

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



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

А. Н. Пронин

М. п. 07 декабря 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Анализаторы пыли LaserDust

Методика поверки

МП 242-2473-2021

Руководитель научно-исследовательского
отдела государственных эталонов в области
физико-химических измерений

А. В. Колобова

Руководитель лаборатории государственных
эталонов и научных исследований в области
измерений параметров дисперсных сред

Д. Н. Козлов

Научный сотрудник лаборатории
государственных эталонов и научных
исследований в области измерений параметров
дисперсных сред

Ю. А. Крамаренко

1. Общие положения

Настоящий документ устанавливает методику первичной и периодической поверки анализаторов пыли LaserDust (далее – поверяемые анализаторы).

Методика поверки обеспечивает прослеживаемость к Государственному первичному специальному эталону единицы массовой концентрации частиц в аэродисперсных средах ГЭТ 164-2016 согласно ГОСТ 8.606-2012 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений дисперсных параметров аэрозолей, взвесей и порошкообразных материалов» и к Государственному первичному эталону единиц спектральных коэффициентов направленного пропускания, диффузного и зеркального отражений в диапазоне длин волн от 0,2 до 20,0 мкм ГЭТ 156-2015 согласно Государственной поверочной схеме для средств измерений спектральных, интегральных, редуцированных коэффициентов направленного пропускания, диффузного и зеркального отражений и оптической плотности в диапазоне длин волн от 0,2 до 20,0 мкм, утверждённой приказом Росстандарта от № 2517 от 27.11.2018.

Метод, обеспечивающий реализацию методики поверки: непосредственное сличение поверяемого средства измерений с эталоном той же единицы величины и прямые измерения.

Методикой поверки предусмотрена возможность проведения поверки на меньшем числе поддиапазонов измерений по каналу измерений массовой концентрации пыли.

При пользовании настоящей методикой поверки целесообразно проверить действие ссылочных документов по соответствующему указателю стандартов, составленному по состоянию на 1 января текущего года и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году.

Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящей методикой следует руководствоваться заменяющим (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

2. Перечень операций поверки

2.1. При проведении поверки должны быть выполнены следующие операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Обязательность операции при проведении поверки	
		Первичной	Периодической
Внешний осмотр средства измерений	7.1	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	7.2	Да	Да
Проверка программного обеспечения	7.3	Да	Да
Определение метрологических характеристик средства измерений по каналу измерений массовой концентрации пыли	7.4.1	Да	Нет
Определение метрологических характеристик средства измерений по каналу измерений спектрального коэффициента направленного пропускания	7.4.2	Да	Да

2.2. Если при проведении той или иной операции поверки получен отрицательный результат, дальнейшая поверка прекращается.

3. Требования к условиям проведения поверки

3.1. При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от +15 до +25
- относительная влажность окружающего воздуха, %, не более 80
- атмосферное давление, кПа от 90,6 до 104,8

3.2. Выдержать поверяемый анализатор в помещении при температуре, соответствующей условиям поверки, не менее 8 ч. В случае, если поверяемый анализатор находился при температуре ниже 0 °С, время выдержки должно быть не менее 24 ч.

3.3. Подготовить средства поверки и поверяемый анализатор к работе в соответствии с их ЭД.

3.4. Для проведения поверки необходимо наличие автономного программного обеспечения «LaserDust».

4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1. К проведению поверки допускаются поверители, имеющие квалификацию не ниже инженера и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1. При проведении поверки должны быть применены средства, указанные 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, метрологические и основные технические характеристики средства поверки
3.1	Прибор комбинированный Testo 622, рег. № 53505-13; диапазон измерений температуры от минус 10 до плюс 60 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,4$ °С; диапазон измерений относительной влажности от 10 до 95 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности ± 3 %; диапазон измерений абсолютного давления от 300 до 1200 гПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности ± 5 гПа.
7.4.1	Рабочий эталон единицы массовой концентрации частиц в аэродисперсных средах с диапазоном измерений не менее, чем у поверяемого анализатора, с пределами допускаемой относительной погрешности не более ± 10 % в соответствии с ГОСТ 8.606-2012 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений дисперсных параметров аэрозолей, взвесей и порошкообразных материалов».
7.4.2	Рабочий эталон единицы спектрального коэффициента направленного пропускания (комплект светофильтров) с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 0,5$ % в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений спектральных, интегральных, редуцированных коэффициентов направленного пропускания, диффузного и зеркального отражений и оптической плотности в диапазоне длин волн от 0,2 до 20,0 мкм, утверждённой приказом Росстандарта от № 2517 от 27.11.2018.

5.2. Средства поверки, указанные в таблице 2, должны быть поверены (аттестованы) в установленном порядке. Допускается применение средств поверки, не приведенных в перечне, но обеспечивающих определение (контроль) метрологических характеристик поверяемых анализаторов с требуемой точностью.

5.3. При определении (контроле) метрологических характеристик поверяемых анализаторов по п. 7.4.1 методики поверки применяются тестовые аэродисперсные среды. Требования к оборудованию и материалам, применяемым при создании тестовых аэродисперсных сред, приведены в Приложении А к настоящей методике поверки.

6. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1. При проведении поверки должны соблюдаться требования безопасности, изложенные в эксплуатационной документации (далее – ЭД) на средства поверки и поверяемый анализатор, а также требования правил техники безопасности при работе с напряжением до 250 В.

7. Проведение поверки

7.1. Внешний осмотр средства измерений

7.1.1. Проверить соответствие внешнего вида поверяемого анализатора описанию типа средства измерений.

7.1.2. Проверить наличие знака утверждения типа в месте, указанном в описании типа средства измерений.

7.1.3. Проверить отсутствие дефектов, способных оказать влияние на безопасность проведения поверки и (или) на результаты поверки.

Результаты внешнего осмотра считаются положительными, если поверяемый анализатор соответствует требованиям пп. 7.1.1 – 7.1.3.

7.2. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.2.1. Запустить поверяемый анализатор и перевести в режим измерений.

Результаты опробования считаются положительными, если функционирование анализатора соответствует требованиям ЭД, отсутствуют сообщения об ошибках и прочие неисправности, влияющие на работоспособность поверяемого анализатора и препятствующие дальнейшему проведению поверки.

7.3. Проверка программного обеспечения

7.3.1. Подтверждение соответствия программного обеспечения (ПО) поверяемого анализатора заключается в проверке версии встроенного ПО.

7.3.2. Версия встроенного ПО отображается на дисплее поверяемого анализатора при его запуске в поле «Software».

Результаты подтверждения соответствия программного обеспечения считаются положительными, если версия встроенного ПО соответствует требованиям описания типа средства измерений.

7.4. Определение метрологических характеристик средства измерений

7.4.1. Определение метрологических характеристик при измерении массовой концентрации пыли

7.4.1.1. Подключить блоки поверяемого анализатора к камере аэрозольной согласно рекомендациям по монтажу, приведённым в его ЭД, таким образом, чтобы поток тестового

аэрозоля проходил между блоком излучателя и блоком приёмника. Подключить поверяемый анализатор пыли к автономному ПО «LaserDust».

7.4.1.2. Подключить анализатор пыли (пробоотборное устройство) из состава рабочего эталона к камере аэрозольной.

7.4.1.3. Перевести систему генерации аэрозольных частиц в режим создания тестового аэрозоля на основе натрия хлористого *NaCl*. Установить на поверяемом анализаторе режим «Рассеяние» («Scattered»).

7.4.1.4. Установить на генераторе скорость подачи тестового аэрозоля, обеспечивающую значение (50 ± 10) % поддиапазона измерений массовой концентрации пыли поверяемого анализатора. Контроль массовой концентрации осуществлять с помощью рабочего эталона. В соответствии с ЭД на поверяемый анализатор выполнить установку градуировочного коэффициента. Продуть камеру аэрозольную чистым воздухом после окончания измерений.

7.4.1.5. Произвести поверяемым анализатором и рабочим эталоном одновременное измерение массовой концентрации пыли в камере аэрозольной, последовательно устанавливая на генераторе скорость подачи аэрозоля, обеспечивающую следующие значения поддиапазона измерений поверяемого анализатора: (10 ± 8) , (50 ± 8) , (90 ± 8) %. Записать в протокол поверки (Приложение Б к настоящей методике поверки) полученные по результатам измерений значения.

7.4.1.6. Перевести систему генерации аэрозольных частиц в режим создания тестового аэрозоля на основе пыли инертной. Установить на поверяемом анализаторе режим «Пропускание» («Direct»). Выполнить пп. 7.4.1.4 и 7.4.1.5.

7.4.2. Определение метрологических характеристик при измерении спектрального коэффициента направленного пропускания

7.4.2.1. Подготовить поверяемый анализатор для проведения измерений спектрального коэффициента направленного пропускания согласно ЭД.

7.4.2.2. Провести поверяемым анализатором измерение спектрального коэффициента направленного пропускания для всех светофильтров из комплекта рабочего эталона.

7.5. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

7.5.1. Относительную погрешность измерений массовой концентрации пыли (δ_C , %) вычислить по формуле (1):

$$\delta_C = \frac{C_{и} - C_{д}}{C_{д}} \cdot 100 \quad (1)$$

где:

– $C_{и}$, мг/м³ – измеренное значение массовой концентрации пыли, полученное поверяемым анализатором;

– $C_{д}$, мг/м³ – действительное значение массовой концентрации пыли, полученное на рабочем эталоне.

Относительная погрешность не должна превышать допустимых пределов ± 20 %.

7.5.2. Абсолютную погрешность измерений спектрального коэффициента направленного пропускания (Δ_T , %) вычислить по формуле (2):

$$\Delta_T = T_{\text{и}} - T_{\text{д}} \quad (2)$$

где:

- $T_{\text{и}}$, % – измеренное значение спектрального коэффициента направленного пропускания, полученное поверяемым анализатором;
- $T_{\text{д}}$, % – действительное значение спектрального коэффициента направленного пропускания светофильтра из комплекта рабочего эталона.

Абсолютная погрешность не должна превышать допускаемых пределов ± 5 %.

8. Оформление результатов поверки

- 8.1. Результаты поверки вносят в протокол поверки установленной формы.
- 8.2. Результатами поверки средств измерений в соответствии с частью 4 статьи 13 Федерального закона № 102-ФЗ являются сведения о результатах поверки средств измерений, включенные в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.
- 8.3. Поверяемый анализатор, удовлетворяющий требованиям настоящей методики поверки, признается пригодным к применению, и на него по требованию владельца выдаётся свидетельство о поверке установленной формы. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке в случае его оформления.
- 8.4. Поверяемый анализатор, не удовлетворяющий требованиям настоящей методики поверки, к дальнейшей эксплуатации не допускается, и на него по требованию владельца выдаётся извещение о непригодности к применению установленной формы.

Приложение А
(обязательное)

**Требования к оборудованию и материалам,
применяемым при создании тестовых аэродисперсных сред**

При определении (контроле) метрологических характеристик поверяемых анализаторов пыли LaserDust согласно настоящей методике поверки применяются тестовые аэродисперсные среды, создаваемые с помощью системы генерации аэрозольных частиц в составе генератора аэрозоля на основе водных растворов и порошков и камеры аэрозольной.

Оборудование и материалы, применяемые при создании тестовых аэродисперсных сред, а также требования к ним приведены в таблице 1. Допускается применение другого оборудования и материалов с аналогичными характеристиками.

Таблица 1

№	Наименование материала или оборудования	Основные требования, предъявляемые к материалу или оборудованию
	1	2
1	Система генерации аэрозольных частиц в составе генератора аэрозоля на основе водных растворов и камеры аэрозольной	1. Генератор аэрозоля должен обеспечивать возможность непрерывной генерации тестового аэрозоля со стабильными характеристиками не менее 10 мин. 2. Габариты камеры аэрозольной должны обеспечивать оптическую длину пути поверяемого анализатора не менее 1 м. 3. Камера аэрозольная должна иметь возможность продувки чистым воздухом. Массовая концентрация пыли в чистом воздухе не должна превышать 0,5 мг/м ³ . Контроль чистоты воздуха осуществляется рабочим эталоном.
2	Вода дистиллированная по ГОСТ Р 58144-2018	При приготовление растворов для создания тестовых аэрозолей следует руководствоваться рекомендациями эксплуатационной документации на генератор аэрозоля.
3	Посуда лабораторная по ГОСТ 25336-82	
4	Натрий хлористый <i>NaCl</i> по ГОСТ 4233-77, марка «х.ч.»	
5	Система генерации аэрозольных частиц в составе генератора аэрозоля на основе порошков и камеры аэрозольной	1. Генератор аэрозоля должен обеспечивать возможность непрерывной генерации тестового аэрозоля со стабильными характеристиками не менее 10 мин. 2. Габариты камеры аэрозольной должны обеспечивать оптическую длину пути поверяемого анализатора не менее 1 м. 3. Камера аэрозольная должна иметь возможность продувки чистым воздухом. Массовая концентрация пыли в чистом воздухе не должна превышать 25 мг/м ³ . Контроль чистоты воздуха осуществляется рабочим эталоном.

Продолжение таблицы 1

	1	2
6	Пыль инертная марки ПИГ по ГОСТ Р 51569-2000 «Пыль инертная. Технические условия»	Допускается применение других веществ и материалов для создания тестовых аэрозолей со средним геометрическим диаметром частиц от 1 до 20 мкм.

Приложение Б
(рекомендуемое)

Протокол поверки №

Наименование прибора, тип:

Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде:

Заводской номер:

Изготовитель:

Год выпуска:

Заказчик:

Адрес места выполнения поверки:

Вид поверки:

Методика поверки:

Средства поверки:

Условия поверки:

- температура окружающего воздуха, °С
- относительная влажность окружающего воздуха, %
- атмосферное давление, кПа

Результаты поверки:

1. Внешний осмотр средства измерений
2. Подготовка к поверке и опробование средства измерений
3. Проверка программного обеспечения
4. Определение метрологических характеристик средства измерений

Таблица 1

$C_{и}, \text{мг/м}^3$	$C_{д}, \text{мг/м}^3$	$\delta_{С}, \%$

В таблице 1:

- $C_{и}, \text{мг/м}^3$ – измеренное значение массовой концентрации пыли, полученное поверяемым анализатором;

- $C_{д}, \text{мг/м}^3$ – действительное значение массовой концентрации пыли, полученное на рабочем эталоне.

- $\delta_{С}, \%$ – относительная погрешность измерений массовой концентрации пыли.

Таблица 2

$T_{и}, \%$	$T_{д}, \%$	$\Delta_{T}, \%$

В таблице 2:

- $T_{и}, \%$ – измеренное значение спектрального коэффициента направленного пропускания, полученное поверяемым анализатором;

- $T_{д}, \%$ – действительное значение спектрального коэффициента направленного пропускания светофильтра из комплекта рабочего эталона.

- $\Delta_{T}, \%$ – абсолютная погрешность измерений спектрального коэффициента направленного пропускания.

Заключение:

Поверитель:

Дата: