

УТВЕРЖДАЮ

Директор «ИП Лебедева»

_____ Н.В. Лебедева

«24» января 2018 г.

**ТЕРМОМЕТРЫ СОПРОТИВЛЕНИЯ
ЭТАЛОННЫЕ ЭТС-100М**

Руководство по эксплуатации

РЭ



2018

СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение	3
2. Назначение	3
3. Технические данные	3
4. Комплект изделия	5
5. Устройство и работа изделия	5
6. Маркирование	6
7. Упаковка, порядок хранения и транспортирование	6
8. Общие указания по эксплуатации	7
9. Подготовка к работе	7
10. Порядок работы.....	8
11. Возможные неисправности и способы их устранения	9
12. Техническое обслуживание	9
Приложение А. Пример расчета температур в диапазоне температур по показаниям термометра в диапазоне от 0 до 660,323 °С.....	10
Приложение Б. Пример расчета температуры по показаниям термометра в диапазоне от минус 196 до 0 °С.....	11

1 Введение

1.1. Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для изучения термометров сопротивления платиновых эталонных ЭТС-100М, исполнений ЭТС-100М1, ЭТС-100М2, ЭТС-100М3 – 2 и 3 разряда (в дальнейшем - термометры). Руководство по эксплуатации содержит описание устройства термометров, принцип действия, а также технические характеристики и другие сведения, необходимые для обеспечения полного использования технических возможностей, правильной эксплуатации их в полной готовности к действию.

1.2 Для изучения и эксплуатации необходимо руководствоваться следующими документами: ГОСТ Р 8.558-2009, положение о МТШ-90, МП 2411-0153-2018 «Термометры сопротивления эталонные ЭТС-100М. Методика поверки».

2 Назначение

2.1 Термометры ЭТС-100М исполнений ЭТС-100М1 и ЭТС-100М3 являются рабочими эталонами 3 разряда. Исполнение ЭТС-100М2 является рабочим эталоном 2 разряда. Термометры ЭТС-100М предназначены для поверки рабочих средств измерений температуры, а также для точных измерений температуры в диапазоне от минус 196 до 660,323 °С согласно поверочной схеме ГОСТ 8.558-2009.

2.2 Условия эксплуатации лабораторные:
температура окружающей среды ($20,0 \pm 2,0$) °С;
давление (100 ± 4) кПа;
относительная влажность воздуха (60 ± 15)%.

2.3 Вид климатического исполнения УХЛ 4 по ГОСТ 15150-69.

3 Технические данные

3.1 Диапазон измеряемой температуры должен соответствовать:
для исполнений ЭТС-100М1 от минус 196 до 660,323 °С
для исполнений ЭТС-100М2, ЭТС-100М3 от минус 196 до 419,527 °С

3.2 Размеры термометров:

- внешний диаметр защитной трубки не более 5,0 мм,
- длина погружаемой части термометра не менее 500 мм,
- диаметр головки термометра не более 20 мм.

Габаритные размеры термометра:

диаметр не более 20 мм, длина не более 670 мм,
длина внешних соединительных проводов не менее 1500 мм.

3.3 Минимальная глубина погружения не менее 150 мм.

3.4 Нестабильность термометров (изменение сопротивления термометра $\Delta R_{ТТВ}$) в тройной точке воды после выдержки в течение 5 ч после отжига при температуре на 10°C выше верхнего предела измерения, не должно быть более $0,005^\circ\text{C}$ и $0,01^\circ\text{C}$, в температурном эквиваленте для термометров 2-го и 3-го разрядов соответственно.

3.5 Чувствительные элементы термометров изготавливаются из платины с параметрами относительного сопротивления $W_{100} \geq 1,3910$.

3.6 Доверительная погрешность термометров при доверительной вероятности 0,95 не должна превышать значений, указанных в табл.1.

Таблица 1 – Допускаемые доверительные погрешности результатов измерений температуры в реперных точках термометрами ЭТС-100М, в градусах Цельсия.

Температура, $^\circ\text{C}$	Реперная точка	Доверительные границы абсолютной погрешности при вероятности 0,95, $^\circ\text{C}$	
		2-й разряд	3-й разряд
минус 196	точка кипения азота	$\pm 0,03$	$\pm 0,05$
0,01	тройная точка воды	$\pm 0,01$	$\pm 0,02$
231,928	точка затвердевания олова	$\pm 0,02$	$\pm 0,04$
419,527	точка затвердевания цинка	$\pm 0,02$	$\pm 0,07$
660,323	точка затвердевания алюминия	-	$\pm 0,15$

3.7 Рабочий ток через термометры не более $(1,0 \pm 0,1)$ мА.

3.8 Сопротивление изоляции термометров между выводами и корпусом не менее 100 МОм при температуре $(20 \pm 2,0)^\circ\text{C}$ и относительной влажности $(60 \pm 15)\%$.

3.9 Норма расхода спирта по ГОСТ 18300-87 за один цикл градуировки на 1 термометр 3 мл.

3.10 Ресурс работы термометров между двумя последовательными поверками составляет 1000 ч.

3.11 Вероятность безотказной работы за 1000 ч или 50 циклов нагрев до рабочей температуры - охлаждение до комнатной температуры при доверительной вероятности 0,8 не должна быть менее 0,9.

Отказом является обрыв или короткое замыкание чувствительного элемента или несоответствие требованиям п.3.4.

4 Комплект изделия

4.1 Комплект термометра ЭТС-100М исполнений ЭТС-100М1, ЭТС-100М2 И ЭТС-100М3 приведен в табл.2

Таблица 2 .

Наименование	Обозначение	Кол-во	Примечание
Термометр эталонный Э ТС-100М1, ЭТС-100М2, ЭТС-100М3		1	
Руководство по эксплуатации	РЭ	1	
Методика поверки	МП	1	Приложение
Паспорт	ПС	1	
Футляр		1	
Свидетельство о поверке		1	

5 Устройство и работа изделия

5.1 Принцип действия термометров ЭТС-100М заключается в использовании зависимости электрического сопротивления платины от температуры.

Для измерения сопротивления эталонных термометров применяется электроизмерительная аппаратура, выполненная по мостовой или компенсационной схеме.

5.2 Основной частью термометров является чувствительный элемент, представляющий собой резистор в виде спирали из платиновой проволоки диаметром 0,05 мм.

5.3 Для термометров ЭТС-100М соединенные последовательно отрезки спирали укладываются в керамическую трубочку. К концам платиновой проволоки чувствительного элемента приварены платино-родиевые проволоки, жестко скрепленные с каркасом, к каждой из которых приварено по два вывода из алюминия. Для изоляции выводных проводников применены кварцевые капилляры. Чувствительный элемент с выводами заключен в герметизированную пробирку, изготовленную из стали. Пробирка заполнена сухим воздухом

6 Маркирование

6.1 На головке термометра нанесены следующие данные: наименование ЭТС-100М1, ЭТС-100М2 и ЭТС-100М3; порядковый номер по системе нумерации предприятия-изготовителя.

6.2 Упаковка имеет планку со следующими обозначениями: товарный знак предприятия-изготовителя;

6.3 На эксплуатационную документацию нанесен знак Государственного реестра.

7 Упаковка, порядок хранения и транспортирования

7.1 Упаковка термометров должна производиться в закрытом помещении при температуре окружающего воздуха от минус 10 до плюс 35 °С и относительной влажности не более 80 %. В воздухе не должно быть пыли, паров кислот, щелочей, а также газов, вызывающих коррозию.

7.2. Термометры упаковываются в футляр, предварительно проложив поролоном.

7.3. Комплект эксплуатационных документов вкладывается в водонепроницаемый пакет типа I-1 по ГОСТ 12302-83 с длиной 320 мм и шириной 230 мм, изготовленный из полиэтиленовой пленки толщиной 0,15 мм по ГОСТ 10354-82.

7.4. Термометры вместе с комплектом эксплуатационных документов должны быть упакованы в деревянную транспортную тару типа I, изготовленную согласно

ГОСТ 9396-88, предварительно проложенную поролоном. Размер ящика определяется количеством упаковываемых термометров.

7.5. Хранение термометров в упаковке предприятия-изготовителя должно осуществляться в отапливаемых хранилищах в условиях 1 по ГОСТ 15150-69. Воздух в помещении не должен содержать вредных примесей газов, вызывающих коррозию.

7.6. Термометры в упаковке предприятия-изготовителя допускается транспортировать крытым автомобильным и железнодорожным транспортом, а также самолетами в герметизированных отсеках при температуре окружающего воздуха от минус 50 до плюс 50 °С.

7.7. Транспортирование термометров допускается только с сопровождающим лицом.

7.8. Термометры должны транспортироваться в специальной таре.

7.9. Термометры рекомендуется хранить в футляре.

8 Общие указания по эксплуатации

8.1 Проверить комплектность изделия согласно паспорту.

8.2 Убедиться путем внешнего осмотра в том, что нет обрывов подводящих проводов, трещин и загрязнений на корпусе термометра.

8.3 Оберегать термометр от ударов, тряски и загрязнений.

8.4 Протирать защитную трубку спиртом-ректификатом ГОСТ 18300-87 перед погружением термометра в печь или ампулу тройной точки воды.

9 Подготовка к работе

9.1 Поверитель может быть допущен к работе с термометрами только после тщательного ознакомления с конструкцией и правилами эксплуатации термометров.

9.2 Протереть защитную трубку термометра спиртом-ректификатом ГОСТ 18300-87.

9.3 Погрузить термометр в среду, температуру которой необходимо определить, и подключить подводящие провода к электрической цепи измерительной системы.

9.4 При эксплуатации термометров при температурах выше 450 °С термометры следует извлекать из печи медленно за 1-2 мин., соблюдая особую осторожность во избежание получения ожогов

9.5 Запрещается трогать металлический чехол термометров руками и класть термометры после извлечения из печи на легковоспламеняющуюся поверхность.

10 Порядок работы

10.1 Поместить термометр в среду с измеряемой температурой. Глубина погружения термометра должна быть не менее 150 мм.

10.2 Установить рабочий ток через термометр не более 1,0 мА.

10.3 Провести измерение сопротивления термометра не ранее, чем через 15 мин. после погружения термометра в рабочую среду и установления рабочего тока.

10.4 Рассчитать относительное сопротивление термометра по формуле:

$$W(t) = R(T)/R_{\text{ТВ}} \quad (1)$$

где $R(t)$ - сопротивление термометра, измеренное в среде с температурой t °С;

$R_{\text{ТВ}}$ - сопротивление термометра, измеренное в тройной точке воды.

10.5 Рассчитать измеренную температуру по данным из свидетельства о поверке и измеренному значению $W(t)$. Расчет проводится по методике, изложенной в приложениях А и Б.

11. Возможные неисправности и способы их устранения

11.1 Возможные неисправности термометров ЭТС-100М и методы их устранения сведены в табл.3.

Таблица 3.

Наименование неисправности, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятные причины	Методы устранения	Примечание
Нарушение электрической цепи в термометре	Обрыв в выводах термометра	Не подлежит ремонту	

12 Техническое обслуживание

12.1 Перед погружением термометра в печь необходимо протирать его корпус спиртом-ректификатом ГОСТ 18300-87.

12.2 После проведения измерения термометр необходимо поместить в специально отведенное место.

Избегайте ударов и тряски!

12.3 Техническое освидетельствование термометров проводится в соответствии с документом МП 2411-0153-2018 "Термометры сопротивления эталонные ЭТС-100М. Методика поверки"

13. Гарантии изготовителя

13.1 Изготовитель гарантирует соответствие термометров требованиям технических условий ТУ 4211-014-0125106998-2018 при соблюдении правил транспортирования, хранения и эксплуатации.

13.2 Гарантийный срок эксплуатации термометра 24 месяца со дня продажи при наработке, не превышающей 1000 ч или 50 циклов охлаждения – нагрев.

«ИП Лебедева»

ИНН 782574589625

Адрес: 191180, С-Петербург, наб. р. Фонтанки д. 84, кв. 25

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(справочное)

Пример расчета температуры по показаниям ЭТС-100М1, ЭТС-100М2 и ЭТС-100М3 в диапазоне от 0 до 660,323 °С

А.1 Сопротивление термометра, измеренное при температуре t , равно

$$R(t) = 139,3000 \text{ Ом}$$

А.2 В свидетельстве о поверке эталонного термометра приведены следующие данные:

- сопротивление термометра в тройной точке воды $R_{\text{ТТВ}} = 100,0268 \text{ Ом}$;

- коэффициенты функции отклонения $A = -0,000142$; $B = -0,0000435$

А.3 Рассчитывают относительное сопротивление ЭТС:

$$W(t) = R(t) / R_{\text{ТТВ}} = 139,3000 / 100,0268 = 1,392627$$

А.4 Рассчитывают значение функции отклонения при температуре t :

$$dW(t) = A(W(t) - 1) + B(W(t) - 1)^2 = -0,000142 \cdot 0,392627 - 0,0000435 \cdot 0,392627^2 = -0,0000625$$

А.5 Рассчитывают значение стандартной функции $W_{\text{ст}}$ при температуре t :

$$W_{\text{ст}} = W(t) - dW(t) = 1,392627 + 0,0000625 = 1,3926895$$

А.6 Рассчитывают значение температуры t по формуле для обратной стандартной функции МТШ-90:

$$t = D_0 + \sum D_i ((W_{\text{ст}}(t) - 2,64) / 1,64)^i = 99,977 \text{ °С},$$

где коэффициенты D_i имеют следующие значения :

$D_0 = 439,932854$	$D_4 = 2,920828$	$D_7 = -0,188732$
$D_1 = 472,418020$	$D_5 = 0,005184$	$D_8 = 0,191203$
$D_2 = 37,684494$	$D_6 = -0,963864$	$D_9 = 0,049025$
$D_3 = 7,472018$		

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(справочное)

**Пример расчета температуры по показаниям ЭТС-100М1, ЭТС-100М2
и ЭТС-100М3 в диапазоне от минус 196 до 0 °С**

Б.1 Сопротивление термометра, измеренное при температуре t , равно

$$R(t) = 84,4752 \text{ Ом}$$

Б.2 В свидетельстве о поверке эталонного термометра приведены следующие данные:

- сопротивление термометра в тройной точке воды $R_{\text{ТТВ}} = 99,85354 \text{ Ом}$;
- коэффициент функции отклонения $M = -0,00027459$.

Б.3 Рассчитывают относительное сопротивление ЭТС:

$$W(t) = R(t) / R_{\text{ТТВ}} = 84,4752 / 99,85354 = 0,84599105$$

Б.4 Рассчитывают значение функции отклонения при температуре t :

$$dW(t) = M(W(t) - 1) = 4,22892 \cdot 10^{-5}$$

Б.5 Рассчитывают значение стандартной функции $W_{\text{СТ}}$ при температуре t

$$W_{\text{СТ}}(t) = W(t) - dW(t) = 0,84594876$$

Б.6 Рассчитывают значение температуры t по формуле для обратной стандартной функции МТШ-90:

$$t = \left[B_0 + \sum_{i=1}^{15} B_i \left(\frac{W_{\text{cm}}(t)^{1/6} - 0,65}{0,35} \right)^i \right] \cdot 273,16 - 273,15 = -38,386^{\circ} \text{C},$$

где коэффициенты B_i имеют следующие значения:

B_0	0,18332472	B_8	- 0,075291522
B_1	0,2409753	B_9	-0,05647067
B_2	0,20910877	B_{10}	0,07620129
B_3	0,19043997	B_{11}	0,1238932
B_4	0,1426485	B_{12}	-0,02920119
B_5	0,07799347	B_{13}	-0,09117354
B_6	0,01247561	B_{14}	0,0013177
B_7	-0,03226713	B_{15}	0,02602553