

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

15 августа 2021 г.


Государственная система обеспечения единства измерений

АНАЛИЗАТОРЫ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКИЕ ТМА-60


МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 2416-0044-2021

Руководитель лаборатории государственных  
эталонов и научных исследований в области теплового  
расширения и комплексного термического анализа  
ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»

  
Т.А. Коман

Младший научный сотрудник лаборатории государственных  
эталонов и научных исследований в области теплового  
расширения и комплексного термического анализа  
ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»

  
В.В. Власова

Санкт-Петербург  
2021 г.

## 1. Общие сведения

Настоящая методика поверки распространяется на анализаторы термомеханические ТМА-60 (далее – анализаторы), предназначенные для измерения температуры, линейных приращений и температурного коэффициента линейного расширения (далее – ТКЛР) материалов в условиях тепловых и механических нагрузок, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки

Методикой поверки должна обеспечиваться прослеживаемость анализаторов к государственному первичному эталону единицы температурного коэффициента линейного расширения твердых тел (ГЭТ 24-2018), государственному первичному эталону единицы температуры- кельвина в диапазоне от 0,3 К до 273,16 К (ГЭТ 35-2021), государственному первичному эталону единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С (ГЭТ 34-2020).

Методы, обеспечивающие реализацию методики поверки:

- непосредственное сличение — при поверке измерительного канала температуры,
- прямые измерения — при поверке измерительного канала абсолютного изменения линейных размеров образцов и измерении ТКЛР образцов.

Анализаторы подлежат первичной и периодической поверке.

Методикой поверки предусмотрена возможность проведения первичной и периодической поверки анализаторов для меньшего числа измеряемых величин и/или на меньшем числе поддиапазонов измерений (поверка в сокращенном объеме) с обязательным занесением данной информации в свидетельство о поверке. Поддиапазоны измерений величин выбираются с учетом комплектации, ограничений ПО, установленных изготовителем либо заявки владельца анализатора или лица, представившего анализатор на поверку.

## 2. Перечень операции поверки средств измерений

Первичная и периодическая поверка осуществляется на месте эксплуатации анализатора.

При поверке должны быть выполнены следующие операции:

Таблица 1 – Операции при поверке

| Наименование операции  | Номер пункта документа о поверке | Проведение операции при |                       |
|--|----------------------------------|-------------------------|-----------------------|
|  |                                  | первичной поверке       | периодической поверке |
| Внешний осмотр   | 8.1                              | да                      | да                    |
| Опробование  | 8.2                              | да                      | да                    |
| Подтверждение соответствия программного обеспечения  | 8.3                              | да                      | да                    |
| Определение метрологических характеристик при измерении температуры                                      | 8.4                              | да                      | да                    |
| Определение метрологических характеристик при измерении линейных приращений                              | 8.5                              | да                      | да                    |
| Определение метрологических характеристик при измерении температурного коэффициента линейного расширения | 8.6                              | да                      | да                    |

При отрицательных результатах одной из операций поверка прекращается.

## 3. Требования к условиям поверки

При поверке должны быть соблюдены следующие условия:

- температура воздуха, °С от +15 до +25;
- относительная влажность воздуха от 15 % до 80 %;
- атмосферное давление от 98,3 до 104,3 кПа;

#### 4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки и эксплуатационную документацию (далее - ЭД), прилагаемую к анализаторам, а также ЭД на эталоны и другие средства поверки.

#### 5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

Метрологические и технические требования представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

| Номер пункта документа по поверке | 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   |
|-----------------------------------|---|
| 8.4                               | Термометр сопротивления эталонный ЭТС-100М1, зав. № 129, рабочий эталон 3-го разряда по ГОСТ 8.558-2009, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по ОЕИ №70903-18.<br>Преобразователь термоэлектрический платинородий-платинородиевый типа ПРО, зав. № 16, диапазон измерений температуры от +600 °С до +1800 °С, эталон 1-ого разряда по ГОСТ 8.558-2009, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по ОЕИ № 41201-09.<br>Система поверки термопреобразователей автоматизированные АСПТ, зав. № 22-368, диапазон измерений температуры от минус 200 °С до 1760 °С, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измеряемых сопротивлений от 0,002 до 0,004 Ом, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по ОЕИ №19937-06. |
| 8.5, 8.6                          | Рабочий эталон единицы ТКЛР твердых тел (меры ТКЛР) согласно Государственной поверочной схеме для средств измерений температурного коэффициента линейного расширения твердых тел от $0,01 \cdot 10^{-6}$ до $100 \cdot 10^{-6}$ К в диапазоне температуры от 90 до 3000 К», утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 14 декабря 2018 г. №2663   |

5.1 Средства поверки должны иметь положительные результаты поверки, оформленные в соответствии с установленным законодательством РФ порядком, эталоны должны иметь действующее свидетельство об аттестации.

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

#### 6. Требования (условия) по обеспечению безопасности при проведении поверки

Должны быть соблюдены следующие требования:

- 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. Подготовка к поверке

- 7.1. Проверить комплектность анализатора.
- 7.2. Проверить электропитание анализатора.
- 7.3. Подготовить к работе и включить анализатор согласно ЭД. Перед началом поверки анализатор должен работать не менее 40 мин.

## 8. Проведение поверки

### 8.1 Внешний осмотр

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

Соединения в разъемах питания анализатора должны быть исправными и устойчивыми. Маркировка анализатора должна быть целой, четкой, хорошо читаемой.

Результаты внешнего осмотра считают положительными, если анализатор не имеет повреждений или иных дефектов, маркировка анализатора целая, соединения в разъемах питания датчика исправные и устойчивые.

Знак утверждения типа должен быть нанесен типографским способом на титульный лист руководства по эксплуатации.

### 8.2 Опробование

Опробование анализатора производится одновременно с определением метрологических характеристик.

### 8.3 Подтверждение соответствия программного обеспечения

Идентификация программного обеспечения (далее - ПО) осуществляется путем сравнения идентификационных данных ПО поверяемого анализатора, с идентификационными данными, приведенными в технической документации:

- идентификационное наименование ПО;
- номер версии (идентификационный номер) ПО.

Определить номер версии ПО LabSolutions TA возможно непосредственно после запуска ПО в появившемся стартовом окне.

Результаты поверки считают положительными, если наименование и номер версии ПО соответствуют значениям в таблице 3:

Таблица 3 - Идентификационные данные программного обеспечения

| Идентификационные данные (признаки)       | Значение        |
|---|-----------------|
| Идентификационное наименование ПО         | LabSolutions TA |
| Номер версии (идентификационный номер) ПО | не ниже 1.00    |

### 8.4 Определение метрологических характеристик при измерении температуры

8.4.1 Установить эталонный термометр сопротивления в печь анализатора. Включить анализатор в режим охлаждения/нагрева до нижней границы диапазона измерений температуры с последующим нагревом до максимальной температуры диапазона измерений, обеспечиваемой эталонным термометром сопротивления и комплектацией анализатора, зафиксировать показания анализатора ( $T_{изм}$ ) и эталонного термометра сопротивления ( $T_{эт}$ ).

8.4.2 Установить эталонную термопару в печь анализатора. С учетом рабочего температурного диапазона эталонной термопары и комплектации анализатора в режиме нагрева/охлаждения осуществить нагрев во всем обеспечиваемом рабочем температурном диапазоне, зафиксировать показания анализатора и термопары.

8.4.3 Контроль температуры с помощью эталонных термопреобразователей по пп.8.4.1-8.4.2 осуществить в пяти контрольных точках, равномерно распределённых по рабочему диапазону температуры в зависимости от модификации и комплектации анализаторов.

При наличии в комплектации камеры LTB-60 периодическую поверку анализаторов, применяемых только в диапазоне температур, обеспечиваемом камерой LTB-60, допускается проводить только для рабочего диапазона камеры (поверка в сокращенном объеме).

8.4.4 Рассчитать абсолютную погрешность измерений температуры  $\Delta T_i$  в каждой точке по формуле:

$$\Delta T_i = T_{изм} - T_{эт}$$

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

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

$\Delta T_i$  – абсолютная погрешность измерений температуры в контрольной точке;

Расхождения между показаниями эталонных СИ и показаниями анализатора во всех контрольных точках температуры, независимо от комплектации анализаторов, для поддиапазонов в интервале от минус 150 °С до плюс 600 °С не должны превышать  $\pm 3,0$  °С; для поддиапазонов в интервале температуры св. плюс 600 °С до плюс 1500 °С, не должны превышать  $\pm 5,0$  °С.

### **8.5 Определение метрологических характеристик при измерении линейных приращений образцов**

8.5.1 В держатель образца анализатора установить меру ТКЛР.

8.5.2 Задать программу измерения: режимы нагрева, охлаждения, скорость изменения температуры не более 5 °С/мин.

8.5.3 Выполнить измерения линейных приращений меры ТКЛР в диапазоне температуры, обеспечиваемом мерой ТКЛР и комплектацией анализатора через каждые 20 °С.

8.5.4 Выполнить действия 8.5.1-8.5.3 по три раза для каждой из трех мер ТКЛР.

8.5.5 Рассчитать среднее арифметическое значение линейного приращения по результатам трех измерений для каждой меры ТКЛР.

8.5.6 Рассчитать относительную погрешность измерений:

$$\delta_{\lambda} = \frac{\lambda_m - \lambda_{cp}}{\lambda_m} \times 100\%$$

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

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

$\delta_m$  – относительная погрешность измерений линейного приращения меры.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если для каждой меры ТКЛР относительная погрешность измерений линейных приращений не превышает  $\pm 3,0\%$ :

### **8.6 Определение метрологических характеристик при измерении температурного коэффициента линейного расширения**

8.6.1 Определение метрологических характеристик при измерении температурного коэффициента линейного расширения осуществляют совместно с определением метрологических характеристик при измерении линейных приращений по п.8.5.

8.6.2 Рассчитать для каждой меры ТКЛР абсолютную погрешность измерений ТКЛР для интервала температуры  $(20 \pm t_i)$ °С по формуле:

$$\Delta_{\alpha} = \alpha_{cp} - \alpha_m$$

где  $\alpha_m$  - значение ТКЛР эталонной меры для интервала температуры  $(20 \pm t_i)$ °С;

$\alpha_{cp}$  – среднее арифметическое значение результатов измерений ТКЛР меры для интервала температуры  $(20 \pm t_i)$ °С;

$\Delta_{\alpha}$  – абсолютная погрешность измерений ТКЛР меры.

Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность измерений ТКЛР не превышает  $\pm(1 \cdot 10^{-7} + 0,01 \cdot \alpha_m)$ .

## **9. 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. 8.4-8.6 настоящей методики поверки.

## **10. Оформление результатов поверки**

Сведения о результатах поверки анализаторов передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в установленном порядке. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке, в случае его оформления.

При проведении поверки в сокращенном объеме в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений и свидетельство о поверке, в случае его оформления) должны быть занесены соответствующие сведения.

Протокол оформляется по запросу Заявителя в соответствии с требованиями нормативной документации РФ и системы менеджмента качества поверителя.