



Федеральное государственное
бюджетное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский
институт метрологической службы»

119361, г. Москва, вн. тер. г. муниципальный
округ Очаково-Матвеевское, ул. Озерная, д. 46

Тел.: (495) 437 55 77
E-mail: Office@vniims.ru

Факс: (495) 437 56 66
www.vniims.ru

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГБУ «ВНИИМС»



А.Е. Коломин

« 11 » сентября 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Преобразователи термоэлектрические WR

МП 207-056-2024

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

г. Москва
2024 г.

Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на преобразователи термоэлектрические WR (далее по тексту – термопреобразователи или ТП), изготавливаемые «Chongqing Duchin Instrument Co.,Ltd.», Китай, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Метод, обеспечивающий реализацию методики поверки – метод непосредственного сличения.

Прослеживаемость поверяемого прибора к Государственным первичным эталонам ГЭТ 34-2020 «Государственный первичный эталон единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С», ГЭТ 35-2021 «Государственный первичный эталон единицы температуры - кельвина в диапазоне от 0,3 до 273,16 К» обеспечена применением эталонов, соответствующих требованиям Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры, утверждённой приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 3253 от 23 декабря 2022 г.

1 Перечень операций поверки

При проведении первичной и периодической поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	Да	Да	6
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	7.1
Подготовка к поверке	Да	Да	7.2
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	7.3
Определение метрологических характеристик	Да	Да	8
Подтверждение соответствия метрологическим требованиям	Да	Да	9
Оформление результатов поверки	Да	Да	10
Примечания: (1) При получении отрицательных результатов в процессе проведения той или иной операции поверка прекращается. (2) Не допускается проводить поверку в сокращенном диапазоне измерений.			

2 Требования к условиям проведения поверки

2.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха: от плюс 15 °С до плюс 25 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха не более 80 %;
- атмосферное давление: от 84,0 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.).

2.2 Средства поверки, оборудование готовят в соответствии с руководствами по их эксплуатации.

2.3 Поверяемый прибор и используемые средства поверки должны быть защищены от вибраций, тряски, ударов, влияющих на их работу.

2.4 Операции, проводимые со средствами поверки и поверяемым прибором должны соответствовать указаниям, приведенным в эксплуатационной документации.

3 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

3.1 Поверка СИ должна выполняться специалистами организации, аккредитованной в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации на проведение поверки средств измерений данного вида, имеющими необходимую квалификацию, ознакомленными с руководством по эксплуатации и освоившими работу с СИ.

4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1 При проведении поверки применяют эталоны, средства измерений, испытательное и вспомогательное оборудование, указанные в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Средства поверки

Операция поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 7.1 Контроль условий поверки	Средства измерений температуры окружающей среды от 15 до 25 °С с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,5$ °С; Средства измерений относительной влажности окружающего воздуха от 30 до 80 % с абсолютной погрешностью не более ± 3 %.	Прибор комбинированный Testo 608-H1, Testo 608-H2, Testo 610, Testo 622, Testo 623, пер. № 53505-13; Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7, пер. № 71394-18 и др.
	Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 86 до 106,7 кПа с абсолютной погрешностью не более ± 5 гПа	Измерители давления Testo 510, Testo 511, пер. № 53431-13 и др.
п. 7.3 Опробование	Измерители сопротивления изоляции с диапазоном измерений сопротивления изоляции от 2 МОм и номинальным рабочим напряжением 100 В	Измеритель сопротивления изоляции APPA 607, пер. № 56407-14 и др.

Операция поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 9 Определение метрологических характеристик	Термометры сопротивления (платиновые) эталонные, соответствующие требованиям к эталонам 2-го, 3-го разрядов по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 23.12.2022 № 3253.	Термометр сопротивления платиновый вибропрочный эталонный ПТСВ, рег. № 57690-14, № 32777-06; Термометр сопротивления эталонный ЭТС-100, рег. № 19916-10; Термометр лабораторный электронный ЛТА мод. ЛТА-Э, рег. № 69551-17 и др.
	Преобразователи термоэлектрические эталонные, соответствующие требованиям к эталонам 1-го, 2-го, 3-го разрядов по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 23.12.2022 № 3253.	Преобразователь термоэлектрический платинородий-платиновый эталонный ППО (рег. № 1442-00), Преобразователь термоэлектрический платинородий-платинородиевый эталонный ПРО (рег. № 41201-09), Преобразователь термоэлектрический эталонный ТПО (рег. № 19254-10) и др.
	Измерители электрического сопротивления, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3456.	Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8 мод. МИТ 8.15 (рег. № 19736-11), Измеритель температуры двухканальный прецизионный МИТ 2.05 (рег. № 46432-11) и др.
	Измерители силы постоянного тока, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2 разряда по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 01 октября 2018 г. № 2091	Калибратор многофункциональный и коммуникатор ВЕАМЕХ МС6 (-R) (рег. № 52489-13), мультиметр 3458А (рег. № 25900-03) и др.

Операция поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	Измерители напряжения постоянного тока, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 28 июля 2023 г. № 1520	Прецизионный милливольтметр В2-99 (рег. № 22535-02), Измеритель температуры двухканальный прецизионный МИТ 2.05 (рег. № 46432-11), Калибратор многофункциональный и коммуникатор ВЕАМЕХ МС6 (-R) (рег. № 52489-13) и др.
	Термостаты и/или криостаты температуры (переливного типа) с нестабильностью поддержания заданного значения температуры в полезном объеме не более 1/5 от предельно допустимой погрешности поверяемого СИ	Термостаты жидкостные серии «ТЕРМОТЕСТ» (рег. № 39300-08), Термостаты переливные прецизионные серии ТПП (рег. № 33744-07), Термостат с флюидизированной средой FB-08 (рег. № 44370-10).
	Калибраторы температуры сухоблочные (жидкостные) с нестабильностью поддержания заданного значения температуры в полезном объеме не более 1/5 от предельно допустимой погрешности поверяемого СИ	Калибраторы температуры «ЭЛЕМЕР-КТ-150К», «ЭЛЕМЕР-КТ-200К», «ЭЛЕМЕР-КТ-500К», «ЭЛЕМЕР-КТ-650К», рег. № 80030-20; «ЭЛЕМЕР-КТ-900К» «ЭЛЕМЕР-КТ-1100К», рег. № 75073-19; Калибраторы температуры жидкостные ЭЛЕМЕР-ТК-М, ЭЛЕМЕР-Т, рег. № 78676-20 и др.

Операция поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	Горизонтальные (вертикальные) печи с нестабильностью поддержания заданного значения температуры в полезном объеме не более 1/5 от предельно допустимой погрешности поверяемого СИ	Печь малоинерционная горизонтальная трубчатая МТП-2МР (низковольтная МТП-1200) (диапазон воспроизводимых температур от 100 °С до 1200 °С); Печь высокотемпературная ВТП 1600-1 (диапазон воспроизводимых температур от 300 °С до 1600 °С); Печи горизонтальные высокотемпературные Fluke мод. 9118А, 9118А-ITB, рег. № 70023-17; Печи высокотемпературные PRESYS, рег. № 78948-20, Электрическая печь для градуировки термопар типа ППТ-1850 (диапазон воспроизведения температур от 600 °С до 1800 °С) и др.
	Термометр с допускаемой погрешностью измерений температуры $\pm 0,05$ °С	Термометр ЛТ-300 (рег. № 61806-15) и др.
	Нулевой термостат или герметичный сосуд, заполненный льдо-водяной смесью	Термостаты нулевые ТН-1М, ТН-2М, ТН-3М и др.
	Пробирки стеклянные для термостатирования свободных концов термоэлектродов	
Примечания: 1. Эталоны и средства измерений, применяемые в качестве эталонов, используемые при поверке, должны быть аттестованы или поверены в установленном порядке; применяемые средства измерений должны быть поверены; испытательное оборудование - аттестовано. 2. Допускается применение других средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.		

5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

5.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, установленные в следующих документах:

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

– требования безопасности, которые предусматривают «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (ПОТЭУ)» (Приказ от 15 декабря 2020 года № 903н);

– указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на эталонные средства измерений и средства испытаний;

– указания по технике безопасности, приведенные в РЭ.

6 Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре устанавливают:

- соответствие внешнего вида и комплектности прибора описанию типа, технической и эксплуатационной документации;

- наличие и четкость маркировки;

- отсутствие механических повреждений и дефектов покрытия, ухудшающих внешний вид и препятствующих применению;

- отсутствие обрывов и нарушения изоляции проводов;

- прочность соединения проводов, отсутствие следов коррозии;

- отсутствие других дефектов, которые могут повлиять на работу поверяемого СИ и на качество поверки.

Результат проверки положительный, если выполняются все вышеперечисленные требования. При оперативном устранении недостатков, замеченных при внешнем осмотре, поверка продолжается по следующим операциям.

7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1 Контроль условий поверки

7.1.1 В помещении, где будет проходить поверка средств измерений необходимо провести контроль условий окружающей среды – определить температуру и влажность окружающей среды, а также атмосферное давление.

7.1.2 Результаты контроля окружающей среды заносят специальный журнал, а также отражают в протоколе поверки средства измерений.

7.2 Подготовка к поверке средства измерений:

7.2.1. Все ТП перед проведением поверки должны предварительно выдерживаться в нерабочем состоянии при температуре окружающего воздуха от 15 до 25 °С, не менее:

- 12 ч - при разнице температур воздуха в помещении и местом, откуда вносится СИ, более 10 °С;

- 1 ч - при разнице температур воздуха в помещении и местом, откуда вносится СИ, от 1 до 10 °С;

- при разнице указанных температур менее 1 °С выдержка не требуется.

7.3 Опробование

7.3.1 Опробование проводят, путем проверки электрического сопротивления изоляции ТП.

7.3.2 Подключают один из зажимов мегомметра к закороченным между собой выходным контактам ТП, а другой – к металлической защитной арматуре.

7.3.3 Выполняют измерения электрического сопротивления изоляции ТП.

7.3.4 Результат проверки считается положительным, если полученное значение электрического сопротивления изоляции не менее 500 МОм для ТП с НСХ типов «R», «S», «B», «A», «C», «D», не менее 1000 МОм для ТП с НСХ типов «K», «N».

Примечание – для ТП с керамической защитной арматурой, ТП с неизолированным рабочим спаем и для бескорпусных ТП проверяется только целостность измерительной цепи.

8 Определение метрологических характеристик средства измерений

Градуировочные характеристики поверяемых ТП должны соответствовать НСХ конкретного типа и класса допуска по ГОСТ Р 8.585-2001 (для типов «К», «N», «R», «S», «B»), МЭК 60584-1:2013 (для типов «А» и «С»).

Значения ТЭДС ТП типа «D» (в соответствии с JB/T 29822-2013) в зависимости от температур их рабочих концов при температуре свободных концов 0°C приведены в Таблице А2 Приложения А2 настоящей методики. Полином, аппроксимирующий НСХ преобразования вольфрамений-вольфрамениевых ТП (НСХ тип «D») представлен формулой А.3, приведенной в Приложении А3, а коэффициенты полинома представлены в таблице А.3.

8.1 Определение термоэлектродвижущей силы (ТЭДС) чувствительного элемента (ЧЭ) ТП с НСХ типа «К», «N», «R», «S», «B» с длиной погружаемой части 250 мм и более

8.1.1 При поверке ТП их ТЭДС должна быть определена не менее, чем при четырех значениях температуры в пределах рабочего диапазона ТП и указанных в таблице 8.1. В обоснованных Заказчиком случаях дополнительно определяют ТЭДС ТП при значениях температуры, указанных в скобках.

Таблица 8.1

Условное обозначение НСХ	Диапазон измерений температуры, °С	Температура при измерениях ТЭДС, °С
К N	от -40 до +1200	(-40), +200, +400, +600, +800, (+1000)
R S	от +300 до +1600	+300, +600, +900, +1200
B	от +600 до +1600	+600, +900, +1200, +1500, (+1600)

Для ТП, имеющих более узкий рабочий диапазон измерений температуры, допускается определять ТЭДС в границах этого диапазона, но не менее, чем при трех значениях температуры, равноотстоящих друг от друга.

8.1.2 При поверке ТП в криостате (термостате) погружают на одну глубину в криостат (термостат) поверяемый ТП вместе с эталонным термометром, используя при этом металлические выравнивающие блоки (при необходимости).

8.1.3 При поверке ТП в сухоблочных калибраторах температуры опускают эталонный термометр или эталонный преобразователь термоэлектрический на глубину до упора дна блока сравнения (в случае применения эталонного термометра) или на глубину, отстоящую от дна на 5 мм (для эталонного ТП). Поверяемый ТП опускают на полную глубину в случае использования эталонного ТП и на глубину, отстоящую от дна на 15-20 мм, в случае использования эталонного термометра. При этом не допускают перегрева соединительной головки ТП (при наличии).

8.1.4 При поверке ТП в горизонтальной (вертикальной) печи размещают и центрируют рабочие концы эталонного преобразователя термоэлектрического (или эталонного термометра) и поверяемого ТП в рабочем пространстве (зоне равномерного распределения температуры) печи.

8.1.5 При использовании эталонного термометра сопротивления подключают его к измерителю электрического сопротивления.

8.1.6 При использовании эталонного преобразователя термоэлектрического подключают его к измерительному прибору (измерителю напряжения постоянного тока) с автоматической компенсацией холодного спая (при необходимости, с помощью кабеля со встроенной компенсацией холодного спая) или собрав схему согласно рисунку 1.

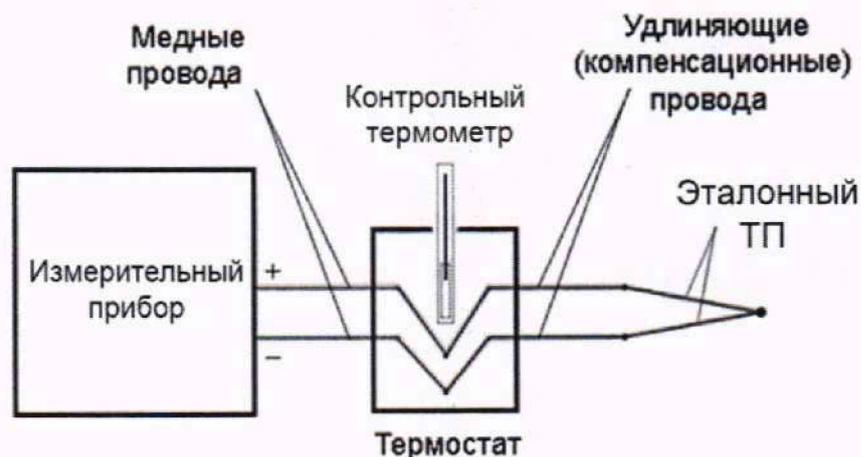


Рисунок 1 - Схема подключения эталонного ТП к измерительному прибору

8.1.6.1 К термоэлектродам эталонного ТП подключают удлиняющие (компенсационные) провода по ГОСТ 1790-2016, ГОСТ 1791-2014 (в соответствии с требованиями по ГОСТ 8.338-2002). Тип компенсационных проводов должен соответствовать установленному типу НСХ эталонного ТП ГОСТ Р 8.585-2001/МЭК 60584-1:2013. Концы удлиняющих проводов соединяют с медными проводами подключенных к измерительному прибору, скрутки проводов помещают в пробирки, заполненные мелкодисперсным порошком или трансформаторным маслом, а затем помещают пробирки в нулевой термостат (или сосуд Дьюара, заполненный льдо-водяной смесью). Температуру в сосуде Дьюара контролируют термометром с пределом допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 0,05$ °С.

8.1.7 Поверяемый ТП подключают к измерительному прибору (измерителю напряжения постоянного тока) с автоматической компенсацией холодного спая (при необходимости, с помощью кабеля со встроенной компенсацией холодного спая) или собрав схему согласно рисунку 2.

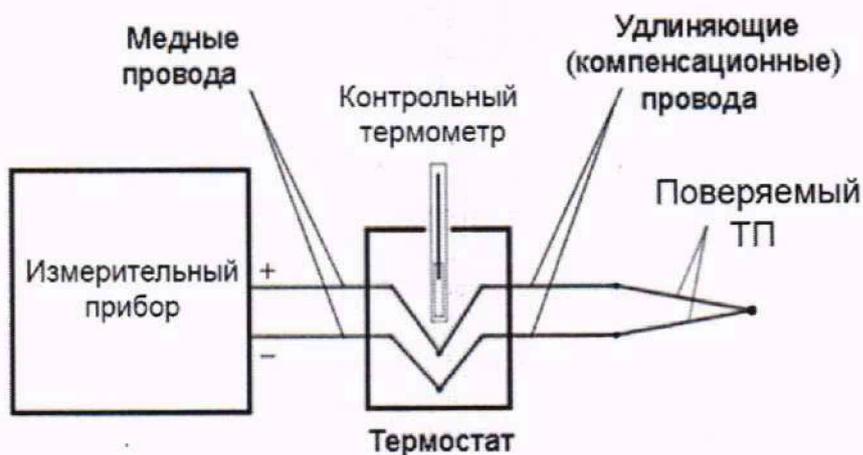


Рисунок 2 – Схема подключения, поверяемого ТП к измерительному прибору

8.1.7.1 Проводят операции по подключению поверяемого ТП в соответствии с п.8.1.6.1.

8.1.8 В соответствии с эксплуатационной документацией устанавливают на криостате, термостате, калибраторе или печи требуемую температурную точку.

8.1.9 После установления заданной температуры и установления теплового равновесия (стабилизации показаний) между эталонным термометром сопротивления (эталонным

преобразователем термоэлектрическим), поверяемым ТП и термостатирующей средой, снимают значения показаний эталона и поверяемого ТП, индицируемые на дисплее измерительного прибора.

8.1.10 Операции по п.п. 8.1.8, 8.1.9 повторить для остальных температурных точек.

8.1.11 Проводят подтверждение соответствия ТП метрологическим требованиям в соответствии с п. 9.

8.2 Определение ТЭДС ЧЭ ТП с НСХ типа «К», «N» с длиной погружаемой части менее 250 мм

8.2.1 Определение ТЭДС ЧЭ для ТП с длиной погружной части менее 250 мм проводится не менее, чем в трех температурных точках, равномерно расположенных в диапазоне измерений, включая нижний и верхний предел диапазона измерений ТП, но не выше значения +400 °С (для ТП с длиной погружаемой части от 160 до 250 мм не включ.) или +250 °С (для ТП с длиной погружаемой части менее 160 мм), методом сравнения с эталонным термометром в криостате, термостате (в т.ч. с флюидизированной средой) или жидкостном калибраторе температуры, при этом необходимо не допускать перегрева соединительной головки ТП (при наличии).

8.2.2 Погружают в криостат, термостат или в жидкостный калибратор температуры поверяемый ТП вместе с эталонным термометром.

8.2.3 Эталонный термометр сопротивления подключают к измерителю электрического сопротивления.

8.2.4 Поверяемый ТП подключают к измерительному прибору (измерителю напряжения постоянного тока) с автоматической компенсацией холодного спая (при необходимости, с помощью кабеля со встроенной компенсацией холодного спая) или собрав схему согласно рисунку 2.

8.2.5 В соответствии с эксплуатационной документацией устанавливают на термостате (криостате) или калибраторе требуемую температурную точку.

8.2.6 После установления заданной температуры и установления теплового равновесия (стабилизации показаний) между эталонным термометром (эталонным преобразователем термоэлектрическим), поверяемым ТП и термостатирующей средой, снимают значения показаний эталона и поверяемого ТП, индицируемые на дисплее измерительного прибора.

8.2.7 Операции по п.п. 8.2.5, 8.2.6 повторить для остальных температурных точек, находящихся в диапазоне измерений температуры или рабочего диапазона измерений температуры поверяемого ТП.

8.2.8 Проводят подтверждение соответствия ТП метрологическим требованиям в соответствии с п.9.

8.3 Определение термоэлектродвижущей силы (ТЭДС) чувствительного элемента (ЧЭ) ТП с НСХ типа «А», «С», «D»

8.3.1 Поверка ТП с НСХ типа «А», «С», «D» проводится в калибраторах температуры и электропечи. При поверке ТП их ТЭДС должна быть определена не менее, чем при четырёх значениях температуры в пределах рабочего диапазона ТП и указанных в таблице 8.2.

Таблица 8.2

Условное обозначение НСХ	Диапазон измерений температуры, °С	Температура при измерениях ТЭДС, °С
А	от + 1000 до +1800	+1000, +1200, +1400, +1600, (+1700)
С	от + 600 до +1800	(+600), +1000, +1200, +1400, +1600, (+1700)
D	от + 426 до +1800	(+600), +1000, +1200, +1400, +1600, (+1700)

8.3.2 При поверке ТП в сухоблочных калибраторах температуры опускают эталонный термометр или эталонный преобразователь термоэлектрический на глубину до упора дна блока сравнения (в случае применения эталонного термометра) или на глубину, отстоящую от дна на 5 мм (для эталонного ТП). Поверяемый ТП опускают на полную глубину в случае использования эталонного ТП и на глубину, отстоящую от дна на 15-20 мм, в случае использования эталонного термометра. При этом не допускают перегрева соединительной головки ТП (при наличии).

8.3.3 При поверке ТП в электропечи 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.

При поверке ТП в печи с возможностью создания защитной атмосферы аргона, поверяемый ТП помещают в защитный чехол, через который поддерживается поступление потока аргона.

8.3.4 При использовании эталонного преобразователя термоэлектрического подключают его к измерительному прибору (измерителю напряжения постоянного тока) с автоматической компенсацией холодного спая (при необходимости, с помощью кабеля со встроенной компенсацией холодного спая) или собрав схему согласно рисунку 1.

8.3.4 К термоэлектродам эталонного ТП подключают удлиняющие (компенсационные) провода по ГОСТ 1790-2016, ГОСТ 1791-2014 (в соответствии с требованиями по ГОСТ 8.338-2002). Тип компенсационных проводов должен соответствовать установленному типу НСХ эталонного ТП по ГОСТ Р 8.585-2001/МЭК 60584-1:2013. Концы удлиняющих проводов соединяют с медными проводами подключенных к измерительному прибору, скрутки проводов помещают в пробирки, заполненные мелкодисперсным порошком или трансформаторным маслом, а затем помещают пробирки в нулевой термостат (или сосуд Дьюара, заполненный льдо-водяной смесью). Температуру в сосуде Дьюара контролируют термометром с пределом допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 0,05$ °С.

8.3.5 Поверяемый ТП подключают к измерительному прибору (измерителю напряжения постоянного тока) с автоматической компенсацией холодного спая (при необходимости, с помощью кабеля со встроенной компенсацией холодного спая) или собрав схему согласно рисунку 2.

8.3.6.1 Проводят операции по подключению поверяемого ТП в соответствии с п. 8.1.6.1.

8.3.7 В соответствии с эксплуатационной документацией устанавливают в печи или калибраторе температуры требуемую температурную точку.

8.3.8 После установления заданной температуры и установления теплового равновесия (стабилизации показаний) между эталонным преобразователем термоэлектрическим, поверяемым ТП и термостатирующей средой, снимают значения показаний эталона и поверяемого ТП, индицируемые на дисплее измерительного прибора.

8.3.9 Операции по п.п. 8.3.7, 8.3.8 повторить для остальных температурных точек.

8.3.10 Проводят подтверждение соответствия ТП метрологическим требованиям в соответствии с п. 9.

9 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

9.1 При использовании эталонного преобразователя термоэлектрического рассчитывают значения отклонений ТЭДС поверяемого ТП в температурном эквиваленте (Δ , °С) для каждой поверяемой точки по формуле 1:

$$\Delta = \left(\left(t_{\text{ТП}}^{\text{ГОСТ}} + \frac{E_{\text{ТП}}^{\text{ИЗМ}} - E_{\text{ТП}}^{\text{ГОСТ}}}{\left(\frac{\Delta E_{\text{ТП}}}{\Delta t} \right)_t} \right) + t_{\text{СКТП}} \right) - \left(\left(t_{\text{ЭТ}}^{\text{ПРОТ}} + \frac{E_{\text{ЭТ}}^{\text{ИЗМ}} - E_{\text{ЭТ}}^{\text{ПРОТ}}}{\left(\frac{\Delta E_{\text{ЭТ}}}{\Delta t} \right)_t} \right) + t_{\text{СКЭТ}} \right) \quad (1)$$

где: $t_{\text{ТП}}^{\text{ГОСТ}}$ – значение температуры, соответствующее значению $E_{\text{ТП}}^{\text{ГОСТ}}$, °С;

$E_{\text{ТП}}^{\text{ИЗМ}}$ – значение ТЭДС, измеренное поверяемым ТП, мВ;

$E_{\text{ТП}}^{\text{ГОСТ}}$ – значение ТЭДС ТП в соответствии с ГОСТ Р 8.585-2001/МЭК 60584-1:2013, ближайшее к $E_{\text{ТП}}^{\text{ИЗМ}}$, мВ;

$\left(\frac{\Delta E_{\text{ТП}}}{\Delta t} \right)_t$ – чувствительность поверяемого ТП соответствующей градуировки при измеряемой температуре на единицу температуры, мВ/°С;

$t_{\text{СКТП}}$ – значение температуры свободных концов поверяемого ТП при температуре, измеренной контрольным термометром, °С;

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

$E_{\text{ЭТ}}^{\text{ИЗМ}}$ – значение ТЭДС, измеренное эталонным ТП, мВ;

$E_{\text{ЭТ}}^{\text{ПРОТ}}$ – значение ТЭДС ТП, взятое из протокола поверки (калибровки) на эталонный ТП, ближайшее к $E_{\text{ЭТ}}^{\text{ИЗМ}}$, мВ;

$\left(\frac{\Delta E_{\text{ЭТ}}}{\Delta t} \right)_t$ – чувствительность эталонного ТП соответствующей градуировки при измеряемой температуре на единицу температуры, мВ/°С;

$t_{\text{СКЭТ}}$ – значение температуры свободных концов эталонного ТП при температуре, измеренной контрольным термометром, °С.

Примечание – при использовании средств поверки с автоматическим пересчетом ТЭДС в значения температуры и (или) с автоматической компенсацией холодного спая. Расчет значения отклонения ТЭДС поверяемого ТП в температурном эквиваленте рассчитывается по формуле 2.

$$\Delta = (t_{\text{ТП}} + t_{\text{СКТП}}) - (t_{\text{ЭТ}} + t_{\text{СКЭТ}}) \quad (2)$$

где: $t_{\text{ТП}}$ – значение ТЭДС в температурном эквиваленте, измеренное поверяемым ТП, °С;

$t_{\text{СКТП}}$ – значение температуры свободных концов поверяемого ТП при температуре, измеренной контрольным термометром (для автоматической компенсации холодного спая значение параметра равно 0 °С), °С;

$t_{\text{ЭТ}}$ – значение температуры, измеренное эталонным ТП, °С;

$t_{\text{СКЭТ}}$ – значение температуры свободных концов эталонного ТП при температуре, измеренной контрольным термометром (для автоматической компенсации холодного спая значение параметра равно 0 °С), °С.

9.2 При использовании эталонного термометра рассчитывают значения отклонений ТЭДС поверяемого ТП в температурном эквиваленте (Δ , °С) для каждой поверяемой точки по формуле 3.

$$\Delta = \left(\left(t_{\text{ТП}}^{\text{ГОСТ}} + \frac{E_{\text{ТП}}^{\text{ИЗМ}} - E_{\text{ТП}}^{\text{ГОСТ}}}{\left(\frac{\Delta E_{\text{ТП}}}{\Delta t} \right)_t} \right) + t_{\text{СКТП}} \right) - t_{\text{ЭТ}} \quad (3)$$

где: $t_{\text{ТП}}^{\text{ГОСТ}}$ – значение температуры, соответствующее значению $E_{\text{ТП}}^{\text{ГОСТ}}$, °С;
 $E_{\text{ТП}}^{\text{ИЗМ}}$ – значение ТЭДС, измеренное поверяемым ТП, мВ;
 $E_{\text{ТП}}^{\text{ГОСТ}}$ – значение ТЭДС ТП в соответствии с ГОСТ Р 8.585-2001/МЭК 60584-1:2013, ближайшее к $E_{\text{ТП}}^{\text{ИЗМ}}$, мВ;

$\left(\frac{\Delta E_{\text{ТП}}}{\Delta t}\right)_t$ – чувствительность поверяемого ТП соответствующей градуировки при измеряемой температуре на единицу температуры, мВ/°С;

$t_{\text{СКТП}}$ – значение температуры свободных концов поверяемого ТП при температуре, измеренной контрольным термометром, °С;

$t_{\text{ЭТ}}$ – значение температуры, измеренное эталонным термометром, °С.

Примечание – при использовании средств поверки с автоматическим пересчетом ТЭДС в значения температуры и (или) с автоматической компенсацией холодного спая. Расчет значения отклонения ТЭДС поверяемого ТП в температурном эквиваленте рассчитывается по формуле 4.

$$\Delta = (t_{\text{ТП}} + t_{\text{СКТП}}) - t_{\text{ЭТ}} \quad (4)$$

где: $t_{\text{ТП}}$ – значение ТЭДС в температурном эквиваленте, измеренное поверяемым ТП, °С;

$t_{\text{СКТП}}$ – значение температуры свободных концов поверяемого ТП при температуре, измеренной контрольным термометром (для автоматической компенсации холодного спая значение параметра равно 0 °С), °С;

$t_{\text{ЭТ}}$ – значение температуры, измеренное эталонным термометром, °С.

9.3 Результат поверки считается положительным, а ТП соответствующим метрологическим требованиям, если полученные значения метрологических характеристик ТП не превышают нормированных значений, указанных в Таблице А1 Приложения А1 настоящей методики.

10 Оформление результатов поверки

10.1 Сведения о результатах поверки ТП в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений РФ передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

10.2 ТП, прошедшие поверку с положительным результатом, признаются годными и допускаются к применению. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, на средство измерений выдается свидетельство о поверке.

10.3 При отрицательных результатах поверки на средство измерений по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, оформляется извещение о непригодности к применению.

Разработчики настоящей методики:

Начальник отдела 207

метрологического обеспечения термометрии

ФГБУ «ВНИИМС

А.А. Игнатов

Заместитель начальника отдела 207

метрологического обеспечения термометрии

ФГБУ «ВНИИМС»

Е.В. Родионова

Таблица А1 - Метрологические характеристики

Условное обозначение НСХ ⁽⁴⁾	Класс допуска	Диапазон измерений температуры, °С	Пределы допускаемых отклонений ТЭДС ТП от НСХ, °С (где t – значение измеряемой температуры, °С) ⁽¹⁾
К	1	от -40 до +375 включ. св. +375 до +1000	$\pm 1,5$ $\pm 0,004 \cdot t$
	2	от -40 до +333 включ. св. +333 до +1200	$\pm 2,5$ $\pm 0,0075 \cdot t$
N	1	от -40 до +375 включ. св. +375 до +1000	$\pm 1,5$ $\pm 0,004 \cdot t$
	2	от -40 до +333 включ. св. +333 до +1200	$\pm 2,5$ $\pm 0,0075 \cdot t$
A	2	от + 1000 до +1800 ⁽³⁾	$\pm 0,01 \cdot t$
C	2	от + 600 до +1800 ⁽³⁾	$\pm 0,01 \cdot t$
D	2	от + 426 до +1800 ⁽³⁾	$\pm 0,01 \cdot t$
S, R	2	от 0 до +600 включ. св. +600 до +1600	$\pm 1,5$ $\pm 0,0025 \cdot t$
	1	от +600 до +1100 включ. св. +1100 до +1600	$\pm 1,0$ $\pm 1 + 0,003 \cdot (t - 1100)$
B	2	от + 600 до +1600	$\pm 0,0025 \cdot t$

Примечания:

⁽¹⁾ Рабочий диапазон измерений температуры конкретного ТП находится внутри диапазона измерений температуры, приведенного в таблице, определяется конструктивным исполнением ТП и приведен в паспорте на изделие.

⁽²⁾ t - значение измеряемой температуры, °С.

⁽³⁾ - до 1900 °С - кратковременно.

⁽⁴⁾ - условное обозначение НСХ по ГОСТ Р 8.585-2001 (для типов «К», «N», «R», «S», «B»), МЭК 60584-1:2013 (для типов «A» и «C»), JB/T 29822-2013 (для типа «D»).

Таблица А2 - Номинальная статическая характеристика преобразования (НСХ) ТП типа «Д»

Температура рабочего конца, °С	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	ТЭДС в мкВ при температуре свободного конца 0 °С									
400	6130	6149	6168	6187	6206	6225	6245	6264	6283	6302
410	6321	6340	6359	6378	6398	6417	6436	6455	6474	6494
420	6513	6532	6551	6571	6590	6609	6628	6648	6667	6686
430	6706	6725	6744	6764	6783	6802	6822	6841	6861	6880
440	6899	6919	6938	6958	6977	6997	7016	7035	7055	7074
450	7094	7113	7133	7152	7172	7191	7211	7231	7250	7270
460	7289	7309	7328	7348	7368	7387	7407	7427	7446	7466
470	7485	7505	7525	7544	7564	7584	7604	7623	7643	7663
480	7682	7702	7722	7742	7761	7781	7801	7821	7840	7860
490	7880	7900	7920	7939	7959	7979	7999	8019	8038	8058
500	8078	8098	8118	8138	8158	8178	8197	8217	8237	8257
510	8277	8297	8317	8337	8357	8377	8397	8417	8437	8457
520	8476	8496	8516	8536	8556	8576	8596	8616	8636	8656
530	8676	8696	8717	8737	8757	8777	8797	8817	8837	8857
540	8877	8897	8917	8937	8957	8977	8997	9018	9038	9058
550	9078	9098	9118	9138	9158	9178	9199	9219	9239	9259
560	9279	9299	9320	9340	9360	9380	9400	9420	9441	9461
570	9481	9501	9521	9542	9562	9582	9602	9622	9643	9663
580	9683	9703	9723	9744	9764	9784	9804	9825	9845	9865
590	9885	9906	9926	9946	9966	9987	10007	10027	10048	10068
600	10088	10108	10129	10149	10169	10190	10210	10230	10250	10271
610	10291	10311	10332	10352	10372	10393	10413	10433	10454	10474
620	10494	10515	10535	10555	10576	10596	10616	10637	10657	10677
630	10698	10718	10738	10759	10779	10799	10820	10840	10860	10881
640	10901	10921	10942	10962	10983	11003	11023	11044	11064	11084
650	11105	11125	11146	11166	11186	11207	11227	11247	11268	11288
660	11309	11329	11349	11370	11390	11410	11431	11451	11472	11492
670	11512	11533	11553	11574	11594	11614	11635	11655	11676	11696
680	11716	11737	11757	11778	11798	11818	11839	11859	11880	11900
690	11921	11941	11961	11982	12002	12023	12043	12063	12084	12104
700	12125	12145	12165	12186	12206	12227	12247	12268	12288	12308
710	12329	12349	12370	12390	12410	12431	12451	12472	12492	12513

Температура рабочего конца, °С	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	ТЭДС в мкВ при температуре свободного конца 0 °С									
720	12533	12553	12574	12594	12615	12635	12656	12676	12696	12717
730	12737	12758	12778	12799	12819	12840	12860	12880	12901	12921
740	12942	12962	12983	13003	13023	13044	13064	13085	13105	13126
750	13146	13167	13187	13207	13228	13248	13269	13289	13310	13330
760	13351	13371	13392	13412	13433	13453	13473	13494	13514	13535
770	13555	13576	13596	13617	13637	13658	13678	13699	13719	13740
780	13760	13781	13801	13822	13842	13863	13883	13904	13924	13945
790	13965	13986	14006	14027	14047	14068	14088	14109	14129	14150
800	14170	14191	14211	14232	14252	14273	14293	14314	14334	14355
810	14375	14395	14416	14436	14457	14477	14498	14518	14539	14559
820	14580	14600	14621	14641	14662	14682	14703	14723	14744	14764
830	14784	14805	14825	14846	14866	14887	14907	14928	14948	14969
840	14989	15009	15030	15050	15071	15091	15112	15132	15152	15173
850	15193	15214	15234	15255	15275	15295	15316	15336	15357	15377
860	15398	15418	15438	15459	15479	15500	15520	15540	15561	15581
870	15602	15622	15642	15663	15683	15703	15724	15744	15765	15785
880	15805	15826	15846	15866	15887	15907	15928	15948	15968	15989
890	16009	16029	16050	16070	16090	16111	16131	16151	16172	16192
900	16212	16233	16253	16273	16294	16314	16334	16354	16375	16395
910	16415	16436	16456	16476	16497	16517	16537	16557	16578	16598
920	16618	16638	16659	16679	16699	16720	16740	16760	16780	16801
930	16821	16841	16861	16881	16902	16922	16942	16962	16983	17003
940	17023	17043	17063	17084	17104	17124	17144	17164	17185	17205
950	17225	17245	17265	17285	17306	17326	17346	17366	17386	17406
960	17427	17447	17467	17487	17507	17527	17547	17568	17588	17608
970	17628	17648	17668	17688	17708	17728	17748	17769	17789	17809
980	17829	17849	17869	17889	17909	17929	17949	17969	17989	18009
990	18029	18049	18069	18090	18110	18130	18150	18170	18190	18210
1000	18230	18250	18270	18290	18310	18330	18350	18370	18390	18410
1010	18430	18450	18469	18489	18509	18529	18549	18569	18589	18609
1020	18629	18649	18669	18689	18709	18729	18749	18768	18788	18808
1030	18828	18848	18868	18888	18908	18928	18947	18967	18987	19007
1040	19027	19047	19067	19086	19106	19126	19146	19166	19186	19205
1050	19225	19245	19265	19285	19304	19324	19344	19364	19384	19403
1060	19423	19443	19463	19482	19502	19522	19542	19561	19581	19601

Температура рабочего конца, °С	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	ТЭДС в мкВ при температуре свободного конца 0 °С									
1070	19621	19640	19660	19680	19700	19719	19739	19759	19778	19798
1080	19818	19837	19857	19877	19896	19916	19936	19955	19975	19995
1090	20014	20034	20054	20073	20093	20113	20132	20152	20171	20191
1100	20211	20230	20250	20269	20289	20309	20328	20348	20367	20387
1110	20406	20426	20446	20465	20485	20504	20524	20543	20563	20582
1120	20602	20621	20641	20660	20680	20699	20719	20738	20758	20777
1130	20797	20816	20836	20855	20875	20894	20914	20933	20952	20972
1140	20991	21011	21030	21050	21069	21088	21108	21127	21147	21166
1150	21185	21205	21224	21243	21263	21282	21301	21321	21340	21360
1160	21379	21398	21418	21437	21456	21475	21495	21514	21533	21553
1170	21572	21591	21611	21630	21649	21668	21688	21707	21726	21745
1180	21765	21784	21803	21822	21842	21861	21880	21899	21918	21938
1190	21957	21976	21995	22014	22034	22053	22072	22091	22110	22129
1200	22149	22168	22187	22206	22225	22244	22263	22283	22302	22321
1210	22340	22359	22378	22397	22416	22435	22454	22473	22493	22512
1220	22531	22550	22569	22588	22607	22626	22645	22664	22683	22702
1230	22721	22740	22759	22778	22797	22816	22835	22854	22873	22892
1240	22911	22930	22949	22968	22987	23006	23024	23043	23062	23081
1250	23100	23119	23138	23157	23176	23195	23214	23232	23251	23270
1260	23289	23308	23327	23346	23364	23383	23402	23421	23440	23459
1270	23477	23496	23515	23534	23553	23571	23590	23609	23628	23647
1280	23665	23684	23703	23722	23740	23759	23778	23797	23815	23834
1290	23853	23871	23890	23909	23928	23946	23965	23984	24002	24021
1300	24040	24058	24077	24096	24114	24133	24152	24170	24189	24208
1310	24226	24245	24263	24282	24301	24319	24338	24356	24375	24394
1320	24412	24431	24449	24468	24486	24505	24523	24542	24561	24579
1330	24598	24616	24635	24653	24672	24690	24709	24727	24746	24764
1340	24783	24801	24820	24838	24856	24875	24893	24912	24930	24949
1350	24967	24985	25004	25022	25041	25059	25078	25096	25114	25133
1360	25151	25169	25188	25206	25224	25243	25261	25280	25298	25316
1370	25335	25353	25371	25389	25408	25426	25444	25463	25481	25499
1380	25517	25536	25554	25572	25591	25609	25627	25645	25664	25682
1390	25700	25718	25736	25755	25773	25791	25809	25827	25846	25864
1400	25882	25900	25918	25936	25955	25973	25991	26009	26027	26045
1410	26063	26082	26100	26118	26136	26154	26172	26190	26208	26226

Температура рабочего конца, °С	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	ТЭДС в мкВ при температуре свободного конца 0 °С									
1420	26244	26262	26281	26299	26317	26335	26353	26371	26389	26407
1430	26425	26443	26461	26479	26497	26515	26533	26551	26569	26587
1440	26605	26623	26641	26659	26677	26695	26712	26730	26748	26766
1450	26784	26802	26820	26838	26856	26874	26892	26909	26927	26945
1460	26963	26981	26999	27017	27035	27052	27070	27088	27106	27124
1470	27141	27159	27177	27195	27213	27230	27248	27266	27284	27302
1480	27319	27337	27355	27373	27390	27408	27426	27444	27461	27479
1490	27497	27514	27532	27550	27567	27585	27603	27621	27638	27656
1500	27673	27691	27709	27726	27744	27762	27779	27797	27815	27832
1510	27850	27867	27885	27903	27920	27938	27955	27973	27990	28008
1520	28026	28043	28061	28078	28096	28113	28131	28148	28166	28183
1530	28201	28218	28236	28253	28271	28288	28306	28323	28341	28358
1540	28375	28393	28410	28428	28445	28463	28480	28497	28515	28532
1550	28550	28567	28584	28602	28619	28636	28654	28671	28688	28706
1560	28723	28740	28758	28775	28792	28810	28827	28844	28862	28879
1570	28896	28913	28931	28948	28965	28982	29000	29017	29034	29051
1580	29069	29086	29103	29120	29137	29155	29172	29189	29206	29223
1590	29241	29258	29275	29292	29309	29326	29343	29361	29378	29395
1600	29412	29429	29446	29463	29480	29497	29514	29532	29549	29566
1610	29583	29600	29617	29634	29651	29668	29685	29702	29719	29736
1620	29753	29770	29787	29804	29821	29838	29855	29872	29889	29906
1630	29923	29939	29956	29973	29990	30007	30024	30041	30058	30075
1640	30092	30108	30125	30142	30159	30176	30193	30210	30226	30243
1650	30260	30277	30294	30311	30327	30344	30361	30378	30394	30411
1660	30428	30445	30461	30478	30495	30512	30528	30545	30562	30579
1670	30595	30612	30629	30645	30662	30679	30695	30712	30729	30745
1680	30762	30779	30795	30812	30828	30845	30862	30878	30895	30911
1690	30928	30944	30961	30978	30994	31011	31027	31044	31060	31077
1700	31093	31110	31126	31143	31159	31176	31192	31209	31225	31242
1710	31258	31275	31291	31307	31324	31340	31357	31373	31389	31406
1720	31422	31439	31455	31471	31488	31504	31520	31537	31553	31569
1730	31586	31602	31618	31635	31651	31667	31684	31700	31716	31732
1740	31749	31765	31781	31797	31814	31830	31846	31862	31878	31895
1750	31911	31927	31943	31959	31976	31992	32008	32024	32040	32056

Температура рабочего конца, °С	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	ТЭДС в мкВ при температуре свободного конца 0 °С									
1760	32072	32088	32105	32121	32137	32153	32169	32185	32201	32217
1770	32233	32249	32265	32281	32297	32313	32329	32345	32361	32377
1780	32393	32409	32425	32441	32457	32473	32489	32505	32521	32537
1790	32553	32569	32585	32600	32616	32632	32648	32664	32680	32696
1800	32712	32727	32743	32759	32775	32791	32806	32822	32838	32854
1810	32870	32885	32901	32917	32933	32948	32964	32980	32995	33011
1820	33027	33042	33058	33074	33090	33105	33121	33136	33152	33168
1830	33183	33199	33215	33230	33246	33261	33277	33292	33308	33324
1840	33339	33355	33370	33386	33401	33417	33432	33448	33463	33479
1850	33494	33510	33525	33540	33556	33571	33587	33602	33618	33633
1860	33648	33664	33679	33694	33710	33725	33741	33756	33771	33786
1870	33802	33817	33832	33848	33863	33878	33893	33909	33924	33939
1880	33954	33970	33985	34000	34015	34030	34046	34061	34076	34091
1890	34106	34121	34136	34152	34167	34182	34197	34212	34227	34242
1900	34257	34272	34287	34302	34317	34332	34347	34362	34377	34392
1910	34407	34422	34437	34452	34467	34482	34497	34512	34527	34542
1920	34556	34571	34586	34601	34616	34631	34646	34660	34675	34690
1930	34705	34720	34734	34749	34764	34779	34793	34808	34823	34838
1940	34852	34867	34882	34896	34911	34926	34940	34955	34970	34984
1950	34999	35013	35028	35043	35057	35072	35086	35101	35115	35130

Полином, аппроксимирующий НСХ преобразования вольфрамений-вольфрамениевых ТП (НСХ тип «D») представлен формулой А.3.

$$E(t) = C_0 + C_1 t + C_2 t^2 + \dots + C_t^n \quad (A.3)$$

где:

$E(t)$ – термоэлектродвижущая сила в микровольтах (мкВ).

Коэффициенты C полинома для вольфрамений-вольфрамениевых ТП (НСХ тип «D») представлены в таблице А.3.

Таблица А3 Коэффициенты полинома для вольфрамений-вольфрамениевых ТП (НСХ тип «D»)

Полиномиальный коэффициент	Диапазон температуры	
	от 0°С до 783 °С	от 783 °С до 2315°С
C_0	$0,0000000 \times 10^0$	2,2097354
C_1	$9,5921929 \times 100$	$-1,4500612 \times 10^0$
C_2	$2,0068371 \times 10^{-2}$	$4,2898234 \times 10^{-2}$
C_3	$-1,3786121 \times 10^{-5}$	$-4,2816409 \times 10$
C_4	$-1,1620542 \times 10^{-8}$	$2,4132609 \times 10^{-3}$
C_5	$3,9875300 \times 10^{-10}$	$-8,1885541 \times 10^{-12}$
C_6	$-4,2429757 \times 10^{-14}$	$1,5873209 \times 10^{-15}$
C_7	$1,6821225 \times 10^{-17}$	$-1,4320975 \times 10^{-19}$