

СОГЛАСОВАНО

**Первый заместитель генерального
директора-заместитель по научной работе**

ФГУП «ВНИИФТРИ»



А.Н. Щипунов

23 2022 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Анализаторы размеров частиц LT

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-640-003-22

**р.п. Менделеево
2022 г.**

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на анализаторы размеров частиц LT (далее – анализатор) модификаций LT3900, LT3600, LT3600 Plus, LT3600S, LT2800, LT2200, LT2200E, LT2100, LT2100 Plus, изготавливаемых компанией «Linkoptik Instruments Co., Ltd», Китай, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

1.2 В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические требования

| Наименование характеристики | Значение |
|---|---|
| Диапазон измерений размеров частиц в жидкости для модификаций, мкм: LT3900, LT3600, LT3600 Plus, LT3600S, LT2800, LT2200 LT2200E LT2100 LT2100 Plus | от 0,05 до 2000 от 0,1 до 1200 от 0,1 до 800 от 0,05 до 1200 |
| Диапазон измерений размеров частиц в сухих порошкообразных материалах для модификаций, мкм: LT3900, LT3600, LT3600 Plus, LT3600S, LT2800, LT2200 LT2200E, LT2100 Plus LT2100 | от 1 до 2000 от 1 до 1200 от 1 до 800 |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений размеров частиц, % | ±10 |

1.3 При наличии в составе анализатора жидкостного диспергатора и диспергатора порошкообразных материалов, поверку достаточно проводить с применением жидкостного диспергатора. При наличии в составе анализатора нескольких жидкостных диспергаторов, поверку достаточно проводить с применением одного из них.

1.4 При определении метрологических характеристик анализатора по данной методике поверки обеспечивается передача единицы размера частиц в жидкости и порошкообразных материалах в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2021 № 3105, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону единиц дисперсных параметров аэрозолей, взвесей и порошкообразных материалов ГЭТ 163-2020 (далее – ГЭТ 163-2020).

1.5 При определении метрологических характеристик используются методы непосредственного сравнения результата измерений поверяемого анализатора со значением размера частиц, определенного эталоном.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Объем поверки

| Наименование операций | Номер пункта методики | Проведение операции при | |
|---|-----------------------|-------------------------|-----------------------|
| | | первичной поверке | периодической поверке |
| 1 Внешний осмотр | 7 | Да | Да |
| 2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений | 8 | Да | Да |
| 3 Проверка программного обеспечения | 9 | Да | Да |
| 4 Определение метрологических характеристик и подтверждение их соответствия метрологическим требованиям | 10 | – | – |

Продолжение таблицы 2

| Наименование операций | Номер пункта методики | Проведение операции при | |
|--|-----------------------|-------------------------|-----------------------|
| | | первичной поверке | периодической поверке |
| 4.1 Определение диапазона и относительной погрешности измерений размеров частиц в жидкости | 10.1 | Да | Да |
| 4.2 Определение диапазона и относительной погрешности измерений размеров частиц в сухих порошкообразных материалах | 10.2 | Да | Да |

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 Поверку проводить в следующих условиях:

- температура окружающего воздуха, °С от 15 до 35;
- относительная влажность окружающего воздуха, %, не более 80;
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106,7.

3.2 Характеристики питающей электрической сети должны быть следующие:

- напряжение переменного тока, В от 207 до 253;
- частота переменного тока, Гц от 49 до 51.

3.3 Перед проведением поверки выдержать анализатор в условиях, указанных в п. 3.1, не менее 8 ч. В случае, если он находился при температуре ниже 0 °С, время выдержки должно быть не менее 24 ч.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, имеющие высшее или среднее техническое образование, аттестованные в качестве поверителя, владеющие техникой измерений параметров аэрозолей, взвесей и порошкообразных материалов, изучившие настоящую методику поверки и эксплуатационную документацию на анализатор, прошедшие инструктаж по технике безопасности.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При поверке должны быть использованы средства, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Средства поверки

| Операции поверки, требующие применение средств поверки | Метрологические и технические требования к средствам поверки | Рекомендуемые средства поверки |
|--|---|---|
| п. 8.1 (контроль условий поверки) | Средство измерений температуры окружающего воздуха в диапазоне от плюс 15 до плюс 35 °С с абсолютной погрешностью в пределах ± 1 °С. Средство измерений относительной влажности окружающего воздуха до 80 % с абсолютной погрешностью в пределах ± 2 %. Средство измерений атмосферного давления от 80 до 106 кПа с абсолютной погрешностью в пределах 0,5 кПа. | Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7/4 с первичным преобразователем ИПТВ-03-01, рег. № 15500-12. Барометр БРС-1М, рег. № 16006-97. Мультиметр цифровой Fluke 17B+, рег. № 59778-15 |

Продолжение таблицы 3

| <i>Операции поверки, требующие применение средств поверки</i> | <i>Метрологические и технические требования к средствам поверки</i> | <i>Рекомендуемые средства поверки</i> |
|---|--|---|
| | Средство измерений напряжения переменного тока питающей сети в диапазоне от 150 до 260 В с относительной погрешностью в пределах $\pm 2\%$. Средство измерений частоты переменного тока в диапазоне от 45 до 55 Гц с абсолютной погрешностью в пределах $\pm 0,1$ Гц | |
| п. 8.3 (опробование средства измерений) | Образец материала для жидкой или аэрозольной тестовой пробы с размером частиц из нормированного для поверяемого анализатора диапазона измерений | Монодисперсный латекс с размером частиц 10 мкм из состава ГЭТ 163-2020 (для жидкой тестовой пробы). Порошок электрокорунда по ГОСТ 28818-90 марки 25 А с зернистостью F220 (для аэрозольной тестовой пробы) |
| Раздел 10 (определение метрологических характеристик) | Средство измерений размеров частиц в жидкой и аэрозольной среде в диапазоне от 0,05 до 2000 мкм с относительной погрешностью в пределах $\pm 4\%$. Образцы материалов для жидких и (или) аэрозольных тестовых проб с различными размерами частиц, охватывающими нормированный для поверяемого анализатора диапазон измерений | ГЭТ 163-2020 в комплекте с монодисперсными латексами с размерами частиц от 0,05 до 100 мкм Порошки электрокорунда по ГОСТ 28818-90 марки 25 А с зернистостью M3 и марки 14А с зернистостью F220, F40, F24, F20 |

5.2 Допускается замена указанных в таблице 3 средств поверки другими средствами поверки, обеспечивающими определение метрологических характеристик анализатора с требуемой точностью.

5.3 Все средства поверки должны быть исправны. Применяемые при поверке средства измерений должны быть поверены, результаты поверки должны быть в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений с неистекшим сроком действия на время проведения поверки анализатора.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки соблюдать правила безопасности, указанные в эксплуатационной документации на поверяемый анализатор и средства поверки, правила безопасности при работе с электрооборудованием, питающимся от сети переменного тока напряжением до 1000 В.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР

7.1 Проверить комплектность анализатора на соответствие паспорту. Поставка компьютера (при наличии его в комплектности анализатора) не обязательна.

7.2 Провести внешний осмотр анализатора на предмет:

- наличия, полноты и целостности маркировки;
- отсутствия видимых повреждений и загрязнений, которые могут повлиять на работу анализатора;
- исправности разъемов и кабелей.

7.3 Анализатор считать пригодным к проведению поверки, если:

- комплектность достаточна для проведения поверки;
- на измерительном блоке имеется четкая маркировка. В маркировку включены идентификационные данные анализатора (обозначение, заводской номер, год изготовления);
- отсутствуют видимые повреждения и загрязнения, в том числе на сменной ячейке;
- разъемы и кабели в исправности.

В противном случае поверку далее не проводить, результаты поверки считать отрицательными.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Контроль условий поверки

8.1.1 Измерить соответствующими средствами измерений параметры окружающей среды (температуру, влажность, атмосферное давление) и питающей сети (напряжение и частоту переменного тока). Параметры должны соответствовать требованиям раздела 3 настоящей методики.

8.2 Подготовка к проведению поверки

8.2.1 Разместить измерительный блок и диспергатор анализатора на рабочую поверхность согласно рекомендациям руководства по эксплуатации.

8.2.2 Собрать анализатор:

8.2.2.1 Анализатор с жидкостным диспергатором собрать следующим образом:

- соединить с помощью пробоотборных трубок жидкостной диспергатор с соответствующей сменной ячейкой;
- ячейку вставить в измерительный блок;
- подсоединить трубку к дренажному выходу диспергатора и опустить ее в емкость для слива;
- соединить с помощью USB кабелей измерительный блок с компьютером, диспергатор с измерительным блоком;
- подсоединить составные блоки анализатора к сети питания.

8.2.2.2 Анализатор с диспергатором порошкообразных материалов собрать следующим образом:

- поместить соответствующую ячейку в измерительный блок;
- соединить с помощью пробоотборных трубок диспергатор порошкообразных материалов с измерительным блоком и компрессором. Компрессор должен подавать в диспергатор чистый воздух, отфильтрованный до класса 1 по ГОСТ Р ИСО 8573-1-2016;
- подсоединить к выходу ячейки блок сбора образца;
- соединить с помощью USB кабелей измерительный блок с компьютером и диспергатор с измерительным блоком;
- подсоединить составные блоки анализатора к сети питания.

8.2.3 Включить питание анализатора. Убедиться в правильности его подключения по свечению соответствующих индикаторов на составных блоках анализатора.

8.2.4 Установить ПО из комплекта анализатора на компьютер и запустить. В процессе запуска осуществляется идентификация поверяемого анализатора, а именно, определяются модификация и его состав. По окончании запуска убедиться, что отображаемые в главном окне модификация анализатора, обозначения измерительного блока и диспергатора соответствуют фактическим данным, а также обозначения измерительного блока и диспергатора подсвечиваются синим цветом.

8.2.5 Подготовить анализатор к измерению:

8.2.5.1 Анализатор с жидкостным диспергатором подготовить следующим образом:

- заполнить резервуар жидкостного диспергатора чистой водой со степенью чистоты 1 по ГОСТ Р 52501-2005;

- открыть с помощью команд «Измерение → Измерение жидкости → Hydrolink → Ручное измерение» основное окно автоматического управления измерением жидкости;

- установить при необходимости в данном окне параметры анализируемого образца и параметры работы жидкостного диспергатора (расход насоса и скорость мешалки) согласно рекомендациям руководства по эксплуатации анализатора.

8.2.5.2 Анализатор с диспергатором порошкообразных материалов подготовить следующим образом:

- добавить в лоток диспергатора порошкообразный образец;
- открыть с помощью команд «Измерение → Измерение сухое → Aerolink → Ручное измерение» основное окно управления измерением аэрозоля;

- установить при необходимости в данном окне параметры анализируемого образца и параметры работы диспергатора порошкообразных материалов (давление и скорость подачи аэрозольной пробы) согласно рекомендациям руководства по эксплуатации анализатора.

8.3 Опробование средства измерений

8.3.1 Опробование включает проверку нормального функционирования и оптимального фона измерения. Для этого подготовить анализатор к работе согласно п. 8.2 и провести измерение в соответствии с руководством по эксплуатации с применением жидкой или аэрозольной тестовой пробы (в зависимости от типа диспергатора). Для тестовой пробы использовать рекомендуемый в таблице 3 образец.

8.3.2 Нормальное функционирование анализатора проверять во время его подготовки и проведения измерения, фон измерения проверять на первом этапе процесса измерения по шкале диаграммы настройки лазера, отображаемой в окне управления измерением жидкой/аэрозольной пробы. Анализатор функционирует нормально, если при включении светятся индикаторы питания, ПО правильно идентифицирует модификацию и состав анализатора, осуществляется подготовка, подача и измерение пробы, по окончании измерения на экране компьютера отображается результат в цифровом и графическом виде.

8.3.3 Результаты опробования положительные, если анализатор функционирует нормально, фон измерения не более 200 единиц при интенсивности лазерного излучения от 70 % до 90 %. В противном случае поверку далее не проводить, результаты поверки считать отрицательными.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

9.1 Для проверки программного обеспечения (далее – ПО) следует собрать и включить анализатор, при необходимости установить ПО на персональный компьютер. Название ПО отображается при его установке, версия ПО – в окне «Help-About» или «Справка-О Программе».

9.2 Результаты поверки считать положительными, если отображаемая версия ПО ParticleSizer не ниже нормированного значения 3.0.0.0.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ ЕГО СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Определение диапазона и относительной погрешности измерений размеров частиц в жидкости

10.1.1 Данную операцию выполнить с применением жидких проб на основе рекомендуемых образцов согласно таблице 4.

Таблица 4

| Модификация анализатора | Образцы для приготовления жидких тестовых проб | Диапазон измерений |
|---|---|---------------------|
| LT3900, LT3600, LT3600 Plus, LT3600S, LT2800, LT220 | Монодисперсные латексы из состава ГЭТ 163-2020 с размерами частиц 0,05; 10; 100 мкм | от 0,05 до 100 мкм |
| | Порошки электрокорунда марки 14 А по ГОСТ 28818-90 с зернистостью F20 | св. 100 до 2000 мкм |
| LT2200E | Монодисперсные латексы из состава ГЭТ 163-2020 с размерами частиц 0,1; 10; 100 мкм | от 0,1 до 100 мкм |
| | Порошок электрокорунда марки 14 А по ГОСТ 28818-90 с зернистостью F24 | св. 100 до 1200 мкм |
| LT2100 | Монодисперсные латексы из состава ГЭТ 163-2020 с размерами частиц 0,1; 10; 100 мкм | от 0,1 до 100 мкм |
| | Порошок электрокорунда марки 14 А по ГОСТ 28818-90 с зернистостью F40 | св. 100 до 800 мкм |
| LT2100 Plus | Монодисперсные латексы из состава ГЭТ 163-2020 с размерами частиц 0,05; 10; 100 мкм | от 0,05 до 100 мкм |
| | Порошок электрокорунда марки 14 А по ГОСТ 28818-90 с зернистостью F24 | св. 100 до 1200 мкм |

10.1.2 Порядок выполнения операции:

а) подготовить анализатор в составе с жидкостным диспергатором к работе согласно п. 8.2 настоящей методики поверки, указав в настройках (при необходимости) количество измерений и параметры применяемого образца. Количество измерений – не менее трех;

б) провести процедуру измерений на анализаторе с применением одного из образцов, указанных в таблице 4 для поверяемого анализатора. Показания занести в протокол поверки;

в) определить размер частиц в этой же пробе с помощью ГЭТ 163-2020. Полученное значение занести в протокол поверки.

г) повторить пп. а) – в) с каждым образцом, указанным в таблице 4 для поверяемого анализатора.

д) рассчитать относительную погрешность измерений размеров частиц по формуле (1):

$$\delta_i = \frac{d_{си} - d_{эт}}{d_{эт}} \cdot 100 \% \quad (1)$$

где $d_{си}$ – показание анализатора при i -ом измерении данной пробы, мкм;

$d_{эт}$ – размер частиц в данной пробе, установленный с помощью ГЭТ 163-2020, мкм.

10.1.3 Результаты поверки считать положительными, если значения относительной погрешности измерений размеров частиц в жидкости находятся в допускаемых пределах согласно таблице 5. В противном случае результаты испытаний считать отрицательными.

Таблица 5

| Модификация анализатора | Нормированный диапазон измерений размеров частиц в жидкости, мкм | Пределы допускаемой относительной погрешности измерений, %, не более |
|--|--|--|
| LT3900, LT3600, LT3600 Plus, LT3600S, LT2800, LT2200 | от 0,05 до 2000 | ±10 |
| LT2200E | от 0,1 до 1200 | |
| LT2100 | от 0,1 до 800 | |
| LT2100 Plus | от 0,05 до 1200 | |

10.2 Определение диапазона и относительной погрешности измерений размеров частиц в сухих порошкообразных материалах

10.2.1 Данную операцию выполнить с применением рекомендуемых порошкообразных образцов согласно таблице 6.

Таблица 6

| Модификация анализатора | Порошкообразные образцы для приготовления аэрозольной тестовой пробы |
|--|--|
| LT3900, LT3600, LT3600 Plus, LT3600S, LT2800, LT2200 | Порошки электрокорунда по ГОСТ 28818-90: марки 25 А с зернистостью М3 марки 14А с зернистостью F220, F20 |
| LT2200E, LT2100 Plus | Порошки электрокорунда по ГОСТ 28818-90: марки 25 А с зернистостью М3 марки 14А с зернистостью F220, F24 |
| LT2100 | Порошки электрокорунда по ГОСТ 28818-90: марки 25 А с зернистостью М3 марки 14А с зернистостью F220, F40 |

10.2.2 Порядок выполнения операции:

а) определить с помощью ГЭТ 163-2020 размеры частиц в анализируемых порошках, указанных в таблице 5 для поверяемого анализатора;

б) подготовить анализатор в составе с диспергатором порошкообразных материалов к работе согласно п. 8.2 настоящей методики поверки, при необходимости указав в настройках параметры анализируемого образца и скорость подачи аэрозоля согласно руководству по эксплуатации анализатора;

в) провести на анализаторе по три измерения каждого анализируемого порошка, указанного в таблице 5 для данного анализатора. Показания занести в протокол поверки;

г) рассчитать относительную погрешность измерений размеров частиц по формуле (1).

10.2.3 Результаты поверки считать положительными, если значения относительной погрешности измерений размеров частиц в сухих порошкообразных материалах находятся в допускаемых пределах согласно таблице 7. В противном случае результаты испытаний считать отрицательными.

Таблица 7

| Модификация анализатора | Нормированный диапазон измерений размеров частиц в порошкообразных материалах, мкм | Пределы допускаемой относительной погрешности измерений, %, не более |
|--|--|--|
| LT3900, LT3600, LT3600 Plus, LT3600S, LT2800, LT2200 | от 1 до 2000 | ±10 |
| LT2200E, LT2100 Plus | от 1 до 1200 | |
| LT2100 | от 1 до 800 | |

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Результаты поверки оформить протоколом произвольной формы.

11.2 При положительных результатах поверки анализатор признается годным, при отрицательных результатах поверки анализатор бракуется и к дальнейшей эксплуатации не допускается.

11.3 Результаты поверки анализатора подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца анализатора или лица, представившего его на поверку, на анализатор выдается свидетельство о поверке (при положительных результатах поверки) с нанесенным на него знаком поверки или извещение о непригодности к применению (при отрицательных результатах поверки) с указанием причин забракования.

Начальник НИО-6
ФГУП «ВНИИФТРИ»



В.И. Добровольский

Начальник лаборатории 640
ФГУП «ВНИИФТРИ»



Д.М. Балаханов

Ведущий инженер лаборатории 640
ФГУП «ВНИИФТРИ»



Н.Б. Потапова