ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ

ВСЕСОЮЗНЫЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ И
РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ (ВНИИФТРИ)

МЕТОДИКА

ПОВЕРКИ РАБОЧИХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ЛИНЕЙНОГО РАСШИРЕНИЯ ТВЕРДЫХ ТЕЛ

МИ 153—78

Москва
ИЗДАТЕЛЬСТВО СТАНДАРТОВ
1979

gost.e-ecolog.ru

РАЗРАБОТАНА Всесоюзным Ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательским институтом физико-технических и радиотехнических измерений (ВНИИФТРИ)

Директор **В. К. Коробов**
Исполнители: **Я. С. Агранович, В. А. Медведев**

ПОДГОТОВЛЕНА К УТВЕРЖДЕНИЮ Сектором госиспытаний и стандартизации

Руководитель сектора **И. И. Турунцова**
Исполнитель **И. Ш. Генфон**

УТВЕРЖДЕНА Научно-техническим советом **ВНИИФТРИ** 28 декабря 1977 г. (протокол № 12)

УДК 536.5/.6

МЕТОДИКА

ПОВЕРКИ РАБОЧИХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ЛИНЕЙНОГО РАСШИРЕНИЯ ТВЕРДЫХ ТЕЛ

МИ 153—78

Настоящая методика распространяется на дилатометры, предназначенные для определения температурных коэффициентов линейного расширения (ТКЛР) твердых тел в диапазоне $3 \cdot 10^{-7}$—$2 \cdot 10^{-4}$ $К^{-1}$ с допустимой погрешностью от $1 \cdot 10^{-7}$ до $1 \cdot 10^{-5}$ $К^{-1}$ при температурах 20—300 К, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

1. ОПЕРАЦИИ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

1.1. При проведении поверки должны выполняться операции и применяться средства, указанные в таблице.

Наименование операции	Номер пункта методики	Средство поверки и его нормативно-техническая характеристика	Обязательность проведения операции при		
			выпуске из производства	ремонте	эксплуатации и хранении
Проверка комплектности дилатометра	3.1		Да	Нет	Нет
Внешний осмотр	3.2	Меры дилатометрические образцовые 3-го разряда типа МТ по ГОСТ 8.158—75	Да	Да	Да
Определение погрешности Δ	3.3		Да	Да	Да

Примечание. Разрешается применение отдельных вновь разработанных или находящихся в эксплуатации средств поверки, прошедших метрологическую аттестацию в установленном порядке.

© Издательство стандартов, 1979

2. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

2.1. При проведении поверки температура и влажность воздуха в помещении должны соответствовать указанным в НТД поверяемого дилатометра.

2.2. Применяемые образцовые меры (образцы с известной зависимостью ТКЛР от температуры — ГОСТ 8.158—75) по форме и размерам должны быть идентичны образцам, исследуемым на поверяемом дилатометре.

2.3. При проведении поверки последовательность операций при измерениях должна соответствовать указанной в НТД на дилатометр.

3. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

3.1. Проверка комплектности дилатометра

3.1.1. При проверке комплектности дилатометра должно быть установлено ее соответствие комплектности, указанной в технической документации.

3.2. Внешний осмотр

3.2.1. При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие дилатометра следующим требованиям:

отсутствие повреждений, влияющих на работу дилатометра;

размещение образцовой меры в дилатометре, а также монтаж схем регулирования и измерения в соответствии с указанным в технической документации на дилатометр.

3.3. Определение погрешности Δ

3.3.1. Случайную и систематическую составляющие погрешности Δ определяют измерением ТКЛР образцовой меры на поверяемом дилатометре; измерения проводят в соответствии с инструкцией по эксплуатации поверяемого дилатометра.

3.3.2. ТКЛР определяют в начале, середине и конце температурного диапазона работы дилатометра пять раз на каждом участке.

3.3.3. В указанных (см. п. 3.3.2) участках температурного диапазона находят средние значения ТКЛР образцовой меры в интервале ΔT, выбранном в соответствии с техническими условиями на поверяемый дилатометр (например, $\Delta T=5$, 10, 20 или 50 К). Каждое из найденных средних значений ТКЛР относят к температуре середины интервала:

$$T_c=T_1+\frac{\Delta T}{2}. \qquad (1)$$

3.3.4. Среднее значение ТКЛР вычисляют по формуле

$$\alpha_i^{cp}=\frac{1}{l_0}\frac{\Delta l_i}{\Delta T}, \qquad (2)$$

где l_0 — длина образцовой меры, приведенная в паспорте на меру;

Δl_i — приращение длины образцовой меры.

3.3.5. Каждое из найденных значений ТКЛР приводят к одному и тому же целочисленному значению температуры $T^{\text{п}}$ в середине выбранного интервала методом линейной интерполяции с помощью значений первых разностей $\Delta\alpha\,(T)$, приведенных в паспорте на образцовую меру.

3.3.6. Случайную составляющую погрешности $\mathring{\Delta}$ вычисляют по формуле

$$\mathring{\Delta}=t_q\sqrt{\frac{\sum\limits_{i=1}^{n}(\alpha_i^{\text{п}}-\alpha_{\text{ср}}^{\text{п}})^2}{n(n-1)}}=2{,}78\sqrt{\frac{\sum\limits_{i=1}^{5}(\alpha_i^{\text{п}}-\alpha_{\text{ср}}^{\text{п}})^2}{5\cdot4}}=$$

$$=0{,}62\sqrt{\sum_{i=1}^{5}(\alpha_i^{\text{п}}-\alpha_{\text{ср}}^{\text{п}})^2}\ , \qquad (3)$$

где $\alpha_i^{\text{п}}$ — значение α_i, приведенное к температуре $T^{\text{п}}$:

$$\alpha_{\text{ср}}^{\text{п}}=\frac{1}{5}\sum_{i=1}^{5}\alpha_i^{\text{п}}; \qquad (4)$$

t_q — коэффициент Стьюдента.

3.3.7. Систематическую составляющую $\Delta_{\text{с}}$ погрешности определяют по формуле

$$\Delta_{\text{с}}=|\alpha_0^{\text{ср}}-\alpha_{\text{ср}}^{\text{п}}|, \qquad (5)$$

где $\alpha_0^{\text{ср}}$ — среднее значение ТКЛР образцовой меры в интервале измерений (см. п. 3.3.3), вычисляемое по формуле

$$\alpha_0^{\text{ср}}=\frac{1}{m-1}\left[\sum_{i=2}^{m-1}\alpha_0^i+\frac{1}{2}(\alpha_0^1+\alpha_0^m)\right]; \qquad (6)$$

здесь α_0^1, α_0^i, α_0^m — значения ТКЛР меры, приведенные в паспорте на нее в интервале измерений; m — число значений α_0^i в этом же интервале.

Формула (6) выведена интегрированием по методу трапеций.

3.3.8. Погрешность Δ поверяемого дилатометра для начала, середины и конца рабочего диапазона температур вычисляют по формуле

$$\Delta=\sqrt{\mathring{\Delta}^2+\Delta_{\text{с}}^2+\Delta_{\text{м}}^2}\ , \qquad (7)$$

где $\Delta_{\text{м}}$ — допустимая погрешность образцовой меры, указанная в паспорте.

3.3.9. Погрешность Δ не должна превышать значения, указанного в НТД на поверяемый дилатометр.

3.3.10. Результаты поверки заносят в протокол, форма которого приведена в обязательном приложении I.

3.3.11. Пример расчетов по обработке результатов поверки приведен в обязательных приложениях II и III.

4. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

4.1. При выпуске дилатометра из производства и после ремонта результаты поверки заносят в паспорт дилатометра.

4.2. На дилатометры, удовлетворяющие требованиям настоящей методики, выдают свидетельство установленной формы.

4.3. Не допускается выпуск в обращение и применение средств измерений, прошедших поверку с отрицательными результатами.

4.4. При отрицательных результатах поверки погашают клеймо и в документ о поверке вносят указание о непригодности поверенных средств измерений.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
(обязательное)

ПРОТОКОЛ

поверки дилатометра типа _____

заводской номер _____

рабочий диапазон температур _____

мера дилатометрическая образцовая № _____ $\Delta_м$=

Диапазон	№ п/п	T_1, К	T_2, К	ΔT, К	T_c, К	$\alpha_i^{со} \cdot 10^6$, $К^{-1}$	$T^п$, К	$\alpha_i^п \cdot 10^6$, $К^{-1}$	$\alpha_{ср}^п \cdot 10^6$, $К^{-1}$	$(\alpha_i^п - \alpha_{ср}^п) \times 10^6$, $К^{-1}$	$(\alpha_i^п - \alpha_{ср}^п)^2 \times 10^{12}$, $К^{-2}$	$\overset{o}{\Delta} \cdot 10^6$, $К^{-1}$	$\alpha_0^{ср} \cdot 10^6$, $К^{-1}$	$\Delta_c \cdot 10^6$, $К^{-1}$	$\Delta \cdot 10^6$, $К^{-1}$
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Начало диапазона	1														
	2														
	3														
	4														
	5														
Середина диапазона	1														
	2														
	3														
	4														
	5														
Конец диапазона	1														
	2														
	3														
	4														
	5														

Пример

расчетов по обработке результатов поверки дилатометра

1. Проведение измерений

1.1. Внести в протокол поверки данные о поверяемом дилатометре и примененной мере.

1.2. Выбрать начало, середину и конец диапазона работы дилатометра. Например, если рабочий диапазон температур 80—300 К (см. приложение III), то выбираем температуры 85 К, 180 К и 280 К.

1.3. Выбрать интервал температур нагрева. Например, $\Delta T \approx 7$ К.

1.4. Охладить образцовую меру до минимальной температуры данного участка. Например, $T_1 = 80{,}21$ К. Записать значение T_1 в графу 2 протокола поверки.

1.5. Нагреть меру на $\Delta T \approx 7$ К. Когда наступит ее стабилизация, измерить T_2 и результат записать в графу 3 протокола. Например, $T_2 = 87{,}64$ К.

1.6. Вычислить $\Delta T = T_2 - T_1 = 87{,}64 - 80{,}21 = 7{,}43$ К, результат записать в графу 4.

1.7. Вычислить температуру отнесения по формуле (1) данной методики.

$$T_c = T_1 + \frac{\Delta T}{2} = 80{,}21 + \frac{7{,}43}{2} = 83{,}92 \text{ К}.$$

Результат записать в графу 5 протокола.

1.8. Записать на отдельном листе значение Δl, измеренное дилатометром, и вычислить $\alpha_l^{ср}$ по формуле (2) методики. Полученное значение записать в графу 6 протокола. Значение l_0 меры использовать из ее паспорта. Например, расчет дал $\alpha_l^{ср} = 8{,}79 \cdot 10^{-6}$ К$^{-1}$.

1.9. Повторить последовательность изложенных в пп. 1.4—1.8 операций пять раз подряд, записывая каждый раз данные в соответствующие графы протокола (см. приложение III) в строку «Начало диапазона».

1.10. Нагреть образцовую меру до температуры ~180 К.

1.11. Вблизи этой температуры нагреть меру на $\Delta T \approx 7$ К и произвести все операции аналогично пп. 1.4—1.8 (см. приложение III) пять раз подряд. Данные занести в протокол в строку «Середина диапазона».

1.12. Нагреть образцовую меру до температуры ~280 К.

1.13. Вблизи этой температуры нагреть меру на $\Delta T \approx 7$ К и повторить все операции аналогично пп. 1.4—1.8 (см. приложение III) пять раз подряд. Данные занести в протокол в строку «Конец диапазона».

2. Определение погрешности

2.1. Найти средние значения температур отнесения для начала, середины и конца рабочего диапазона и выбрать температуры приведения, близкие к этим значениям. Например, для начала диапазона

$$T_{отн} = \frac{83{,}92 + 83{,}75 + 85{,}13 + 84{,}86 + 85{,}84}{5} = 84{,}7 \text{ К}.$$

Выберем температуру приведения $T_1 = 85$ К. Для середины диапазона $T_2 = 181$ К. Для конца аналогично получим $T_3 = 276$ К. Занесем результаты в графу 7 протокола.

2.2. Вычислить приведенные значения $\alpha_i^{п}$ для каждого участка диапазона.

2.2.1. Для начала диапазона $T^{п} = 85$ К; $T_{отн_1} = 83{,}92$ К. Найдем разность $T^{п} - T_{отн_1} = 85 - 83{,}92 = 1{,}08$ К. Поскольку разность более 1 К, приведение осуществим в два этапа.

2.2.1.1. Сначала вычислим приведенное значение ТКЛР для $T=84$ К. Из паспорта на образцовую меру найдем разность значений ТКЛР между 84 и 83 К. Она равна $0{,}115\cdot10^{-6}$ К$^{-1}$. Следовательно, поправка приведения $\Delta\alpha' = 0{,}115\cdot10^{-6}\cdot0{,}08 = 0{,}0092\cdot10^{-6}$ К$^{-1}$. Тогда значение ТКЛР, приведенчое к Т=84 К, $\alpha' = 8{,}79\cdot10^{-6} + 0{,}0092\cdot10^{-6} \approx 8{,}80\cdot10^{-6}$ К$^{-1}$.

2.2.1.2. Затем определим значение ТКЛР, приведенное к $T^{\text{п}} = 85$ К. Разность значений ТКЛР меры между 85 и 84 К равна $0{,}113\cdot10^{-6}$ К$^{-1}$. Следовательно, $\alpha_1^{\text{п}} = \alpha' + 0{,}113\cdot10^{-6} = 8{,}80\cdot10^{-6} + 0{,}113\cdot10^{-6} \approx 8{,}91\cdot10^{-6}$ К$^{-1}$. Этот результат заносим в графу 8 протокола.

Затем аналогично, тоже в два этапа, установим $\alpha_2^{\text{п}}$, так как $T^{\text{п}} - T_{\text{отн}_2} = 85 - 83{,}75 = 1{,}25$ К, т. е. тоже более 1 К. Сначала найдем приведенное значение для $T=84$ К, а затем для $T=85$ К.

Приведенное значение для $T=84$ К: $\Delta\alpha'' = 0{,}115\cdot10^{-6}\cdot0{,}25 = 0{,}0287\cdot10^{-6}$ К$^{-1}$. $\Delta\alpha' = 8{,}82\cdot10^{-6} + 0{,}0287\cdot10^{-6} = 8{,}85\cdot10^{-6}$ К$^{-1}$. $\alpha_2^{\text{п}} = 8{,}85\cdot10^{-6} + 0{,}113\cdot10^{-6} = 8{,}96\cdot10^{-6}$ К$^{-1}$. Занесем результат в графу 8 протокола. Найдем $\alpha_3^{\text{п}}$. $T_{\text{отн}_3} = 85{,}13$ К. $T^{\text{п}} = 85$ К. Следовательно, $T^{\text{п}} - T_{\text{отн}_3} = 85 - 85{,}13 = -0{,}13$ К. Найдем разность ТКЛР меры между 86 и 85 К по паспорту меры. Она равна $0{,}111\cdot10^{-6}$ К$^{-1}$. Тогда поправка приведения $\Delta\alpha''' = 0{,}111\cdot10^{-6}\cdot(-0{,}13) = -0{,}0144\cdot10^{-6}$ К$^{-1}$. Следовательно, приведенное значение $\alpha_3^{\text{п}} = \alpha_3^{\text{ср}} + \Delta\alpha''' = 8{,}96\cdot10^{-6} - 0{,}0144\cdot10^{-6} = 8{,}94\cdot10^{-6}$ К$^{-1}$. Продолжая аналогичные вычисления, получим $\alpha_4^{\text{п}} = 9{,}08\cdot10^{-6}$ К$^{-1}$, $\alpha_5^{\text{п}} = 9{,}16\cdot10^{-6}$ К$^{-1}$. Результаты занесем в графу 8 протокола.

2.2.2. Для середины диапазона $T_{\text{отн}_1} = 178{,}84$ К; $T^{\text{п}} = 181$ К; $T^{\text{п}} - T_{\text{отн}_1} = 181 - 178{,}84 = 2{,}16$ К. Поскольку разность более 2 К, приведение проведем в три этапа.

Вначале приведем к температуре 179 К. По паспорту меры найдем разность значений ТКЛР между 179 и 178 К. Она равна $0{,}028\cdot10^{-6}$ К$^{-1}$. Следовательно, значение ТКЛР, приведенное к $T=179$ К, составляет $\alpha' = \Delta\alpha' + \alpha_1^{\text{ср}} = 0{,}028\cdot10^{-6}\cdot0{,}16 + 14{,}66\cdot10^{-6} \approx 14{,}66\cdot10^{-6}$ К$^{-1}$.

Затем последовательно приведем ТКЛР к температурам 180 и 181 К. Из паспорта на меру возьмем разность ТКЛР между 180 и 179 К и между 181 и 180 К. Она равна соответственно $\Delta\alpha'' = 0{,}027\cdot10^{-6}$ К$^{-1}$ и $\Delta\alpha''' = 0{,}027\cdot10^{-6}$ К$^{-1}$. Следовательно $\alpha_1^{\text{п}} = \alpha' + \Delta\alpha'' + \Delta\alpha''' = 14{,}66\cdot10^{-6} + 0{,}027\cdot10^{-6} + 0{,}027\cdot10^{-6} = 14{,}71\cdot10^{-6}$ К$^{-1}$. Результат занесем в графу 8 протокола. Далее, $T_{\text{отн}_2} = 180{,}02$ К; $T^{\text{п}} = 181$ К; $T^{\text{п}} - T_{\text{отн}_2} = 181 - 180{,}02 = 0{,}98$ К.

Следовательно, $\Delta\alpha_2' = 0{,}027\cdot10^{-6}\cdot0{,}98 = 0{,}0265\cdot10^{-6}$ К$^{-1}$. Значит $\alpha_2^{\text{п}} = \alpha_2^{\text{ср}} + \Delta\alpha_2' = 14{,}82\cdot10^{-6} + 0{,}0265\cdot10^{-6} \approx 14{,}85\cdot10^{-6}$ К$^{-1}$. Занесем результат в графу 8 протокола. Проведя аналогичные вычисления, найдем $\alpha_3^{\text{п}} = 14{,}88\cdot10^{-6}$ К$^{-1}$; $\alpha_4^{\text{п}} = 14{,}82\cdot10^{-6}$ К$^{-1}$; $\alpha_5^{\text{п}} = 14{,}80\cdot10^{-6}$ К$^{-1}$. Результаты занесем в графу 8 протокола.

2.2.3. Для конца диапазона проведем аналогичные вычисления; если разность между $T^{\text{п}}$ и $T_{\text{отн}}$ превышает 1 К, то приведение осуществляем в два этапа, если превышает 2 К, то в три этапа и т. д.

Для конца диапазона получим $\alpha_1^{\text{п}} = 16{,}63\cdot10^{-6}$ К$^{-1}$; $\alpha_2^{\text{п}} = 16{,}54\cdot10^{-6}$ К$^{-1}$; $\alpha_3^{\text{п}} = 16{,}53\cdot10^{-6}$ К$^{-1}$; $\alpha_4^{\text{п}} = 16{,}51\cdot10^{-6}$ К$^{-1}$; $\alpha_5^{\text{п}} = 16{,}47\cdot10^{-6}$ К$^{-1}$. Занесем результаты в графу 8 протокола.

2.3. Значение $\alpha_{\text{ср}}^{\text{п}}$ для каждого участка диапазона вычислим по формуле (4) методики. Результаты запишем в графе 9 протокола.

2.4. Вычислим последовательно разности $\alpha_i^{\text{п}} - \alpha_{\text{ср}}^{\text{п}}$ и $(\alpha_i^{\text{п}} - \alpha_{\text{ср}}^{\text{п}})^2$ для каждого участка диапазона. Результаты занесем в графы 10 и 11.

2.5. Определим случайную составляющую погрешности $\overset{\circ}{\Delta}$ для каждого участка диапазона по формуле (3) методики. Результаты занесем в графу 12 протокола.

2.6. Вычислим $\alpha_0^{ср}$ для каждого участка диапазона по формуле (6) методики. Данные возьмем из паспорта меры. Для начала диапазона самая низкая температура в интервале $\Delta T—T_1$ составляет 80,21 К, самая высокая T_2— —89,21 К. Из паспорта выпишем все значения ТКЛР меры, лежащие между 80 и 89 К через 1 К. Всего значений 10.

По формуле (6) методики определим

$$\alpha_0^{ср}=\frac{1}{10-1}\left[\sum_2^9 \alpha_{0i}+\frac{\alpha_{01}+\alpha_{010}}{2}\right]=\frac{1}{9}\,[71{,}3\cdot 10^{-6}К^{-1}+$$

$$+\frac{8{,}388\cdot 10^{-6}К^{-1}+9{,}407\cdot 10^{-6}К^{-1}}{2}\Bigg]\approx 8{,}91\cdot 10^{-6}К^{-1}.$$

(суммируем значения от α_{02} при $T=81$ К до α_{09} при $T=88$ К).

Для середины диапазона самая низкая температура в интервале $\Delta T—T_1$ равна 174,51 К, самая высокая T_2—187,13 К. Из паспорта выпишем все значения ТКЛР меры, лежащие между 174 и 187 К. Всего значений 14. По формуле (6) методики определим

$$\alpha_0^{ср}=\frac{1}{14-1}\left[\sum_2^{13} \alpha_{0i}+\frac{\alpha_{01}+\alpha_{014}}{2}\right]=\frac{1}{13}\,[176{,}65\cdot 10^{-6}К^{-1}+$$

$$+\frac{14{,}540\cdot 10^{-6}К^{-1}+14{,}890\cdot 10^{-6}К^{-1}}{2}\Bigg]\approx 14{,}72\cdot 10^{-6}К^{-1}$$

(суммируем значения от α_{02} при $T=175$ К до α_{013} при $T=186$ К). Аналогичные вычисления для конца диапазона дают $\alpha_0^{ср}=16{,}44\cdot 10^{-6}$ К$^{-1}$. Результаты запишем в графу 13 протокола.

2.7. Вычислим систематическую составляющую Δ_c по формуле (5) методики. Результаты запишем в графу 14 протокола.

2.8. Вычислим погрешность Δ для начала, середины и конца рабочего диапазона поверяемого дилатометра по формуле (7) методики. Результаты запишем в графу 15 протокола.

Например, для начала диапазона

$$\Delta=\sqrt{\overset{\circ}{\Delta}{}^2+\Delta_c^2+\Delta_м^2}=\sqrt{(0{,}131)^2\cdot 10^{-12}+(0{,}10)^2\cdot 10^{-12}+}$$

$$\overline{+(0{,}06)^2\cdot 10^{-12}}=10^{-6}\sqrt{0{,}017161+0{,}01+0{,}0036}=$$

$$=10^{-6}\sqrt{0{,}030761}\approx 0{,}175\cdot 10^{-6}К^{-1}.$$

Значение $\Delta_м$ возьмем из паспорта на меру.

Пример заполнения протокола поверки

ПРОТОКОЛ

поверки дилатометра типа ДНК-4В

Заводской номер 034

Рабочий диапазон температур 80—300 К

Мера дилатометрическая образцовая № 21 $\Delta_м = 0{,}06 \cdot 10^{-6}$ К$^{-1}$

Диапазон	№ п/п	T_1, К	T_2, К	ΔT, К	T_c, К	$\alpha_i^{ср} \cdot 10^6$, К$^{-1}$	$T^п$, К	$\alpha_i^п \cdot 10^6$, К$^{-1}$	$\alpha_{ср}^п \cdot 10^6$, К$^{-1}$	$(\alpha_i^п - \alpha_{ср}^п) \times 10^6$, К$^{-1}$	$(\alpha_i^п - \alpha_{ср}^п)^2 \times 10^{12}$, К$^{-2}$	$\mathring{\Delta} \cdot 10^6$, К$^{-1}$	$\alpha_0^{ср} \cdot 10^6$, К$^{-1}$	$\Delta_c \cdot 10^6$, К$^{-1}$	$\Delta \cdot 10^6$, К$^{-1}$
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Начало диапазона	1	80,21	87,64	7,43	83,92	8,79	85	8,91	9,01	—0,10	0,0100	0,131	8,91	0,10	0,175
	2	80,48	87,03	6,65	83,75	8,82		8,96		—0,05	0,0025				
	3	81,32	88,95	7,63	85,13	8,96		8,94		—0,07	0,0049				
	4	81,33	88,39	7,06	84,86	9,07		9,08		+0,07	0,0049				
	5	82,47	89,21	6,74	85,84	9,25		9,16		+0,15	0,0225				
Середина диапазона	1	175,32	182,36	7,04	178,84	14,66	181	14,71	14,83	—0,12	0,0144	0,092	14,72	0,11	0,155
	2	176,53	183,51	6,98	180,02	14,82		14,85		+0,02	0,0002				
	3	174,51	181,83	7,32	178,17	14,80		14,88		+0,05	0,0025				
	4	178,83	185,99	7,16	182,41	14,86		14,82		—0,01	0,0001				
	5	179,99	187,13	7,14	183,56	14,87		14,90		+0,07	0,0049				
Конец диапазона	1	270,28	277,60	7,32	273,94	16,60	276	16,63	16,54	+0,09	0,0081	0,073	16,44	0,10	0,137
	2	273,63	281,13	7,50	277,38	16,56		16,54		0	0				
	3	271,61	278,57	6,96	275,09	16,52		16,53		—0,01	0,0001				
	4	271,28	278,34	7,06	274,81	16,49		16,51		—0,03	0,0009				
	5	275,68	282,80	7,12	279,24	16,52		16,47		—0,07	0,0049				

МЕТОДИКА

поверки рабочих средств измерений температурных коэффициентов линейного расширения твердых тел

МИ 153—78

Редактор *Э. А. Абрамова*
Технический редактор *О. Н. Никитина*
Корректор *Г. В. Бобкова*

Сдано в набор 17.07.78 Подп. в печ. 04.10.78 Формат 60×90 Бумага типографская №2. Гарнитура литературная. Печать высокая 0,75 усл. п. л. 0,70 уч.-изд. л. Тираж 3000 Зак. 2318 Цена 5 коп. Изд. № 5634/4

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, Москва, Д-557, Новопресненский пер., 3
Калужская типография стандартов, ул. Московская, 256.

gost.e-ecolog.ru