

---

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ  
(МГС)  
INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION  
(ISC)

---

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
СТАНДАРТ

ГОСТ  
10978—  
2014

---

## СТЕКЛО И ИЗДЕЛИЯ ИЗ НЕГО

### Метод определения температурного коэффициента линейного расширения

Издание официальное



Москва  
Стандартинформ  
2015

## Предисловие

Цели, основные принципы и основной порядок проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0—92 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2—009 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, применения, обновления и отмены»

### Сведения о стандарте

- 1 РАЗРАБОТАН Открытым акционерным обществом «Институт стекла» (ТК 41 «Стекло»)
- 2 ВНЕСЕН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт)
- 3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 14 ноября 2014 г. № 72-П)

За принятие проголосовали:

| Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004—97 | Код страны по МК (ИСО 3166) 004—97 | Сокращенное наименование национального органа по стандартизации |
|---|------------------------------------|---|
| Армения   | AM                                 | Минэкономики Республики Армения                                 |
| Беларусь  | BY                                 | Госстандарт Республики Беларусь                                 |
| Киргизия  | KG                                 | Кыргызстандарт  |
| Россия  | RU                                 | Росстандарт   |
| Таджикистан   | TJ                                 | Таджикстандарт  |
| Узбекистан  | UZ                                 | Узстандарт  |
| Украина   | UA                                 | Минэкономразвития Украины                                       |

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 6 мая 2015 г. № 329-ст межгосударственный стандарт ГОСТ 10978—2014 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 апреля 2016 г.

### 5 ВЗАМЕН ГОСТ 10978—83

*Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет*

© Стандартиформ, 2015

В Российской Федерации настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

**Содержание**

|  |   |
|--|---|
| 1 Область применения . . . . .   | 1 |
| 2 Нормативные ссылки . . . . .   | 1 |
| 3 Термины и определения . . . . .  | 1 |
| 4 Обозначения . . . . .  | 2 |
| 5 Сущность метода . . . . .  | 2 |
| 6 Средства испытания . . . . .   | 2 |
| 7 Подготовка образцов . . . . .  | 3 |
| 8 Подготовка к проведению испытания . . . . .  | 3 |
| 9 Проведение испытания . . . . .   | 5 |
| 10 Обработка результатов . . . . .   | 6 |
| 11 Оформление результатов . . . . .  | 6 |
| Приложение А (справочное) Пример определения значения ТКЛР образца из стекла в интервале температур 20 °С—300 °С . . . . . | 7 |

## СТЕКЛО И ИЗДЕЛИЯ ИЗ НЕГО

## Метод определения температурного коэффициента линейного расширения

Glass and glass products. Test method for linear thermal expansion coefficient

Дата введения — 2016—04—01

## 1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает метод определения температурного коэффициента линейного расширения (далее — ТКЛР) стекла, изделий из него и стеклокристаллических материалов (далее — стекло) ниже интервала трансформации (стеклования) в диапазоне температур от 20 °С до 900 °С.

В настоящем стандарте приведены общие требования к определению ТКЛР. Режимы испытания (температура, режим нагревания) устанавливаются в нормативных документах\* на стекло конкретного вида.

Метод, установленный настоящим стандартом, применяют при проведении сертификационных, исследовательских, определительных, сравнительных, контрольных испытаний.

## 2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие межгосударственные стандарты:

ГОСТ 12.1.004—91 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования

ГОСТ 12.1.019—79 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты

ГОСТ 166—89 (ИСО 3599—76) Штангенциркули. Технические условия

ГОСТ 16504—81 Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения

ГОСТ 32361—2013 Стекло и изделия из него. Пороки. Термины и определения

ГОСТ 32539—2013 Стекло и изделия из него. Термины и определения

ГОСТ 33004—2014 Стекло и изделия из него. Характеристики. Термины и определения

**П р и м е ч а н и е** — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя за текущий год. Если ссылочный стандарт заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться заменяющим (измененным) стандартом. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

## 3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 16504, ГОСТ 32361, ГОСТ 32539, ГОСТ 33004, а также следующие термины с соответствующими определениями:

**3.1 температурный коэффициент линейного расширения (ТКЛР)  $\alpha_p$ , К<sup>-1</sup>**: Относительное изменение длины образца при изменении его температуры на один градус.

\* Здесь и далее по тексту под нормативным документом понимают технический регламент, стандарт, технические условия, спецификацию, договор поставки или другой документ, устанавливающий требования к стеклу.

3.2 температурный коэффициент линейного расширения образца  $\alpha_{t_1-t_2}^{(c)}$ , K<sup>-1</sup>: ТКЛР, измеренный для образца стекла в заданном диапазоне температур.

## 4 Обозначения

$\Delta l$  — удлинение образца (по показаниям прибора) в интервале температур  $t_1$ —  $t_2$ , мм;

$\Delta l'$  — смещение нуля дилатометра в интервале температур  $t_1$  —  $t_2$ , мм;

$l_0$  — длина образцовой меры при комнатной температуре  $(20 \pm 5)$  °С, мм;

$\alpha_{\text{кв}}$  — значение ТКЛР кварцевого стекла в интервале температур  $t_1$  —  $t_2$ , K<sup>-1</sup>;

$\alpha_{i;t_1-t_2}^{(M)}$  — значение ТКЛР образцовой меры в интервале температур  $t_1$  —  $t_2$ , K<sup>-1</sup>;

$\alpha_{a;t_1-t_2}^{(M)}$  — значение ТКЛР образцовой меры по данным аттестации;

$\Delta$  — заданная в паспортных данных погрешность прибора;

$S_{t_1-t_2}^2$  — выборочная дисперсия;

$\alpha_{t_1-t_2}^{(c)}$  — вычисленное значение ТКЛР образца в интервале температур  $t_1$  —  $t_2$ , K<sup>-1</sup>;

$\alpha_{y;t_1-t_2}^{(c)}$  — уточненное значение ТКЛР образца в интервале температур  $t_1$  —  $t_2$ , K<sup>-1</sup>;

$K_{t_1-t_2}$  — поправка в интервале температур  $t_1$  —  $t_2$ , K<sup>-1</sup>.

## 5 Сущность метода

Метод заключается в измерении изменения длины образца, изготовленного из стекла, при изменении его температуры.

## 6 Средства испытания

6.1 Дилатометр, обеспечивающий создание, регулирование и поддержание заданных режимов испытания, с характеристиками:

- измерение ТКЛР в интервале температур от 20 °С до 900 °С;
- давление для измерения удлинения на образец не должно превышать 150 кПа;
- погрешность измерения ТКЛР ( $\Delta$ ) не должна превышать  $0,2 \cdot 10^{-6}$  K<sup>-1</sup> в интервале температур от 20 °С до 300 °С и  $\alpha_{20-300} = 6 \cdot 10^{-6}$  K<sup>-1</sup>;
- погрешность измерения ТКЛР ( $\Delta$ ) не должна превышать  $0,5 \cdot 10^{-6}$  K<sup>-1</sup> для интервала температур 100 °С и  $\alpha_{20-300} = 6 \cdot 10^{-6}$  K<sup>-1</sup>;
- погрешность измерения температуры не должна превышать 3 °С;
- погрешность измерения удлинения не должна превышать  $2 \cdot 10^{-5} l_0$  мм — при измерении ТКЛР больших или равных  $2 \cdot 10^{-6}$  K<sup>-1</sup>;
- погрешность измерения удлинения не должна превышать  $4 \cdot 10^{-6} l_0$  мм — при измерении ТКЛР меньших или равных  $2 \cdot 10^{-6}$  K<sup>-1</sup>;
- разность температур в зоне расположения образца в печи по его длине на расстоянии 50 мм не должна превышать 5 °С.

Для испытания образца в стационарном режиме нагревания дилатометр должен быть укомплектован терморегулятором. Погрешность поддержания постоянства заданной температуры не должна превышать 0,5 °С.

Изменение показания устройства для измерения удлинения в кварцевом дилатометре (смещение нуля дилатометра) при нагревании образца из кварцевого стекла в интервале 20 °С—900 °С не должно быть более  $5 \cdot 10^{-3}$  мм.

При нагревании в интервале от 20 °С до 400 °С смещение нуля не должно быть более  $3 \cdot 10^{-3}$  мм.

6.2 Штангенциркуль с ценой деления 0,05 мм по ГОСТ 166 или другой измерительный инструмент с ценой деления не более 0,05 мм.

## 7 Подготовка образцов

7.1 Образцы не должны содержать сколов и трещин. Торцы образцов должны быть плоскими.

7.2 Образцы для испытания должны иметь форму цилиндра длиной  $(50 \pm 2)$  мм и диаметром  $(4,0 \pm 0,4)$  мм. В зависимости от конструкции дилатометра и значения ТКЛР образца допускаются другие формы, длина и диаметр образца.

7.3 Образцы из стекла перед испытанием отжигают в течение 30 мин при температуре на  $20\text{ °C}$ — $30\text{ °C}$ , превышающей температуру размягчения. Затем охлаждают с постоянной скоростью, не превышающей  $3\text{ °C} \cdot \text{мин}^{-1}$ , на  $100\text{ °C}$  ниже этой температуры; после чего возможно охлаждение образца с большей скоростью с учетом его термостойкости.

7.4 После термической обработки торцы образца шлифуют, чтобы они были перпендикулярны оси образца.

7.5 Размеры образцов проверяют при помощи средств измерения по 6.2.

## 8 Подготовка к проведению испытания

8.1 Перед испытаниями образцов определяют погрешность измерения дилатометра в интервалах температур, в которых требуется определить значение ТКЛР образцов.

Режим нагревания при этом должен соответствовать 9.1, 9.2.

8.1.1 Проводят измерение смещения нуля дилатометра при нагревании образца из кварцевого стекла в интервале  $20\text{ °C}$ — $900\text{ °C}$ .

8.1.2 Проводят измерение ТКЛР образцовой дилатометрической меры (из монокристаллического корунда или другого материала), аттестованной в установленном порядке.

Число серий измерения ( $N$ ) образцовой меры в требуемом интервале температур должно быть не менее 3.

8.1.3 Для каждой серии измерений значение ТКЛР образцовой меры  $\alpha_{i;t_1-t_2}^{(M)}$  в интервале температур  $t_1$  —  $t_2$  вычисляют по формуле

$$\alpha_{i;t_1-t_2}^{(M)} = \frac{1}{l_0} \frac{\Delta l - \Delta l'}{t_1 - t_2} + \alpha_{\text{кв}}, \quad (1)$$

где  $\Delta l$  — удлинение образца (по показаниям прибора) в интервале температур  $t_1$  —  $t_2$ , мм;

$\Delta l'$  — смещение нуля дилатометра в интервале температур  $t_1$  —  $t_2$ , мм;

$l_0$  — длина образцовой меры при комнатной температуре  $(20 \pm 5)\text{ °C}$ , мм;

$\alpha_{\text{кв}}$  — значение ТКЛР кварцевого стекла в интервале температур  $t_1$  —  $t_2$ .

Значения среднего ТКЛР и относительного удлинения кварцевого стекла приведены в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

| Температура $t_p$ , °C | Значение ТКЛР $\alpha \cdot 10^6$ в интервале $20-t_i$ °C, K <sup>-1</sup> | Относительное удлинение $\varepsilon = \Delta l/l_0 \cdot 10^6$ в интервале $20-t_i$ °C | Температура $t_p$ , °C | Значение ТКЛР $\alpha \cdot 10^6$ в интервале $20-t_i$ °C, K <sup>-1</sup> | Относительное удлинение $\varepsilon = \Delta l/l_0 \cdot 10^6$ в интервале $20-t_i$ °C |
|------------------------|--|---|------------------------|--|---|
| 20                     | 0  | 0   | 450                    | 0,568  | 244,24  |
| 50                     | 0,462  | 13,86   | 500                    | 0,562  | 269,76  |
| 75                     | 0,477  | 26,24   | 550                    | 0,552  | 292,56  |
| 100                    | 0,514  | 41,12   | 600                    | 0,543  | 314,94  |
| 150                    | 0,552  | 71,76   | 650                    | 0,534  | 336,42  |
| 200                    | 0,567  | 102,06  | 700                    | 0,524  | 356,32  |
| 250                    | 0,581  | 133,63  | 750                    | 0,512  | 373,76  |
| 300                    | 0,582  | 162,96  | 800                    | 0,498  | 388,44  |
| 350                    | 0,582  | 192,06  | 900                    | 0,493  | 433,84  |
| 400                    | 0,578  | 219,64  |                        |  |   |

Для вычисления среднего ТКЛР кварцевого стекла в любом интервале температур  $t_1$  —  $t_2$  необходимо разность значений относительного удлинения  $\varepsilon_{t_2} - \varepsilon_{t_1}$  разделить на соответствующий интервал температур  $t_2 - t_1$ .

8.1.4 По результатам каждой серии измерений ( $i = 1 \dots N$ ) заполняют таблицу 2 значениями ТКЛР в требуемых интервалах температур.

Т а б л и ц а 2

| Серия измерений | Значение ТКЛР образцовой меры в требуемых интервалах температур $\alpha_i^{(M)} \cdot 10^6, \text{K}^{-1}$ |  |  |  |
|-----------------|--|--|--|--|
|                 | Интервалы температур, °C   |  |  |  |
|                 |  |  |  |  |
| $i = 1$         |  |  |  |  |
| ...             |  |  |  |  |
| ...             |  |  |  |  |
| $i = N$         |  |  |  |  |

8.1.5 В требуемом интервале температур проводят оценку математического ожидания значений ТКЛР вычислением среднего арифметического отдельных результатов измерений по формуле

$$\alpha_{t_1-t_2}^{(M)} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \alpha_{i;t_1-t_2} \quad (2)$$

8.1.6 Оценка дисперсии  $S_{t_1-t_2}^2$  измерений, полученных в требуемом интервале температур, вычисляют по формуле

$$S_{t_1-t_2}^2 = \frac{1}{N-1} \left[ \sum_{i=1}^N (\alpha_{i;t_1-t_2}^{(M)})^2 - N(\alpha_{t_1-t_2}^{(M)})^2 \right] \quad (3)$$

8.1.7 Исходя из заданной погрешности  $\Delta$  (паспортные данные прибора), вычисляют величину  $\sigma_\chi$  среднеквадратического отклонения случайной погрешности по формуле

$$\sigma_\chi = 1/3\Delta \quad (4)$$

Числовой коэффициент  $1/3$  указывает, что погрешность  $\Delta$  выбирается на уровень  $3\sigma_\chi$  (вероятность — 0,99).

Далее оценивают соответствие разброса измерений паспортным данным. Выборочную дисперсию  $S^2$ , рассчитанную по формуле (3), сравнивают с помощью двустороннего неравенства

$$C_1(N) \leq \frac{S^2}{\sigma_\chi^2} \leq C_2(N), \quad (5)$$

где  $C_1(N)$  и  $C_2(N)$  определяют по таблице 3. Значения этих коэффициентов рассчитаны с помощью таблиц распределения  $\chi^2$  при доверительной вероятности 0,95.

Т а б л и ц а 3

| $N$ | $C_1(N)$ | $C_2(N)$ | $N$ | $C_1(N)$ | $C_2(N)$ |
|-----|----------|----------|-----|----------|----------|
| 2   | 0,000982 | 5,024    | 4   | 0,072    | 3,116    |
| 2   | 0,0253   | 3,689    | 5   | 0,121    | 2,786    |

Если отношение  $\frac{S^2}{\sigma_\chi^2}$  меньше  $C_1(N)$ , то это свидетельствует о неисправности прибора или о чрезмерной заниженности метрологических характеристик дилатометра (паспортных данных).

В случае, если  $\frac{S^2}{\sigma_x^2}$  больше  $C_2(N)$ , то dilatometer не обеспечивает заданной точности.

В обоих случаях применение прибора недопустимо — требуется дополнительная юстировка и проверка dilatometer.

8.1.8 Вычисляют величину  $K_{t_1-t_2}$ , равную разности значения ТКЛР образцовой меры по данным аттестации  $\alpha_{a;t_1-t_2}^{(M)}$ , и значения ТКЛР образцовой меры  $\alpha_{t_1-t_2}^{(M)}$ , вычисленного по формулам (1) и (2) для требуемого интервала температур  $t_1-t_2$ , по формуле

$$K_{t_1-t_2} = \alpha_{a;t_1-t_2}^{(M)} - \alpha_{t_1-t_2}^{(M)} \quad (6)$$

Если величина  $|K_{t_1-t_2}|$  превышает  $0,2 \cdot 10^{-6} \cdot K^{-1}$ , то применение dilatometer недопустимо.

8.1.9 Определяют, является ли разность  $K_{t_1-t_2}$  случайной или систематической. Для этого проводят проверку следующего неравенства

$$K_{t_1-t_2}^2 < C_3(N) \cdot S_{t_1-t_2}^2 \quad (7)$$

где  $C_3(N)$  — коэффициент, рассчитанный по таблицам доверительных границ  $T$ -распределения Стьюдента при доверительной вероятности 0,95 (таблица 4);

$S_{t_1-t_2}^2$  — выборочная дисперсия, рассчитанная по формуле (3);

$N$  — число измерений.

Т а б л и ц а 4

| $N$ | $C_3(N)$ | $N$ | $C_3(N)$ |
|-----|----------|-----|----------|
| 2   | 80,7     | 4   | 2,53     |
| 3   | 6,17     | 5   | 1,54     |

Если неравенство (7) выполняется, то поправка  $K_{t_1-t_2}$  является случайной и не учитывается при вычислении ТКЛР образцов. В противном случае она должна быть учтена по формуле (8).

8.1.10 Погрешность dilatometer определяют через каждые 25 циклов измерений, а также после замены деталей держателя образца, термоэлектрического преобразователя, потенциометра для измерения или регистрации температуры, устройства для измерения или регистрации удлинения, автоматического регулятора температуры в печи, нагревательной спирали.

## 9 Проведение испытания

9.1 ТКЛР образца определяют в любом требуемом интервале температур в диапазоне от 20 °С до 900 °С. Минимальная величина интервала 100 °С.

9.2 Испытание образца проводят в стационарном или нестационарном режимах нагревания, указанных в нормативных документах на изделие конкретного вида.

9.2.1 Продолжительность выдержки образца при постоянной температуре в стационарном режиме испытания:

- не менее 30 мин — в интервале от комнатной температуры до 100 °С;
- 20 мин — в интервале 100 °С—300 °С;
- 10 мин — выше 300 °С.

9.2.2 Скорость нагревания при испытании в нестационарном режиме:

не более  $0,5 \text{ °С} \cdot \text{мин}^{-1}$  — в интервале 20 °С—80 °С;

плавно увеличивают в течение 1 ч до  $4 \text{ °С} \cdot \text{мин}^{-1}$  — в интервале 80 °С—200 °С;  $4 \text{ °С} \cdot \text{мин}^{-1}$  — выше 200 °С.

9.3 Каждый образец измеряют на dilatometer один раз.

## 10 Обработка результатов

10.1 По данным удлинения образца строят дилатограмму и экстраполируют, если  $t_0$  отличается от 20 °С.

10.2 Вычисляют значение ТКЛР образца  $\alpha_{t_1-t_2}^{(c)}$  требуемом интервале температур по формуле (1), по которой вычисляли ТКЛР образцовой меры  $\alpha_{i;t_1-t_2}^{(M)}$ .

10.3 Если неравенство (7) не выполняется, то определяют уточненное значение ТКЛР образца по формуле

$$\alpha_{y;t_1-t_2}^{(c)} = \alpha_{t_1-t_2}^{(c)} + \frac{K_{t_1-t_2}}{\alpha_{t_1-t_2}^{(M)}} \alpha_{t_1-t_2}^{(c)}, \quad (8)$$

где  $\alpha_{y;t_1-t_2}^{(c)}$  — уточненное значение ТКЛР образца в интервале температур  $t_1-t_2$ ;

$\alpha_{t_1-t_2}^{(c)}$  — значение ТКЛР образца в интервале температур  $t_1-t_2$ , вычисленное по формуле (1);

$K_{t_1-t_2}$  — поправка в интервале температур  $t_1-t_2$ , вычисленная по формуле (6);

$\alpha_{t_1-t_2}^{(M)}$  — значение ТКЛР образцовой меры в интервале температур  $t_1-t_2$ , вычисленное по формуле (2) из  $N$  серий измерений.

## 11 Оформление результатов

Результаты испытания оформляют протоколом, который должен содержать:

- наименование документа («Протокол испытаний») и его идентификацию (например, номер и дату оформления), а также идентификацию каждой страницы, обеспечивающую признание страницы как части данного документа, четкую идентификацию конца документа и общее количество страниц;
- наименование, адрес и номер аттестата аккредитации испытательной лаборатории;
- наименование и адрес заказчика испытаний;
- наименование испытанной продукции (характеристика и обозначение материала, форма образца и его размеры);
- обозначение нормативного документа (при его наличии);
- количество испытанных образцов;
- дату проведения испытания;
- режим нагревания (стационарный или нестационарный);
- тип дилатометра;
- обозначение настоящего стандарта;
- результаты испытания;
- заключение о соответствии/несоответствии продукции требованиям нормативного документа (при проведении контрольных испытаний);
- инициалы, фамилии, должности и подписи руководителя испытательной лаборатории и сотрудников, проводивших испытания.

Протокол испытаний может содержать дополнительную информацию, необходимую для однозначного понимания и правильного применения результатов испытаний.

Если изготовитель или потребитель продукции проводит определение температурного коэффициента линейного расширения для внутренних целей (при производственном и входном контроле, приемо-сдаточных, периодических, типовых, квалификационных и других категориях испытаний), допускается оформлять результаты испытаний в порядке, принятом у изготовителя или потребителя, без оформления протокола.

**Приложение А**  
**(справочное)**

**Пример определения значения ТКЛР образца из стекла в интервале температур 20 °С—300 °С**  
(измерения проводят на кварцевом dilatометре)

**А.1 Определение фактической погрешности dilatометра**

А.1.1 Определяют  $\Delta l'$  смещение нуля dilatометра при нагревании. Измерения показывают, что при температуре в печи 300 °С  $\Delta l' = -0,0015$  мм.

А.1.2 Пять раз ( $N = 5$ ) определяют значение ТКЛР  $\alpha_i^{(M)}$  образцовой меры из монокорунда в интервале температур 20 °С—300 °С.

Вычисления проводят по формуле (1).

Измерения показывают результаты (для удобства вычисления множитель  $10^{-7}$  опускают):

$$\alpha_1^{(M)} = 64,10;$$

$$\alpha_2^{(M)} = 63,20;$$

$$\alpha_3^{(M)} = 63,36;$$

$$\alpha_4^{(M)} = 64,48;$$

$$\alpha_5^{(M)} = 64,73.$$

Среднее арифметическое  $\alpha^{(M)}$  составляет:

$$\alpha^{(M)} = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 \alpha_i^{(M)} = 63,97.$$

Выборочную дисперсию ошибок измерения определяют по формуле

$$S^2 = \frac{1}{N-1} \left( \sum_{i=1}^N \alpha_i^{(M)2} - N\alpha^{(M)2} \right) = 0,455.$$

Dilatометр должен обеспечивать измерения ТКЛР с погрешностью не более  $\sigma_\chi = 0,7$ . Выполнение этого требования проверяют с помощью формулы (5). Так как отношение  $\frac{S^2}{\sigma_\chi^2} = 0,93$  удовлетворяет неравенствам

$$C_1(5) < \frac{S^2}{\sigma_\chi^2} < C_2(5),$$

полученные измерения считаются удовлетворительными. Значения коэффициентов  $C_1(5) = 0,121$  и  $C_2(5) = 2,786$  выбирают из таблицы 3.

Далее вычисляют по формуле (6) величину поправки  $K$

$$K = \alpha_a^{(M)} - \hat{\alpha}^{(M)} = 65,57 - 63,97 = 1,60.$$

Здесь  $\alpha_a^{(M)} = 65,67 \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$  — значение ТКЛР образцовой меры в интервале температур 20 °С—300 °С по данным аттестации.

По формуле (7) проводят сравнение величины  $K^2$  с  $C_3(N) \cdot S^2$ , причем значение коэффициента  $C_3(5)$  выбирают из таблицы 4. Так как

$$K^2 = 2,56 > 1,54 \cdot 0,455 = 0,700,$$

измерения содержат систематическую составляющую погрешности, которая должна быть учтена при вычислении значения ТКЛР образца из стекла.

**А.2 Определение значения ТКЛР  $\alpha_y^{(c)}$  образца из стекла**

Вычисления проводят по формуле (1).

В результате получают значение:  $\alpha^{(c)} = 83,21$ .

По формуле (8) вычисляют уточненное значение ТКЛР ( $\alpha_y^{(M)}$ ) стекла с учетом поправки  $K$

$$\alpha_y^{(c)} = 83,21 + \frac{1,60}{63,97} 83,21 = 85,3.$$

Таким образом  $\alpha_y^{(c)} = 85,3 \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ .

Редактор *И.В. Кирилёнка*  
Технический редактор *В.Н. Прусакова*  
Корректор *М.И. Першина*  
Компьютерная верстка *Л.А. Круговой*

Сдано в набор 07.08.2015. Подписано в печать 11.09.2015. Формат 60×84 $\frac{1}{8}$ . Гарнитура Ариал.  
Усл. печ. л. 1,40. Уч.-изд. л. 1,00. Тираж 34 экз. Зак. 2948.

---

Издано и отпечатано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.  
[www.gostinfo.ru](http://www.gostinfo.ru) [info@gostinfo.ru](mailto:info@gostinfo.ru)