ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
СОЮЗА ССР

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

ТЕРМОМЕТРЫ СТЕКЛЯННЫЕ РТУТНЫЕ ОБРАЗЦОВЫЕ

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

ГОСТ 8.317—78

Издание официальное

Цена 10 коп.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ
Москва

gost.e-ecolog.ru

УДК 536.512.089.6 : 666.11 : 006.354 Группа Т88.2

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

Государственная система обеспечения единства измерений

ТЕРМОМЕТРЫ СТЕКЛЯННЫЕ РТУТНЫЕ ОБРАЗЦОВЫЕ

Методы и средства поверки

State System for Ensuring the Uniformity of Measurements. Standard Glass Mercury Thermometers Methods and Means of Calibration.

ГОСТ 8.317—78

Взамен Инструкции 159—60 в части образцовых термометров

Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 21 июля 1978 г. № 1960 срок введения установлен

с 01.07. 1979 г.

Настоящий стандарт распространяется на образцовые ртутные стеклянные термометры (далее — термометры) 1, 2 и 3-го разрядов, предназначенные для измерения температур в интервале от минус 30 до плюс 600°С, и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок.

Импортные приборы, находящиеся в эксплуатации, поверяют по методике настоящего стандарта.

Стандарт соответствует рекомендациям СЭВ по стандартизации РС 1927—73 и РС 4767—74 в части методов поверки.

1. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1. При проведении поверки должны быть выполнены следующие операции:

внешний осмотр (п. 5.1);

определение метрологических параметров (п. 5.2).

2. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1. Для проведения поверки необходимо применять средства поверки, указанные ниже:

нулевой термостат типа ТН-12 или сосуд Дьюара с воспроизводимой температурой — температурой плавления льда (0°С);

прибор тройной точки воды с внутренним колодцем длиной от 200 до 220 мм, диаметром от 12 до 14 мм и с воспроизводимой температурой — температурой тройной точки воды (0,01°С), $S = 0{,}0002$ К;

Издание официальное Перепечатка воспрещена

★

©Издательство стандартов, 1978

водяной кипятильник типа ТП-5 с градиентом температуры в рабочем пространстве кипятильника не более 0,006°С/м, воспроизводимой температурой — температурой кипения воды (100°С);

платиновый термометр сопротивления — рабочий эталон с диапазоном измерения 0—630,74°С, $S=0{,}0005$—0,005 К и платиновый термометр сопротивления — рабочий эталон с диапазоном измерения минус 183—0°С, $S=0{,}002$ К;

образцовые ртутные стеклянные термометры 1-го разряда с диапазоном измерений от минус 30 до плюс 600°С, $\Delta=(0{,}002\div0{,}2)$ К;

образцовые ртутные стеклянные термометры 2-го разряда с диапазоном измерений 0—600°С, $\Delta=(0{,}02\div1{,}0)$ К и минус 30—0°С, $\Delta=(0{,}2\div0{,}1)$ К;

низкоомный потенциометр класса точности 0,002, типа Р-363—2 по ГОСТ 5.1532—72;

измерительная катушка сопротивления типа Р-331, класса 0,01. Номинальное значение сопротивления 10 Ом;

миллиамперметр типа ЛМ-1, класса точности 0,5 с параметрами по ГОСТ 22267—76, пределы измерения от 0 до 3 мА;

магазин сопротивления класса 0,02 по ГОСТ 23737—79;

диапазон измерений 0,01—11111 Ом.

Вспомогательные средства:

криостат типа КР-60, диапазон температур минус 60—0°С, градиент температуры в рабочем пространстве не более 0,05°С/м;

водяные термостаты типа ТВ-4, диапазон температур минус 5 — плюс 95°С, градиент температуры в рабочей камере не более 0,004°С/м, ТС-24, диапазон температур 80—95°С. Градиент температуры в рабочей камере не более 0,25° С/м;

масляные термостаты типа ТМ-3, диапазон температур 95—300°С, градиент температуры в рабочей камере не более 0,01°С/м. В интервале температур 95—150°С применяют индустриальное масло 50 по ГОСТ 20799—75; в интервале 150—300°С цилиндровое масло 52 по ГОСТ 6411—76; типа ТС-24, диапазон температур 95—300°С. Градиент не более 0,25° С/м;

оловянный термостат типа ТО-3, диапазон температур 300—600°С, градиент температуры в рабочей камере не более 0,2° С/м. Термостат заполняется оловом марки О1 по ГОСТ 860—75;

катетометр типа КМ-6;

лупа типа ЛП-1 по ГОСТ 7594—75; кратность от 2,5 до 7;

ртутный барометр типа ИР. Предел абсолютной допускаемой погрешности не более $\pm0{,}30$ мбар;

сухие элементы;

секундомер типа С-1—2а по ГОСТ 5072—79, цена деления 0,2 с;

льдогенератор типа ЛГ-150, производительность 150 кг льда в час;

ртутные термометры типа ТЛ-18 по ГОСТ 2045—71; диапазон измерений 8—38°С, цена деления 0,1°С и типа ТЛ-6 (3-А2 по ГОСТ 215—73); диапазон измерений 0—55°С, цена деления 0,5°С;

твердая двуокись углерода по ГОСТ 12162—77;

осветительный керосин по ГОСТ 4753—68;

технический этиловый спирт по ГОСТ 17299—78;

защитные очки по ГОСТ 12.4.003—74;

перчатки из поливинилового спирта;

защитная паста ИЭР-1.

2.2. Допускается применять другие средства поверки, удовлетворяющие по точности требованиям настоящего стандарта и имеющие действующий документ о поверке (аттестации).

3. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

Требования безопасности при проведении поверки — по ГОСТ 8.279—78.

4. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ*

4.1. Условия поверки — по ГОСТ 8.279—78.

4.2. Подготовка прибора тройной точки воды — по ГОСТ 8.279—78.

4.3. Подготовка нулевого термостата.

Нулевой термостат наполняют до краев льдом, приготовленным из дистиллированной воды, и заливают дистиллированной водой, перемешивая смесь. Лед должен быть увлажнен, равномерно и тщательно утрамбован для удаления из смеси пузырей воздуха.

4.4. Подготовка электроизмерительной аппаратуры — по ГОСТ 8.279—78.

5. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

5.1. Внешний осмотр

5.1.1. При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие образцовых поверяемых термометров требованиям пп. 3, 4, 8—10 и 11*а* обязательного приложения 1.

5.1.2. При внешнем осмотре термометров переменного наполнения типа ТЛ-1 должно быть установлено наличие свидетельства

Здесь и далее по тексту стандарта (кроме приложений) термометры, представленные в поверку, будут называться поверяемыми без употребления слова «образцовый» и без указания разряда, а образцовыми — термометры, служащие в качестве средства поверки.

о предыдущей поверке, а также товарного знака предприятия-изготовителя, индекса «°С», порядкового номера термометра по системе нумерации предприятия-изготовителя, года и квартала изготовления, отметки «Состарен».

При первой поверке термометров переменного наполнения должны быть представлены паспорта с указанием марки стекла (или марка стекла должна быть указана на самом поверяемом термометре).

5.2. Определение метрологических параметров

5.2.1. Термометры поверяют непосредственным сличением с эталонными или образцовыми термометрами.

Термометры 1-го разряда поверяют по платиновому термометру сопротивления — рабочему эталону. Термометры 2-го разряда поверяют по образцовым термометрам 1-го разряда, а термометры 3-го разряда по образцовым термометрам 2-го разряда. Цена деления образцового термометра должна быть меньше или равна цене деления поверяемого.

5.2.2. Измерения проводят, переходя от более низких температур к более высоким, начиная с первой числовой отметки шкалы.

Поверяемые градусные отметки шкалы поверяемых термометров (кроме нулевой) в зависимости от цены деления шкалы находят по табл. 1.

Таблица 1

°С

Цена деления шкалы	Числа, целыми кратными которых выбирают числа, соответствующие поверяемой отметке шкалы	Цена деления шкалы	Числа, целыми кратными которых выбирают числа, соответствующие поверяемой отметке шкалы
0,01	1	0,2	10
0,02	2	0,5	50
0,05	5	1,0	50
0,1	10		

Если шкала поверяемого термометра содержит менее трех отметок, найденных по табл. 1, то поверку в любом случае проводят в трех отметках — начала, середине и конце шкалы.

5.2.3. Положение нулевой точки на шкале поверяемого термометра определяют при температуре тройной точки воды или плавления льда по пп. 5.2.11 и 5.2.12 до и после проведения остальных измерений по определению поправок. Положение нулевой точки для термометров с верхним пределом измерений до 24°С определяют после дополнительной выдержки в термостате в течение

30 мин при температуре 24°С. Если поверяемые термометры имеют отметку 100°С, поправку для этой отметки определяют в водяном кипятильнике при температуре кипения воды. Поправки для остальных отметок шкалы определяют в термостатах (криостатах) сличением с эталонными или образцовыми термометрами.

5.2.4. Отсчитывание показаний образцовых и поверяемых термометров проводят при помощи катетометра, лупы или отсчетного устройства термостата. Показания палочных термометров отсчитывают со стороны, противоположной отметкам шкалы. Перед каждым отсчитыванием слегка постукивают по термометру во избежание прилипания ртути.

Положение глаза должно быть таким, чтобы штрих шкалы в месте отсчитывания был видим прямым.

Показания термометров отсчитывают по касательной к вершине мениска.

5.2.5. При определении поправок с применением платинового термометра сопротивления, а также при определении положения нулевой точки фиксируют атмосферное давление P (при цене деления поверяемого термометра не более 0,02°С) после окончания измерений в данной точке шкалы.

5.2.6. При измерениях в термостате (криостате) поверяемый термометр погружают в рабочую среду до поверяемой отметки. Термометр, используемый в качестве образцового, погружают в термостат до той же отметки на шкале, что и поверяемый. Для этого применяют два образцовых термометра. Если в качестве образцового применяют платиновый термометр сопротивления, то его погружают, по возможности, на одну глубину с поверяемым термометром, но не менее чем на 200 мм.

Число одновременно поверяемых термометров должно быть не более пяти.

5.2.7. При измерениях в термостате (криостате) показания поверяемого термометра отсчитывают после выдержки его при температуре, которая не более чем на двухкратное значение цены деления образцового термометра ниже температуры, соответствующей каждой поверяемой отметке не менее 10 мин. Отсчитывание выполняют при равномерном повышении температуры в термостате. Скорость повышения температуры не должна быть более одного деления шкалы поверяемого термометра за 2 мин. Жидкость в термостате должна интенсивно и непрерывно перемешиваться. При поверке платиновым термометром сопротивления температуру в термостате и скорость ее изменения определяют по поверяемому термометру. Для каждой отметки проводят не менее 10 отсчитываний по п. 5.2.9.

Отсчитывания проводят два наблюдателя поочередно. Погрешность отсчитывания — не более 0,1 цены деления шкалы термометра.

5.2.8. При определении действительного значения температуры в термостате (криостате) по платиновому термометру сопротивления одновременно с отсчитыванием показаний поверяемого термометра для каждой поверяемой отметки измеряют сопротивление платинового термометра на низкоомном потенциометре с использованием измерительной катушки сопротивления.

Показания поверяемых термометров отсчитывают в порядке их установки в термостате слева направо, повторные отсчитывания выполняют в обратном порядке (справа налево) и т. д.

5.2.9. При определении действительного значения температуры в термостате образцовые термометры устанавливают крайними.

Сначала отсчитывают показания по образцовому термометру, стоящему слева, затем по поверяемым термометрам в порядке их установки слева направо и, наконец, по второму образцовому термометру. Повторные отсчеты проводят в обратном порядке, начиная со второго образцового термометра и заканчивая первым.

5.2.10. При измерениях в водяном кипятильнике (при температуре кипения воды) поверяемые термометры устанавливают в таком же порядке, как и в термостате. Действительное значение температуры в водяном кипятильнике определяют эталонным (образцовым) термометром или по значению атмосферного давления.

Операции следует выполнять согласно требованиям пп. 5.2.6. и 5.2.7.

Если температуру кипения воды в кипятильнике определяют по значению атмосферного давления, то перед началом отсчитывания показаний поверяемого термометра и после его окончания необходимо записать температуру вблизи барометра и показания барометра.

5.2.11. Положение нулевой точки на шкале термометра в приборе тройной точки воды определяют по поверке образцовых термометров с ценой деления 0,01 и 0,02°С. Поверяемый термометр предварительно охлаждают в размельченном льду в течение 15 мин, затем вытирают и помещают в колодец прибора тройной точки воды, наполненный дистиллированной водой. Термометр устанавливают с таким расчетом, чтобы нулевая отметка была на 5 мм выше верхнего края ледяной «рубашки». После выдержки термометра в приборе тройной точки воды в течение 10 мин проводят три отсчитывания с интервалом 1 мин.

5.2.12. Положение нулевой точки на шкале поверяемого термометра в нулевом термостате определяют при поверке термометров, кроме указанных в п. 5.2.11. Поверяемый термометр охлаждают в размельченном льду в течение 15 мин и затем вытирают.

Во льду нулевого термометра деревянной или стеклянной палочкой делают углубление, соответствующее длине поверяемого

термометра до нулевой отметки на шкале. Затем в углубление устанавливают термометр так, чтобы нулевая отметка была на 5 мм выше поверхности льда. После выдержки термометра в нулевом термостате в течение 10 мин выполняют три отсчитывания с интервалом 1 м. Температуру плавления льда контролируют образцовым термометром 1-го разряда с ценой деления 0,01°С до и после отсчитывания показания поверяемого термометра.

Примечания:

1. По мере таяния льда сливают воду и добавляют лед
2. Для поверки термометров с ценой деления 0,01 и 0,02°С следует применять лед, приготовленный из дистиллированной воды и насыщенный пузырьками воздуха
3. При определении положений нулевой точки поверяемого термометра необходимо следить и за положением нулевой точки образцового термометра В случае смещения нуля соответственно корректируют поправки к образцовому термометру.

5.2.13. *Поверка термометров переменного наполнения*

5.2.13.1. При поверке термометров переменного наполнения определяют поправки на калибр в одном из интервалов: 20—50(26)°С, 10—15(16)°С, 30—35(36)°С (далее — основной интервал) в зависимости от температуры окружающей среды. Измерения проводят через 1°С, начиная с градусной отметки, соответствующей нижнему пределу данного интервала.

Среднее значение цены условного градуса для поверяемого термометра определяют в том же интервале, в котором рассчитывали поправку на калибр, а также в одном из смежных с ним интервалов.

Поверяемый термометр погружают в термостат до начального деления основной шкалы. Отсчитывания проводят согласно пп. 5.2.6—5.2.9. В протокол записывают разность между показаниями поверяемого термометра и номинальным значением проверяемой отметки шкалы.

Перед началом отсчитывания показаний поверяемого термометра и после его окончания для каждой поверяемой отметки шкалы измеряют температуру выступающего столбика с погрешностью не более 1°С вспомогательным термометром, резервуар которого укрепляют посередине высоты выступающего столбика так, чтобы он касался поверяемого термометра.

5.2.13.2. Перед поверкой ртуть из запасного резервуара переливают в главный так, чтобы ее можно было использовать для заданного температурного интервала. При этом добиваются, чтобы конец ртутного столбика термометра установился вблизи нулевой отметки основной шкалы.

5.2.13 3. Дозирование рабочего количества ртути — по ГОСТ 8.279—78.

5.2.14. Результаты поверки заносят в протоколы по формам приведенным в справочных приложениях 5—7.

6. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ НАБЛЮДЕНИЙ

6.1. Расчет поправки к показаниям поверяемого термометра при измерениях в термостате и криостате

6.1.1. Из полученных при отсчитывании показаний поверяемого термометра для каждой поверяемой отметки шкалы вычисляют среднее арифметическое значение $t_{ср}$.

6.1.2. Поправку Δt к показаниям $t_{ср}$ поверяемого термометра для поверяемой отметки шкалы при использовании платинового термометра сопротивления определяют как разность между действительной температурой термостата (криостата) $t_д$, соответствующей поверяемой отметке шкалы, и исправленным среднеарифметическим показаниям поверяемого термостата $t_{испр}$.

Определение действительной температуры в интервале минус 30—0°С — по ГОСТ 8.157—75.

Действительную температуру в интервале минус 30 — плюс 600°С рассчитывают по методике справочного приложения 8.

Определение исправленного среднего арифметического показания поверяемого термометра $t_{испр}$ — по ГОСТ 8.279—78.

6.1.3. Расчет поправки при применении двух образцовых термометров — по ГОСТ 8.279—78.

6.2. Вычисления при определении положения нулевой точки при температуре тройной точки воды или плавления льда — по ГОСТ 8.279—78.

6.3. Определение поправки к показаниям поверяемого термометра при температуре кипения воды

6.3.1. Если температуру кипения воды определяют платиновым термометром сопротивления или образцовыми термометрами, вычисления следует выполнять по п. 6.1.

6.3.2. Если температуру кипения воды определяют по значению атмосферного давления, следует вычислить среднеарифметическое отсчетов по термометру вблизи барометра $t_{ср}$ бар и отсчетов по барометру $P_{ср}$.

К среднеарифметическому отсчетов по барометру следует алгебраически прибавить поправку, указанную в свидетельстве о поверке на барометр, и поправки для приведения показаний барометра к температуре 0°С и к нормальной тяжести в соответствии с инструкцией по эксплуатации барометра.

Для вычисления температуры кипения воды следует пользоваться таблицей обязательного приложения 2. Пример расчета дан в справочном приложении 9.

Расхождение между значениями поправок, полученных при данной и предыдущей поверках, не должно превышать:

двух делений шкалы — для термометров 1-го разряда;

трех делений шкалы — для термометров 2 и 3-го разрядов.

6.4. Вычислить разность поправок для двух отметок шкалы.

6.5. Значения поправок к показаниям поверяемых термометров, разностей поправок для двух отметок шкалы, а также отклонение положения нулевой точки на шкале от нулевой отметки шкалы не должны превышать указанных в обязательном приложении 1.

Значения округляют до того же знака после запятой, до которого округлена доверительная погрешность внесения поправок.

6.6. Обработка результатов поверки термометров переменного наполнения

6.6.1. Обработка результатов поверки включает определение поправок на калибр и определение среднего значения цены условного градуса шкалы тахометра.

6.6.2. Определение поправок на калибр, например в интервале 20—25(26)°С.

6.6.2.1. Для каждой проверяемой отметки вычисляют расчетное показание Θ в градусных делениях в такой последовательности:

вычисляют среднеарифметическое $\Theta_{ср}$ показаний поверяемого термометра как сумму номинального значения поверяемой отметки и среднеарифметического отклонения номинального значения проверяемой отметки (при сложении учитывать знаки отклонений) в градусных делениях;

вычисляют среднюю температуру выступающего столбика $t_{ср.ст}$ (в градусах Цельсия), как среднеарифметическое двух значений;

вычисляют значение Θ по формуле

$$\Theta = \Theta'_{ср}[1+\gamma(t_0 - t_{ср\,ст})],$$

где $\gamma = 0{,}00016\,°C^{-1}$ — коэффициент объемного теплового расширения ртути в стекле;

t_0 — температура воздуха, окружающего выступающую над термостатом часть поверяемого термометра (температура выступающего столбика), для интервала температур, в котором выполняют измерения, °С, из табл. 2.

6.6.2.2. Для каждой пары смежных градусных отметок (m и n) вычисляют разность расчетных показаний поверяемого термометра $\Delta\Theta_{mn}$. Для контроля вычислений определяют сумму всех разностей $\Sigma\Delta\Theta_{mn}$, которая должна быть равна разности расчетных показаний для конечной и начальной градусных отметок поверяемого термометра.

Таблица 2

°С

Интервал температур		Номинальная температура выступающего столбика ртути	Среднее значение цены условного градуса S' для стекла		
от	до		по ГОСТ 1224—71	марки 16 (иенское)	марки 59 (иенское)
—20	—15	10	0,9910	0,991	0,993
—10	— 5	10	0,9960	0,996	0,997
0	+ 5	15	1,0000	1,000	1,000
+10	+15	17	1,0045	1,005	1,004
+20	+25	20	1,0085	1,009	1,008
+30	+35	22	1,0125	1,013	1,012
+40	+45	24	1,0160	1,017	1,015
+50	+55	25	1,0195	1,021	1,018
+60	+65	28	1,0230	1,025	1,021
+70	+75	30	1,0265	1,028	1,024
+80	+85	31	1,0295	1,032	1,027
+90	+95	32	1,0325	1,035	1,030
+100	+105	33	1,0355	1,038	1,033
+110	+115	34	1,0380	1,041	1,035
+120	+125	35	1,0400	1,044	1,037
+130	+135	36	1,0425	1,046	1,039
+140	+145	37	1,0445	1,048	1,041
+150	+155	38	1,0465	1,050	1,043

6.6.2.3. Вычисляют Δt_{mn} соответствующие разности действительных температур, определенных по методике п. 6.1.3.

Сумма разностей $\Sigma\Delta t_{mn}$ должна быть равна разности показаний образцовых термометров для конечной и начальной температур интервала.

6.6.3. Вычисляют среднее расчетное число L градусных делений шкалы поверяемого термометра, приходящееся на 1°С, по формуле

$$L = \frac{\Sigma\Delta\Theta_{mn}}{\Sigma\Delta t_{mn}}.$$

6.6.4. Вычисляют L_{mn} — расчетное число градусных делений поверяемого термометра, приходящееся на 1°С в промежутке между отметками m и n, по формуле

$$L_{mn} = \frac{\Delta\Theta_{mn}}{\Delta t_{mn}}.$$

6.6.5. Определение поправок на калибр для отдельных отметок шкалы — по ГОСТ 8.279—78.

Вычисление поправок на калибр приведено в табл. 3.

Таблица 3

Проверяемая градусная отметка шкалы	$t_{ср}$, °С	Δt_{mn}, °С	Θ	$\Delta\Theta_{mn}$	$L\Delta t_{mn}$	$x_n - x_m$	ε	
							вычислено	округлено
			градусные деления					
5	$24{,}952_3$		$4{,}952_0$				$-0{,}0002$	0,000
		0,9949		0,9910	0,9894	$-0{,}0016$		
4	$23{,}957_4$		$3{,}961_0$				$+0{,}0014$	$+0{,}001$
		1,0028		0,9957	0,9973	$+0{,}0016$		
3	$22{,}954_6$		$2{,}965_3$				$-0{,}0002$	0,000
		1,0063		0,9934	1,0008	$+0{,}0074$		
2	$21{,}948_3$		$1{,}971_9$				$-0{,}0076$	$-0{,}008$
		0,9985		0,9955	0,9930	$-0{,}0025$		
1	$20{,}949_8$		$0{,}976_4$				$-0{,}0051$	$-0{,}005$
		0,9988		0,9984	0,9933	$-0{,}0051$		
2	$19{,}951_0$		$-0{,}022_0$				0,0000	0,000
Суммы	—	5,0013	—	4,9740	—	$-0{,}0002$	—	—

Примечания:
1 Данные вычислений расположены в порядке убывания.
2 Ход подсчета поправок снизу вверх.

$$L = \frac{\Sigma\Delta\Theta_{mn}}{\Sigma\Delta t_{mn}} = \frac{4{,}9740}{5{,}0013} = 0{,}9945 \text{ дел/°С},$$

$$\varepsilon = 1 - L = 1 - 0{,}9945 = 0{,}0055 \text{ дел/°С}.$$

6.6.6. После определения поправок на калибр вычисляют их разности для смежных градусных отметок шкалы.

6.6.7. Значения поправок на калибр и их разностей должны удовлетворять требованиям п. 13 обязательного приложения 1.

6.6.8. Определение среднего значения цены условного градуса шкалы термометра

6.6.8.1. Среднее значение цены условного градуса S, например в интервале от 20 до 25(26) °С, вычисляют по формуле

$$S = \frac{1}{L}.$$

Полученное значение должно удовлетворять требованиям п. 13 обязательного приложения 1.

Примечание. При вычислении можно пользоваться формулой приближенного деления единицы на числа, близкие к единице

$$\frac{1}{1 \pm \varepsilon} \approx 1 \pm \varepsilon.$$

Результат записывают с четырьмя значениями цифрами после запятой.

$$S = \frac{1}{0{,}9945} = \frac{1}{1-0{,}0055} = 1{,}0000 + 0{,}0055 = 1{,}0055$$

6.6.8.2. Вычисление среднего значения цены условного градуса для других интервалов температур — по ГОСТ 8.279—78.

7. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

7.1. На термометры, прошедшие поверку с положительными результатами, выдают свидетельство о поверке установленной формы.

Форма заполнения оборотной стороны свидетельства о поверке образцовых ртутных термометров и приложения к свидетельству о поверке образцовых термометров переменного наполнения приведены в обязательных приложениях 3 и 4.

7.2. Термометры, не удовлетворяющие требованиям настоящего стандарта, могут быть аттестованы или по более низкому разряду или как рабочие, либо запрещены к применению.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Обязательное

ТРЕБОВАНИЯ К ОБРАЗЦОВЫМ РТУТНЫМ СТЕКЛЯННЫМ ТЕРМОМЕТРАМ

1. В качестве образцовых термометров 1-го разряда следует аттестовать термометры, выпускаемые по ГОСТ 13646—68 (для интервала температур от 0 до 600°С) и по ГОСТ 215—73 (для интервала температур от минус 30 до 0°С) и отобранные в соответствии с требованиями настоящего приложения.

В качестве образцовых термометров 2-го разряда должны быть аттестованы термометры, выпускаемые по ГОСТ 13646—68, ГОСТ 215—73 и ГОСТ 2045—71, а также термометры переменного наполнения типа ТЛ-1 и отобранные в соответствии с требованиями настоящего приложения.

В качестве образцовых термометров 3-го разряда следует аттестовывать термометры, выпускаемые по ГОСТ 13646—68, ГОСТ 215—73 и ГОСТ 2045—71, и отобранные в соответствии с требованиями настоящего приложения.

2. Общая длина образцовых термометров не должна превышать 550 мм.

3. Наружный диаметр палочных термометров не должен превышать 10 мм, а наружный диаметр оболочки термометров с вложенной шкальной пластиной не должен превышать 14 мм.

4. Резервуар термометра должен иметь цилиндрическую форму и иметь диаметр не более 11 мм.

5. Образцовые термометры должны иметь на шкале отметку 0°С.

6. Образцовые термометры 1-го разряда с пределом измерения до 100°С и образцовые термометры переменного наполнения должны быть вакуумными.

7. Образцовые термометры 1-го разряда должны быть палочного типа, а 2 и 3-го разрядов — палочного типа или с вложенной шкальной пластиной.

8. На стенках оболочки и капиллярной трубки термометров не должно быть трещин и царапин, влияющих на прочность термометров или затрудняющих отсчет.

В области рабочей части шкалы стекло должно быть прозрачным, без пузырей, утолщений и посторонних включений. Капиллярная трубка должна быть прямой без изменений диаметра капилляра и изгибов, заметных на глаз.

9. Ртуть, наполняющая термометр, при движении в капиллярной трубке не должна оставлять следов на ее стенках. Столбик ртути не должен разрываться на несоединимые части.

10. Отметки шкалы, цифры и другие обозначения на термометре должны быть четкими и не должны обесцвечиваться при нагревании.

11. Крепление шкальной пластины и капиллярной трубки термометров с вложенной шкальной пластиной должно обеспечивать:

а) неизменность их взаимного расположения;

б) возможность свободного теплового расширения в продольном направлении без появления изгиба шкальной пластины и капилляра.

12. Цена деления, поправки, разности поправок для двух смежных отметок шкалы и погрешности образцовых термометров (за исключением термометров переменного наполнения)

12.1. Цена деления, предельные допускаемые значения поправок к показаниям образцовых термометров 1-го разряда, разностей этих поправок для двух отметок шкалы и доверительная погрешность внесения поправки* приведены в табл. 1.

---

* Доверительная погрешность внесения поправки — доверительная погрешность образцового термометра в соответствии с ГОСТ 8.083—73.

Таблица 1

°С

Температурный диапазон образцового термометра 1-го разряда	Цена деления шкалы	Предельное допускаемое значение поправки	Предельное допускаемое значение разности поправок	Доверительная погрешность внесения поправки
От —30 до 0	0,05; 0,1	±0,20	±0,20	±0,02
» 0 » 60	0,01	±0,020	±0,020	±0,002
» 55 » 105	0,02	±0,040	±0,020	±0,004
» 105 » 155	0,02	±0,060	±0,040	±0,004
» 140 » 300	0,05	±0,15	±0,10	±0,02
» 300 » 500	0,1	±0,60	±0,20	±0,05
» 500 » 600	0,2	±1,6	±0,4	±0,2

Предельные допускаемые значения разности поправок к показаниям образцовых термометров 1-го разряда нормируют для каждой пары отметок шкалы (начиная с первой оцифрованной отметки), находящихся на расстоянии 50 делений и расположенных таким образом, что конечная отметка 1-го интервала является начальной для второго интервала.

12.2. Цена деления, предельные допускаемые значения поправок к образцовым термометрам 2-го разряда приведены в табл. 2, а разности поправок для двух отметок шкалы приведены в табл. 3. Предельные допускаемые значения разности поправок к показаниям образцовых термометров 2-го разряда нормируют для каждой пары отметок шкалы (начиная с первой оцифрованной отметки), находящихся на расстоянии, указанном в табл. 3, и расположенных таким образом, что конечная отметка первого интервала является начальной отметкой второго и т. д.

Таблица 2

°С

Температурный диапазон образцового термометра 2-го разряда	Предельно допускаемые значения поправок к образцовым термометрам 2-го разряда при цене деления шкалы						
	0,01	0,02	0,05	0,1	0,2	0,5	1,0
От —30 до 0	—	±0,06	±0,10	±0,3	—	—	—
» 0 » 60	±0,03	±0,04	±0,05	±0,1	—	—	—
» 60 » 100	—	±0,06	±0,10	±0,1	—	—	—
» 0 » 100	—	—	±0,10	±0,1	—	—	—
» 100 » 200	—	—	±0,10	±0,2	±0,4	—	—
» 200 » 300	—	—	—	±0,6	±0,8	±1,0	±2,0
» 300 » 400	—	—	—	±0,8	±0,8	±1,5	±2,0
» 400 » 500	—	—	—	±1,0	±1,6	±2,0	±2,0
» 500 » 600	—	—	—	—	±1,8	±2,5	±3,0

Таблица 3

°С

Температурный диапазон образцового термометра 2-го разряда	Температурный интервал между отметками	Предельно допускаемая разность поправок для двух отметок при цене деления шкалы						
		0,01	0,02	0,05	0,1	0,2	0,5	1,0
От —30 до 0	2	—	±0,05	—	—	—	—	—
	5	—	—	±0,10	—	—	—	—
	10	—	—	—	±0,3	—	—	—
» 0 » 60	1	±0,02	—	—	—	—	—	—
	2	—	±0,03	—	—	—	—	—
	5	—	—	±0,05	—	—	—	—
	10	—	—	—	±0,1	—	—	—
» 60 » 100	2	—	±0,04	—	—	—	—	—
	5	—	—	±0,08	—	—	—	—
	10	—	—	—	±0,1	—	—	—
» 0 » 100	5	—	—	±0,10	—	—	—	—
	10	—	—	—	±0,1	—	—	—
» 100 » 200	5	—	—	±0,10	—	—	—	—
	10	—	—	—	±0,2	±0,4	—	—
» 200 » 300	10	—	—	—	±0,2	±0,4	—	—
	50	—	—	—	—	—	±1,0	±1,0
» 300 » 400	10	—	—	—	±0,4	±0,4	—	—
	50	—	—	—	—	—	±1,0	±1,0
» 400 » 500	10	—	—	—	±0,8	±0,8	—	—
	50	—	—	—	—	—	±1,2	±1,2
» 500 » 600	10	—	—	—	—	±1,2	—	—
	50	—	—	—	—	—	±2,0	±2,0

12.3. Доверительная погрешность внесения поправки для образцовых ртутных термометров 2-го разряда приведена в табл. 4.

Таблица 4

°С

Температурный диапазон	Доверительная погрешность внесения поправки при цене деления шкалы						
	0,01	0,02	0,05	0,1	0,2	0,5	1,0
От —30 до 0	—	±0,02	±0,05	±0,1	—	—	—
» 0 » 60	±0,01	±0,02	±0,02	±0,05	—	—	—
» 60 » 100	—	±0,02	±0,05	±0,05	—	—	—
» 0 » 100	—	—	±0,05	±0,1	—	—	—
» 100 » 200	—	—	±0,08	±0,1	±0,2	—	—
» 200 » 300	—	—	—	±0,2	±0,2	±0,5	±1,0
» 300 » 400	—	—	—	±0,2	±0,2	±0,5	±1,0
» 400 » 500	—	—	—	±0,2	±0,2	±0,5	±1,0
» 500 » 600	—	—	—	—	±0,4	±1,0	±1,0

12.4. Цена деления шкалы образцовых стеклянных термометров 3-го разряда должна быть такой же, как у образцовых термометров 2-го разряда.

Цена деления шкалы и предельные допускаемые значения поправок для образцовых термометров 3-го разряда приведены в табл. 5. Разности поправок для двух отметок шкалы находят умножением соответствующей разности для образцовых стеклянных термометров 2-го разряда на коэффициент 1,5, а доверительную погрешность внесения поправки — на коэффициент 3.

Таблица 5

°С

Температурный диапазон	Цена деления шкалы						
	0,01	0,02	0,05	0,1	0,2	0,5	1,0
От —30 до 0	—	±0,03	±0,15	±0,4	—	—	—
» 0 » 60	±0,04	±0,06	±0,10	±0,2	—	—	—
» 60 » 100	—	±0,08	±0,10	±0,2	—	—	—
» 0 » 100	—	±0,08	±0,10	±0,2	—	—	—
» 100 » 200	—	—	±0,15	±0,3	±0,6	—	—
» 200 » 300	—	—	—	±0,8	±1,0	±1,5	±2,0
» 300 » 400	—	—	—	±1,0	±1,0	±1,5	±3,0
» 400 » 500	—	—	—	±1,0	±1,6	±2,5	±3,0
» 500 » 600	—	—	—	—	±2,2	±3,0	±4,0

12.5. Значения отклонений положения нулевой точки от нулевой отметки шкалы для образцовых стеклянных термометров 1 и 2-го разрядов не должны превышать двух делений шкалы, а для термометров 3-го разряда — трех делений.

13. Значение поправки на калибр образцового термометра переменного наполнения для каждой отметки не должно превышать ±1 деления шкалы. Разность поправок на калибр для двух отметок шкалы, соответствующих разности температур 1°С, не должна превышать одного деления шкалы.

Среднее значение цены условного градуса в интервале от 20 до 25(26)°С должно быть равно 1,000±0,010°С.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Обязательное

Температура кипения воды, °С, при атмосферном давлении

Па

Атмосферное давление	Дополнительный интервал давления				
	0	26,7	53,3	80,0	106,6
97325	98,88	98,88	98,88	98,90	98,91
97458	98,92	98,92	98,93	98,94	98,95
97592	98,95	98,96	98,97	98,98	98,98
97725	98,99	99,00	99,00	99,01	99,02
97858	99,03	99,04	99,04	99,04	99,06
97992	99,07	99,07	99,08	99,09	99,10
98125	99,11	99,12	99,12	99,13	99,14
98258	99,14	99,15	99,16	99,17	99,17
98392	99,18	99,19	99,20	99,20	99,21
98525	99,22	99,23	99,23	99,24	99,25
98658	99,26	99,26	99,27	99,28	99,29
98792	99,29	99,30	99,31	99,32	99,32
98925	99,33	99,34	99,35	99,35	99,36
99058	99,37	99,38	99,38	99,39	99,40
99192	99,41	99,41	99,42	99,43	99,44
99325	99,44	99,45	99,46	99,47	99,47
99458	99,48	99,49	99,50	99,50	99,51
99592	99,52	99,53	99,53	99,54	99,55
99725	99,56	99,56	99,57	99,58	99,59
99858	99,59	99,60	99,61	99,62	99,62
99992	99,63	99,64	99,65	99,65	99,66
100125	99,67	99,67	99,68	99,69	99,70
100258	99,70	99,71	99,72	99,73	99,73
100391	99,74	99,75	99,76	99,76	99,77
100525	99,78	99,79	99,79	99,80	99,81
100658	99,82	99,82	99,83	99,84	99,85
100791	99,85	99,86	99,87	99,88	99,88
100925	99,88	99,90	99,90	99,91	99,92
101058	99,93	99,93	99,94	99,95	99,96
101191	99,96	99,97	99,98	99,99	99,99
101325	100,00	100,00	100,02	100,02	100,03
101458	100,04	100,04	100,05	100,06	100,07
101591	100,07	100,08	100,09	100,10	100,10
101725	100,11	100,12	100,13	100,13	100,14
101858	100,15	100,15	100,16	100,17	100,18
101991	100,18	100,19	100,20	100,21	100,22
102125	100,22	100,23	100,24	100,24	100,25
102258	100,26	100,26	100,27	100,28	100,29
102391	100,29	100,30	100,31	100,32	100,32
102525	100,33	100,34	100,34	100,35	100,36
102658	100,37	100,37	100,38	100,39	100,40

Продолжение

Па

Атмосферное давление	Дополнительный интервал давления				
	0	26,7	53,3	80,0	106,6
102791	100,40	100,41	100,42	100,42	100,43
102925	100,44	100,45	100,45	100,45	100,47
103058	100,48	100,48	100,48	100,50	100,50
103191	100,51	100,52	100,53	100,53	100,54
103325	100,54	100,56	100,56	100,57	100,58
103458	*100,58*	*100,59*	*100,60*	*100,61*	*100,61*
103591	100,62	100,63	100,63	100,64	100,65
103725	100,66	100,66	100,67	100,68	100,69
103858	100,69	100,70	100,71	100,71	100,72
103991	100,73	100,74	100,74	100,75	100,76

Примечания:

1. Для промежуточных значений давления температуру кипения воды находят путем линейной интерполяции

$$1 \text{ бар} = 1 \cdot 10^5 \text{ Па}.$$

2. *Показания барометра отнесены к 0°С и к нормальной тяжести.*

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
Обязательное

ФОРМА ЗАПОЛНЕНИЯ ОБОРОТНОЙ СТОРОНЫ СВИДЕТЕЛЬСТВА О ПОВЕРКЕ ОБРАЗЦОВОГО РТУТНОГО ТЕРМОМЕТРА

Цена деления шкалы, °С . . . . . .

Результаты поверки

°С

Показания термометра	Поправки

Доверительная погрешность, °С _____

Отклонение нулевой точки, °С:

до поверки _____

после поверки _____

Государственный поверитель _____
(подпись)

ПРИЛОЖЕНИЕ 4
Обязательное

ФОРМА ПРИЛОЖЕНИЯ К СВИДЕТЕЛЬСТВУ О ПОВЕРКЕ ОБРАЗЦОВЫХ ТЕРМОМЕТРОВ ПЕРЕМЕННОГО НАПОЛНЕНИЯ

Наименьшее деление основной шкалы, °С _____

Термометр изготовлен из стекла _____

Результаты поверки

°С

Интервал измеряемой температуры	Средняя температура выступающего столбика	Цена условного градуса

Если область измеряемой температуры выходит за пределы, указанные в первом столбце таблицы результатов, то для перевода значений условных градусов шкалы термометра в градусы международной шкалы можно пользоваться таблицей, приведенной ниже, составленной на основании данных, относящихся к стеклам типа иенского.

°С

Интервал измеряемой температуры	Средняя температура выступающего столбика	Цена условного градуса	Интервал измеряемой температуры	Средняя температура выступающего столбика	Цена условного градуса
(—20)—(—15)	10		70—75	30	
(—10)—(—5)	10		80—85	31	
0—5	15		90—95	32	
10—15	17		100—105	33	
20—25	20		110—115	34	
30—35	22		120—125	35	
40—45	24		130—135	36	
50—55	26		140—145	37	
60—65	28		150—155	38	

Если средняя температура выступающего столбика окажется во время эксплуатации выше или ниже температуры, приведенной во втором столбце, то на каждые 6°С отклонения цена условного градуса, приведенная в третьем столбце, соответственно уменьшится или увеличится на 0,001°С.

Поправки на калибр

Деление	0	1	2	3	4	5	6
Поправки							

Пример вычисления разности температуры по данным наблюдений

Область измерений	Отсчеты по термометру	Поправки на калибр	Отсчеты, исправленные на калибр	Разность исправленных расчетов	Цена условного градуса, °С	Разность температур, °С

Руководитель лаборатории:_____
(подпись)

Дата_____

ПРИЛОЖЕНИЕ 5
Справочное

ФОРМА ПРОТОКОЛА

поверки образцовых ртутных стеклянных термометров по эталонному термометру сопротивления

ПРОТОКОЛ №

поверки образцовых ртутных стеклянных термометров _____ разряда, представленных _____
(наименование организации)

№ п/п.	№ термометра	Тип термометра	Предприятие-изготовитель	Пределы измерения, °С		Цена деления, °С	Примечание
				от	до		

Поверку проводили по образцовым приборам:

номер эталонного термометра сопротивления _____

номер потенциометра _____

номер измерительной катушки сопротивления _____

номер ртутного термометра, измеряющего температуру измерительной катушки _____

Показания термометра, измеряющего температуру измерительной катушки:
t_1 = _____ °С (в начале отсчитывания)
t_2 = _____ °С (в конце отсчитывания)

Результаты поверки

в термостате или в криостате

(пример записи приведен для одной проверяемой отметки)
при p = _____ Па (мм рт. ст.)

Последовательность измерений и расчета поправок	Поверяемые термометры		
	№	№	№
Отсчеты показаний, °С			
1			
2			
3			
. . .			
9			
10			

Продолжение

Последовательность измерений и расчета поправок	Поверяемые термометры		
	№	№	№
Среднеарифметическое отсчетов, °С			
Исправленное среднеарифметическое показание поверяемого термометра, °С			
Действительная температура, °С			
Поправка к показаниям поверяемого термометра, °С			
Разность поправок, °С 1—2 2—3 .... 9—10			

Примечание. При измерении в кипятильнике форма протокола поверки такая же.

Определение положения нулевой точки для проведения измерений при p= _____ Па (мм рт. ст.)

Последовательность измерений и расчета поправок	Поверяемые термометры		
	№	№	№
Отсчеты показаний, °С 1 2 3 ... 9 10			
Среднеарифметическое отсчетов, °С			
Исправленное среднеарифметическое из отсчетов, °С			

Определение положения нулевой точки после проведения всех измерений (предыдущая таблица повторяется).

Выводы: годен к употреблению по _____ разряду, (не годен)

Дата _____ Поверитель _____ _____
(подпись) (фамилия, имя, отчество)

ПРИЛОЖЕНИЕ 6
Справочное

ФОРМА ПРОТОКОЛА

поверки образцовых ртутных стеклянных термометров по образцовым ртутным стеклянным термометрам

ПРОТОКОЛ № _____

поверки образцовых ртутных стеклянных термометров _____ разряда, представленных _____
(наименование организации)

№ пп.	№ термометра	Тип термометра	Предприятие-изготовитель	Пределы измерения, °С		Цена деления, °С	Примечание
				от	до		

Поверку проводили по образцовым ртутным стеклянным термометрам
(указать номера)

Результаты поверки

измерения в термостате или в криостате (пример записи приведен для одной поверяемой отметки)

Поверяемые отметки	Показания термометра				°С				
	Первый образцовый термометр, разряд № ____	Поверяемые термометры №	№	№	Второй образцовый термометр, разряд № ____	Среднеарифметическое отсчетов	Поправка к показаниям образцового термометра	Уточненное среднеарифметическое показаний образцового термометра	Действительная температура	Разность поправок
1										0—1
2										1—2
3										2—3
4										3—4
5										4—5
6										5—6
7										6—7
8										7—8
9										8—9
10										9—10

Примечание. При измерении в кипятильнике форма протокола поверки такая же.

Определение положения нулевой точки до проведения измерений

Поверяемые отметки	°С						
	Показания поверяемого термометра				Среднеарифметическое отсчетов	Исправленное среднеарифметическое отсчетов	Показание барометра Па (мм рт. ст.)
	№	№	№	№			
1							
2							
3							

ПРИЛОЖЕНИЕ 7
Справочное

ФОРМА ПРОТОКОЛА

поверки образцовых ртутных стеклянных термометров переменного наполнения по двум образцовым ртутным стеклянным термометрам 1-го разряда

ПРОТОКОЛ № _____

поверки образцовых ртутных стеклянных термометров переменного наполнения, представляемых _____
(наименование организации)

в температурном интервале от _____ до _____ при температуре выступающего столбика _____

Изготовитель _____

Сорт стекла _____

Последовательность измерений расчета поправок на калибр и среднего значения цены условного градуса	Первый образцовый термометр № _____	Поверяемые термометры			Второй образцовый термометр № _____
		№	№	№	
Установка на отметку 0					
Отсчеты показаний для поверяемого термометра, град дел 1 2 3 ... для образцового, °С 9 10					
Среднеарифметическое для поверяемого термометра, град дел. для образцового, °С					
поправка к показаниям образцового термометра, °С		—	—	—	
Уточненное среднеарифметическое показание образцового термометра, °С		—	—	—	

Продолжение

Последовательность измерений, расчета поправок на калибр и среднего значения цены условного градуса	Первый образцовый термометр № _____	Поверяемые термометры №	№	№	Второй образцовый термометр № _____
Действительная температура, °С					
Расчетные показания поверяемого термометра Θ, град. дел.	—				—
.....					
.....					
..... *					
$\Delta\Theta_{mn}$, град. дел. 0—1 1—2 ... ... 4—5 Δt_{mn}, °С (5—6)					
L, $\frac{\text{град. дел.}}{\text{°С}}$	—				—
Поправки на калибр 0 1 2 ... 5(6)	—				—
Разности поправок на 0—1 1—2 ... ... 4—5 (5—6)	—				—
S, °С					

Выводы: годен к употреблению (не годен)

Дата _____ Поверитель _____ _____
(подпись) (фамилия, имя, отчество)

* Таблицы аналогичной формы составляют при установке на отметки 1, 2, ... 5 (или 6).

ПРИЛОЖЕНИЕ 8
Справочное

1 Расчет температуры t методом последовательных приближении в диапазоне температур от 0 до 630°С при использовании платинового термометра сопротивления

1 1 Измеряемую температуру рассчитывают по уравнению

$$t = t' + \Delta t; \tag{1}$$

$$\Delta t = 0{,}045\left(\frac{t'}{100}\right)\left(\frac{t'}{100}-1\right)\left(\frac{t'}{419{,}58}-1\right)\left(\frac{t'}{630{,}74}-1\right), \tag{2}$$

здесь t' вычисляют по уравнению

$$t' = \frac{1}{\alpha}\left(\frac{R_{t'}}{R_0}-1\right)+\delta\left(\frac{t'}{100}-1\right)\left(\frac{t'}{100}\right), \tag{3}$$

где R_0 — сопротивление термометра при температуре 0°С;
$R_{t'}$ — сопротивление термометра при температуре t'.

$$\alpha = \frac{R_{100}-R_0}{100 \cdot R_0}, \tag{4}$$

$$\delta = \frac{-B \cdot 10^4}{\alpha}, \tag{5}$$

$$\frac{R_{t'}}{R_0} = 1 + At' + Bt'^2, \tag{6}$$

$$A = \alpha\left(1+\frac{\delta}{100}\right). \tag{7}$$

Константы в уравнениях (3) и (4) определяют при измерении сопротивления термометра в реперных точках,

$$B = (-3{,}1291069 \cdot \frac{R_{100}}{R_0} + 0{,}7457712 \frac{R_{Zn}}{R_0} + 2{,}383357) \cdot 10^{-5}, \tag{8}$$

где $R_0 = R_{тр} - R_{тр} \cdot 398 \cdot 10^{-7}$, (9)

$R_{тр}$ — сопротивление термометра в тройной точке воды,
R_{Zn} — сопротивление термометра в точке затвердения цинка

1 2 Если в свидетельстве на термометр приведены данные градуировки термометра в точке затвердения олова, то сопротивление его в точке кипения воды определяют из уравнения

$$R_{100} = 0{,}433291\ R_{тр} + 0{,}734258\ R_{Sn} - 0{,}167549\ R_{Zn}, \tag{10}$$

где R_{Sn} — сопротивление термометра в точке затвердения олова.

1 3. Температуру t' определяют методом последовательных приближении по уравнению (3) Для этого вначале вычисляют значение первого числа уравнения (3), а затем эту величину вводят в уравнение, которое затем снова подставляют вместо t' в уравнение (3) Операцию повторяют 4—5 раз до тех

пор, пока значение, полученное из предыдущих и последующих вычислений t' будет расходиться не больше, чем на 0,0003°С. Последнее вычисленное значение принимают за t'.

Поправку Δt определяют по уравнению (2).

1.5. Измеряемую температуру t определяют по уравнению (1).

2. Пример расчета температуры

Дано в свидетельстве на термометр:

$$R_{тр}=10{,}22941 \text{ Ом}, \quad R_{Sn}=19{,}35782 \text{ Ом}, \quad R_{Zn}=26{,}26954 \text{ Ом}.$$

Измерено: $R_t=21{,}85672$ Ом. Найти t.

2.1. Расчет R_0

$$R_0=10{,}22941-10{,}22941\cdot 398\cdot 10^{-7}=10{,}22900 \text{ Ом}.$$

2.2. Расчет R_{100}

$$R_{100}=0{,}433291\cdot 10{,}22941+0{,}734258\cdot 19{,}35782-0{,}167549\cdot 26{,}26954=14{,}24451 \text{ Ом}.$$

2.3. Расчет константы α

$$\alpha=\frac{14{,}24451-10{,}22900}{100\cdot 10{,}22900}=0{,}003925615\,°C^{-1}.$$

2.4. Определение константы δ

$$\delta=\frac{5{,}88900\cdot 10^{-7}\cdot 10^{4}}{-0{,}0039256}=1{,}50015\ °C.$$

2.5. Расчет константы B

$$B=\left(-31291069\cdot\frac{14{,}24451}{10{,}22900}+0{,}7457712\cdot\frac{26{,}26954}{10{,}22900}+\right.$$
$$\left.+2{,}3833357\cdot 10^{-5}\right)=-5{,}88900\cdot 10^{-7}\,°C^{-2}.$$

2.6. Температуру t' определяют методом последовательных приближений. Предварительно рассчитывают первый член уравнения (3).

$$\frac{1}{\alpha}\left(\frac{R_{t'}}{R_0}-1\right)=\frac{1}{0{,}003925615}\left(\frac{21{,}85672}{10{,}22900}-1\right)=289{,}5701\,°C.$$

Затем последовательными приближениями вычисляют температуру по формуле (3)

$$t'_1=289{,}5701+1{,}50015\,(2{,}895-1)\cdot 2{,}89570=297{,}8050;$$

$$t'_2=289{,}5701+1{,}50015\,(2{,}978050-1)\cdot 2{,}97850=298{,}4071;$$

$$t'_3=289{,}5701+1{,}50015\,(2{,}984071-1)\cdot 2{,}984071=298{,}4519;$$

$$t'_4=289{,}5701+1{,}50015\,(2{,}984519-1)\cdot 2{,}984519=298{,}4552;$$

$$t'_5=289{,}5701+1{,}50015\,(2{,}984552-1)\cdot 2{,}984552=298{,}4556;$$

$$t'_5=t'=298{,}4555\ °C.$$

2.7. Расчет поправки Δt

$$\Delta t=0{,}045\left(\frac{298{,}4555}{100}\right)\left(\frac{298{,}4555}{100}-1\right)\left(\frac{298{,}4555}{419{,}58}-1\right)\left(\frac{298{,}4555}{630{,}74}-1\right)=0{,}0405\,°C.$$

2.8. Расчет измеряемой температуры t

$$t = t' + \Delta t = 298{,}4555 + 0{,}0405 = 298{,}4960\,^{\circ}\mathrm{C}$$

3. Определение температуры t при помощи функций влияния

3.1. При поверке ртутных термометров высокой точности сличением с одним термометром сопротивления при решении уравнения (4) для определения температуры t' можно использовать функции влияния.

Сопротивление термометра при температуре t_Φ, которая выбрана близкой к температуре t' (разность между ними не должна превышать 0,5°С), находят из уравнения

$$Rt_\Phi = \varphi_{тр}(t_\Phi) R_{тр} + \varphi_{100}(t_\Phi) R_{100} + \varphi_{Zn}(t_\Phi) R_{Zn}, \qquad (11)$$

где

$$\varphi_{тр}(t_\Phi) = \frac{(t_\Phi - 100)\ (t_\Phi - 419{,}58)}{(0{,}01 - 100)\,(0{,}01 - 419{,}58)}; \qquad (12)$$

$$\varphi_{100}(t_\Phi) = \frac{(t_\Phi - 419{,}58)\ (t_\Phi - 0{,}01)}{(100 - 419{,}58)\,(100 - 0{,}01)}; \qquad (13)$$

$$\varphi_{Zn}(t_\Phi) = \frac{(t_\Phi - 0{,}01)\ (t_\Phi - 100)}{(419{,}58 - 0{,}01)\ (419{,}58 - 100)} \qquad (14)$$

3.2. Измеренную температуру t' вычисляют по формуле

$$t' = t_\Phi + \Delta t_\Phi, \qquad (15)$$

где

$$\Delta t_\Phi = \frac{\Delta R_\Phi}{\left(\frac{dR}{dt_\Phi}\right)_{t_\Phi}};$$

ΔR_Φ — разность между измеренным сопротивлением термометра и сопротивлением, рассчитанным по формуле (11).

3.3. Значение производной $\left(\frac{dR}{dt_\Phi}\right)_{t_\Phi}$ рассчитывают по формуле

$$\left(\frac{dR}{dt_\Phi}\right)_{t_\Phi} = \varphi'_{тр}(t_\Phi) R_{тр} + \varphi'_{100}(t_\Phi) R_{100} + \varphi'_{Zn}(t_\Phi) R_{Zn}, \qquad (16)$$

где

$$\varphi'_{тр}(t_\Phi) = \frac{2t_\Phi - 519{,}58}{(0{,}01 - 100)\,(0{,}01 - 419{,}58)}; \qquad (17)$$

$$\varphi'_{100}(t_\Phi) = \frac{2t_\Phi - 419{,}59}{(100 - 419{,}58)\,(100 - 0{,}01)}; \qquad (18)$$

$$\varphi_{Zn}(t_\Phi) = \frac{2t_\Phi - 100{,}01}{(419{,}58 - 0{,}01)\,(419{,}58 - 100)}. \qquad (19)$$

3.4. Получив t' из уравнения (15) и значение поправки Δt из уравнения (2), рассчитывают измеренное значение температуры по формуле (1).

4. Расчет температуры T по платиновому термометру сопротивления в диапазоне температур от минус 30 до 0°С.

4.1. Измеренную температуру рассчитывают из уравнения

$$W_t^{ст} = W_t^x + M\ (W_t^x - 1), \qquad (20)$$

где $W_t^{ст}$ — значение стандартной функции;

W_t^x — относительное сопротивление платинового термометра сопротивления (ПТС) при измеряемой температуре, которое равно

$$W_t^x = \frac{R_t}{R_0};$$

R_t — сопротивление ПТС при измеряемой температуре;

R_0 — сопротивление ПТС при температуре 273,15К, приведенное в свидетельстве на термометр;

M — значение константы, определяемое в точке кипения кислорода.

4.2. Значения константы M определяют по формуле

$$M = \frac{W_{90}^{ст} - W_{90}^x}{W_{90}^x - 1},$$

где $W_{90}^{ст}$ — значение стандартной функции в точке кипения кислорода (обязательное приложение 4 ГОСТ 8.157—75);

W_{90}^x — относительное сопротивление образцового термометра в точке кипения кислорода (из свидетельства на термометр).

4.3. Рассчитав по уравнению (20) значение $W_t^{ст}$, определяют значение температуры T по таблице, прилагаемой к термометру или по таблице значения $W_{ст}(T)$ обязательного приложения 4 ГОСТ 8.157—75.

ПРИЛОЖЕНИЕ 9
Справочное

ПРИМЕР РАСЧЕТА ТЕМПЕРАТУРЫ КИПЕНИЯ ВОДЫ ПО АТМОСФЕРНОМУ ДАВЛЕНИЮ

1. Дано: $t_{ср\ барометр}=25°C$; $P_{ср}=99750$ Па.
2. Поправки
а) из свидетельства на барометр $\Delta_1=-30$ Па;
б) на приведение показаний барометра к нормальной тяжести $\Delta_2=121$ Па;
в) на приведение показаний барометра к температуре 0°С $\Delta_3=-406$ Па.

Поправки, указанные в подпунктах *б* и *в*, рассчитывают по инструкции по эксплуатации барометра.

3. Давление с учетом всех поправок, Па

$$P=P_{ср}+\sum_{1}^{n}\Delta_i=99750-315=99435.$$

Температура кипения воды, найденная по таблице обязательного приложения 6, равна 99,47°С.

Редактор *Р Г. Говердовская*
Технический редактор *Ф. И. Шрайбштейн*
Корректор *В А Ряукайте*

Сдано в наб 04 09 80 Подп в печ 02 03 81 2,0 п л 2,06 уч-изд л Тир 8000 Цена 10 коп.

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов Москва Д 557 Новопресненский пер, д. 3.
Вильнюсская типография Издательства стандартов, ул Миндауго, 12/14 Зак 1331

Цена 10 коп.

ОСНОВНЫЕ ЕДИНИЦЫ СИ

Величина	Единица		
	Наименование	Обозначение	
		русское	международное
ДЛИНА	метр	м	m
МАССА	килограмм	кг	kg
ВРЕМЯ	секунда	с	s
СИЛА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА	ампер	А	A
ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ ТЕМПЕРАТУРА	*кельвин*	К	K
КОЛИЧЕСТВО ВЕЩЕСТВА	моль	моль	mol
СИЛА СВЕТА	кандела	кд	cd
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ЕДИНИЦЫ СИ			
Плоский угол	радиан	рад	rad
Телесный угол	стерадиан	ср	sr

ПРОИЗВОДНЫЕ ЕДИНИЦЫ СИ, ИМЕЮЩИЕ СОБСТВЕННЫЕ НАИМЕНОВАНИЯ

Величина	Единица		Выражение производной единицы	
	наименование	обозначение	через другие единицы СИ	через основные единицы СИ
Частота	герц	Гц	—	$с^{-1}$
Сила	ньютон	Н	—	$м \cdot кг \cdot с^{-2}$
Давление	паскаль	Па	Н / $м^2$	$м^{-1} \cdot кг \cdot с^{-2}$
Энергия, работа, количество теплоты	джоуль	Дж	Н·м	$м^2 \cdot кг \cdot с^{-2}$
Мощность, поток энергии	ватт	Вт	Дж / с	$м^2 \cdot кг \cdot с^{-3}$
Количество электричества, электрический заряд	кулон	Кл	А·с	с·А
Электрическое напряжение, электрический потенциал	вольт	В	Вт / А	$м^2 \cdot кг \cdot с^{-3} \cdot А^{-1}$
Электрическая емкость	фарада	Ф	Кл / В	$м^{-2} \cdot кг^{-1} \cdot с^4 \cdot А^2$
Электрическое сопротивление	ом	Ом	В / А	$м^2 \cdot кг \cdot с^{-3} \cdot А^{-2}$
Электрическая проводимость	сименс	См	А / В	$м^{-2} \cdot кг^{-1} \cdot с^3 \cdot А^2$
Поток магнитной индукции	вебер	Вб	В·с	$м^2 \cdot кг с^{-2} \cdot А^{-1}$
Магнитная индукция	тесла	Тл	Вб / $м^2$	$кг \cdot с^{-2} \cdot А^{-1}$
Индуктивность	генри	Гн	Вб / А	$м^2 \cdot кг \cdot с^{-2} \cdot А^{-2}$
Световой поток	люмен	лм	—	кд·ср *
Освещенность	люкс	лк	—	$м^{-2} \cdot кд \cdot ср$ *
Активность нуклида	беккерель	Бк	—	$с^{-1}$
Доза излучения	грэй	Гр	—	$м^2 \cdot с^{-2}$

* В эти два выражения входит, наравне с основными единицами СИ, дополнительная единица—стерадиан.

gost.e-ecolog.ru