

УТВЕРЖДАЮ

Технический директор

ООО «ИЦРМ»



М. С. Казаков

10 2019 г.

Преобразователи температуры SmartLine STT700

Методика поверки

ИЦРМ-МП-194-19

г. Москва

2019 г.

Содержание

| | |
|--|----|
| 1 Вводная часть | 3 |
| 2 Операции поверки..... | 13 |
| 3 Средства поверки | 13 |
| 4 Требования к квалификации поверителей..... | 14 |
| 5 Требования безопасности..... | 14 |
| 6 Условия поверки | 14 |
| 7 Подготовка к поверке | 14 |
| 8 Проведение поверки | 15 |
| 9 Оформление результатов поверки..... | 20 |
| Приложение А | 21 |

1 ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на преобразователи температуры SmartLine STT700 (далее по тексту – преобразователи), и устанавливает методы, а также средства их первичной и периодической поверок.

1.2 На первичную поверку следует предъявлять преобразователи до ввода в эксплуатацию и после ремонта.

1.3 На периодическую поверку следует предъявлять преобразователи в процессе эксплуатации и/или хранения.

1.4 Интервал между поверками 4 года.

1.5 Предусмотрена возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных блоков из состава средства измерений для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений, в соответствии с заявлением владельца средства измерений, с обязательным указанием в свидетельстве о поверке информации об объеме проведенной поверки, в соответствии с приказом от 02.07.2015 г. № 1815 Министерства Промышленности и Торговли Российской Федерации».

1.6 Основные метрологические характеристики приведены в таблицах 1 - 3.

Таблица 1 – Метрологические характеристики преобразователей

| Тип первичного преобразова- теля/Входной сигнал | Выходной сигнал | Диапазон преобразований | Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности преобразований ¹⁾ | |
|---|--|---|---|-----------------------------|
| | | | по цифровому выходу (HART- или DE- протокол) | по аналоговому выходу |
| Термоэлектрические преобразователи ²⁾ | | | | |
| Тип В по ГОСТ Р 8.585-2001 | сила постоянного тока от 4 до 20 мА; HART; DE | от +550 до +1600 °С | ±1,00 °С | ±0,00025·D ³⁾ °С |
| | | от +200 до +1600 °С | ±3,00 °С | ±0,00025·D ³⁾ °С |
| Тип С | сила постоянного тока от 4 до 20 мА; HART | от 0 до +1650 °С (от 0,000 до 28,970 мВ) | ±1,20 °С | ±0,00025·D ³⁾ °С |
| | | от 0 до +2300 °С (от 0,000 до 36,923 мВ) | ±1,70 °С | ±0,00025·D ³⁾ °С |
| Тип Е по ГОСТ Р 8.585-2001 | сила постоянного тока от 4 до 20 мА; HART; DE | от 0 до +1000 °С | ±0,30 °С | ±0,00025·D ³⁾ °С |
| | | от -200 до +1000 °С | ±0,60 °С | ±0,00025·D ³⁾ °С |
| Тип J по ГОСТ Р 8.585-2001 | сила постоянного тока от 4 до 20 мА; HART; DE | от 0 до +800 °С | ±0,30 °С | ±0,00025·D ³⁾ °С |
| | | от -200 до +1200 °С | ±0,70 °С | ±0,00025·D ³⁾ °С |
| Тип К по ГОСТ Р 8.585-2001 | сила постоянного тока от 4 до 20 мА; HART; DE | от -120 до +1370 °С | ±0,60 °С | ±0,00025·D ³⁾ °С |
| | | от -200 до +1370 °С | ±0,90 °С | ±0,00025·D ³⁾ °С |
| Тип N по ГОСТ Р 8.585-2001 | сила постоянного тока от 4 до 20 мА; HART; DE | от 0 до +1300 °С | ±0,40 °С | ±0,00025·D ³⁾ °С |
| | | от -200 до +1300 °С | ±1,50 °С | ±0,00025·D ³⁾ °С |
| Тип R по ГОСТ Р 8.585-2001 | сила постоянного тока от 4 до 20 мА; HART; DE | от +500 до +1760 °С | ±0,60 °С | ±0,00025·D ³⁾ °С |
| | | от -50 до +1760 °С | ±1,00 °С | ±0,00025·D ³⁾ °С |
| Тип S по ГОСТ Р 8.585-2001 | сила постоянного тока от 4 до 20 мА; HART; DE | от +500 до +1760 °С | ±0,60 °С | ±0,00025·D ³⁾ °С |
| | | от -50 до +1760 °С | ±1,00 °С | ±0,00025·D ³⁾ °С |
| Тип T по ГОСТ Р 8.585-2001 | сила постоянного тока от 4 до 20 мА; HART; DE | от -100 до +400 °С | ±0,30 °С | ±0,00025·D ³⁾ °С |
| | | от -250 до +400 °С | ±0,50 °С | ±0,00025·D ³⁾ °С |
| Тип L по ГОСТ Р 8.585-2001 | сила постоянного тока от 4 до 20 мА; HART | от 0 до +800 °С | ±0,50 °С | ±0,00025·D ³⁾ °С |
| | | от -200 до +800 °С | ±0,90 °С | ±0,00025·D ³⁾ °С |

Продолжение таблицы 1

| Тип первичного преобразова- теля/Входной сигнал | Выходной сигнал | Диапазон преобразований | Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности преобразований ¹⁾ | |
|---|--|--|---|-----------------------------|
| | | | по цифровому выходу (HART- или DE- протокол) | по аналоговому выходу |
| Термопреобразователи сопротивления | | | | |
| Pt100 ($\alpha=0,00385\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$) по ГОСТ 6651-2009 | сила постоянного тока от 4 до 20 мА; HART; DE | от -200 до +450 °С | ±0,15 °С | ±0,00025·D ³⁾ °С |
| | | от -200 до +850 °С | ±0,25 °С | ±0,00025·D ³⁾ °С |
| Pt200 ($\alpha=0,00385\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$) по ГОСТ 6651-2009 | сила постоянного тока от 4 до 20 мА; HART; DE | от -200 до +450 °С | ±0,30 °С | ±0,00025·D ³⁾ °С |
| | | от -200 до +850 °С | ±0,40 °С | ±0,00025·D ³⁾ °С |
| Ni 120 ($\alpha=0,00672\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$) | сила постоянного тока от 4 до 20 мА; HART | от -80 до +260 °С (от 66,60 до 380,31 Ом) | ±0,12 °С | ±0,00025·D ³⁾ °С |
| 50П ($\alpha=0,00391\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$) по ГОСТ 6651-2009 | сила постоянного тока от 4 до 20 мА; HART | от -200 до +450 °С | ±0,32 °С | ±0,00025·D ³⁾ °С |
| | | от -200 до +600 °С | ±0,55 °С | ±0,00025·D ³⁾ °С |
| 100П ($\alpha=0,00391\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$) по ГОСТ 6651-2009 | сила постоянного тока от 4 до 20 мА; HART | от -200 до +450 °С | ±0,16 °С | ±0,00025·D ³⁾ °С |
| | | от -200 до +600 °С | ±0,27 °С | ±0,00025·D ³⁾ °С |
| 50М ($\alpha=0,00426\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$) по ГОСТ 6651-2009 | сила постоянного тока от 4 до 20 мА; HART | от -50 до +200 °С | ±0,42 °С | ±0,00025·D ³⁾ °С |
| 100М ($\alpha=0,00426\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$) по ГОСТ 6651-2009 | сила постоянного тока от 4 до 20 мА; HART | от -50 до +200 °С | ±0,50 °С | ±0,00025·D ³⁾ °С |
| 50М ($\alpha=0,00428\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$) по ГОСТ 6651-2009 | сила постоянного тока от 4 до 20 мА; HART | от -180 до +200 °С | ±0,55 °С | ±0,00025·D ³⁾ °С |

Продолжение таблицы 1

| Тип первичного преобразова- теля/Входной сигнал | Выходной сигнал | Диапазон преобразований | Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности преобразований ¹⁾ | |
|--|--|----------------------------|---|---|
| | | | по цифровому выходу (HART- или DE- протокол) | по аналоговому выходу |
| 100М ($\alpha=0,00428\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$) по ГОСТ 6651-2009 | сила постоянного тока от 4 до 20 мА; HART | от -180 до +200 °С | $\pm 0,32\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $\pm 0,00025 \cdot D^3\text{ }^{\circ}\text{C}$ |
| Аналоговые входы | | | | |
| Напряжение постоянного тока | сила постоянного тока от 4 до 20 мА; HART; DE | от -7 до +22 мВ | $\pm 0,010\text{ мВ}$ | $\pm 0,00025 \cdot D^3\text{ мВ}$ |
| | | от -20 до +125 мВ | $\pm 0,015\text{ мВ}$ | $\pm 0,00025 \cdot D^3\text{ мВ}$ |
| Электрическое сопротив- ление постоянному току | сила постоянного тока от 4 до 20 мА; HART; DE | от 0 до 500 Ом | $\pm 0,35\text{ Ом}$ | $\pm 0,00025 \cdot D^3\text{ Ом}$ |
| | | от 0 до 2000 Ом | $\pm 0,50\text{ Ом}$ | $\pm 0,00025 \cdot D^3\text{ Ом}$ |
| ¹⁾ Основная и дополнительная погрешности для аналогового выхода (от 4 до 20 мА) равна сумме погрешностей по цифровому и по аналоговому выходу; для обмена по протоколам HART, DE погрешность равна погрешности по цифровому выходу; ²⁾ При работе с термоэлектрическими преобразователями при расчете суммарной погрешности необходимо прибавлять погрешность компенсации температуры холодного спая ($\pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$); ³⁾ D – диапазон преобразований. | | | | |

Таблица 2 – Метрологические характеристики преобразователей в комплекте с термопреобразователем сопротивления или термоэлектрическими преобразователями

| Тип первичного преобразователя/Входной сигнал | Выходной сигнал | Класс допуска/ Диапазон измерений, °С | Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности преобразований ¹⁾ , °С | |
|--|---|---------------------------------------|---|---|
| | | | по цифровому выходу (HART- или DE-протокол) | по аналоговому выходу |
| Термоэлектрические преобразователи ²⁾ | | | | |
| Тип В по ГОСТ Р 8.585-2001 | сила постоянного тока от 4 до 20 мА; HART; DE | Класс 2 от +600 до +1600 | $\pm \sqrt{(0,0025 \cdot t^4)^2 + (1)^2}$ | $\pm \sqrt{(0,0025 \cdot t^4)^2 + (0,00025 \cdot D^3)^2}$ |
| | | Класс 3 от +600 до +800 | $\pm \sqrt{(4)^2 + (3)^2}$ | $\pm \sqrt{(4)^2 + (0,00025 \cdot D^3)^2}$ |
| | | Класс 3 от +800 до +1600 | $\pm \sqrt{(0,005 \cdot t^4)^2 + (3)^2}$ | $\pm \sqrt{(0,005 \cdot t^4)^2 + (0,00025 \cdot D^3)^2}$ |
| Тип С | сила постоянного тока от 4 до 20 мА; HART; DE | от 0 до +450 | $\pm \sqrt{(4,5)^2 + (1,2)^2}$ | $\pm \sqrt{(4,5)^2 + (0,00025 \cdot D^3)^2}$ |
| | | св. +450 до +1600 | $\pm \sqrt{(0,01 \cdot t^4)^2 + (1,7)^2}$ | $\pm \sqrt{(0,01 \cdot t^4)^2 + (0,00025 \cdot D^3)^2}$ |
| Тип Е по ГОСТ Р 8.585-2001 | сила постоянного тока от 4 до 20 мА; HART; DE | Класс 1 от -40 до +375 | $\pm \sqrt{(1,5)^2 + (0,3)^2}$ | $\pm \sqrt{(1,5)^2 + (0,00025 \cdot D^3)^2}$ |
| | | Класс 1 от +375 до +800 | $\pm \sqrt{(0,004 \cdot t^4)^2 + (0,3)^2}$ | $\pm \sqrt{(0,004 \cdot t^4)^2 + (0,00025 \cdot D^3)^2}$ |
| | | Класс 2 от -40 до +333 | $\pm \sqrt{(2,5)^2 + (0,3)^2}$ | $\pm \sqrt{(2,5)^2 + (0,00025 \cdot D^3)^2}$ |
| | | Класс 2 от +333 до +900 | $\pm \sqrt{(0,0075 \cdot t^4)^2 + (0,3)^2}$ | $\pm \sqrt{(0,0075 \cdot t^4)^2 + (0,00025 \cdot D^3)^2}$ |
| | | Класс 3 от -196 до -167 | $\pm \sqrt{(0,015 \cdot t^4)^2 + (0,6)^2}$ | $\pm \sqrt{(0,015 \cdot t^4)^2 + (0,00025 \cdot D^3)^2}$ |
| | | Класс 3 от -167 до +40 | $\pm \sqrt{(2,5)^2 + (0,6)^2}$ | $\pm \sqrt{(2,5)^2 + (0,00025 \cdot D^3)^2}$ |

Продолжение таблицы 2

| Тип первичного преобразо- вателя/Входной сигнал | Выходной сигнал | Класс допуска/ Диапазон измерений, °С | Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности преобразований ¹⁾ , °С | |
|---|--|---|---|---|
| | | | по цифровому выходу (HART- или DE-протокол) | по аналоговому выходу |
| Тип J по ГОСТ Р 8.585-2001 | сила постоян- ного тока от 4 до 20 мА; HART; DE | Класс 1 от -40 до +375 | $\pm \sqrt{(1,5)^2 + (0,3)^2}$ | $\pm \sqrt{(1,5)^2 + (0,00025 \cdot D^3)^2}$ |
| | | Класс 1 от +375 до +750 | $\pm \sqrt{(0,004 \cdot t^4)^2 + (0,3)^2}$ | $\pm \sqrt{(0,004 \cdot t^4)^2 + (0,00025 \cdot D^3)^2}$ |
| | | Класс 2 от 0 до +333 | $\pm \sqrt{(2,5)^2 + (0,7)^2}$ | $\pm \sqrt{(2,5)^2 + (0,00025 \cdot D^3)^2}$ |
| | | Класс 2 от +333 до +900 | $\pm \sqrt{(0,0075 \cdot t^4)^2 + (0,7)^2}$ | $\pm \sqrt{(0,0075 \cdot t^4)^2 + (0,00025 \cdot D^3)^2}$ |
| Тип K по ГОСТ Р 8.585-2001 | сила постоян- ного тока от 4 до 20 мА; HART; DE | Класс 1 от -40 до +375 | $\pm \sqrt{(1,5)^2 + (0,6)^2}$ | $\pm \sqrt{(1,5)^2 + (0,00025 \cdot D^3)^2}$ |
| | | Класс 1 от +375 до +1300 | $\pm \sqrt{(0,004 \cdot t^4)^2 + (0,6)^2}$ | $\pm \sqrt{(0,004 \cdot t^4)^2 + (0,00025 \cdot D^3)^2}$ |
| | | Класс 2 от -40 до +333 | $\pm \sqrt{(2,5)^2 + (0,9)^2}$ | $\pm \sqrt{(2,5)^2 + (0,00025 \cdot D^3)^2}$ |
| | | Класс 2 от +333 до +1300 | $\pm \sqrt{(0,0075 \cdot t^4)^2 + (0,9)^2}$ | $\pm \sqrt{(0,0075 \cdot t^4)^2 + (0,00025 \cdot D^3)^2}$ |
| | | Класс 3 от -196 до -167 | $\pm \sqrt{(0,015 \cdot t^4)^2 + (0,9)^2}$ | $\pm \sqrt{(0,015 \cdot t^4)^2 + (0,00025 \cdot D^3)^2}$ |
| | | Класс 3 от -167 до +40 | $\pm \sqrt{(2,5)^2 + (0,9)^2}$ | $\pm \sqrt{(2,5)^2 + (0,00025 \cdot D^3)^2}$ |

Продолжение таблицы 2

| Тип первичного преобразо- вателя/Входной сигнал | Выходной сигнал | Класс допуска/ Диапазон измерений, °C | Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности преобразований ¹⁾ , °C | |
|---|--|---|---|---|
| | | | по цифровому выходу (HART- или DE-протокол) | по аналоговому выходу |
| Тип N по ГОСТ Р 8.585-2001 | сила постоян- ного тока от 4 до 20 мА; HART; DE | Класс 1 от -40 до +375 | $\pm \sqrt{(1,5)^2 + (0,4)^2}$ | $\pm \sqrt{(1,5)^2 + (0,00025 \cdot D^3)^2}$ |
| | | Класс 1 от +375 до +1300 | $\pm \sqrt{(0,004 \cdot t^4)^2 + (0,4)^2}$ | $\pm \sqrt{(0,004 \cdot t^4)^2 + (0,00025 \cdot D^3)^2}$ |
| | | Класс 2 от -40 до +333 | $\pm \sqrt{(2,5)^2 + (1,5)^2}$ | $\pm \sqrt{(2,5)^2 + (0,00025 \cdot D^3)^2}$ |
| | | Класс 2 от +333 до +1300 | $\pm \sqrt{(0,0075 \cdot t^4)^2 + (1,5)^2}$ | $\pm \sqrt{(0,0075 \cdot t^4)^2 + (0,00025 \cdot D^3)^2}$ |
| | | Класс 3 от -196 до -167 | $\pm \sqrt{(0,015 \cdot t^4)^2 + (1,5)^2}$ | $\pm \sqrt{(0,015 \cdot t^4)^2 + (0,00025 \cdot D^3)^2}$ |
| | | Класс 3 от -167 до +40 | $\pm \sqrt{(2,5)^2 + (1,5)^2}$ | $\pm \sqrt{(2,5)^2 + (0,00025 \cdot D^3)^2}$ |
| Тип R по ГОСТ Р 8.585-2001 | сила постоян- ного тока от 4 до 20 мА; HART; DE | Класс 1 от 0 до +1100 | $\pm \sqrt{(1,0)^2 + (0,6)^2}$ | $\pm \sqrt{(1,0)^2 + (0,00025 \cdot D^3)^2}$ |
| | | Класс 1 от +1100 до +1600 | $\pm \sqrt{(1,0 + 0,003 \cdot (t^4) - 1100)^2 + (0,6)^2}$ | $\pm \sqrt{(1,0 + 0,003 \cdot (t^4) - 1100)^2 + (0,00025 \cdot D^3)^2}$ |
| | | Класс 2 от 0 до +600 | $\pm \sqrt{(1,5)^2 + (1,0)^2}$ | $\pm \sqrt{(1,5)^2 + (0,00025 \cdot D^3)^2}$ |
| | | Класс 2 от +600 до +1600 | $\pm \sqrt{(0,0025 \cdot t^4)^2 + (1,0)^2}$ | $\pm \sqrt{(0,0025 \cdot t^4)^2 + (0,00025 \cdot D^3)^2}$ |

Продолжение таблицы 2

| Тип первичного преобразователя/Входной сигнал | Выходной сигнал | Класс допуска/ Диапазон измерений, °С | Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности преобразований ¹⁾ , °С | |
|---|--|---|---|---|
| | | | по цифровому выходу (HART- или DE-протокол) | по аналоговому выходу |
| Тип S по ГОСТ Р 8.585-2001 | сила постоянного тока от 4 до 20 мА; HART; DE | Класс 1 от 0 до +1100 | $\pm \sqrt{(1,0)^2 + (0,6)^2}$ | $\pm \sqrt{(1,0)^2 + (0,00025 \cdot D^3)^2}$ |
| | | Класс 1 от +1100 до +1600 | $\pm \sqrt{(1,0 + 0,003 \cdot (t^4) - 1100)^2 + (0,6)^2}$ | $\pm \sqrt{(1,0 + 0,003 \cdot (t^4) - 1100)^2 + (0,00025 \cdot D^3)^2}$ |
| | | Класс 2 от 0 до +600 | $\pm \sqrt{(1,5)^2 + (1,0)^2}$ | $\pm \sqrt{(1,5)^2 + (0,00025 \cdot D^3)^2}$ |
| | | Класс 2 от +600 до +1600 | $\pm \sqrt{(0,0025 \cdot t^4)^2 + (1,0)^2}$ | $\pm \sqrt{(0,0025 \cdot t^4)^2 + (0,00025 \cdot D^3)^2}$ |
| Тип T по ГОСТ Р 8.585-2001 | сила постоянного тока от 4 до 20 мА; HART; DE | Класс 1 от -40 до +125 | $\pm \sqrt{(0,5)^2 + (0,3)^2}$ | $\pm \sqrt{(0,5)^2 + (0,00025 \cdot D^3)^2}$ |
| | | Класс 1 от +125 до +350 | $\pm \sqrt{(0,004 \cdot t^4)^2 + (0,3)^2}$ | $\pm \sqrt{(0,004 \cdot t^4)^2 + (0,00025 \cdot D^3)^2}$ |
| | | Класс 2 от -40 до +135 | $\pm \sqrt{(1,0)^2 + (0,5)^2}$ | $\pm \sqrt{(1,0)^2 + (0,00025 \cdot D^3)^2}$ |
| | | Класс 2 от +135 до +400 | $\pm \sqrt{(0,0075 \cdot t^4)^2 + (0,5)^2}$ | $\pm \sqrt{(0,0075 \cdot t^4)^2 + (0,00025 \cdot D^3)^2}$ |
| | | Класс 3 от -196 до -66 | $\pm \sqrt{(0,015 \cdot t^4)^2 + (0,5)^2}$ | $\pm \sqrt{(0,015 \cdot t^4)^2 + (0,00025 \cdot D^3)^2}$ |
| | | Класс 3 от -66 до +40 | $\pm \sqrt{(1,0)^2 + (0,5)^2}$ | $\pm \sqrt{(1,0)^2 + (0,00025 \cdot D^3)^2}$ |
| Тип L по ГОСТ Р 8.585-2001 | сила постоянного тока от 4 до 20 мА; HART | Класс 2 от -40 до +360 | $\pm \sqrt{(2,5)^2 + (0,5)^2}$ | $\pm \sqrt{(2,5)^2 + (0,00025 \cdot D^3)^2}$ |
| | | Класс 2 от +360 до +800 | $\pm \sqrt{(0,7 + 0,005 \cdot t^4)^2 + (0,5)^2}$ | $\pm \sqrt{(0,7 + 0,005 \cdot t^4)^2 + (0,00025 \cdot D^3)^2}$ |
| | | Класс 3 от -196 до -100 | $\pm \sqrt{(1,5 + 0,01 \cdot t^4)^2 + (0,9)^2}$ | $\pm \sqrt{(1,5 + 0,01 \cdot t^4)^2 + (0,00025 \cdot D^3)^2}$ |
| | | Класс 3 от -100 до +100 | $\pm \sqrt{(2,5)^2 + (0,9)^2}$ | $\pm \sqrt{(2,5)^2 + (0,00025 \cdot D^3)^2}$ |

Продолжение таблицы 2

| Тип первичного преобразо- вателя/Входной сигнал | Выходной сигнал | Класс допуска/ Диапазон измерений, °C | Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности преобразований ¹⁾ , °C | |
|---|--|---|---|---|
| | | | по цифровому выходу (HART- или DE-протокол) | по аналоговому выходу |
| Термопреобразователи сопротивления | | | | |
| Pt100 ($\alpha=0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) по ГОСТ 6651-2009 | сила постоян- ного тока от 4 до 20 мА; HART; DE | Класс А от -100 до +450 | $\pm \sqrt{(0,15 + 0,002 \cdot t^4)^2 + (0,15)^2}$ | $\pm \sqrt{(0,15 + 0,002 \cdot t^4)^2 + (0,00025 \cdot D^3)^2}$ |
| | | Класс В от -196 до +660 | $\pm \sqrt{(0,3 + 0,005 \cdot t^4)^2 + (0,25)^2}$ | $\pm \sqrt{(0,3 + 0,005 \cdot t^4)^2 + (0,00025 \cdot D^3)^2}$ |
| Pt200 ($\alpha=0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) по ГОСТ 6651-2009 | сила постоян- ного тока от 4 до 20 мА; HART; DE | Класс А от -100 до +450 | $\pm \sqrt{(0,15 + 0,002 \cdot t^4)^2 + (0,3)^2}$ | $\pm \sqrt{(0,15 + 0,002 \cdot t^4)^2 + (0,00025 \cdot D^3)^2}$ |
| | | Класс В от -196 до +660 | $\pm \sqrt{(0,3 + 0,005 \cdot t^4)^2 + (0,4)^2}$ | $\pm \sqrt{(0,3 + 0,005 \cdot t^4)^2 + (0,00025 \cdot D^3)^2}$ |
| Ni 120 ($\alpha=0,00672 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) | сила постоян- ного тока от 4 до 20 мА; HART | Класс С от -60 до +180 | $\pm \sqrt{(0,6 + 0,01 \cdot t^4)^2 + (0,12)^2}$ | $\pm \sqrt{(0,6 + 0,01 \cdot t^4)^2 + (0,00025 \cdot D^3)^2}$ |
| 50П ($\alpha=0,00391 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) по ГОСТ 6651-2009 | сила постоян- ного тока от 4 до 20 мА; HART | Класс А от -100 до +450 | $\pm \sqrt{(0,15 + 0,002 \cdot t^4)^2 + (0,32)^2}$ | $\pm \sqrt{(0,15 + 0,002 \cdot t^4)^2 + (0,00025 \cdot D^3)^2}$ |
| | | Класс В от -196 до +660 | $\pm \sqrt{(0,3 + 0,005 \cdot t^4)^2 + (0,55)^2}$ | $\pm \sqrt{(0,3 + 0,005 \cdot t^4)^2 + (0,00025 \cdot D^3)^2}$ |
| 100П ($\alpha=0,00391 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) по ГОСТ 6651-2009 | сила постоян- ного тока от 4 до 20 мА; HART | Класс А от -100 до +450 | $\pm \sqrt{(0,15 + 0,002 \cdot t^4)^2 + (0,16)^2}$ | $\pm \sqrt{(0,15 + 0,002 \cdot t^4)^2 + (0,00025 \cdot D^3)^2}$ |
| | | Класс В от -196 до +660 | $\pm \sqrt{(0,3 + 0,005 \cdot t^4)^2 + (0,27)^2}$ | $\pm \sqrt{(0,3 + 0,005 \cdot t^4)^2 + (0,00025 \cdot D^3)^2}$ |
| 50М ($\alpha=0,00426 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) по ГОСТ 6651-2009 | сила постоян- ного тока от 4 до 20 мА; HART | Класс В от -50 до +200 | $\pm \sqrt{(0,3 + 0,005 \cdot t^4)^2 + (0,42)^2}$ | $\pm \sqrt{(0,3 + 0,005 \cdot t^4)^2 + (0,00025 \cdot D^3)^2}$ |
| 100М ($\alpha=0,00426 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) по ГОСТ 6651-2009 | сила постоян- ного тока от 4 до 20 мА; HART | Класс В от -50 до +200 | $\pm \sqrt{(0,3 + 0,005 \cdot t^4)^2 + (0,50)^2}$ | $\pm \sqrt{(0,3 + 0,005 \cdot t^4)^2 + (0,00025 \cdot D^3)^2}$ |

Продолжение таблицы 2

| Тип первичного преобразователя/Входной сигнал | Выходной сигнал | Класс допуска/ Диапазон измерений, °C | Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности преобразований ¹⁾ , °C | |
|--|--|---------------------------------------|---|---|
| | | | по цифровому выходу (HART- или DE-протокол) | по аналоговому выходу |
| 50M ($\alpha=0,00428 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) по ГОСТ 6651-2009 | сила постоянного тока от 4 до 20 мА; HART | Класс С от -180 до +200 | $\pm \sqrt{(0,6 + 0,01 \cdot t^4)^2 + (0,55)^2}$ | $\pm \sqrt{(0,6 + 0,01 \cdot t^4)^2 + (0,00025 \cdot D^3)^2}$ |
| 100M ($\alpha=0,00428 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) по ГОСТ 6651-2009 | сила постоянного тока от 4 до 20 мА; HART | Класс С от -180 до +200 | $\pm \sqrt{(0,6 + 0,01 \cdot t^4)^2 + (0,32)^2}$ | $\pm \sqrt{(0,6 + 0,01 \cdot t^4)^2 + (0,00025 \cdot D^3)^2}$ |

¹⁾ Основная и дополнительная погрешности для аналогового выхода (от 4 до 20 мА) равна сумме погрешностей по цифровому и по аналоговому выходу; для обмена по протоколам HART, DE погрешность равна погрешности по цифровому выходу;

²⁾ При работе с термоэлектрическими преобразователями при расчете суммарной погрешности необходимо прибавлять погрешность компенсации температуры холодного спая ($\pm 0,5 \text{ } ^\circ\text{C}$);

³⁾ D – диапазон преобразований;

⁴⁾ t – значение измеряемой температуры, °C.

Таблица 3 – Метрологические характеристики преобразователей при одновременном использовании двух входов

| Наименование характеристики | Значение |
|--|---|
| Диапазон преобразований температуры по цифровому выходу при одновременном использовании двух входов (дифференциальное измерение температуры), °C | от -2550 до +2550 |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности преобразований температуры по цифровому выходу при одновременном использовании двух входов (дифференциальное измерение температуры): - при одинаковом типе входного сигнала - при разных типах входного сигнала | $\pm 1,5 \cdot \Delta_x$ ¹⁾ $\pm (\Delta_1 + \Delta_2)$ ²⁾ |

¹⁾ Δ_x – наихудшее значение абсолютной погрешности цифрового канала из двух типов входов;

²⁾ Δ_1 – значение абсолютной погрешности цифрового канала входа 1;

Δ_2 – значение абсолютной погрешности цифрового канала входа 2.

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 4.

Таблица 4

| Наименование операции поверки | Номер пункта методики поверки | Проведение операции при поверке | |
|---|-------------------------------|---------------------------------|---------------|
| | | первичной | периодической |
| Внешний осмотр | 8.1 | Да | Да |
| Опробование и подтверждение соответствия программного обеспечения | 8.2 | Да | Да |
| Определение метрологических характеристик | 8.3 | Да | Да |

2.2 Последовательность проведения операций поверки обязательна.

2.3 При получении отрицательного результата в процессе выполнения любой из операций поверки преобразователи бракуют и их поверку прекращают.

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки рекомендуется применять средства поверки, приведённые в таблице 5.

3.2 Применяемые средства поверки должны быть исправны, средства измерений поверены и иметь действующие документы о поверке. Испытательное оборудование должно быть аттестовано.

3.3 Вместо указанных в таблице 5 средств поверки допускается использовать другие аналогичные средства измерений, обеспечивающие определение метрологических характеристик поверяемых преобразователей с требуемой точностью.

Таблица 5

| № | Наименование, обозначение | Номер пункта методики | Рекомендуемый тип средства поверки и его регистрационный номер в Федеральном информационном фонде или метрологические характеристики |
|--|--|-----------------------|--|
| Основные средства поверки | | | |
| 1. | Термометр сопротивления платиновый эталонный | 8.3 | Термометр сопротивления платиновый эталонный ПТС-10М, рег. № 11804-99 |
| 2. | Преобразователь термоэлектрический | 8.3 | Преобразователь термоэлектрический платинородий-платиновый эталонный ППО, рег. № 1442-00 |
| 3. | Преобразователь термоэлектрический | 8.3 | Преобразователь термоэлектрический платинородий-платинородиевый эталонный ПРО, рег. № 41201-09 |
| 4. | Мультиметр | 8.2, 8.3 | Мультиметр 3458А, рег. № 25900-03 |
| 5. | Вольтметр | 8.3 | Вольтметр универсальный цифровой GDM-78261, рег. № 25984-14 |
| 6. | Калибратор | 8.2, 8.3 | Калибраторы универсальные 9100, рег. № 25985-09 |
| 7. | Термостат | 8.2, 8.3 | Термостаты переливные прецизионные ТПП-1, рег. № 33744-07 |
| Вспомогательные средства поверки (оборудование) | | | |
| 8. | Печь высокотемпературная | 8.3 | Печь высокотемпературная ВТП 1600-1 (диапазон воспроизведения температу- |

| № | Наименование, обозначение | Номер пункта методики | Рекомендуемый тип средства поверки и его регистрационный номер в Федеральном информационном фонде или метрологические характеристики |
|-----------|----------------------------|-----------------------|--|
| | | | ры от +300 до +1600 °С, нестабильность температуры не более ±0,4 °С, градиент температуры в рабочем объеме не более ±1 °С). |
| 9. | Криостат | 8.3 | Криостат регулируемый КР-190-1 (диапазон воспроизводимых температур от -196 до -60 °С) |
| 10. | Источник питания | 8.2, 8.3 | Источник питания SM800, рег. № 53452-13 |
| 11. | Термогигрометр электронный | 8.2, 8.3 | Термогигрометр электронный «CENTER» модель 313, рег. № 22129-09 |
| Компьютер | | | |
| 12. | ПЭВМ | 8.2, 8.3 | IBM PC; наличие интерфейса Ethernet; объем оперативной памяти не менее 1 Гб; объем жесткого диска не менее 10 Гб; дисковод для чтения CD-ROM; операционная система Windows |

4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

4.1 К проведению поверки допускают лица, изучившие настоящую методику, руководства по эксплуатации на преобразователи и средства поверки.

4.2 К проведению поверки допускают лица, являющиеся специалистами органа метрологической службы, юридического лица или индивидуального предпринимателя, аккредитованного на право поверки, непосредственно осуществляющие поверку средств измерений.

5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, установленные ГОСТ 12.3.019-80, «Правилами техники безопасности, при эксплуатации электроустановок потребителей», «Межотраслевыми правилами по охране труда (правилами безопасности) при эксплуатации электроустановок». Должны быть соблюдены также требования безопасности, изложенные в эксплуатационных документах на преобразователи и применяемые средства поверки.

5.2 Средства поверки, которые подлежат заземлению, должны быть надежно заземлены. Подсоединение зажимов защитного заземления к контуру заземления должно производиться ранее других соединений, а отсоединение – после всех отсоединений.

6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия применения:

- температура окружающего воздуха от +24 до +26 °С;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %.

6.2 Для контроля температуры и относительной влажности окружающего воздуха используется термогигрометр электронный «CENTER» модель 313.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

7.1 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- провести технические и организационные мероприятия по обеспечению безопасности проводимых работ в соответствии с действующими положениями ГОСТ 12.2.007.0-75;

- выдержать преобразователи в условиях окружающей среды, указанных в п. 6.1, не менее 2 ч, если они находились в климатических условиях, отличающихся от указанных в п. 6.1.

- подготовить к работе средства измерений, используемые при поверке, в соответствии с руководствами по их эксплуатации.

7.2 Для питания преобразователей используется источник питания SM800.

8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра преобразователя проверить:

- отсутствие механических повреждений и внешних дефектов корпуса, разъемов, дисплея (при наличии);

- отсутствие пыли на внешней поверхности преобразователя;

- наличие и соответствие надписей на элементах корпуса и маркировки функциональному назначению.

Результат внешнего осмотра считать положительным, если соблюдаются вышеупомянутые требования.

8.2 Опробование и подтверждение соответствия программного обеспечения

8.3.1 Опробование

8.3.1.1 Опробование для модификаций с аналоговыми выходами и с первичным преобразователем

Опробование осуществляется в следующей последовательности:

- 1) Подготовить преобразователь, основные средства поверки и вспомогательное оборудование в соответствии с руководствами по эксплуатации;

- 2) Поместить преобразователь в термостат переливной прецизионный ТПП-1 (далее – термостат);

- 3) Подключить преобразователь к мультиметру 3458А (далее – мультиметр) (контакты для подключения указаны в эксплуатационной документации);

- 4) Установить на термостате значение температуры, соответствующее середине диапазона преобразований, и постепенно повышать (понижать) температуру;

- 5) Убедиться, что при повышении (понижении) температуры на термостате, выходной сигнал преобразователя пропорционально изменяется на мультиметре.

Результаты опробования считать положительными, если при повышении (понижении) температуры на термостате, выходной сигнал преобразователя пропорционально изменяется на мультиметре.

8.3.1.2 Опробование для модификаций с аналоговыми выходами и без первичного преобразователя

Опробование осуществляется в следующей последовательности:

- 1) Подготовить преобразователь, основные средства поверки и вспомогательное оборудование в соответствии с руководствами по эксплуатации;

- 2) Подключить к преобразователю калибратор универсальный 9100 (далее – калибратор);

- 3) Подключить преобразователь к мультиметру (контакты для подключения указаны в эксплуатационной документации);

4) Установить на калибраторе значение, соответствующее середине диапазона преобразований, и постепенно повышать (понижать);

5) Убедиться, что при повышении (понижении) установленного значения на калибраторе, выходной сигнал преобразователя пропорционально изменяется на мультиметре.

Результаты опробования считать положительными, если при повышении (понижении) установленного значения на калибраторе, выходной сигнал преобразователя пропорционально изменяется на мультиметре.

8.3.1.3 Опробование для модификаций с цифровыми выходами и с первичным преобразователем

Опробование осуществляется в следующей последовательности:

1) Подготовить преобразователь, основные средства поверки и вспомогательное оборудование в соответствии с руководствами по эксплуатации;

2) Поместить преобразователь в термостат;

3) Подключить преобразователь к HART или DE коммуникатору или персональному компьютеру (далее - ПК) через HART-модем или считывать значения температуры с дисплея (при его наличии);

4) Установить на термостате значение температуры, соответствующее середине диапазона преобразований, и постепенно повышать (понижать);

5) Убедиться, что при повышении (понижении) температуры на термостате, выходной сигнал преобразователя пропорционально изменяется на ПК.

Результаты опробования считать положительными, если при повышении (понижении) температуры на термостате, выходной сигнал преобразователя пропорционально изменяется на ПК.

8.3.1.4 Опробование для модификаций с цифровыми выходами и без первичного преобразователя

Опробование осуществляется в следующей последовательности:

1) Подготовить преобразователь, основные средства поверки и вспомогательное оборудование в соответствии с руководствами по эксплуатации;

2) Подключить к преобразователю калибратор;

3) Подключить преобразователь к HART или DE коммуникатору или к ПК через HART-модем или считывать значения температуры с дисплея (при его наличии);

4) Установить на калибраторе значение, соответствующее середине диапазона преобразований, и постепенно повышать (понижать);

5) Убедиться, что при повышении (понижении) установленного значения на калибраторе, выходной сигнал преобразователя пропорционально изменяется на ПК.

Результаты опробования считать положительными, если при повышении (понижении) установленного значения на калибраторе, выходной сигнал преобразователя пропорционально изменяется на ПК.

8.3.2 Подтверждение соответствия программного обеспечения

Встроенное ПО может быть проверено, установлено и переустановлено только на заводе-изготовителе с использованием специальных программно-технических устройств.

Встроенное ПО не может быть считано с преобразователя без применения специальных программно-технических устройств, поэтому при поверке встроенное ПО не проверяется.

8.3 Определение метрологических характеристик

8.3.1 Определение метрологических характеристик модификаций с аналоговыми выходами и с первичным преобразователем заключается в определении основной абсолютной погрешности Δ_0 , представленной в таблице 2, и осуществляется в следующей последовательности:

1) Подготовить преобразователь, основные средства поверки и вспомогательное оборудование в соответствии с руководствами по эксплуатации.

2) Поместить преобразователь в зависимости от температуры:

- в термостат переливной прецизионный ТПП-1.0: для значений температуры от +100 до +300 °С;
- в термостат переливной прецизионный ТПП-1.2: для значений температуры от -60 до +100 °С;
- в печь высокотемпературную ВТП 1600-1 (далее – печь): для значений температуры от +300 до +1600 °С;
- в криостат регулируемый КР-190-1 (далее – криостат): для значений температуры от -196 до -60 °С.

3) Подключить преобразователь к мультиметру (контакты для подключения указаны в эксплуатационной документации).

4) В качестве эталонного термопреобразователя (термометра) использовать:

- термометр сопротивления платиновый эталонный ПТС-10М: для значений температуры от -196 до +660,323 °С;
- преобразователь термоэлектрический платинородий-платиновый эталонный ППО: для значений температуры от +660,323 до +1200 °С;
- преобразователь термоэлектрический платинородий-платинородиевый эталонный ПРО: для значений температуры от +1200 до +1600 °С.

5) Поместить эталонный термопреобразователь (термометр) в термостат/печь/криостат и подключить к вольтметру универсальному цифровому GDM-78261 (далее – вольтметр).

6) Установить в печи/термостате/криостате 5 значений температуры, равномерно распределенных внутри диапазона (например, 0-5 %, 20-30 %, 45-55 %, 70-80 %, 90-100 % от диапазона).

7) Зафиксировать эталонное значение ТЭДС, мВ, на вольтметре (если используется эталонный преобразователь термоэлектрический) или значение электрического сопротивления постоянному току, Ом (если используется эталонный термометр сопротивления) и значение выходного сигнала силы постоянного тока на мультиметре, мА.

8) Пересчитать значения ТЭДС, мВ (если используется эталонный преобразователь термоэлектрический) или значения электрического сопротивления постоянному току, Ом (если используется эталонный термометр сопротивления) в значения температуры, °С, по НСХ, указанной в паспорте или свидетельстве о поверке эталонного термопреобразователя (термометра).

9) Пересчитать значение выходного сигнала силы постоянного тока, мА, в значение температуры, °С по формуле (1):

$$T_{изм} = T_H + (T_B - T_H) \frac{I - I_H}{I_B - I_H}, \quad (1)$$

где $T_{изм}$ – измеренное значение температуры, °С;

I – измеряемое значение выходного сигнала преобразователя, мА;

T_B и T_H – верхнее и нижнее предельные значения температуры, °С;

I_B и I_H – верхний и нижний предельные значения выходного сигнала преобразователя, мА.

10) Рассчитать значения основной абсолютной погрешности преобразователей Δ_0 , °С, по формуле (2):

$$\Delta_0 = T_{изм} - T_{эт} \quad (2)$$

где $T_{изм}$ – значение температуры, измеренное поверяемым преобразователем в комплекте с первичным преобразователем, °С;

$T_{эт}$ – значение температуры, измеренное эталонным термопреобразователем (термометром), °С.

11) Пункты 2 - 10 повторить для всех каналов преобразователя.

8.3.2 Определение метрологических характеристик модификаций с аналоговыми выходами без первичного преобразователя заключается в определении основной абсолютной

погрешности преобразователей Δ_0 , представленной в таблице 1, и осуществляется в следующей последовательности:

1) Подготовить преобразователь, основные средства поверки и вспомогательное оборудование в соответствии с руководствами по эксплуатации.

2) Подключить к преобразователю калибратор.

3) Подключить преобразователь к мультиметру (контакты для подключения указаны в эксплуатационной документации).

4) Установить на калибраторе 5 значений испытательного сигнала требуемой физической величины (в соответствии с таблицей 1), равномерно распределенных внутри диапазона (например, 0-5 %, 20-30 %; 45-55 %; 70-80 %; 90-100 % от диапазона).

5) Пересчитать значение выходного сигнала силы постоянного тока, мА, в значение входного сигнала, °С, Ом, мВ по формуле (3):

$$X_{изм} = X_H + (X_B - X_H) \frac{I - I_H}{I_B - I_H}, \quad (3)$$

$X_{изм}$ – измеренное значение входного сигнала, °С, Ом, мВ;

I – измеряемое значение выходного сигнала преобразователя, мА;

X_B и X_H – верхнее и нижнее предельные значения входного сигнала, °С, Ом, мВ;

I_B и I_H – верхний и нижний предельные значения выходного сигнала преобразователя, мА.

6) Рассчитать значения основной абсолютной погрешности преобразователей Δ_0 , °С, Ом, мВ, по формуле (4):

$$\Delta_0 = X_{изм} - X_{эт}, \quad (4)$$

где $X_{изм}$ – измеренное значение входного сигнала, °С, Ом, мВ;

$X_{эт}$ – значение входного сигнала, установленное на калибраторе 9100, или значение температуры, соответствующей входному сигналу от термопреобразователей сопротивления или преобразователей термоэлектрических, °С, Ом, мВ.

7) Пункты 2 - 6 повторить для всех каналов преобразователя.

8.3.3 Определение метрологических характеристик для модификаций с цифровыми выходами и с первичным преобразователем заключается в определении основной абсолютной погрешности преобразователей Δ_0 , представленной в таблице 2, и осуществляется в следующей последовательности:

1) Подготовить преобразователь, основные средства поверки и вспомогательное оборудование в соответствии с руководствами по эксплуатации.

2) Поместить преобразователь в зависимости от температуры:

- в термостат переливной прецизионный ТПП-1.0: для значений температуры от +100 до +300 °С;

- в термостат переливной прецизионный ТПП-1.2: для значений температуры от -60 до +100 °С;

- в печь высокотемпературную ВТП 1600-1 (далее – печь): для значений температуры от +300 до +1600 °С;

- в криостат регулируемый КР-190-1 (далее – криостат): для значений температуры от -196 до -60 °С.

3) Подключить преобразователь к персональному компьютеру (далее – ПК).

4) В качестве эталонного термопреобразователя (термометра) использовать:

- термометр сопротивления платиновый эталонный ПТС-10М: для значений температуры от -196 до +660,323 °С;

- преобразователь термоэлектрический платинородий-платиновый эталонный ППО: для значений температуры от +660,323 до +1200 °С;

– преобразователь термоэлектрический платинородий-платинородиевый эталонный ПРО: для значений температуры от +1200 до +1600 °С.

5) Поместить эталонный термопреобразователь (термометр) в термостат/печь/криостат и подключить к вольтметру универсальному цифровому GDM-78261 (далее – вольтметр).

6) Установить в печи/термостате/криостате 5 значений температуры, равномерно распределенных внутри диапазона (например, 0-5 %, 20-30 %; 45-55 %; 70-80 %; 90-100 % от диапазона).

7) Зафиксировать эталонное значение ТЭДС, мВ, на вольтметре (если используется эталонный преобразователь термоэлектрический) или значение электрического сопротивления постоянному току, Ом (если используется эталонный термометр сопротивления) и значение температуры на ПК с помощью программного обеспечения;

8) Пересчитать значения ТЭДС, мВ (если используется эталонный преобразователь термоэлектрический) или значения электрического сопротивления постоянному току, Ом (если используется эталонный термометр сопротивления) в значения температуры, °С, по НСХ, указанной в паспорте или свидетельстве о поверке эталонного термопреобразователя (термометра);

9) Зафиксировать значения температуры на дисплее ПК.

10) Рассчитать значения основной абсолютной погрешности преобразователей Δ_0 , °С, по формуле (2).

11) Пункты 2 – 10 повторить для всех каналов преобразователя.

8.3.4 Определение метрологических характеристик модификаций с цифровыми выходами без первичного преобразователя заключается в определении основной абсолютной погрешности преобразователей Δ_0 , представленной в таблице 1, и осуществляется в следующей последовательности:

1) Подготовить преобразователь, основные средства поверки и вспомогательное оборудование в соответствии с руководствами по эксплуатации.

2) Подключить к преобразователю калибратор.

3) Подключить преобразователь к ПК.

4) Установить на калибраторе 5 значений испытательного сигнала требуемой физической величины (в соответствии с таблицей 1), равномерно распределенных внутри диапазона (например, 0-5 %, 20-30 %; 45-55 %; 70-80 %; 90-100 % от диапазона).

5) Зафиксировать значения температуры (напряжения постоянного тока, электрического сопротивления постоянному току) на дисплее ПК.

6) Рассчитать значения основной абсолютной погрешности преобразователей Δ_0 , °С, мВ, Ом по формуле (4).

7) Пункты 2 - 6 повторить для всех каналов преобразователя.

Результаты считать положительными, если полученные значения погрешности не превышают указанных в таблицах 1 – 2.

8.3.5 Определение абсолютной погрешности преобразований температуры по цифровому выходу при одновременном использовании двух входов (дифференциальное измерение температуры) проводится одновременно с п.п. 8.3.1-8.3.4 в следующей последовательности:

1) Повторить операции п.п. 8.3.1 - 8.3.4 при использовании двух входов.

2) Рассчитать эталонное значение разности температуры по формуле (5):

$$T_{\text{диф_эт}} = T_{1\text{эт}} - T_{2\text{эт}} \quad (5)$$

где $T_{1\text{эт}}$ - эталонное значение температуры, измеренное для 1 входа, °С;

$T_{2\text{эт}}$ - эталонное значение температуры, измеренное для 2 входа, °С.

3) Зафиксировать значения разницы температуры на дисплее ПК.

4) Рассчитать абсолютную погрешность преобразований температуры по цифровому выходу при одновременном использовании двух входов по формуле (6):

$$\Delta_{\text{диф}} = T_{\text{диф_пр}} - T_{\text{диф_эт}} \quad (6)$$

$T_{\text{диф_пр}}$ - значение разности температуры, измеренное преобразователем, °С;

$T_{\text{диф_эт}}$ - эталонное значение разности температуры, °С.

Результаты считать положительными, если полученные значения погрешности не превышают указанных в таблицах 1 – 3.

9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 Положительные результаты поверки преобразователей оформляют свидетельством о поверке по форме, установленной в документе «Порядок проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке», утвержденном приказом Минпромторга России от 2 июля 2015 г. № 1815 и нанесением знака поверки.

9.2 Знак поверки наносится на свидетельство о поверке и (или) в паспорт.

9.3 Отрицательные результаты поверки преобразователей оформляют извещением о непригодности по форме, установленной в документе «Порядок проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке», утвержденном приказом Минпромторга России от 2 июля 2015 г. № 1815, свидетельство о предыдущей поверке аннулируют, а преобразователи не допускают к применению.

Заместитель начальника
отдела испытаний ООО «ИЦРМ»



Ю. А. Винокурова

Приложение А
(обязательное)
Номинальные статические характеристики

Таблица А.1 - Значения ТЭДС для термопары типа С

| ТЭДС в мВ при температуре свободного конца 0 °С | | | | | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Температура рабочего конца, °С | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 0 | 0 | 0,013 | 0,026 | 0,04 | 0,053 | 0,067 | 0,08 | 0,094 | 0,107 | 0,121 | 0,135 |
| 10 | 0,135 | 0,148 | 0,162 | 0,176 | 0,189 | 0,203 | 0,217 | 0,231 | 0,244 | 0,258 | 0,272 |
| 20 | 0,272 | 0,286 | 0,3 | 0,314 | 0,328 | 0,342 | 0,356 | 0,37 | 0,384 | 0,398 | 0,412 |
| 30 | 0,412 | 0,426 | 0,44 | 0,454 | 0,469 | 0,483 | 0,497 | 0,511 | 0,525 | 0,54 | 0,554 |
| 40 | 0,554 | 0,568 | 0,583 | 0,597 | 0,612 | 0,626 | 0,64 | 0,655 | 0,669 | 0,684 | 0,698 |
| 50 | 0,698 | 0,713 | 0,727 | 0,742 | 0,757 | 0,771 | 0,786 | 0,801 | 0,815 | 0,83 | 0,845 |
| 60 | 0,845 | 0,86 | 0,874 | 0,889 | 0,904 | 0,919 | 0,934 | 0,948 | 0,963 | 0,978 | 0,993 |
| 70 | 0,993 | 1,008 | 1,023 | 1,038 | 1,053 | 1,068 | 1,083 | 1,098 | 1,114 | 1,129 | 1,144 |
| 80 | 1,144 | 1,159 | 1,174 | 1,189 | 1,205 | 1,22 | 1,235 | 1,25 | 1,266 | 1,281 | 1,296 |
| 90 | 1,296 | 1,312 | 1,327 | 1,342 | 1,358 | 1,373 | 1,389 | 1,404 | 1,42 | 1,435 | 1,451 |
| 100 | 1,451 | 1,466 | 1,482 | 1,497 | 1,513 | 1,529 | 1,544 | 1,56 | 1,576 | 1,591 | 1,607 |
| 110 | 1,607 | 1,623 | 1,639 | 1,654 | 1,67 | 1,686 | 1,702 | 1,718 | 1,733 | 1,749 | 1,765 |
| 120 | 1,765 | 1,781 | 1,797 | 1,813 | 1,829 | 1,845 | 1,861 | 1,877 | 1,893 | 1,909 | 1,925 |
| 130 | 1,925 | 1,941 | 1,957 | 1,973 | 1,989 | 2,006 | 2,022 | 2,038 | 2,054 | 2,07 | 2,087 |
| 140 | 2,087 | 2,103 | 2,119 | 2,135 | 2,152 | 2,168 | 2,184 | 2,201 | 2,217 | 2,233 | 2,25 |
| 150 | 2,25 | 2,266 | 2,283 | 2,299 | 2,316 | 2,332 | 2,349 | 2,365 | 2,382 | 2,398 | 2,415 |
| 160 | 2,415 | 2,431 | 2,448 | 2,464 | 2,481 | 2,498 | 2,514 | 2,531 | 2,548 | 2,564 | 2,581 |
| 170 | 2,581 | 2,598 | 2,614 | 2,631 | 2,648 | 2,665 | 2,682 | 2,698 | 2,715 | 2,732 | 2,749 |
| 180 | 2,749 | 2,766 | 2,783 | 2,8 | 2,816 | 2,833 | 2,85 | 2,867 | 2,884 | 2,901 | 2,918 |
| 190 | 2,918 | 2,935 | 2,952 | 2,969 | 2,986 | 3,003 | 3,02 | 3,038 | 3,055 | 3,072 | 3,089 |
| 200 | 3,089 | 3,106 | 3,123 | 3,14 | 3,158 | 3,175 | 3,192 | 3,209 | 3,227 | 3,244 | 3,26 |
| 210 | 3,261 | 3,278 | 3,296 | 3,313 | 3,33 | 3,348 | 3,365 | 3,382 | 3,4 | 3,417 | 3,434 |
| 220 | 3,434 | 3,452 | 3,469 | 3,487 | 3,504 | 3,522 | 3,539 | 3,557 | 3,574 | 3,592 | 3,609 |

ТЭДС в мВ при температуре свободного конца 0 °С

| Температура рабочего конца, °С | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 230 | 3,609 | 3,627 | 3,644 | 3,662 | 3,679 | 3,697 | 3,714 | 3,732 | 3,75 | 3,767 | 3,785 |
| 240 | 3,785 | 3,803 | 3,82 | 3,838 | 3,856 | 3,873 | 3,891 | 3,909 | 3,927 | 3,944 | 3,962 |
| 250 | 3,962 | 3,98 | 3,998 | 4,015 | 4,033 | 4,051 | 4,069 | 4,087 | 4,104 | 4,122 | 4,14 |
| 260 | 4,14 | 4,158 | 4,176 | 4,194 | 4,212 | 4,23 | 4,248 | 4,266 | 4,284 | 4,301 | 4,319 |
| 270 | 4,319 | 4,337 | 4,355 | 4,373 | 4,391 | 4,41 | 4,428 | 4,446 | 4,464 | 4,482 | 4,5 |
| 280 | 4,5 | 4,518 | 4,536 | 4,554 | 4,572 | 4,59 | 4,608 | 4,627 | 4,645 | 4,663 | 4,681 |
| 290 | 4,681 | 4,699 | 4,717 | 4,736 | 4,754 | 4,772 | 4,79 | 4,809 | 4,827 | 4,845 | 4,863 |
| 300 | 4,863 | 4,882 | 4,9 | 4,918 | 4,937 | 4,955 | 4,973 | 4,992 | 5,01 | 5,028 | 5,047 |
| 310 | 5,047 | 5,065 | 5,083 | 5,102 | 5,12 | 5,139 | 5,157 | 5,175 | 5,194 | 5,212 | 5,231 |
| 320 | 5,231 | 5,249 | 5,268 | 5,286 | 5,305 | 5,323 | 5,342 | 5,36 | 5,379 | 5,397 | 5,416 |
| 330 | 5,416 | 5,434 | 5,453 | 5,471 | 5,49 | 5,508 | 5,527 | 5,546 | 5,564 | 5,583 | 5,601 |
| 340 | 5,601 | 5,62 | 5,639 | 5,657 | 5,676 | 5,695 | 5,713 | 5,732 | 5,751 | 5,769 | 5,788 |
| 350 | 5,788 | 5,807 | 5,825 | 5,844 | 5,863 | 5,882 | 5,9 | 5,919 | 5,938 | 5,956 | 5,975 |
| 360 | 5,975 | 5,994 | 6,013 | 6,032 | 6,05 | 6,069 | 6,088 | 6,107 | 6,126 | 6,144 | 6,163 |
| 370 | 6,163 | 6,182 | 6,201 | 6,22 | 6,239 | 6,257 | 6,276 | 6,295 | 6,314 | 6,333 | 6,352 |
| 380 | 6,352 | 6,371 | 6,39 | 6,409 | 6,427 | 6,446 | 6,465 | 6,484 | 6,503 | 6,522 | 6,541 |
| 390 | 6,541 | 6,56 | 6,579 | 6,598 | 6,617 | 6,636 | 6,655 | 6,674 | 6,693 | 6,712 | 6,731 |
| 400 | 6,731 | 6,75 | 6,69 | 6,788 | 6,807 | 6,826 | 6,845 | 6,864 | 6,883 | 6,902 | 6,921 |
| 410 | 6,921 | 6,94 | 6,959 | 6,979 | 6,998 | 7,017 | 7,036 | 7,055 | 7,074 | 7,093 | 7,112 |
| 420 | 7,112 | 7,131 | 7,151 | 7,17 | 7,189 | 7,208 | 7,227 | 7,246 | 7,265 | 7,285 | 7,304 |
| 430 | 7,304 | 7,323 | 7,342 | 7,361 | 7,38 | 7,4 | 7,419 | 7,438 | 7,457 | 7,476 | 7,496 |
| 440 | 7,496 | 7,515 | 7,534 | 7,553 | 7,572 | 7,592 | 7,611 | 7,63 | 7,649 | 7,669 | 7,688 |
| 450 | 7,688 | 7,707 | 7,726 | 7,746 | 7,765 | 7,784 | 7,804 | 7,823 | 7,842 | 7,861 | 7,881 |
| 460 | 7,881 | 7,9 | 7,919 | 7,939 | 7,958 | 7,977 | 7,996 | 8,016 | 8,035 | 8,054 | 8,074 |
| 470 | 8,074 | 8,093 | 8,112 | 8,132 | 8,151 | 8,17 | 8,19 | 8,209 | 8,229 | 8,248 | 8,267 |
| 480 | 8,267 | 8,287 | 8,306 | 8,325 | 8,345 | 8,364 | 8,383 | 8,403 | 8,422 | 8,422 | 8,461 |
| 490 | 8,461 | 8,48 | 8,5 | 8,519 | 8,539 | 8,558 | 8,577 | 8,597 | 8,616 | 8,636 | 8,655 |
| 500 | 8,655 | 8,674 | 8,694 | 8,713 | 8,733 | 8,752 | 8,772 | 8,791 | 8,81 | 8,83 | 8,849 |

ТЭДС в мВ при температуре свободного конца 0 °С

| Температура рабочего конца, °С | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|--------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 510 | 8,849 | 8,869 | 8,888 | 8,908 | 8,927 | 8,947 | 8,966 | 8,986 | 9,005 | 9,024 | 9,044 |
| 520 | 9,044 | 9,063 | 9,083 | 9,102 | 9,122 | 9,141 | 9,161 | 9,18 | 9,2 | 9,219 | 9,239 |
| 530 | 9,239 | 9,258 | 9,278 | 9,297 | 9,317 | 9,336 | 9,356 | 9,375 | 9,395 | 9,414 | 9,434 |
| 540 | 9,434 | 9,453 | 9,473 | 9,492 | 9,512 | 9,531 | 9,551 | 9,57 | 9,59 | 9,609 | 9,629 |
| 550 | 9,629 | 9,648 | 9,668 | 9,687 | 9,707 | 9,726 | 9,746 | 9,765 | 9,785 | 9,804 | 9,824 |
| 560 | 9,824 | 9,843 | 9,863 | 9,883 | 9,902 | 9,922 | 9,941 | 9,961 | 9,98 | 10 | 10,019 |
| 570 | 10,019 | 10,039 | 10,058 | 10,078 | 10,097 | 10,117 | 10,137 | 10,156 | 10,176 | 10,195 | 10,215 |
| 580 | 10,215 | 10,234 | 10,254 | 10,273 | 10,293 | 10,312 | 10,332 | 10,352 | 10,371 | 10,391 | 10,41 |
| 590 | 10,41 | 10,43 | 10,449 | 10,469 | 10,488 | 10,508 | 10,528 | 10,547 | 10,567 | 10,586 | 10,606 |
| 600 | 10,606 | 10,625 | 10,645 | 10,664 | 10,684 | 10,703 | 10,723 | 10,743 | 10,762 | 10,782 | 10,801 |
| 610 | 10,801 | 10,821 | 10,84 | 10,86 | 10,879 | 10,899 | 10,919 | 10,938 | 10,958 | 10,977 | 10,997 |
| 620 | 10,997 | 11,016 | 11,036 | 11,055 | 11,075 | 11,095 | 11,114 | 11,134 | 11,153 | 11,173 | 11,192 |
| 630 | 11,192 | 11,212 | 11,231 | 11,251 | 11,27 | 11,29 | 11,31 | 11,329 | 11,349 | 11,368 | 11,388 |
| 640 | 11,388 | 11,407 | 11,427 | 11,446 | 11,466 | 11,485 | 11,505 | 11,525 | 11,544 | 11,564 | 11,583 |
| 650 | 11,583 | 11,603 | 11,622 | 11,642 | 11,661 | 11,681 | 11,7 | 11,72 | 11,739 | 11,759 | 11,778 |
| 660 | 11,778 | 11,798 | 11,817 | 11,837 | 11,857 | 11,876 | 11,896 | 11,915 | 11,935 | 11,954 | 11,974 |
| 670 | 11,974 | 11,993 | 12,013 | 12,032 | 12,052 | 12,071 | 12,091 | 12,11 | 12,13 | 12,149 | 12,169 |
| 680 | 12,169 | 12,188 | 12,208 | 12,227 | 12,247 | 12,266 | 12,286 | 12,305 | 12,325 | 12,344 | 12,364 |
| 690 | 12,364 | 12,383 | 12,403 | 12,422 | 12,442 | 12,461 | 12,481 | 12,5 | 12,519 | 12,539 | 12,558 |
| 700 | 12,558 | 12,578 | 12,597 | 12,617 | 12,636 | 12,656 | 12,675 | 12,695 | 12,714 | 12,734 | 12,753 |
| 710 | 12,753 | 12,772 | 12,792 | 12,811 | 12,831 | 12,85 | 12,87 | 12,889 | 12,909 | 12,928 | 12,947 |
| 720 | 12,947 | 12,967 | 12,986 | 13,006 | 13,025 | 13,045 | 13,064 | 13,083 | 13,103 | 13,122 | 13,142 |
| 730 | 13,142 | 13,161 | 13,18 | 13,2 | 13,219 | 13,239 | 13,258 | 13,277 | 13,297 | 13,316 | 13,336 |
| 740 | 13,336 | 13,355 | 13,374 | 13,394 | 13,413 | 13,432 | 13,452 | 13,471 | 13,491 | 13,51 | 13,529 |
| 750 | 13,529 | 13,549 | 13,568 | 13,587 | 13,607 | 13,626 | 13,645 | 13,665 | 13,684 | 13,703 | 13,723 |
| 760 | 13,723 | 13,742 | 13,761 | 13,781 | 13,8 | 13,819 | 13,839 | 13,858 | 13,877 | 13,897 | 13,916 |
| 770 | 13,916 | 13,935 | 13,955 | 13,974 | 13,993 | 14,012 | 14,032 | 14,051 | 14,07 | 14,09 | 14,109 |
| 780 | 14,109 | 14,128 | 14,147 | 14,167 | 14,186 | 14,205 | 14,224 | 14,244 | 14,263 | 14,282 | 14,302 |

ТЭДС в мВ при температуре свободного конца 0 °С

| Температура рабочего конца, °С | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|--------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 790 | 14,302 | 14,321 | 14,34 | 14,359 | 14,378 | 14,398 | 14,417 | 14,436 | 14,455 | 14,475 | 14,494 |
| 800 | 14,494 | 14,513 | 14,532 | 14,551 | 14,571 | 14,59 | 14,609 | 14,628 | 14,647 | 14,667 | 14,686 |
| 810 | 14,686 | 14,705 | 14,724 | 14,743 | 14,762 | 14,782 | 14,801 | 14,82 | 14,839 | 14,858 | 14,877 |
| 820 | 14,877 | 14,897 | 14,916 | 14,935 | 14,954 | 14,973 | 14,992 | 15,011 | 15,03 | 15,05 | 15,069 |
| 830 | 15,069 | 15,088 | 15,107 | 15,126 | 15,145 | 15,164 | 15,183 | 15,202 | 15,221 | 15,241 | 15,26 |
| 840 | 15,26 | 15,279 | 15,298 | 15,317 | 15,336 | 15,355 | 15,374 | 15,393 | 15,412 | 15,431 | 15,45 |
| 850 | 15,45 | 15,469 | 15,488 | 15,507 | 15,526 | 15,545 | 15,564 | 15,583 | 15,602 | 15,621 | 15,64 |
| 860 | 15,64 | 15,659 | 15,678 | 15,697 | 15,716 | 15,735 | 15,754 | 15,773 | 15,792 | 15,811 | 15,83 |
| 870 | 15,83 | 15,849 | 15,868 | 15,887 | 15,906 | 15,925 | 15,944 | 15,963 | 15,982 | 16,001 | 16,02 |
| 880 | 16,02 | 16,038 | 16,057 | 16,076 | 16,095 | 16,114 | 16,133 | 16,152 | 16,171 | 19,19 | 16,208 |
| 890 | 16,208 | 16,227 | 16,246 | 16,265 | 16,284 | 16,303 | 16,322 | 16,34 | 16,359 | 16,378 | 16,397 |
| 900 | 16,397 | 16,416 | 16,435 | 16,453 | 16,472 | 16,491 | 16,51 | 16,529 | 16,547 | 16,566 | 16,585 |
| 910 | 16,585 | 16,604 | 16,623 | 16,641 | 16,66 | 16,679 | 16,698 | 16,716 | 16,735 | 16,754 | 16,773 |
| 920 | 16,773 | 16,791 | 16,81 | 16,829 | 16,848 | 16,866 | 16,885 | 16,904 | 16,923 | 16,941 | 16,96 |
| 930 | 16,96 | 16,979 | 16,997 | 17,016 | 17,035 | 17,053 | 17,072 | 17,091 | 17,109 | 17,128 | 17,147 |
| 940 | 17,147 | 17,165 | 17,184 | 17,203 | 17,221 | 17,24 | 17,258 | 17,277 | 17,296 | 17,314 | 17,333 |
| 950 | 17,333 | 17,352 | 17,37 | 17,389 | 17,407 | 17,426 | 17,444 | 17,463 | 17,482 | 17,5 | 17,519 |
| 960 | 17,519 | 17,537 | 17,556 | 17,574 | 17,593 | 17,611 | 17,63 | 17,648 | 17,667 | 17,686 | 17,704 |
| 970 | 17,704 | 17,723 | 17,741 | 17,76 | 17,778 | 17,796 | 17,815 | 17,833 | 17,852 | 17,87 | 17,889 |
| 980 | 17,889 | 17,907 | 17,926 | 17,944 | 17,963 | 17,981 | 17,999 | 18,018 | 18,036 | 18,055 | 18,073 |
| 990 | 18,073 | 18,092 | 18,11 | 18,128 | 18,147 | 18,165 | 18,184 | 18,202 | 18,22 | 18,239 | 18,257 |
| 1000 | 18,257 | 18,275 | 18,294 | 18,312 | 18,33 | 18,349 | 18,367 | 18,385 | 18,404 | 18,422 | 18,44 |
| 1010 | 18,44 | 18,459 | 18,477 | 18,495 | 18,513 | 18,532 | 18,55 | 18,568 | 18,587 | 18,605 | 18,623 |
| 1020 | 18,623 | 18,641 | 18,66 | 18,678 | 18,696 | 18,714 | 18,732 | 18,751 | 18,769 | 18,787 | 18,805 |
| 1030 | 18,805 | 18,824 | 18,842 | 18,86 | 18,878 | 18,896 | 18,914 | 18,933 | 18,951 | 18,969 | 18,987 |
| 1040 | 18,987 | 19,005 | 19,023 | 19,041 | 19,06 | 19,078 | 19,096 | 19,114 | 19,132 | 19,15 | 19,168 |
| 1050 | 19,168 | 19,186 | 19,204 | 19,223 | 19,241 | 19,259 | 19,277 | 19,295 | 19,313 | 19,331 | 19,349 |
| 1060 | 19,349 | 19,367 | 19,385 | 19,403 | 19,421 | 19,439 | 19,457 | 19,475 | 19,493 | 19,511 | 19,529 |

ТЭДС в мВ при температуре свободного конца 0 °С

| Температура рабочего конца, °С | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|--------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1070 | 19,529 | 19,547 | 19,565 | 19,583 | 19,601 | 19,619 | 19,637 | 19,655 | 19,673 | 19,691 | 19,709 |
| 1080 | 19,709 | 19,727 | 19,744 | 19,762 | 19,78 | 19,798 | 19,816 | 19,834 | 19,852 | 19,87 | 19,888 |
| 1090 | 19,888 | 19,905 | 19,923 | 19,941 | 19,959 | 19,977 | 19,995 | 20,013 | 20,03 | 20,048 | 20,066 |
| 1100 | 20,066 | 20,084 | 20,102 | 20,12 | 20,137 | 20,155 | 20,173 | 20,191 | 20,208 | 20,226 | 20,066 |
| 1110 | 20,244 | 20,262 | 20,279 | 20,297 | 20,315 | 20,333 | 20,35 | 20,368 | 20,386 | 20,404 | 20,421 |
| 1120 | 20,421 | 20,439 | 20,457 | 20,474 | 20,492 | 20,51 | 20,527 | 20,545 | 20,563 | 20,58 | 20,598 |
| 1130 | 20,598 | 20,616 | 20,633 | 20,651 | 20,669 | 20,686 | 20,704 | 20,721 | 20,739 | 20,757 | 20,774 |
| 1140 | 20,774 | 20,792 | 20,809 | 20,827 | 20,845 | 20,862 | 20,88 | 20,897 | 20,915 | 20,932 | 20,95 |
| 1150 | 20,95 | 20,967 | 20,985 | 21,002 | 21,02 | 21,037 | 21,055 | 21,072 | 21,09 | 21,107 | 21,125 |
| 1160 | 21,125 | 21,142 | 21,16 | 21,177 | 21,195 | 21,212 | 21,23 | 21,247 | 21,265 | 21,282 | 21,299 |
| 1170 | 21,299 | 21,317 | 21,334 | 21,352 | 21,369 | 21,386 | 21,404 | 21,421 | 21,439 | 21,456 | 21,473 |
| 1180 | 21,473 | 21,491 | 21,508 | 21,525 | 21,543 | 21,56 | 21,577 | 21,595 | 21,612 | 21,629 | 21,647 |
| 1190 | 21,647 | 21,664 | 21,681 | 21,698 | 21,716 | 21,733 | 21,75 | 21,768 | 21,785 | 21,802 | 21,819 |
| 1200 | 21,819 | 21,837 | 21,854 | 21,871 | 21,888 | 21,905 | 21,923 | 21,94 | 21,957 | 21,974 | 21,991 |
| 1210 | 21,991 | 22,009 | 22,026 | 22,043 | 22,06 | 22,077 | 22,094 | 22,112 | 22,129 | 22,146 | 22,163 |
| 1220 | 22,163 | 22,18 | 22,197 | 22,214 | 22,231 | 22,249 | 22,266 | 22,283 | 22,3 | 22,317 | 22,334 |
| 1230 | 22,334 | 22,35 | 22,368 | 22,385 | 22,402 | 22,419 | 22,436 | 22,453 | 22,47 | 22,487 | 22,504 |
| 1240 | 22,504 | 22,521 | 22,538 | 22,555 | 22,572 | 22,589 | 22,606 | 22,623 | 22,64 | 22,657 | 22,674 |
| 1250 | 22,674 | 22,691 | 22,708 | 22,725 | 22,742 | 22,759 | 22,776 | 22,792 | 22,809 | 22,826 | 22,843 |
| 1260 | 22,843 | 22,86 | 22,877 | 22,894 | 22,911 | 22,928 | 22,944 | 22,961 | 22,978 | 22,995 | 23,012 |
| 1270 | 23,012 | 23,029 | 23,045 | 23,062 | 23,079 | 23,096 | 23,113 | 23,129 | 23,146 | 23,163 | 23,18 |
| 1280 | 23,18 | 23,196 | 23,213 | 23,23 | 23,247 | 23,263 | 23,28 | 23,297 | 23,314 | 23,33 | 23,347 |
| 1290 | 23,347 | 23,364 | 23,38 | 23,397 | 23,414 | 23,431 | 23,447 | 23,464 | 23,481 | 23,497 | 23,514 |
| 1300 | 23,514 | 23,53 | 23,547 | 23,564 | 23,58 | 23,597 | 23,614 | 23,63 | 23,647 | 23,663 | 23,68 |
| 1310 | 23,68 | 23,697 | 23,713 | 23,73 | 23,746 | 23,763 | 23,779 | 23,796 | 23,812 | 23,829 | 23,846 |
| 1320 | 23,846 | 23,862 | 23,879 | 23,895 | 23,912 | 23,928 | 23,945 | 23,961 | 23,978 | 23,994 | 24,01 |
| 1330 | 24,01 | 24,027 | 24,043 | 24,06 | 24,076 | 24,093 | 24,109 | 24,126 | 24,142 | 24,158 | 24,175 |
| 1340 | 24,175 | 24,191 | 24,208 | 24,224 | 24,24 | 24,257 | 24,273 | 24,29 | 24,306 | 24,322 | 24,339 |

ТЭДС в мВ при температуре свободного конца 0 °С

| Температура рабочего конца, °С | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|--------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1350 | 24,339 | 24,355 | 24,371 | 24,388 | 24,404 | 24,42 | 24,437 | 24,453 | 24,46 | 24,485 | 24,502 |
| 1360 | 24,502 | 24,518 | 24,534 | 24,551 | 24,567 | 24,583 | 24,599 | 24,616 | 24,632 | 24,648 | 24,664 |
| 1370 | 24,664 | 24,68 | 24,697 | 24,713 | 24,729 | 24,745 | 24,762 | 24,778 | 24,794 | 24,81 | 24,826 |
| 1380 | 24,826 | 24,842 | 24,859 | 24,875 | 24,891 | 24,907 | 24,923 | 24,939 | 24,955 | 24,971 | 24,988 |
| 1390 | 24,988 | 25,004 | 25,02 | 25,036 | 25,052 | 25,068 | 25,084 | 25,1 | 25,116 | 24,132 | 25,148 |
| 1400 | 25,148 | 25,164 | 25,18 | 25,196 | 25,212 | 25,228 | 25,244 | 25,26 | 25,276 | 25,292 | 25,308 |
| 1410 | 25,308 | 25,324 | 25,34 | 25,356 | 25,372 | 25,388 | 25,404 | 25,42 | 25,436 | 25,452 | 25,468 |
| 1420 | 25,468 | 25,484 | 25,5 | 25,516 | 25,532 | 25,547 | 25,563 | 25,579 | 25,595 | 25,611 | 25,627 |
| 1430 | 25,627 | 25,643 | 25,658 | 25,674 | 25,69 | 25,706 | 25,722 | 25,738 | 25,753 | 25,769 | 25,785 |
| 1440 | 25,785 | 25,801 | 25,817 | 25,832 | 25,848 | 25,864 | 25,88 | 25,896 | 25,911 | 25,927 | 25,943 |
| 1450 | 25,943 | 25,959 | 25,974 | 25,99 | 26,006 | 26,021 | 26,037 | 26,053 | 26,069 | 26,084 | 26,1 |
| 1460 | 26,1 | 26,116 | 26,131 | 26,147 | 26,163 | 26,178 | 26,194 | 26,209 | 26,225 | 26,241 | 26,256 |
| 1470 | 26,256 | 26,272 | 26,288 | 26,303 | 26,319 | 26,334 | 26,35 | 26,366 | 26,381 | 26,397 | 26,412 |
| 1480 | 26,412 | 26,428 | 26,443 | 26,459 | 26,474 | 26,49 | 26,505 | 26,521 | 26,537 | 26,552 | 26,568 |
| 1490 | 26,568 | 26,583 | 26,599 | 26,614 | 26,629 | 26,645 | 26,66 | 26,676 | 26,691 | 26,707 | 26,722 |
| 1500 | 26,722 | 26,738 | 26,753 | 26,768 | 26,784 | 26,799 | 26,815 | 26,83 | 26,845 | 26,861 | 26,876 |
| 1510 | 26,876 | 26,892 | 26,907 | 26,922 | 26,938 | 26,953 | 26,968 | 26,984 | 26,999 | 27,014 | 27,03 |
| 1520 | 27,03 | 27,045 | 27,06 | 27,076 | 27,091 | 27,106 | 27,121 | 27,137 | 27,152 | 27,167 | 27,183 |
| 1530 | 27,183 | 27,198 | 27,213 | 27,228 | 27,244 | 27,259 | 27,274 | 27,289 | 27,304 | 27,32 | 27,335 |
| 1540 | 27,335 | 27,35 | 27,365 | 27,38 | 27,396 | 27,411 | 27,426 | 27,441 | 27,456 | 27,471 | 27,486 |
| 1550 | 27,486 | 27,502 | 27,517 | 27,532 | 27,547 | 27,562 | 27,577 | 27,592 | 27,607 | 27,622 | 27,637 |
| 1560 | 27,637 | 27,653 | 27,668 | 27,683 | 27,698 | 27,713 | 27,728 | 27,743 | 27,758 | 27,773 | 27,788 |
| 1570 | 27,788 | 27,803 | 27,818 | 27,833 | 27,848 | 27,863 | 27,878 | 27,893 | 27,908 | 27,923 | 27,938 |
| 1580 | 27,938 | 27,953 | 27,968 | 27,983 | 27,997 | 28,012 | 28,027 | 28,042 | 28,057 | 28,072 | 28,087 |
| 1590 | 28,087 | 28,102 | 28,117 | 28,132 | 28,146 | 28,161 | 28,176 | 28,191 | 28,206 | 28,221 | 28,236 |
| 1600 | 28,236 | 28,25 | 28,265 | 28,28 | 28,295 | 28,31 | 28,324 | 28,339 | 28,354 | 28,369 | 28,384 |
| 1610 | 28,384 | 28,398 | 28,413 | 28,428 | 28,443 | 28,457 | 28,472 | 28,487 | 28,502 | 28,516 | 28,531 |
| 1620 | 28,531 | 28,546 | 28,56 | 28,575 | 28,59 | 28,604 | 28,619 | 28,634 | 28,648 | 28,663 | 28,678 |

ТЭДС в мВ при температуре свободного конца 0 °С

| Температура рабочего конца, °С | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|--------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1630 | 28,678 | 28,692 | 28,707 | 28,722 | 28,736 | 28,751 | 28,765 | 28,78 | 28,795 | 28,809 | 28,824 |
| 1640 | 28,824 | 28,838 | 28,853 | 28,868 | 28,882 | 28,897 | 28,911 | 28,926 | 28,94 | 28,955 | 28,969 |
| 1650 | 28,969 | 28,984 | 28,998 | 29,013 | 29,027 | 29,042 | 29,056 | 29,071 | 29,085 | 29,1 | 29,114 |
| 1660 | 29,114 | 29,129 | 29,143 | 29,158 | 29,172 | 29,187 | 29,201 | 29,215 | 29,23 | 29,244 | 29,259 |
| 1670 | 29,259 | 29,273 | 29,287 | 29,302 | 29,316 | 29,331 | 29,345 | 29,359 | 29,374 | 29,388 | 29,402 |
| 1680 | 29,402 | 29,417 | 29,431 | 29,445 | 29,46 | 29,474 | 29,488 | 29,503 | 29,517 | 29,531 | 29,546 |
| 1690 | 29,546 | 29,56 | 29,574 | 29,588 | 29,603 | 29,617 | 29,631 | 29,645 | 29,66 | 29,674 | 29,688 |
| 1700 | 29,688 | 29,702 | 29,716 | 29,731 | 29,745 | 29,759 | 29,773 | 29,787 | 29,802 | 29,816 | 29,83 |
| 1710 | 29,83 | 29,844 | 29,858 | 29,872 | 29,886 | 29,901 | 29,915 | 29,929 | 29,943 | 29,957 | 29,971 |
| 1720 | 29,971 | 29,985 | 29,999 | 30,013 | 30,027 | 30,041 | 30,056 | 30,07 | 30,084 | 30,098 | 30,112 |
| 1730 | 30,112 | 30,126 | 30,14 | 30,154 | 30,168 | 30,182 | 30,196 | 30,21 | 30,224 | 30,238 | 30,252 |
| 1740 | 30,252 | 30,266 | 30,28 | 30,294 | 30,308 | 30,321 | 30,335 | 30,349 | 30,363 | 30,377 | 30,391 |
| 1750 | 30,391 | 30,405 | 30,419 | 30,433 | 30,447 | 30,46 | 30,474 | 30,488 | 30,502 | 30,516 | 30,53 |
| 1760 | 30,53 | 30,544 | 30,557 | 30,571 | 30,585 | 30,599 | 30,613 | 30,627 | 20,64 | 30,654 | 30,668 |
| 1770 | 30,668 | 30,682 | 30,695 | 30,709 | 30,723 | 30,737 | 30,75 | 30,764 | 30,778 | 30,792 | 30,805 |
| 1780 | 30,805 | 30,819 | 30,833 | 30,846 | 30,86 | 30,874 | 30,887 | 30,901 | 30,915 | 20,928 | 30,942 |
| 1790 | 30,942 | 30,956 | 30,969 | 30,983 | 30,997 | 31,01 | 31,024 | 31,038 | 31,051 | 31,065 | 31,078 |
| 1800 | 31,078 | 31,092 | 31,105 | 31,119 | 31,133 | 31,146 | 31,16 | 31,173 | 31,187 | 31,2 | 31,214 |
| 1810 | 31,214 | 31,227 | 31,241 | 31,254 | 31,268 | 31,281 | 31,295 | 31,308 | 31,322 | 31,335 | 31,349 |
| 1820 | 31,349 | 31,362 | 31,376 | 31,389 | 31,403 | 31,416 | 31,429 | 31,443 | 31,456 | 31,47 | 31,483 |
| 1830 | 31,483 | 31,496 | 31,51 | 31,523 | 31,536 | 31,55 | 31,563 | 31,577 | 31,59 | 31,603 | 31,617 |
| 1840 | 31,617 | 31,63 | 31,643 | 31,656 | 31,67 | 31,683 | 31,696 | 31,71 | 31,723 | 31,736 | 31,749 |
| 1850 | 31,749 | 31,763 | 31,776 | 31,789 | 31,802 | 31,816 | 31,829 | 31,842 | 31,855 | 31,869 | 31,882 |
| 1860 | 31,882 | 31,895 | 31,908 | 31,921 | 31,934 | 31,948 | 31,961 | 31,974 | 31,987 | 32 | 32,013 |
| 1870 | 32,013 | 32,026 | 32,04 | 32,053 | 32,066 | 32,079 | 32,092 | 32,105 | 32,118 | 32,131 | 32,144 |
| 1880 | 32,144 | 32,157 | 32,17 | 31,183 | 32,196 | 32,209 | 32,222 | 32,235 | 32,248 | 32,261 | 32,274 |
| 1890 | 32,274 | 32,287 | 32,3 | 31,313 | 32,326 | 32,339 | 32,352 | 32,365 | 32,378 | 32,391 | 32,404 |
| 1900 | 32,404 | 32,417 | 32,43 | 32,443 | 32,456 | 32,468 | 32,481 | 32,494 | 32,507 | 32,52 | 32,533 |

ТЭДС в мВ при температуре свободного конца 0 °С

| Температура рабочего конца, °С | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|--------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1910 | 32,533 | 32,546 | 32,558 | 32,571 | 32,584 | 32,597 | 32,61 | 32,623 | 32,635 | 32,648 | 32,661 |
| 1920 | 32,661 | 32,674 | 32,686 | 32,699 | 32,712 | 32,725 | 32,737 | 32,75 | 32,763 | 32,776 | 32,788 |
| 1930 | 32,788 | 32,801 | 32,814 | 32,826 | 32,839 | 32,852 | 32,864 | 32,877 | 32,89 | 32,902 | 32,915 |
| 1940 | 32,915 | 32,928 | 32,94 | 32,953 | 32,966 | 32,978 | 32,991 | 33,003 | 33,016 | 33,028 | 33,041 |
| 1950 | 33,041 | 33,054 | 33,066 | 33,079 | 33,091 | 33,104 | 33,116 | 33,129 | 33,141 | 33,154 | 33,166 |
| 1960 | 33,166 | 33,179 | 33,191 | 33,204 | 33,216 | 33,229 | 33,241 | 33,254 | 33,266 | 33,278 | 33,291 |
| 1970 | 33,291 | 33,303 | 33,316 | 33,328 | 33,341 | 33,353 | 33,365 | 33,378 | 33,39 | 33,402 | 33,415 |
| 1980 | 33,415 | 33,427 | 33,439 | 33,452 | 33,464 | 33,476 | 33,489 | 33,501 | 33,513 | 33,525 | 33,538 |
| 1990 | 33,538 | 33,55 | 33,562 | 33,575 | 33,587 | 33,599 | 33,611 | 33,623 | 33,636 | 33,648 | 33,66 |
| 2000 | 33,66 | 33,672 | 33,684 | 33,697 | 33,709 | 33,721 | 33,733 | 33,745 | 33,757 | 33,769 | 33,782 |
| 2010 | 33,782 | 33,794 | 33,806 | 33,818 | 33,83 | 33,842 | 33,854 | 33,866 | 33,878 | 33,89 | 33,902 |
| 2020 | 33,902 | 33,914 | 33,926 | 33,938 | 33,95 | 33,962 | 33,974 | 33,986 | 33,998 | 34,01 | 34,022 |
| 2030 | 34,022 | 34,034 | 34,046 | 34,058 | 34,07 | 34,082 | 34,094 | 34,106 | 34,118 | 34,13 | 34,142 |
| 2040 | 34,142 | 34,153 | 34,165 | 34,177 | 34,189 | 34,201 | 34,213 | 34,225 | 34,236 | 34,248 | 34,26 |
| 2050 | 34,26 | 34,272 | 34,284 | 34,295 | 34,307 | 34,319 | 34,331 | 34,342 | 34,354 | 34,366 | 34,378 |
| 2060 | 34,378 | 34,389 | 34,401 | 34,413 | 34,424 | 34,436 | 34,448 | 34,459 | 34,471 | 34,483 | 34,494 |
| 2070 | 34,494 | 34,506 | 34,518 | 34,529 | 34,541 | 34,552 | 34,564 | 34,576 | 34,587 | 34,599 | 34,61 |
| 2080 | 34,61 | 34,622 | 34,633 | 34,645 | 34,656 | 34,668 | 34,679 | 34,691 | 34,702 | 34,714 | 34,725 |
| 2090 | 34,725 | 34,737 | 34,748 | 34,76 | 34,771 | 34,782 | 34,794 | 34,805 | 34,817 | 34,828 | 34,839 |
| 2100 | 34,839 | 34,851 | 34,862 | 34,874 | 34,885 | 34,896 | 34,908 | 34,919 | 34,93 | 34,942 | 34,953 |
| 2110 | 34,953 | 34,964 | 34,975 | 34,987 | 34,998 | 35,009 | 35,02 | 35,032 | 35,043 | 35,054 | 35,065 |
| 2120 | 35,065 | 35,077 | 35,088 | 35,099 | 35,11 | 35,121 | 35,132 | 34,144 | 35,155 | 35,166 | 35,177 |
| 2130 | 35,177 | 35,188 | 35,199 | 35,21 | 35,221 | 35,232 | 35,243 | 35,254 | 35,265 | 35,277 | 35,288 |
| 2140 | 35,288 | 35,299 | 35,31 | 35,321 | 35,332 | 35,343 | 35,353 | 35,364 | 35,375 | 35,386 | 35,397 |
| 2150 | 35,397 | 35,408 | 35,419 | 35,43 | 35,441 | 35,452 | 35,463 | 35,474 | 35,484 | 35,495 | 35,506 |
| 2160 | 35,506 | 35,517 | 35,528 | 35,539 | 35,549 | 35,56 | 35,571 | 35,582 | 35,592 | 35,603 | 35,614 |
| 2170 | 35,614 | 35,625 | 35,635 | 35,646 | 35,657 | 35,668 | 35,678 | 35,689 | 35,7 | 35,71 | 35,721 |
| 2180 | 35,721 | 35,731 | 35,742 | 35,753 | 35,763 | 35,774 | 35,784 | 35,795 | 35,806 | 35,816 | 35,827 |

| ТЭДС в мВ при температуре свободного конца 0 °С | | | | | | | | | | | |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Температура рабочего конца, °С | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 2190 | 35,827 | 35,837 | 35,848 | 35,858 | 35,869 | 35,879 | 35,89 | 35,9 | 35,911 | 35,921 | 35,932 |
| 2200 | 35,932 | 35,942 | 35,953 | 35,963 | 35,973 | 35,984 | 35,994 | 36,004 | 36,015 | 36,025 | 36,036 |
| 2210 | 36,036 | 36,046 | 36,056 | 36,067 | 36,077 | 36,087 | 36,097 | 36,108 | 36,118 | 36,128 | 36,138 |
| 2220 | 36,138 | 36,149 | 36,159 | 36,169 | 36,179 | 36,189 | 36,2 | 36,21 | 36,22 | 36,23 | 36,24 |
| 2230 | 36,24 | 36,25 | 36,26 | 36,271 | 36,281 | 36,291 | 36,301 | 36,311 | 36,321 | 36,331 | 36,341 |
| 2240 | 36,341 | 36,351 | 36,361 | 36,371 | 36,381 | 36,391 | 36,401 | 36,411 | 36,421 | 36,431 | 36,441 |
| 2250 | 36,441 | 36,451 | 36,46 | 36,47 | 36,48 | 36,49 | 36-500 | 36,51 | 36,52 | 36,529 | 36,539 |
| 2260 | 36,539 | 36,549 | 36,559 | 36,569 | 36,578 | 36,588 | 36,598 | 36,608 | 36,617 | 36,627 | 36,637 |
| 2270 | 36,637 | 36,646 | 36,656 | 36,666 | 36,675 | 36,685 | 36,695 | 36,704 | 36,714 | 36,723 | 36,733 |
| 2280 | 36,733 | 36,743 | 36,752 | 36,762 | 36,771 | 36,781 | 36,79 | 36,8 | 36,809 | 36,819 | 36,828 |
| 2290 | 36,828 | 36,838 | 36,847 | 36,857 | 36,866 | 36,875 | 36,885 | 36,894 | 36,903 | 36,913 | 36,922 |
| 2300 | 36,922 | 36,932 | 36,941 | 36,95 | 36,959 | 36,969 | 36,978 | 36,987 | 36,997 | 37,006 | 37,015 |
| 2310 | 37,015 | 37,024 | 37,033 | 37,043 | 37,052 | 37,061 | 37,07 | 37,079 | 37,088 | 37,097 | 37,107 |

Таблица А.2 - Значения электрического сопротивления постоянному току для термопреобразователя сопротивления Ni 120

| Электрическое сопротивление постоянному току в Ом | | | | | | | | | | | |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Температура, °С | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| -80 | 66,60 | | | | | | | | | | |
| -70 | 73,10 | 72,45 | 71,80 | 71,15 | 70,50 | 69,85 | 69,20 | 68,55 | 67,90 | 67,25 | 66,60 |
| -60 | 79,62 | 78,97 | 78,31 | 77,66 | 77,01 | 76,36 | 75,71 | 75,06 | 74,41 | 73,75 | 73,10 |
| -50 | 86,16 | 85,51 | 84,85 | 84,20 | 83,54 | 82,89 | 82,23 | 81,58 | 80,93 | 80,27 | 79,62 |
| -40 | 92,76 | 92,09 | 91,43 | 90,77 | 90,11 | 89,45 | 88,79 | 88,14 | 87,48 | 86,82 | 86,16 |
| -30 | 99,41 | 98,74 | 98,07 | 97,41 | 96,74 | 96,07 | 95,41 | 94,74 | 94,08 | 93,42 | 92,76 |
| -20 | 106,15 | 105,47 | 104,79 | 104,12 | 103,44 | 102,77 | 102,09 | 101,42 | 100,75 | 100,08 | 99,41 |
| -10 | 113,00 | 112,31 | 111,62 | 110,93 | 110,25 | 109,56 | 108,88 | 108,19 | 107,51 | 106,83 | 106,15 |
| 0 | 120,00 | 119,29 | 118,59 | 117,88 | 117,18 | 116,48 | 115,78 | 115,09 | 114,39 | 113,70 | 113,00 |
| 0 | 120,00 | 120,71 | 121,42 | 122,13 | 122,85 | 123,56 | 124,28 | 125,00 | 125,72 | 126,44 | 127,17 |

Электрическое сопротивление постоянному току в Ом

| Температура, °С | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 10 | 127,17 | 127,89 | 128,62 | 129,35 | 130,09 | 130,82 | 131,56 | 132,29 | 133,03 | 133,77 | 134,52 |
| 20 | 134,52 | 135,26 | 136,01 | 136,76 | 137,51 | 138,26 | 139,02 | 139,78 | 140,54 | 141,30 | 142,06 |
| 30 | 142,06 | 142,82 | 143,59 | 144,36 | 145,13 | 145,90 | 146,68 | 147,46 | 148,24 | 149,02 | 149,80 |
| 40 | 149,80 | 150,59 | 151,37 | 152,16 | 152,95 | 153,75 | 154,54 | 155,34 | 156,14 | 156,94 | 157,75 |
| 50 | 157,75 | 158,55 | 159,36 | 160,17 | 160,98 | 161,80 | 162,61 | 163,43 | 164,25 | 165,07 | 165,90 |
| 60 | 165,90 | 166,73 | 167,56 | 168,39 | 169,22 | 170,06 | 170,90 | 171,74 | 172,58 | 173,42 | 174,27 |
| 70 | 174,27 | 175,12 | 175,97 | 176,82 | 177,68 | 178,53 | 179,39 | 180,25 | 181,12 | 181,98 | 182,85 |
| 80 | 182,85 | 183,72 | 184,59 | 185,46 | 186,34 | 187,22 | 188,10 | 188,98 | 189,87 | 190,75 | 191,64 |
| 90 | 191,64 | 192,53 | 193,42 | 194,32 | 195,21 | 196,11 | 197,01 | 197,92 | 198,82 | 199,73 | 200,64 |
| 100 | 200,64 | 201,55 | 202,47 | 203,38 | 204,30 | 205,22 | 206,14 | 207,07 | 207,99 | 208,92 | 209,85 |
| 110 | 209,85 | 210,79 | 211,72 | 212,66 | 213,60 | 214,54 | 215,49 | 216,43 | 217,38 | 218,34 | 219,29 |
| 120 | 219,29 | 220,25 | 221,20 | 222,16 | 223,13 | 224,09 | 225,06 | 226,03 | 227,00 | 227,97 | 228,95 |
| 130 | 228,95 | 229,93 | 230,91 | 231,89 | 232,88 | 233,86 | 234,85 | 235,85 | 236,84 | 237,84 | 238,84 |
| 140 | 238,84 | 239,84 | 240,84 | 241,85 | 242,85 | 243,86 | 244,88 | 245,89 | 246,91 | 247,93 | 248,95 |
| 150 | 248,95 | 249,97 | 251,00 | 252,03 | 253,06 | 254,09 | 255,13 | 256,17 | 257,21 | 258,25 | 259,30 |
| 160 | 259,30 | 260,34 | 261,39 | 262,45 | 263,50 | 264,56 | 265,62 | 266,69 | 267,75 | 268,82 | 269,89 |
| 170 | 269,89 | 270,97 | 272,05 | 273,13 | 274,21 | 275,30 | 276,38 | 277,48 | 278,57 | 279,67 | 280,77 |
| 180 | 280,77 | 281,87 | 282,98 | 284,09 | 285,20 | 286,32 | 287,44 | 288,56 | 289,69 | 290,82 | 291,95 |
| 190 | 291,95 | 293,08 | 294,22 | 295,37 | 296,51 | 297,66 | 298,81 | 299,97 | 301,13 | 302,29 | 303,45 |
| 200 | 303,45 | 304,62 | 305,80 | 306,97 | 308,15 | 309,34 | 310,52 | 311,72 | 312,91 | 314,11 | 315,31 |
| 210 | 315,31 | 316,52 | 317,73 | 318,94 | 320,16 | 321,38 | 322,60 | 323,83 | 325,06 | 326,30 | 327,54 |
| 220 | 327,54 | 328,78 | 330,03 | 331,28 | 332,53 | 333,79 | 335,05 | 336,32 | 337,59 | 338,87 | 340,14 |
| 230 | 340,14 | 341,43 | 342,71 | 344,00 | 345,29 | 346,59 | 347,89 | 349,20 | 350,51 | 351,82 | 353,14 |
| 240 | 353,14 | 354,46 | 355,79 | 357,12 | 358,45 | 359,79 | 361,13 | 362,47 | 363,82 | 365,17 | 366,53 |
| 250 | 366,53 | 367,89 | 369,26 | 370,62 | 372,00 | 373,37 | 374,75 | 376,14 | 377,52 | 378,91 | 380,31 |
| 260 | 380,31 | | | | | | | | | | |