемый ТП. Измерения проводят на печи ППТ-1850 или установке для отжига и калибровке контактных датчиков температуры, в зависимости от диапазона измерений.

8.2.2. ТЭДС ТП определяют при заданных значениях температуры:

600; 800; 1000; 1200; 1400; 1500; 1600 (1700) °С – для диапазона рабочих температур 600 ÷ 1800 °С;

600; 800; 1000; 1200; 1400; 1600; 1800; 2000; (2200) °С - для диапазона рабочих температур 600 ÷ 2300 °С.

По требованию заказчика дополнительно определяют ТЭДС при значениях температуры, указанных в скобках, или на верхнем пределе рабочего диапазона. Точки поверки или калибровки могут быть установлены по соглашению сторон.

8.2.3. На вводе печи монтируют термопары: термопару из термоэлектродов СОТМ-1(2) и поверяемые термопары (до трех). Рабочие спаи термопар обвязывают проволокой ВР20.

8.2.4. Нагревают печь до заданного значения температуры с допустимым отклонением не превышающем ± 20 °С. Температура в печи в процессе измерения ТЭДС не должна изменяться более, чем на 0,4 °С /мин.

8.2.5. Определение ТЭДС термопар проводят прямым и обратным ходом: от низких температур к высоким и обратно. Поверочную характеристику усредняют.

8.2.6. Измерение ТЭДС термопар производят, начиная с регистрации ТЭДС термопары СОТМ-1(2) Есотм, далее переходя последовательно от первого поверяемого преобразователя ко второму и измеряя разность между одноименными термоэлектродами ВР5 СОТМ-1(2) и поверяемой термопары ( $\Delta e_{ВР5}$ ), и разность ТЭДС термоэлектродов ВР20 СОТМ-1(2) и поверяемой термопары ( $\Delta e_{ВР20}$  или  $\Delta e_{ВР26}$ ) для термоэлектродов, отрезанных от начала и конца

Изн. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв.№	Изн. № дубл.	Подпись и дата	СТП 4211 -002-14035255-19					Лист
										7
Изн.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

скомплектованной пары бухт проволоки. Затем измерения повторяют в обратном порядке. Полученные значения ТЭДС усредняют. В процессе измерений заполняется таблицу 2 значений ТЭДС.

Интервалы времени между отсчетами показаний средств измерений во всем измерительном цикле должны быть примерно одинаковыми (при измерении ТЭДС с помощью прибора МИТ-8 происходит автоматическое поочередное измерение значения ТЭДС на тех каналах, к которым подключены поверяемые и эталонный ТП).

Результаты измерений вносят в протокол поверки (Приложение 9).

### 8.3. Определение ТЭДС ТП в диапазоне температуры 600÷1800°С методом прямых измерений в сравнении с эталонным термопреобразователем типа ПРО

8.3.1. Определение ТЭДС ТП при заданных значениях температуры производится в электропечи типа ППТ 1850.

8.3.2. Поверяемые ТП до 4 шт. в электроизолирующей сололке вставляются внутрь лейкосапфирового или газоплотного корундового чехла, заполняются аргоном и герметизируются в чехле. На наружную поверхность чехла монтируется термопара эталонного ТП типа ПРО (2-го или 3-го разряда) и закрепляется на нем с помощью платинородиевой проволоки. Сборка термопар размещается внутри рабочего корундового чехла печи так, чтобы рабочие спаи термопар находились в зоне однородной температуры нагревателя печи.

8.3.3. Измерения ТЭДС проводят обратным ходом (от высоких температур к низким) согласно п.8.2.2 настоящей методики при заданных значениях температуры. При этом на верхнем пределе измерений проводят отжиг термопарной сборки длительностью не менее, чем 2 часа. Отжиг продолжают до снижения величины дрейфа ТЭДС, эквивалентного 0,5 градуса в час. Температуру в электропечи измеряют с помощью эталонного ТП типа ПРО.

Результаты измерений вносят в протокол поверки (Приложение 10). В случае применения аттестованной Программы автоматической калибровки термопреобразователей результаты измерений оформляются протоколом калибровки по Приложению 13.

### 8.4. Проведение калибровки в диапазоне температуры 1000÷2300 °С

8.4.1. Определение ТЭДС ТП при заданных значениях температуры производится в установке на основе высокотемпературной печи для отжига и калибровки контактных датчиков температуры.

8.4.2. Калибруемые ТП до 12 шт. в электроизолирующих двухканальных трубках из оксида гафния на длине не менее 300 мм и далее в сололке из корунда монтируются на вольфрамовой трубке наружным диаметром 10 мм, имеющей приваренную вольфрамовую пробку с рабочей стороны. Рабочие спаи термопар обвязываются проволокой ВР20 диаметром 0,35 мм или меньше в сечении сварного шва пробки. Чехол с термопарами вставляется в наружный вольфрамовый чехол диаметром 25 мм с приваренной пробкой на рабочем конце и монтируется на монтажном фланце наружного чехла. Между торцем внутреннего и дном наружного вольфрамовых чехлов должен оставаться зазор 3-4 мм. Чехлы имеют отверстия в верхней (холодной) части для протечки аргона. Сборка термопар размещается внутри рабочего пространства высокотемпературной печи с графитовым нагревателем так, чтобы рабочий конец наружного чехла вошел в полость центрального излучателя с зазором между стенками 2-3 мм и зазором вдоль оси до 4 мм. Горячие спаи термопар при этом попадают в зону однородных температур центральной части печи длиной 50-70 мм вдоль оси печи.

8.4.3. Измерения ТЭДС проводят обратным ходом (от высоких температур к низким) согласно п.8.2.2 настоящей методики при заданных значениях температуры. При этом на верхнем пределе измерений проводят отжиг термопарной сборки длительностью не менее двух часов. При необходимости, отжиг продолжают до снижения величины дрейфа ТЭДС, эквивалентного 0,5 градуса в час. Температуру в электропечи измеряют по показаниям аттестованного пирометра излучения, сфокусированного на дно пробки центральной

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	СТП 4211 -002-14035255-19				Лист
									8
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					



вольфрамовой трубки термопарной сборки. Допускается также периодический контроль температуры внутри центральной трубки с помощью аттестованной контрольной вольфрамениевой термопары, а также с помощью откалиброванного управляющего пирометра печи, измеряющего температуру центрального излучателя печи с обратной (нижней) стороны печи.

Результаты измерений вносят в протокол калибровки (Приложение 11).

### 8.5. Оценка однородности скомплектованной пары бухт термопарной проволоки

8.5.1. При аттестации скомплектованной пары бухт термопарной проволоки на входном контроле после получения от производителя, или для аттестации пары бухт, принадлежащей потребителю, проводится дополнительная оценка однородности термопарной проволоки в бухтах. Однородность определяется по ТЭДС термопар, составленных из участков проволок, отрезанных от начала и конца бухт. Измеряется разность величин ТЭДС двух термопар, изготовленных из участков проволоки от начала и конца бухт, при температуре  $1500 \pm 20$  °С. Измерение величин ТЭДС термопар проводится согласно п.8.3 настоящей методики. Допускается совмещать оценку однородности термопарной проволоки с проверкой термоэлектрической стабильности ТП по п.8.1.

Результаты измерений вносят в протокол проверки однородности (Приложение 12).

## 9. Обработка результатов поверки (калибровки)

### 9.1. Обработка результатов измерений при проверке термоэлектрической стабильности ТП

9.1.1. Результаты измерений ТЭДС, выполненные при температуре  $1500 \pm 20$  °С, заносятся в таблицу 1.

Таблица 1

Наименование	Обозначение	Значения ТЭДС для четырех измерений, мВ				Среднее значение мВ
		1	2	3	4	
Значения параметров до выдержки при $1500 \pm 20$ °С						
Значение ТЭДС эталонной термопары	$E_{ЭТ}$ , мВ					
Приведенное значение ТЭДС эталонной термопары	$E_{ЭТ}^{ПР}$ , мВ	—	—	—	—	
Значение температуры рабочих спаев	$t$ , °С	—	—	—	—	
Значения ТЭДС поверяемой термопары	$E_{ПОВ}$ , мВ					
Приведенные значения ТЭДС поверяемой термопары	$E_{ПОВ}^{ПР}$ , мВ	—	—	—	—	
Пересчитанные для 1500 °С значения ТЭДС поверяемой термопары	$E_1^{1500}$	—	—	—	—	
Значения параметров после двухчасовой выдержки при $1500 \pm 20$ °С						
Значение ТЭДС эталонной термопары	$E_{ЭТ}$ , мВ					
Приведенное значение ТЭДС эталонной термопары	$E_{ЭТ}^{ПР}$ , мВ	—	—	—	—	
Значение температуры рабочих спаев	$t$ , °С	—	—	—	—	
Значения ТЭДС поверяемой термопары	$E_{ПОВ}$ , мВ					
Приведенные значения ТЭДС поверяемой термопары	$E_{ПОВ}^{ПР}$ , мВ	—	—	—	—	
Пересчитанные для 1500 °С значения ТЭДС поверяемой термопары	$E_2^{1500}$	—	—	—	—	

Изн. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Изн. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

СТП 4211 -002-14035255-19

9.1.2. Определяют среднеарифметические значения ТЭДС эталонного ТП и ЧЭ каждой из поверяемых термопар, и приводят их к значениям ТЭДС ТП  $E_{ПОВ}^{ПП}$  и  $E_{ЭТ}^{ПП}$  при температуре свободных концов, равной 0 °С, внося поправку  $E(t_{с.к.})$  на температуру свободных концов ЧЭ. Поправку определяют по НСХ для ТП типа А (ВР5/20) градуировок А-1; А-2 или А-3 или по НСХ для ТП типа С (ВР5/26). Значение поправки имеет знак «плюс» и равно табличному значению ТЭДС ТП при такой температуре, какую при поверке имели свободные концы. Поправка равна нулю, если температура свободных концов при поверке была равна 0 °С. Приведенные значения ТЭДС  $E_{ПОВ}^{ПП}$  и  $E_{ЭТ}^{ПП}$  вносят в протокол поверки.

$$E_{ПОВ}^{ПП} = \bar{E}_{ПОВ} + E(t_{с.к.}), \quad E_{ЭТ}^{ПП} = \bar{E}_{ЭТ} + E(t_{с.к.});$$

9.1.3. По приведенному значению ТЭДС эталонного ТП определяют температуру  $t$ , °С, рабочих концов поверяемых термопар по формуле:

$$t = t_{свид} + \frac{E_{ЭТ}^{ПП} - E_{ЭТ}^{СВИД}}{(\Delta E / \Delta t)_t}, \quad (1)$$

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

$E_{ЭТ}^{ПП}$  – приведенное значение ТЭДС эталонного ТП, мВ;

$E_{ЭТ}^{СВИД}$  – значение ТЭДС ТП, взятое из свидетельства на эталонный ТП, ближайшее к  $E_{ЭТ}^{ПП}$ , мВ;

$(\Delta E / \Delta t)_t$  – чувствительность эталонного ТП соответствующей градуировки при температуре  $t$  на единицу температуры, мВ/°С, определяемая по таблице 4 для ВР-термопар или таблице 5 для эталонного ТП типа ПРО.

9.1.4. Пересчитывают приведенные значения ТЭДС ТП для температуры 1500 °С по формуле:

$$E_1^{1500} = E_{ПОВ}^{ПП} - (t - 1500) \cdot (\Delta E / \Delta t), \quad \text{где } t \text{ – температура рабочих концов поверяемых ТП.}$$

9.1.5. Аналогичные вычисления значений ТЭДС ТП производят после двухчасовой выдержки при температуре  $(1500 \pm 20)$  °С.

9.1.6. Определяют нестабильность ТЭДС ТП как разность между расчетными значениями ТЭДС при 1500°С ( $E^{1500}$ ) до и после двухчасовой выдержки термопар:

$$\Delta E^{1500} = E_1^{1500} - E_2^{1500}$$

9.1.7. ТП считается пригодным к дальнейшей поверке методом поэлектродного сличения с СОТМ-1(2) или методом прямых измерений ТЭДС при заданных значениях температуры, если изменение ТЭДС ТП ( $\Delta E^{1500}$ ) после двухчасовой выдержки при температуре 1500 °С не превышает:

- 50 мкВ для ТП 2 класса;
- 70 мкВ для ТП 3 класса;

ТП, не соответствующий данным требованиям, бракуется. Результаты заносятся в протокол проверки стабильности ТП (Приложение 8).

9.1.8. Проведение измерений, обработка и представление результатов по всем пунктам данного раздела возможны также с помощью аттестованной Программы автоматической калибровки термопреобразователей согласно ее руководству по эксплуатации.

## 9.2. Обработка результатов измерений при поверке (калибровке) ТП методом поэлектродного сличения

9.2.1. В процессе измерения значений ТЭДС при заданных значениях температуры в диапазоне от 800 до 2000 °С согласно п.8.2, заполняют таблицу 2, форма которой приведена ниже. Данные приводятся для градуировки термопар прямым и обратным ходом.

Ив. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата	Ив. № подл.	Лист	10

9.2.2. Определяют среднеарифметические значения (прямой и обратный ход) измеренной разности ТЭДС при данной температуре между одноименными термоэлектродами СОТМ и поверяемого ТП (ВР5 и ВР20, соответственно)  $\Delta \bar{e}_{ВР5}$  и  $\Delta \bar{e}_{ВР20}$ .

9.2.3. Определяют величину отклонений ТЭДС поверяемого ТП от СОТМ как разность между ТЭДС термоэлектродов ТП, и ТЭДС термоэлектродов СОТМ-1(2)  $\Delta E_{ПОВ}$ :

$$\Delta E_{ПОВ} = \Delta \bar{e}_{ВР5} - \Delta \bar{e}_{ВР20}, \text{ где}$$

$\Delta E_{нов}$  - разность ТЭДС термоэлектродов ТП и ТЭДС термоэлектродов СОТМ-1(2);

9.2.4. Вычисляют значение ТЭДС поверяемого ТП для каждого значения температуры в диапазоне от 800 до 2000°C по формуле:

$$E_{ПОВ} = E_{СОТМ} + \Delta E_{ПОВ}$$

где  $E_{СОТМ}$  - значения ТЭДС термопары СОТМ для данной температуры по градуировочной характеристике СОТМ.

Таблица 2

Порядок градуировки	Измеренное значение ТЭДС эталонной термопары $E_{СОТМ}$ мВ	Температура, ( $\pm 20^\circ\text{C}$ )	Разность ТЭДС термоэлектродов СОТМ и термоэлектродов ТП, мВ				Отклонение ТЭДС поверяемого ТП от СОТМ $\Delta E_{ПОВ}$ , мВ	Значение ТЭДС из свидетельства $E_{СОТМ}$ , мВ	Значение ТЭДС поверяемого ТП $E_{ПОВ}$ , мВ
			$\Delta e_{ВР5}$	$\Delta \bar{e}_{ВР5}$	$\Delta e_{ВР20}$	$\Delta \bar{e}_{ВР20}$			
Прямой ход		800							
Обратный ход									
Прямой ход		1200							
Обратный ход									
Прямой ход		1400							
Обратный ход									
Прямой ход		1600							
Обратный ход									
Прямой ход		1800							
Обратный ход									
Прямой ход		(2000)							
Обратный ход									

**Примечание:** В колонку 2 записывают измеренные значения ТЭДС термопары СОТМ-1(2) при градуировке ( $E_{СОТМ}$ ). Соответствующие измеренным ТЭДС температуры, определяемые по градуировочной характеристике СОТМ-1(2), не должны отличаться от температуры данного шага градуировки (колонка 3) более, чем на  $\pm 20^\circ\text{C}$ .

9.2.5. Полученную усредненную (для прямого и обратного хода) характеристику  $E_{ПОВ}$  для заданных температур поверки приписывают поверяемому ТП. Для поверяемого ТП определяют разность  $\Delta E$  между значением  $E_{ПОВ}$  и нормированным значением ТЭДС  $E_{НСХ}$  при каждом заданном значении температуры.

9.2.6. Отклонение термоЭДС  $\Delta E$  усредненной характеристики ТП от номинального значения для термопары ВР5/20 по ГОСТР 8.585-2001 при каждом значении температуры не должно превышать предела допускаемого отклонения от НСХ по ГОСТ 6616-94.

Поверяемый ТП, не удовлетворяющий этому требованию хотя бы при одном из заданных значений температуры, должен быть переведен в более низкий класс точности или указанный ТП должен быть забракован.

Результаты поверки вносятся в протокол поверки термопреобразователя (Приложение 9).

Изм Лист № докум. Подп. Дата

### 9.3. Обработка результатов измерений при поверке ТП методом прямых измерений

9.3.1. Результаты измерений, выполненных в соответствии с пп.8.3.3, заносят в табл.3. для диапазонов температуры 800÷1700 или 800÷2200 °С, соответственно, при заданных значениях температуры. Отклонения реальных значений температуры градуировки от заданных значений не должны превышать ±10 градусов. В строку «Значение температуры рабочих спаев ТП» заносятся значения температуры, определенные по формуле (1) и градуировочной характеристике эталонного термопреобразователя (термопара СОТМ или ТП ПРО), приведенной в свидетельстве, для реально измеренных значений ТЭДС эталонного термопреобразователя (Еэт).

9.3.2. Определение приведенных значений ТЭДС  $E_{ПОВ}^{ПР}$  и  $E_{ЭТ}^{ПР}$  согласно п.9.1.4.

9.3.3. По приведенному значению ТЭДС эталонного ТП определяют температуру  $t, ^\circ\text{C}$ , рабочих концов ТП по формуле:

$$t = t_{\text{свид}} + \frac{E_{ЭТ}^{ПР} - E_{ЭТ}^{\text{СВИД}}}{(\Delta E / \Delta t)_t}, \quad (1)$$

где:  $t_{\text{свид}}$  – значение температуры, соответствующее значению  $E_{ЭТ}^{\text{СВИД}}, ^\circ\text{C}$ ;

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

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

$(\Delta E / \Delta t)_t$  – чувствительность эталонного ТП соответствующей градуировки при температуре  $t$  на единицу температуры, мВ/ $^\circ\text{C}$ , определяемая по таблице 4 для СОТМ (ВР5/20) или таблице 5 для эталонного ТП типа ПРО.

Таблица 3

Наименование	Обозначение	Значения ТЭДС для четырех измерений, мВ				Среднее значение, мВ	Прим.
		1	2	3	4		
Значение ТЭДС эталонного ТП	$E_{ЭТ}$ , мВ						
Приведенное значение ТЭДС эталонного ТП	$E_{ЭТ}^{ПР}$ , мВ	—	—	—	—		
Значение температуры рабочих спаев ТП	$t, ^\circ\text{C}$	—	—	—	—		$t_1$
Значения ТЭДС поверяемого ТП	$E_{ПОВ}$ , мВ						
Приведенные значения ТЭДС поверяемого ТП	$E_{ПОВ}^{ПР}$ , мВ	—	—	—	—		
.....							
Значение ТЭДС эталонного ТП	$E_{ЭТ}$ , мВ						
Приведенное значение ТЭДС эталонного ТП	$E_{ЭТ}^{ПР}$ , мВ	—	—	—	—		
Значение температуры рабочих спаев ТП	$t, ^\circ\text{C}$	—	—	—	—		$t_4$
Значения ТЭДС поверяемого ТП	$E_{ПОВ}$ , мВ						
Приведенные значения ТЭДС поверяемого ТП	$E_{ПОВ}^{ПР}$ , мВ	—	—	—	—		
Значение ТЭДС эталонного ТП	$E_{ЭТ}$ , мВ						
Приведенное значение ТЭДС эталонного ТП	$E_{ЭТ}^{ПР}$ , мВ	—	—	—	—		
Значение температуры рабочих спаев ТП	$t, ^\circ\text{C}$	—	—	—	—		$(t_5)$
Значения ТЭДС поверяемого ТП	$E_{ПОВ}$ , мВ						
Приведенные значения ТЭДС поверяемого ТП	$E_{ПОВ}^{ПР}$ , мВ	—	—	—	—		

Подпись и дата  
Инд. № дубл.  
Взам. инв. №  
Подпись и дата  
Инд. № подл.

Таблица 4 (справочная)

Дифференциальная чувствительность вольфрамоплатиновых термопар

ТП-А (BP5/20)	$(\Delta E/\Delta t)_t \cdot 10^3$ , мкВ/°С, при значениях температуры $t_{свид.}$ °С																
	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300
гр. А1	16,65	16,35	16,00	15,55	15,10	14,65	14,10	13,60	13,10	12,55	12,05	11,50	10,95	10,40	9,80	9,1	8,5
гр. А2	16,80	16,50	16,15	15,70	15,20	14,70	14,20	13,70	13,25	12,75	12,15	11,40	-	-	-		
гр. А3	16,50	16,20	15,90	15,45	15,00	14,50	14,00	13,50	13,00	12,50	12,00	11,30	-	-	-		
ТП-С (BP5/26)	19,5	19,2	18,8	18,4	17,8	17,2	16,7	16,0	15,4	14,8	14,2	13,6	12,9	12,2	11,4	10,4	9,3

Таблица 5 (справочная)

Дифференциальная чувствительность платинородиевой термопары

ТП-В (PR30/6)	$(\Delta E/\Delta t)_t \cdot 10^3$ , мкВ/°С, при значениях температуры $t_{свид.}$ °С													
	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	
	5,95	6,80	7,60	8,40	9,15	9,80	10,35	10,85	11,25	11,55	11,70	11,65	11,50	

9.3.4. По НСХ для поверяемого ТП типов ТП-А1; ТП-А2; ТП-А3 или ТП-С находят нормированное значение ТЭДС ТП  $E_{НСХ}$ , соответствующее температуре  $t$ , вычисленной по формуле (1), по показаниям эталонного ТП.

9.3.5. Для каждого поверяемого ТП определяют разность  $\Delta E$  между приведенным  $E_{ПОВ}^{ПР}$  и нормированным  $E_{НСХ}$  значениям ТЭДС при каждом значении температуры  $t$ , вычисленной по формуле (1).

Разность  $\Delta E$  указанных значений для ТП соответствующего типа не должна превышать предела допускаемого отклонения от НСХ.

Поверяемые ТП, не удовлетворяющие этому требованию хотя бы при одном из заданных значений температуры, должны быть переведены в более низкий класс точности или указанные ТП должны быть забракованы.

Результаты поверки оформляются протоколом поверки (Приложение 10).

9.3.6. Зависимость температуры от величины ТЭДС (среднее значение) поверяемого термопреобразователя  $t = f(E_{ПОВ}^{ПР})$  описывается набором из 5-8 точек по таблице 3, который может быть обработан методом наименьших квадратов на персональном компьютере. В результате расчета эта зависимость может быть представлена в виде полинома  $n$ -ой степени в виде

$$t = C_0 + C_1 E^1 + C_2 E^2 + \dots + C_n E^n$$

а также в табличном или в графическом виде с любым шагом по температуре, используя программу автоматической калибровки термопреобразователей. Результаты измерений оформляются протоколом Приложения 13.

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

### 9.4 Обработка результатов измерений при калибровке ТП методом сличения с показаниями пирометра излучения

9.4.1. Результаты измерений, выполненных в соответствии с пп.8.4.3, заносят в таблицу 6 для диапазона температуры 1000÷2200 °С, соответственно, при заданных значениях температуры. Отклонения реальных значений температуры градуировки от заданных значений не должны превышать ±10 градусов. В строку «Значение температуры рабочих спаев ТП» заносятся значения температуры, определенные по показаниям пирометра излучения с учетом поправок, приведенных в его свидетельстве о калибровке.

Таблица 6

Наименование	Обозначение	Значения ТЭДС для четырех измерений, мВ				Среднее значение, мВ	Прим.
		1	2	3	4		
Значение температуры рабочих спаев ТП по пирометру	$t, ^\circ\text{C}$	—	—	—	—		$t_1$
Значения ТЭДС калибруемого ТП	$E_{\text{ПОВ}}, \text{мВ}$						
Приведенные значения ТЭДС калибруемого ТП	$E_{\text{ПОВ}}^{\text{ПР}}, \text{мВ}$	—	—	—	—		
.....							
Значение температуры рабочих спаев ТП по пирометру	$t, ^\circ\text{C}$	—	—	—	—		$t_4$
Значения ТЭДС калибруемого ТП	$E_{\text{ПОВ}}, \text{мВ}$						
Приведенные значения ТЭДС калибруемого ТП	$E_{\text{ПОВ}}^{\text{ПР}}, \text{мВ}$	—	—	—	—		
Значение температуры рабочих спаев ТП по пирометру	$t, ^\circ\text{C}$	—	—	—	—		$(t_5)$
Значения ТЭДС калибруемого ТП	$E_{\text{ПОВ}}, \text{мВ}$						
Приведенные значения ТЭДС калибруемого ТП	$E_{\text{ПОВ}}^{\text{ПР}}, \text{мВ}$	—	—	—	—		

9.4.2. Определение приведенных значений ТЭДС  $E_{\text{ПОВ}}^{\text{ПР}}$  согласно п.9.1.4.

9.4.3. По НСХ для калибруемого ТП типов ТП-А1; ТП-А2; ТП-А3 или ТП-С находят нормированное значение ТЭДС ТП  $E_{\text{НСХ}}$ , соответствующее температуре  $t$ , определенной по показаниям пирометра с учетом его поправок.

9.4.4. Для каждого калибруемого ТП определяют разность  $\Delta E$  между приведенным  $E_{\text{ПОВ}}^{\text{ПР}}$  и нормированным  $E_{\text{НСХ}}$  значениям ТЭДС при каждом значении температуры  $t$ .

Разность  $\Delta E$  указанных значений для ТП соответствующего типа не должна превышать предела допустимого отклонения от НСХ.

Калибруемые ТП, не удовлетворяющие этому требованию хотя бы при одном из заданных значений температуры, должны быть переведены в более низкий класс точности или указанные ТП должны быть забракованы.

Результаты калибровки оформляются протоколом калибровки (Приложение 11).

9.4.5. Зависимость температуры от величины ТЭДС (среднее значение) калибруемого термопреобразователя  $t = f(E_{\text{ПОВ}}^{\text{ПР}})$  описывается набором из 6-8 точек по табл.6, который может быть обработан методом наименьших квадратов на персональном компьютере. В результате расчета эта зависимость может быть представлена в виде полинома  $n$ -ой степени в виде

$$t = C_0 + C_1 E^1 + C_2 E^2 + \dots + C_n E^n$$

а также в табличном или в графическом виде с любым шагом по температуре, используя программу автоматической калибровки термопреобразователей.

Подпись и дата  
Инв. № дубл.  
Взам. инв. №  
Подпись и дата  
Инв. № подл.

## 9.5 Обработка результатов измерений при оценке однородности скомплектованной пары бухт термопарной проволоки

9.5.1. Результаты измерений ТЭДС ТП, изготовленных из участков проволок, отрезанных от начала и конца скомплектованных бухт, обрабатываются согласно п. 9.1 настоящей методики. Разность величин ТЭДС двух ТП, измеренных при температуре  $1500 \pm 20$  °С не должна превышать 100 мкВ. При совмещении оценки однородности термопарной проволоки с проверкой термоэлектрической стабильности ТП проводится оценка однородности в начале и после двухчасовой выдержки ТП при температуре  $1500 \pm 20$  °С. Если разность величин ТЭДС двух ТП превышает 100 мкВ, то такая пара бухт бракуется по факту неоднородности термопарной проволоки. Если длина проволоки в бухтах превышает 60 метров, допускается разделение каждой бухты надвое с проверкой каждой новой пары бухт на однородность проволоки и стабильность ТЭДС при температуре  $1500 \pm 20$  °С. Проверку на однородность пары бухт проволок длиной 30 метров или менее допускается не проводить.

Скомплектованная пара бухт термопарной проволоки считается пригодной для изготовления ТП, если разность показаний ТЭДС термопар-свидетелей (начало и конец бухт) при температуре  $1500 \pm 20$  °С не превышает 100 мкВ, а термоэлектрическая стабильность соответствует п.9.1.7 настоящей методики и требованиям СУО.021.142 ТУ.

## 10. Оформление результатов поверки (калибровки)

10.1 ТП, прошедшие поверку с положительным результатом, признаются годными и допускаются к применению. Знак поверки наносится в паспорт и (или) на свидетельство о поверке ТП в соответствии с Приказом № 1815 Минпромторга России от 02 июля 2015 г.

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

10.3 По результатам проведения калибровки выдают Сертификат калибровки.

Изн. № подл.		Подпись и дата		Изн. № дубл.		Взам. инв. №		Изн. № подл.		Подпись и дата	
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	СТП 4211 -002-14035255-19						Лист
											15

# Приложение 1

## Электрическая печь для градуировки термопар ППТ-1850



### ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ И ХАРАКТЕРИСТИКИ

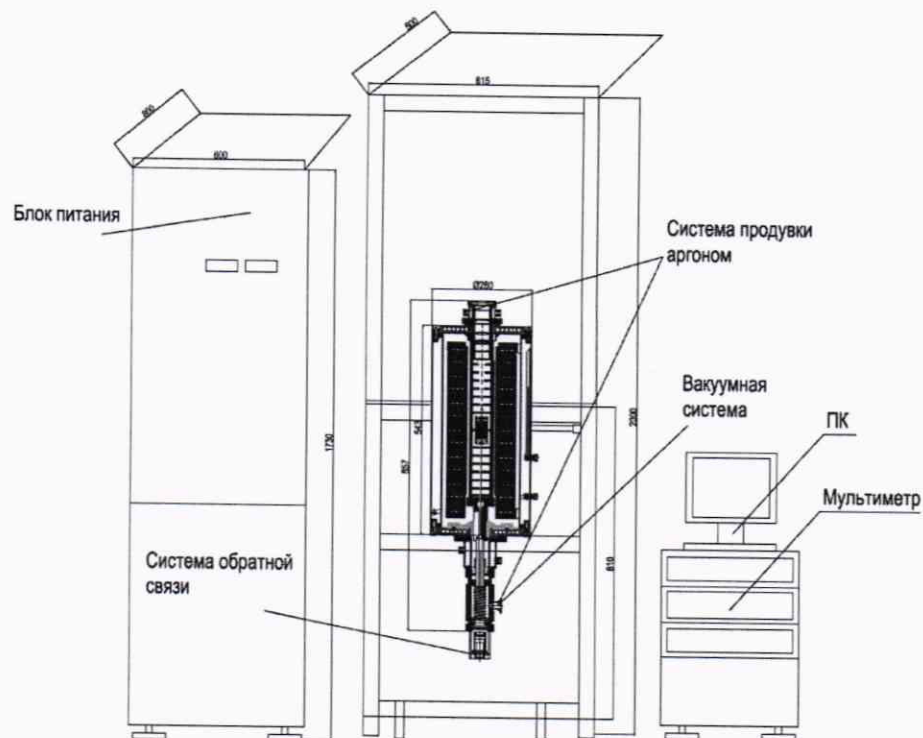
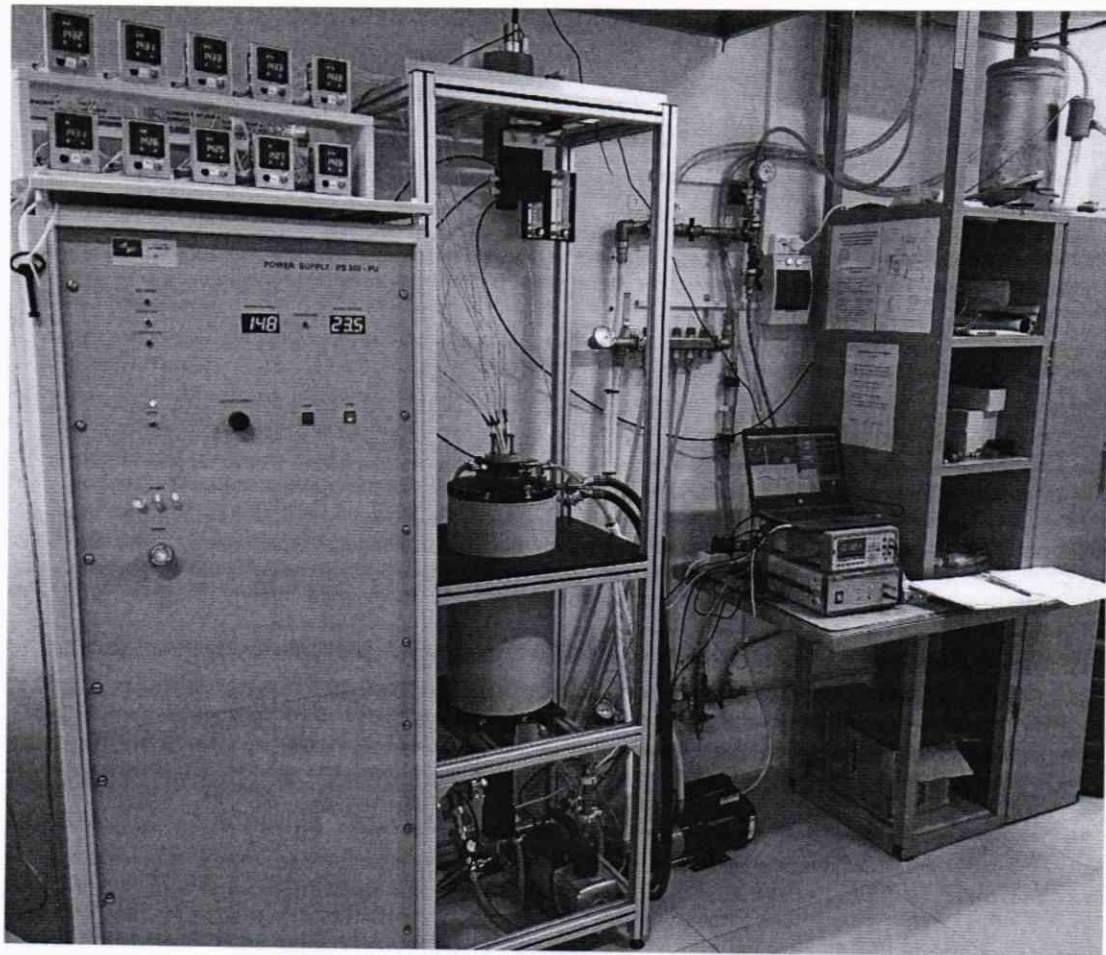
№пп	Наименование показателей	Величина	
1	Максимальная мощность $P_{max}$ , кВт	4	
2	Максимальный ток, $I_{max}$ А (первичка)	16	
	Максимальный ток, $I_{max}$ (вторичка)	34	
3	Максимальная температура $T_{max}$ , °С	1850	
4	Максимальная рабочая температура $T_{max}$ , °С	1800	
5	Напряжение сети питания $U$ , В	220	
6	Частота переменного тока $f$ , Гц	50	
7	Мощность в режиме поддержания температуры 1800°С, кВт	1,8	
8	Материал нагревателей	Т 32/250/200	
9	Размеры рабочей камеры, мм:	Диаметр	32
		Длина	250
12	Габаритные размеры, мм:	Ширина	800
		Глубина	360
		Высота	1145

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

СТП 4211 -002-14035255-19



Установка на основе высокотемпературной печи для отжига и калибровки контактных датчиков температуры

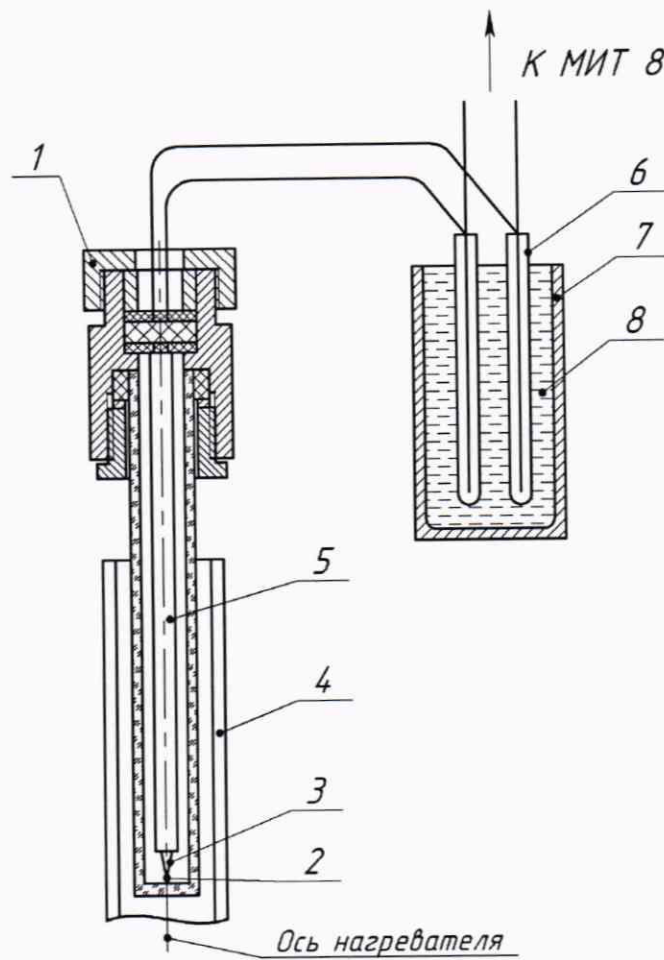


Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

СТП 4211 -002-14035255-19

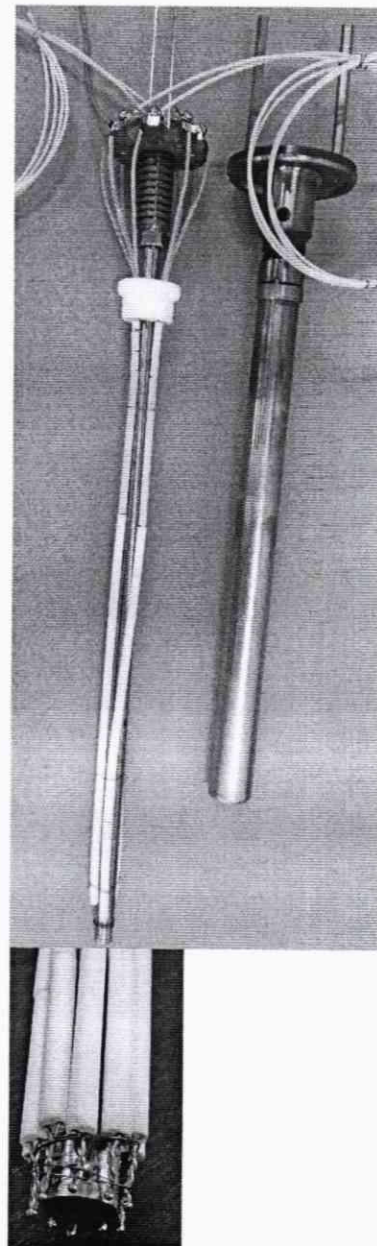
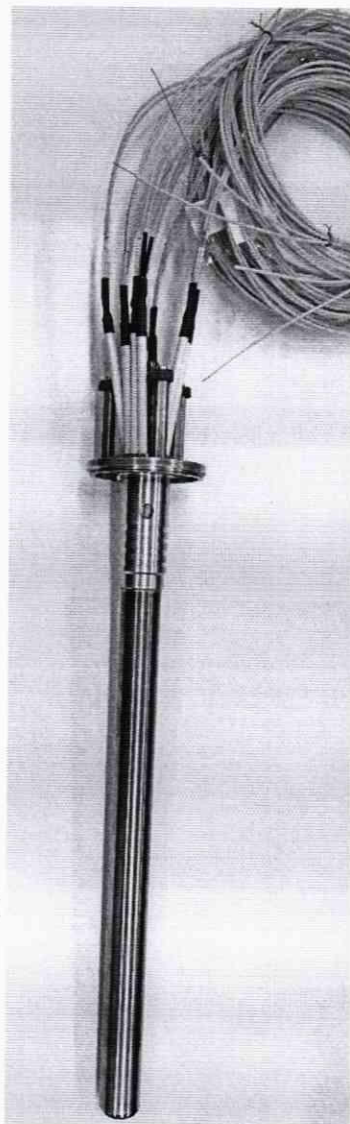
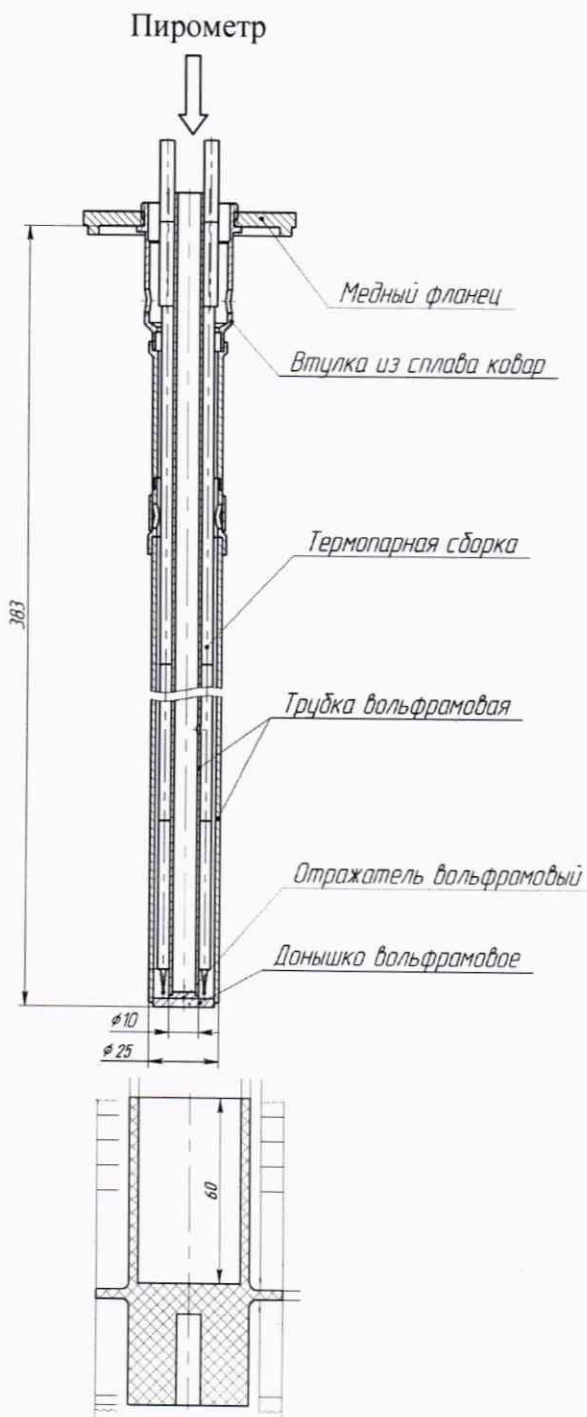
Монтаж термопары в лейкосапфировом чехле



1. Узел герметизации термопар в чехле
2. Рабочий спай
3. Термоэлектроды
4. Нагреватель
5. Керамическая трубка
6. Пробирки для свободных концов
7. Сосуд Дьюара
8. Льдоводяная смесь

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инов. № дубл.	Подпись и дата
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Схема монтажа термопар в защитном чехле при измерениях на установке для отжига и калибровки контактных датчиков температуры

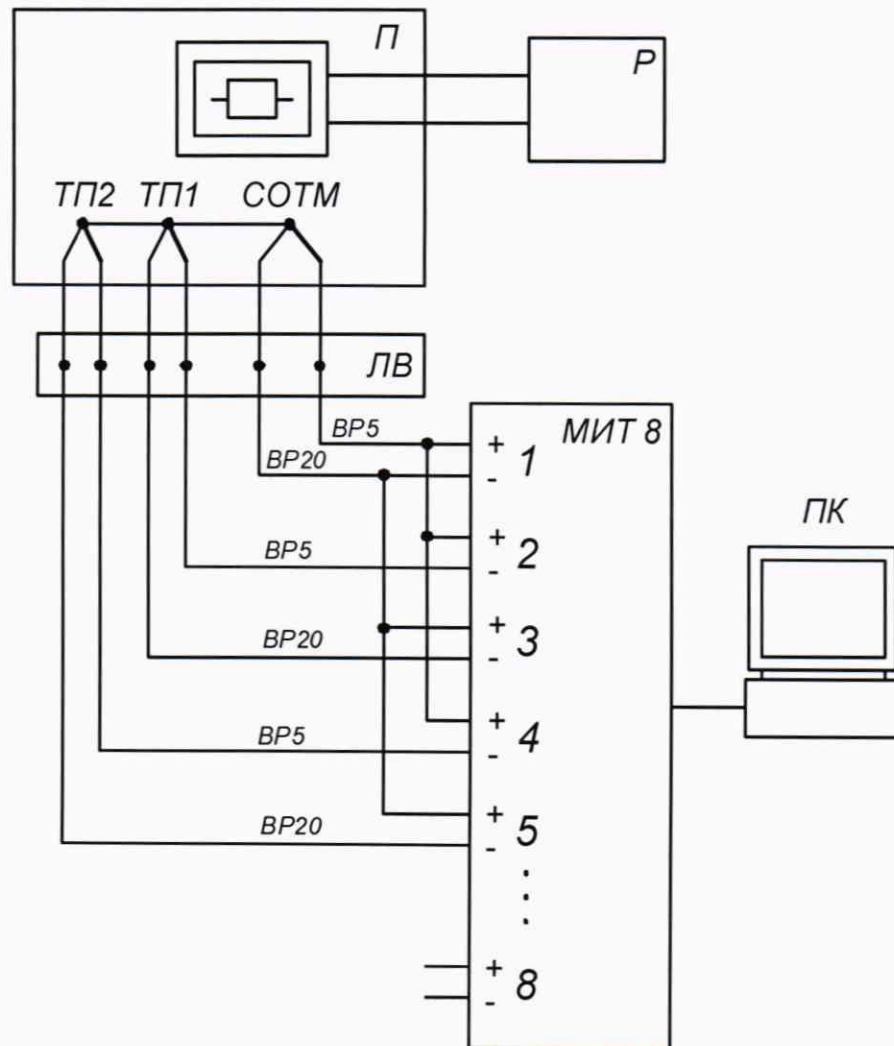


Центральный излучатель печи

Рабочие спаи термопар вокруг пробки центральной трубки термопарной сборки

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Электрическая схема подключения ТП  
при поэлектродном сличении

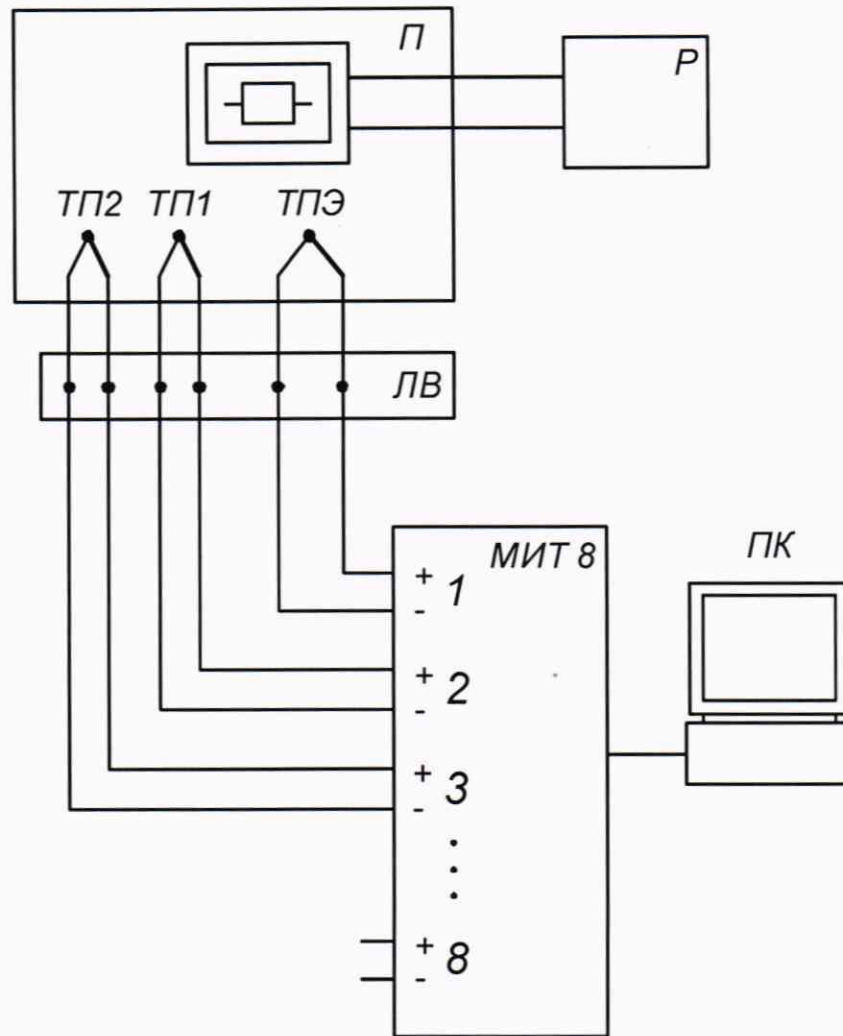


П — Печь  
 Р — Регулятор температуры  
 ЛВ — Льдодводяная ванна для свободных концов ТП  
 МИТ 8 — 8 канальный прецизионный измеритель температуры  
 ПК — Персональный компьютер

Прецизионный милливольтметр МИТ 8 поочерёдно измеряет ТЭДС СОТМ, затем между одноимёнными термоэлектродами СОТМ и поверяемых ТП, отображает полученные значения на табло и передаёт эти значения в ПК. Каждая дополнительная термопара занимает 2 канала МИТ 8.  
 Максимальное число поверяемых ТП – 3.  
 Термоэлектроды СОТМ подключаются к положительному входу канала (кроме канала 1).

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инд. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв.№	Инв. № дубл.	Подпись и дата

**Электрическая схема подключения ТП  
при методе прямых измерений**



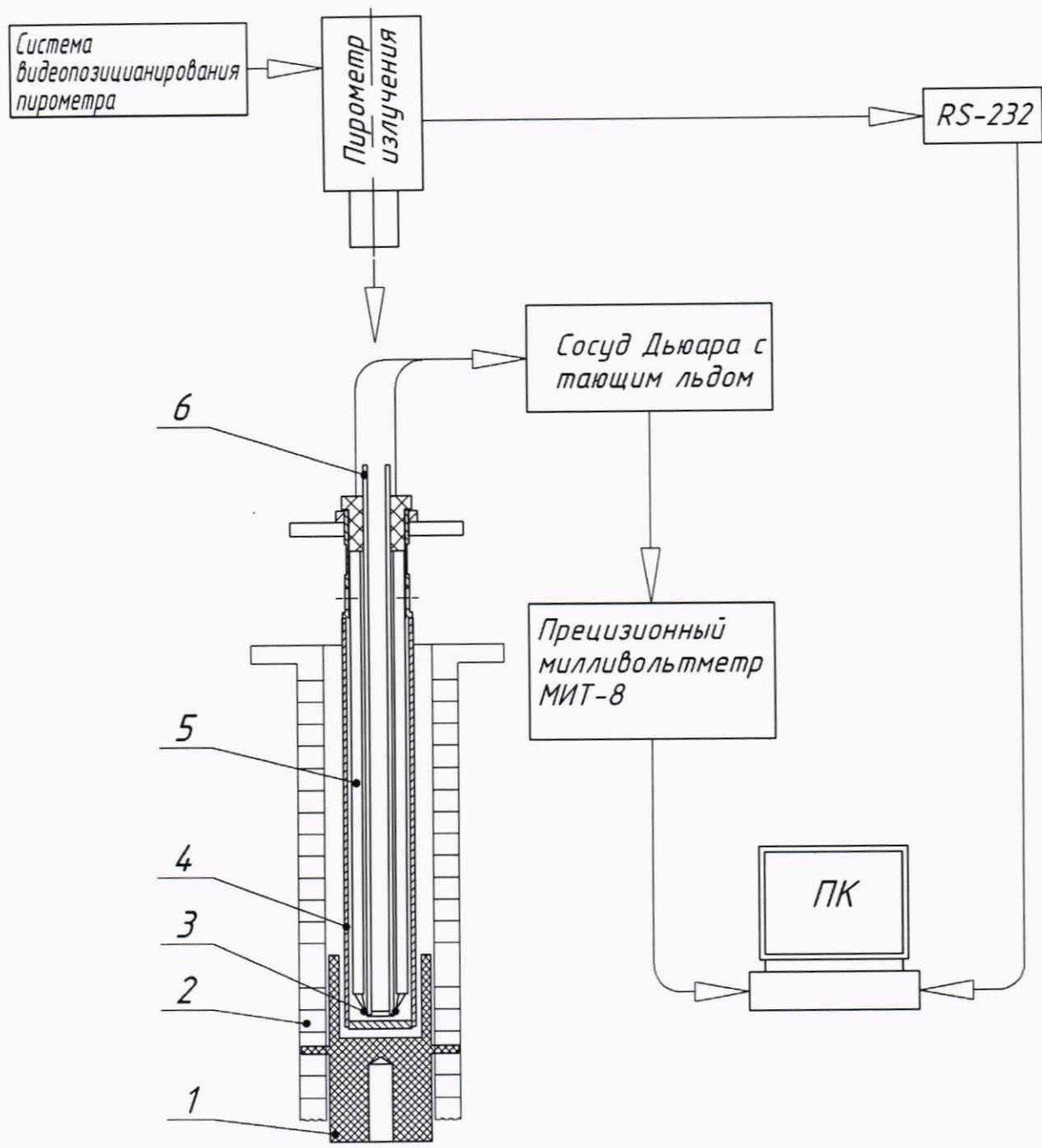
- П — Печь
- Р — Регулятор температуры
- ЛВ — Льдоводяная ванна для свободных концов ТП
- МИТ 8 — Многоканальный прецизионный измеритель температуры
- ПК — Персональный компьютер

Прецизионный милливольтметр МИТ 8 поочерёдно измеряет ТЭДС ТП на каждом из входов, отображает полученные значения на табло и передаёт эти значения в ПК. При автоматическом управлении нагревом печи возможно реализовать автоматизированную калибровку ТП в заданных точках рабочего диапазона температур ТП.  
Каждая дополнительная термопара занимает 1 канал МИТ 8.  
Максимальное число поверяемых ТП – 6, плюс эталонный термопреобразователь.

Инь. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инь. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

Схема калибровки ВР-термопар по показаниям пирометра излучения



1. Центральный излучатель печи
2. Кольцевой графитовый электронагреватель
3. Рабочие спаи калибруемых термопар
4. Наружный защитный вольфрамовый чехол
5. Центральный несущий вольфрамовый чехол
6. Керамические изоляторы термопарных проводов

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Изн. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

Протокол №\_\_ проверки стабильности термопреобразователя типа ТП-

Собственник ТП: \_\_\_\_\_

ТП изготовлен из бухт серии: \_\_\_\_\_

Градуировка: \_\_\_\_\_

Марка ВР-5(ВАР-5)

Марка ВР-20 (ВР-26)

Исполнение ТП \_\_\_\_\_

Проволока Ø \_\_\_\_\_ мм

Проволока Ø \_\_\_\_\_ мм

Катушка (бухта) № \_\_\_\_\_

Катушка (бухта) № \_\_\_\_\_

**Определение стабильности ТП при 1500±20°C**

Эталонные средства измерений:

Термопреобразователь			Измеритель температуры			Установка
Номер	Тип	Разряд	Номер	Тип	Класс	Тип
				МИТ 8. __	0.001	

Значения параметров	Приведенное значение ТЭДС эталонного ТП $E_{ЭТ}^{ПР}$ , мВ	Значение температуры $t$ , °C	Приведенное значение	
			Для температуры $t$ °C. $E_{ПОВ}^{ПР}$ , мВ	Для
До выдержки при 1500°C				
После выдержки при 1500°C				
Стабильность ТЭДС (разность значений до и после выдержки)				

**Заключение:** стабильность ТЭДС ТП-\_\_\_\_\_ (не) соответствует требованиям ТУ 421 отклонения ТЭДС от НСХ при 1500°C соответствует \_\_\_\_\_ классу по ГОСТ 6616-

**Поверитель:** \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

ТУ 4211 - 002-14035255-03

## Приложение 9

Протокол № \_\_\_\_\_ поверки термопреобразователя типа ТП-А \_\_\_\_\_ методом поэлектродного сличения от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Собственник термопреобразователя: \_\_\_\_\_

ТП изготовлен из бухт серии: \_\_\_\_\_

Градуировка: А- \_\_\_\_\_

Марка ВР-5(ВАР-5)

Марка ВР-20 (ВР-26)

Проволока Ø \_\_\_\_\_ мм

Проволока Ø \_\_\_\_\_ мм

Катушка (бухта) № \_\_\_\_\_

Катушка (бухта) № \_\_\_\_\_

Исполнение ТП \_\_\_\_\_

### Определение отклонений ТЭДС от НСХ

Эталонные средства измерений:

Термопреобразователь			Измеритель температуры			Установка	Термостат
Номер	Тип	Разряд	Номер	Тип	Класс	Тип	Тип
	СОТМ-1(2)			МИТ 8. _____	0.001		ТН-12

Заданные значения температуры поверки $t_{пов}, ^\circ\text{C}$	Значения ТЭДС эталонного ТП из свидетельства $E_{СОТМ}, \text{мВ}$	Отклонения ТЭДС поверяемого ТП от СОТМ $\Delta E_{пов}, \text{мВ}$	Значения ТЭДС поверяемого ТП $E_{пов}, \text{мВ}$	Значения ТЭДС по НСХ, $E_{НСХ}, \text{мВ}$	Отклонения ТЭДС поверяемого ТП от НСХ $\Delta E, \text{мВ}$		Чувствительность вольфрамрениевых термопар различных типов (справочно) $\frac{dE}{dt}, \text{мкВ}/^\circ\text{C}$				Пределы допускаемых отклонений ТЭДС от НСХ $\pm \Delta t, ^\circ\text{C}$	
					мВ	$^\circ\text{C}$	А1	А2	А3	С	2 класс	3 класс
					800							16,35
1000							15,55	15,70	15,45	18,4	5,0	7,0
1200							14,65	14,70	14,50	17,2	6,0	8,4
1400							13,60	13,70	13,50	16,0	7,0	9,8
1600							12,55	12,75	12,50	14,8	8,0	11,2
1800							11,50	11,40	11,30	13,6	9,0	12,6
2000							10,40	-	-	12,2	10,0	14,0
2200							9,10	-	-	10,4	11,0	15,4

Где:  $\Delta E_{пов} = \Delta \bar{e}_{ВР5} - \Delta \bar{e}_{ВР20}$ ;  $E_{пов} = E_{СОТМ} + \Delta E_{пов}$ ;  $\Delta E \equiv \bar{E}_{пов} - E_{НСХ}$ ;  $\Delta E^\circ\text{C} = \frac{\Delta E, \text{мВ}}{(dE/dt)}$

**Заключение:** термопреобразователь ТП-\_\_\_\_\_ соответствует \_\_\_\_\_ классу по ГОСТ 6616-94 (или МЭК 60584-1:2013)

**Поверитель:** \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

ТУ 4211-002-14035255-03



## Приложение 10

Протокол № \_\_\_\_\_ поверки термопреобразователя типа ТП- \_\_\_\_\_ методом прямых измерений от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Собственник ТП: \_\_\_\_\_

Маркировка бухт термоэлектродных проволок, из которых изготовлен ЧЭ :

Серия \_\_\_\_\_ Градуировка: А- \_\_\_\_\_

Марка ВР-5(ВАР-5)                      Марка ВР-20 (ВР26)

Проволока Ø \_\_\_\_\_ мм              Проволока Ø \_\_\_\_\_ мм

Катушка (букта) № \_\_\_\_\_      Катушка (букта) № \_\_\_\_\_

Исполнение ТП \_\_\_\_\_

### Определение отклонений ТЭДС от НСХ

Эталонные средства измерений:

Термопреобразователь			Измеритель температуры			Установка	Термостат
Номер	Тип	Разряд	Номер	Тип	Класс	Тип	Тип
				МИТ 8. __	0.001		ТН-12

Заданное значение температуры поверки, $t_{пов}$ , °C	Приведенные значения ТЭДС эталонного ТП $E_{ЭТ}^{ПР}$ , мВ	Температура рабочих концов ТП, $t$ , °C	Приведенные значения ТЭДС поверяемого ТП, $E_{ПОВ}^{ПР}$ , мВ	Значения ТЭДС по НСХ, $E_{НСХ}$ , мВ	Отклонения ТЭДС поверяемого ТП от НСХ		Чувствительность вольфрамниевых термопар различных типов (справочно)				Пределы допускаемых отклонений ТЭДС от НСХ $\pm \Delta t$ , °C	
					$\Delta E \equiv E_{ПОВ}^{ПР} - E_{НСХ}$ , мВ		$\frac{dE}{dt}$ , мкВ/°C					
					мВ	°C	А-1	А-2	А-3	С	2 класс	3 класс
800							16,35	16,50	16,20	19,2	4,0	5,6
1000							15,55	15,70	15,45	18,4	5,0	7,0
1200							14,65	14,70	14,50	17,2	6,0	8,4
1400							13,60	13,70	13,50	16,0	7,0	9,8
1600							12,55	12,75	12,50	14,8	8,0	11,2
1800							11,50	11,40	11,30	13,6	9,0	12,6
2000							10,40	-	-	12,2	10,0	14,0
2200							9,10	-	-	10,4	11,0	15,4

(Допускается дополнительное графическое представление отклонений ТЭДС от НСХ)

**Заключение:** термопреобразователь ТП- \_\_\_\_\_ соответствует \_\_\_\_\_ классу по ГОСТ 6616-94 (или МЭК 60584-1:2013)

**Поверитель:** \_\_\_\_\_ /

Протокол № \_\_\_\_\_ калибровки термопреобразователя типа ТП- \_\_\_\_\_ по пирометру излучения от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Собственник ТП: \_\_\_\_\_ Исполнение ТП \_\_\_\_\_

Маркировка бухт термоэлектродных проволок, из которых изготовлен ЧЭ :

Серия \_\_\_\_\_ Градуировка: \_\_\_\_\_

Марка ВР-5 (ВАР-5)                      Марка ВР-20 (ВР-26)

Проволока Ø \_\_\_\_\_ мм              Проволока Ø \_\_\_\_\_ мм

Катушка (бухта) № \_\_\_\_\_ Катушка (бухта) № \_\_\_\_\_

**Определение отклонений ТЭДС от НСХ**

Эталонные средства измерений:

Пирометр _____			Измеритель температуры			Установка	Термостат
Номер	Тип	Отн.погр.	Номер	Тип	Класс	Тип	Тип
	Спектр. отношения	0,3%		МИТ 8.10	0.001	специальная	ТН-12

%

Заданное значение температуры калибровки, $t_{пов}$ , °C	Температура рабочих концов ТП по пирометру, $t$ , °C	Приведенные значения ТЭДС калибруемого ТП, $E_{пов}^{пр}$ , мВ	Значения ТЭДС по НСХ, $E_{НСХ}$ , мВ	Отклонения ТЭДС калибруемого ТП от НСХ $\Delta E \equiv \bar{E}_{пов}^{пр} - E_{НСХ}$ , мВ		Чувствительность вольфрамрениевых термопар различных типов (справочно) $\frac{dE}{dt}$ , мкВ/°C				Пределы допускаемых отклонений ТЭДС от НСХ $\pm \Delta t$ , °C	
				мВ	°C	А-1	А-2	А-3	С	2 класс	3 класс
1000						15,55	15,70	15,45	18,4	5,0	7,0
1200						14,65	14,70	14,50	17,2	6,0	8,4
1400						13,60	13,70	13,50	16,0	7,0	9,8
1600						12,55	12,75	12,50	14,8	8,0	11,2
1800						11,50	11,40	11,30	13,6	9,0	12,6
2000						10,40	-	-	12,2	10,0	14,0
2200						9,10	-	-	10,4	11,0	15,4

(Допускается дополнительное графическое представление отклонений ТЭДС от НСХ)

**Заключение:** термопреобразователь ТП- \_\_\_\_\_ соответствует \_\_\_\_\_ классу по ГОСТ 6616-94 (или МЭК 60584-1:2013)

**Поверитель:** \_\_\_\_\_ /

Протокол №\_\_ оценки однородности термопарной проволоки от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Собственник скомплектованных бухт термопарной проволоки: \_\_\_\_\_  
 Термопары-свидетели изготовлены из участков проволоки, отрезанных от начала и конца комплекта бухт. Градуировка: \_\_\_\_\_

Марка ВР-5(ВАР-5)                      Марка ВР-20 (ВР-26)

Проволока Ø \_\_\_\_\_ мм              Проволока Ø \_\_\_\_\_ мм

Катушка (бухта) № \_\_\_\_\_              Катушка (бухта) № \_\_\_\_\_

**Определение стабильности ТП при 1500±20°C**

Эталонные средства измерений:

Термопреобразователь			Измеритель температуры			Установка	Термостат
Номер	Тип	Разряд	Номер	Тип	Класс	Тип	Тип
	ПРО			МИТ 8.____	0.001		ТН-12

Значения параметров	Приведенное значение ТЭДС эталонного ТП $E_{ЭТ}^{ПП}$ , мВ	Значение температуры $t$ , °C	Приведенное значение ТЭДС ТП		Допустимое изменение ТЭДС ТП, мВ
			Для температуры $t$ °C. $E_{ПОВ}^{ПП}$ , мВ	Для температуры 1500°C. $E^{1500}$ , мВ	
Термопара-свидетель (начало бухт)		(1500±20)			0,100 (для всех типов)
Термопара-свидетель (конец бухт)					
Однородность ТЭДС (разность показаний двух термопар-свидетелей)					

**Заключение:** Однородность термопарной проволоки типа \_\_\_\_\_ (не) соответствует требованиям ТУ 4211-004-1435255-19; разность значений ТЭДС при 1500°C не превышает 100 мкВ классу по ГОСТ 6616-94 (или МЭК60584-1:2013)

**Поверитель:** \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

# Приложение 13

Протокол № \_\_\_\_\_ калибровки преобразователя термоэлектрического ТП-\_\_ от \_\_. \_\_.20\_\_ г.  
 Место проведения калибровки: ООО "Обнинская термоэлектрическая компания"

Условия проведения калибровки:

Т окр. воздуха, °С	Относ. влаж-сть, %	Р атмосферное, кПа
--	--	--

Тип : ТП- \_\_\_\_\_

зав.№ \_\_\_\_\_

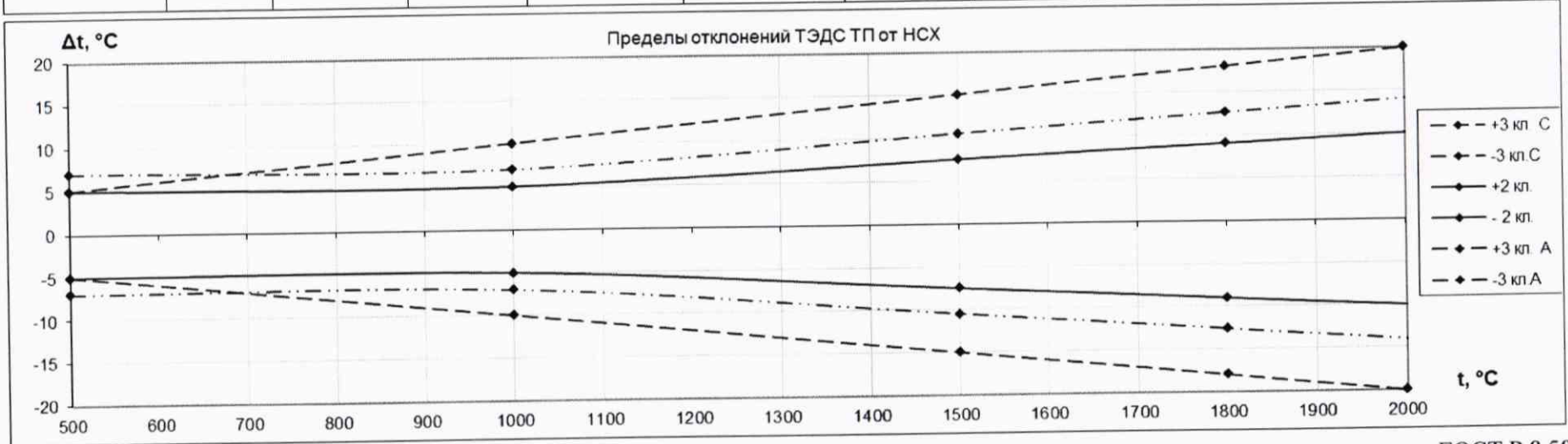
Эталонные средства калибровки:

Эталонные СИ			Измерения температуры ХС (0°С)			Печь		Измерительный прибор		
Тип	Разряд	Номер	Тип	Разряд	Номер	Тип	Номер	Тип	Класс	Номер
---	--	---	---	--	---	---	---	МИТ 8. _	0,001	--
Св. о поверке № _____ до _____ г.			Св. о поверке № _____ до _____ г.			Св. о поверке № _____ до _____ г.				

Результаты измерений, полученные с помощью программы автоматической калибровки термопреобразователей:

Еэт, мВ	t, °С	Еп, мВ	Енсх, мВ	ΔЕ=Еп-Енсх	dE/dt, мкВ/°С	Δt, °С	2 кл. ±°С	3 кл. ±°С

Отжиг 2 часа на верхнем пределе  
 Дрейф: \_\_\_\_°С



**Заключение:** Преобразователь термоэлектрический ТП-\_\_ (зав.№\_\_\_\_) (не) соответствует \_\_ классу допуска градуировки \_\_ по ГОСТ Р 8.585-2001.  
 Методика калибровки: \_\_\_\_\_  
 Инженер-метролог: \_\_\_\_\_

ТУ 4211-002-14035255-03