

Федеральное государственное унитарное предприятие  
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»  
ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»

СОГЛАСОВАНО

И.о. генерального директора  
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева»



А.Н. Пронин

16 апреля 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

ДИЛАТОМЕТРЫ С ТОЛКАТЕЛЕМ L – SERIES

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 2416-0050-2021

Руководитель лаборатории государственных  
эталонов и научных исследований в области  
измерений теплофизических величин  
ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»

 Т.А. Компан

Старший научный сотрудник лаборатории  
ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»

 Н.Ф. Пухов

Санкт-Петербург  
2021 г.

## 1. Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на дилатометры с толкателем L – series (далее – дилатометры), предназначенные для измерений линейных приращений образцов в условиях тепловых нагрузок, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

Методикой поверки должна обеспечиваться прослеживаемость дилатометров к ГПЭ единицы температурного коэффициента линейного расширения твердых тел ГЭТ 24-2018, государственным первичным эталонам единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С ГЭТ 34-2020, единицы температуры-кельвина в диапазоне от 0,3 К до 273,16 К ГЭТ 35-2021.

Методы, обеспечивающие реализацию методики поверки:

- непосредственное сличение - при поверке измерительного канала температуры,
- прямые измерения – при поверке измерительного канала линейных приращений образцов.

Дилатометры подлежат первичной и периодической поверке.

Методикой поверки предусмотрена поверка отдельных измерительных каналов, так как измерительные каналы являются полностью независимыми. Информация о объемах проведенной поверки заносится в установленном законодательством РФ порядке.

## 2. Перечень операций поверки средства измерений

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта документа о поверке	Проведение операции при	
		Первичной поверке	Периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	7	да	да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	да	да
Проверка программного обеспечения средства измерений	9	да	да
Определение метрологических характеристик измерительных каналов (далее – ИК):			
- ИК линейных приращений образцов;	10.1	да	да
- ИК температуры;	10.2	да	нет

При отрицательных результатах одной из операций поверка прекращается.

## 3. Требования к условиям проведения поверки

При поверке допускается соблюдать следующие требования:

- температура воздуха, °С от +18 до +25;
- относительная влажность воздуха, % от 40 до 80;
- атмосферное давление, кПа от 98,3 до 104,3.

## 4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку.

4.1. К проведению поверки допускаются лица, аттестованные в качестве поверителей, изучившие настоящую методику и эксплуатационную документацию (далее ЭД), прилагаемую к дилатометру.

## 5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

Таблица 2

Таблица 2

Номер пункта	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
8, 9, 10	Персональный компьютер с терминальной программой.

Номер пункта	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
10.1	Рабочий эталон единицы температурного коэффициента линейного расширения твердых тел в соответствии с «Государственная поверочная схема для средств измерений температурного коэффициента линейного расширения твердых тел от $0,01 \cdot 10^{-6}$ до $100 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ в диапазоне температуры от 90 до 3000 К», утвержденная приказом федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2663 от 14 декабря 2018 г.;
10.2	рабочий эталон 3-го разряда единицы температуры по ГОСТ 8.558-2009 – эталонный термометр сопротивления рабочий эталон 1-го разряда единицы температуры по ГОСТ 8.558-2009 – эталонный преобразователь термоэлектрический Излучатель в виде модели абсолютного черного тела АЧТ 30/900/2500 диапазон температур от 900 °С до 2500°С по ГОСТ 8558-2009

5.1. Средства поверки должны быть поверены в установленном порядке, эталоны - аттестованы в установленном порядке.

5.2. Допускается применение аналогичных средств поверки обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых дилатометров с требуемой точностью.

#### 6. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

-требования безопасности по ГОСТ 12.3.019;

-требования безопасности, изложенные в эксплуатационной документации.

- в целях обеспечения безопасности работ и возможности выполнения процедур поверки достаточно одного специалиста.

#### 7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 Дилатометр не должен иметь механических повреждений или иных дефектов, влияющих на качество его работы.

7.2 Соединения в разъемах питания дилатометра должны быть надежными.

7.3 Маркировка дилатометра должна быть целой, четкой, хорошо читаемой.

7.4 Результаты внешнего осмотра считают положительными, если дилатометр не имеет повреждений или иных дефектов, маркировка дилатометра целая, соединения в разъемах питания дилатометра надежные.

#### 8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Проверить комплектность дилатометра.

8.2 Проверить электропитание дилатометра.

8.3 Подготовить к работе и включить дилатометр согласно ЭД.

8.4 Опробование дилатометра должно осуществляться в следующем порядке:

8.4.1 Включите дилатометр и установите связь с ПК.

8.4.2 Убедитесь, что измерительная информация поступает со всех измерительных каналов, сообщения о ошибках – отсутствуют.

8.4.3 При поверке измеренные значения по соответствующим измерительным каналам фиксируются при помощи терминальной программы на ПК.

#### 9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Идентификация ПО осуществляется путем проверки номера версии ПО.

9.2 Номер версии ПО «Platinum Software» отображается в правом нижнем углу главного окна программы Администрирования (Administration), главное окно доступно после ввода имени пользователя и пароля в окне авторизации. По умолчанию данная программа расположена C:\Program Files (x86)\Linseis TA Software\Administration.exe и имеет ярлык на рабочем столе ПК.

9.3 Номер версии встроенного ПО дилатометров отображается во вкладке «About» программы Администрирования (Administration), после установления связи с прибором.

## 10 Определение метрологических характеристик средства измерений:

10.1 Проверка диапазона и определение относительной погрешности измерений линейных приращений образцов производится с помощью рабочего эталона единицы температурного коэффициента линейного расширения твердых тел – меры ТКЛР без механических нагрузок в следующем порядке:

10.1.1 В держатель дилатометра необходимо установить меру ТКЛР.

10.1.2 Включить режим нагрева/охлаждения. Скорость изменения температуры не более 5 °С/мин.

10.1.3 Выполнить измерения линейных приращений меры во всем диапазоне меры в положительной и отрицательной температурной области через каждые 20 °С.

10.1.4 Действия по пп. 10.1.1 - 10.1.3 выполняются три раза.

10.1.5 По результатам трех измерений определяют среднее значение абсолютного удлинения меры и оценивают случайную составляющую погрешности измерений в выбранном интервале температуры.

$$S = \sqrt{\frac{\sum (\lambda_i - \bar{\lambda})^2}{n-1}}$$

где:  $\lambda_i$  - результат  $i$ -го единичного измерения абсолютного удлинения меры ТКЛР для выбранного интервала температуры,

$\bar{\lambda}$  - среднее арифметическое значение результатов измерений абсолютного удлинения меры ТКЛР для выбранного интервала температуры,

$S$  - среднее квадратическое отклонение результатов единичных измерений абсолютного удлинения меры ТКЛР для выбранного интервала температуры не должно превышать  $\pm 0,001 \cdot L$  мм (где  $L$  – длина образца при температуре 20 °С в миллиметрах).

10.1.6 Операции по пп. 10.1.1-10.1.5 выполнить с использованием другой меры ТКЛР во всем температурном диапазоне дилатометра.

10.1.7 Результаты поверки считаются удовлетворительными, если:

$$\gamma_{\lambda} = \frac{\lambda_m - \lambda_{cp}}{\lambda_v} \times 100 \% \leq \pm 5,0 \%$$

где:

$\lambda_m$  - значение линейного приращения меры для выбранного интервала температуры;

$\gamma_{\lambda}$  - относительная погрешность измерений линейного приращения;

$\lambda_{cp}$  - среднее арифметическое значение результатов измерений линейного приращения меры для выбранного интервала температуры.

10.2 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности измерений температуры.

10.2.1 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности измерений температуры в диапазоне температуры от - 180 °С до + 600 °С производится с помощью термометра сопротивления эталонного в следующем порядке:

10.2.1.1 Поместить термометр сопротивления эталонный в печь дилатометра и включить дилатометр в режим охлаждения до - 180 °С с последующим нагревом до 600 °С и зафиксировать показания дилатометра ( $T_{изм}$ ) и термометра сопротивления ( $T_{эт}$ ) в контрольных точках - 180 °С, 0 °С, + 150 °С, + 300 °С, и + 600 °С.

10.2.1.2 Рассчитать абсолютную погрешность измерений температуры  $\Delta_i$  в каждой точке по формуле:

$$\Delta_i = T_{изм} - T_{эт} ,$$

где  $T_{изм}$  – показание дилатометра в контрольной точке;

$T_{эт}$  – показание эталонного СИ в контрольной точке;

$\Delta_i$  – абсолютная погрешность измерений температуры в контрольной точке;

10.1.2 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности измерений температуры в

диапазоне температуры от 600 °С до 1600 °С производится с помощью эталонного преобразователя термоэлектрического (термопара) в следующем порядке:

10.2.2.1 Поместить термопару в печь дилатометра и включить дилатометр в режим нагрева 600 °С и зафиксировать показания дилатометра ( $T_{изм}$ ) и термопары ( $T_{эт}$ ) в контрольных точках 800 °С, 1000 °С и 1600 °С.

10.2.2.2 Рассчитать абсолютную погрешность измерений температуры  $\Delta_i$  в каждой точке по формуле:

$$\Delta_i = T_{изм} - T_{эт} ,$$

где  $T_{изм}$  – показание дилатометра в контрольной точке;

$T_{эт}$  – показание эталонного СИ в контрольной точке;

$\Delta_i$  – абсолютная погрешность измерений температуры в контрольной точке;

10.2.3 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности измерений температуры в диапазоне температуры от 1600 °С до 2400 °С производится с помощью излучателя в виде модели абсолютного черного тела АЧТ 30/900/2500:

10.2.3.1 Демонтировать пирометр с блока дилатометра.

10.2.3.2 Определить абсолютную погрешности измерений температуры согласно документу ГОСТ 8558-2009 ГСИ Государственная поверочная схема для средств измерений температуры.

10.3. Абсолютная погрешность измерений температуры  $\Delta_i$  во всех контрольных точках не должна превышать  $\pm 1,0$  °С для диапазона измерений температуры от  $-180$  °С до  $+600$  °С,  $\pm 1,5$  °С для диапазона измерений температуры от 600 °С до 1600 °С и  $\pm 5,0$  °С для диапазона измерений температуры от 1600 °С до 2400 °С.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям.

В результате анализа характеристик, полученных в результате поверки, делается вывод о пригодности дальнейшего использования средства измерений. Критериями пригодности являются соответствие погрешностей средства измерений пп. 10.1.7 и 10.3 настоящей методики поверки.

12 Оформление результатов поверки

12.1 Сведения о результатах поверки дилатометров передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в установленном порядке. Знак поверки при необходимости наносится на свидетельство о поверке и/или в формуляр.

12.2 Протокол оформляется по запросу.

12.3 В процессе поверки пломбировка не нарушается.