

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



Генеральный директор
ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»

А. Н. Пронин

М. п. 30 июля 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Пылемеры PL-3

Методика поверки

МП 242-2588-2024

Руководитель научно-исследовательского
отдела госстандартов в области физико-
химических измерений

А. В. Колобова

Руководитель лаборатории госстандартов и
научных исследований в области измерений
параметров дисперсных сред

Д. Н. Козлов
Ведущий инженер лаборатории госстандартов и
научных исследований в области измерений
параметров дисперсных сред

Д. А. Власов

1. Общие положения

1.1. Настоящий документ устанавливает методику первичной и периодической поверки пылемеров PL-3 (далее – пылемеры).

1.2. Методика поверки обеспечивает прослеживаемость к Государственному первичному специальному эталону единицы массовой концентрации частиц в аэродисперсных средах ГЭТ 164-2016 согласно Государственной поверочной схеме для средств измерений дисперсных параметров аэрозолей, взвесей и порошкообразных материалов, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2021 г. № 3105.

1.3. Методы, обеспечивающие реализацию методики поверки: непосредственное сличение поверяемого средства измерений с эталоном той же единицы величины.

1.4. Методикой поверки не предусмотрена возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных блоков из состава средства измерений для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

1.5. 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.

1.6. 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 средства измерений

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

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям:			10
1) в поддиапазоне измерений от 0 до 5 мг/м ³ включ.	Да	Нет	10.1
2) в поддиапазоне измерений св. 5 до 250 мг/м ³	Да	Да	10.2

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

3. Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °C от +15 до +25
- относительная влажность окружающего воздуха, %, не более 80

4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

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

4.2. Допускается привлекать к проведению работ по поверке сотрудников предприятия-владельца пылемера, организации, представившей его на поверку, или иных организаций, при условии выполнения ими работ под контролем поверителя.

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

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8	1. Средство измерений температуры окружающего воздуха в диапазоне измерений от плюс 15 °C до плюс 25 °C, с пределами допускаемой абсолютной погрешности ± 1 °C. 2. Средство измерений относительной влажности воздуха с верхней границей диапазона измерений не менее 80 %, с пределами допускаемой абсолютной погрешности ± 3 %.	Прибор комбинированный Testo 622, рег. № в ФИФ ОЕИ 53505-13
п. 10	Рабочий эталон (эталоны) единицы массовой концентрации аэрозольных частиц с пределами допускаемой относительной погрешности ± 10 % в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений дисперсных параметров аэрозолей, взвесей и порошкообразных материалов, утверждённой приказом Росстандарта от 30 декабря 2021 г. № 3105.	1. Государственный рабочий эталон единицы массовой концентрации частиц в аэродисперсных средах в диапазоне от 0,02 до 1500 мг/м ³ , рег. № в ФИФ ОЕИ 3.1.ZZB.0161.2015. 2. Государственный рабочий эталон единицы массовой концентрации частиц в аэродисперсных средах в диапазоне от 1 до $15 \cdot 10^3$ мг/м ³ , рег. № в ФИФ ОЕИ 3.1.ZZB.0230.2016.
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утверждённые и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утверждённого типа, поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

5.2. При определении (контроле) метрологических характеристик пылемеров применяются тестовые аэрозоли. Требования к оборудованию и материалам, применяемым при создании тестовых аэрозолей, приведены в Приложении А к настоящей методике поверки.

6. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

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

7. Внешний осмотр средства измерений

- 7.1. Проверить соответствие внешнего вида пылемера описанию типа средства измерений.
- 7.2. Проверить наличие знака утверждения типа в месте, указанном в описании типа средства измерений.
- 7.3. Проверить отсутствие дефектов, способных оказать влияние на безопасность проведения поверки и (или) на результаты поверки.

Результаты внешнего осмотра считаются положительными, если пылемер соответствует требованиям пп. 7.1 – 7.3.

8. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

- 8.1. Выдержать пылемер в помещении при температуре, соответствующей условиям проведения поверки, не менее 4 ч. В случае, если пылемер находился при температуре ниже 0 °C, время выдержки должно быть не менее 12 ч.
- 8.2. Осуществить контроль условий проведения поверки на соответствие требованиям, приведённым в п. 3.
- 8.3. Подготовить средства поверки и пылемер к работе в соответствии с их ЭД.
- 8.4. Подключить пылемер к персональному компьютеру с предустановленным автономным программным обеспечением (далее – ПО), включить электрическое питание и перевести в режим измерений.

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

9. Проверка программного обеспечения средства измерений

Номер версии встроенного ПО отображается в окне автономного ПО в поле «Software Version».

Результаты проверки ПО считаются положительными, если версия встроенного ПО соответствует требованиям описания типа средства измерений.

10. Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

- 10.1. Поддиапазон измерений от 0 до 5 мг/м³ включ.
- 10.1.1. Подготовить к работе систему генерации аэрозольных частиц на основе водных растворов и супензий в составе генератора аэрозоля и камеры смесительной (таблица А.1 приложения А к методике поверки).
- 10.1.2. Выполнить монтаж пылемера на камере смесительной согласно рекомендациям по монтажу, приведённым в его ЭД.

10.1.3. Подключить пробоотборное устройство (анализатор пыли) из состава рабочего эталона к камере смесительной.

10.1.4. Перевести систему генерации аэрозольных частиц в режим создания тестового аэрозоля. В соответствии с ЭД на пылемер выполнить установку градуировочного коэффициента, установив на генераторе производительность тестового аэрозоля, обеспечивающую значение массовой концентрации пыли в камере смесительной $(7,0 \pm 1,0) \text{ мг/м}^3$. Контроль массовой концентрации осуществлять с помощью рабочего эталона. Продуть камеру смесительную чистым воздухом после окончания измерений.

10.1.5. Произвести пылемером и рабочим эталоном одновременное измерение массовой концентрации пыли в камере смесительной, последовательно устанавливая на генераторе производительности тестового аэрозоля, обеспечивающие следующие значения массовой концентрации пыли в камере смесительной: $(2,0 \pm 1,0)$ и $(4,0 \pm 1,0) \text{ мг/м}^3$. Записать в протокол поверки (Приложение Б к настоящей методике поверки) полученные по результатам измерений значения.

10.1.6. Приведённую погрешность измерений массовой концентрации пыли ($\gamma, \%$) в поддиапазоне измерений от 0 до 5 мг/м^3 включ. вычислить по формуле (1):

$$\gamma = \frac{C_i - C_d}{C_{pd}} \cdot 100 \quad (1)$$

где:

- $C_i, \text{ мг/м}^3$ – измеренное значение массовой концентрации пыли, полученное пылемером;
- $C_d, \text{ мг/м}^3$ – действительное значение массовой концентрации пыли, полученное на рабочем эталоне;
- $C_{pd}, \text{ мг/м}^3$ – верхняя граница поддиапазона измерений массовой концентрации пыли пылемера.

Результаты подтверждения соответствия пылемера метрологическим требованиям в поддиапазоне измерений от 0 до 5 мг/м^3 включ. считаются положительными, если приведённая погрешность не превышает допускаемых пределов ($\pm 20 \%$).

10.2. Поддиапазон измерений св. 5 до 250 мг/м^3

10.2.1. Подготовить к работе систему генерации аэрозольных частиц на основе порошков в составе порошкового генератора аэрозоля и камеры смесительной (таблица А.2 приложения А к методике поверки).

10.2.2. Выполнить пп. 10.1.2 – 10.1.4, установив на генераторе производительность тестового аэрозоля, обеспечивающую значение массовой концентрации пыли в камере смесительной $(100 \pm 20) \text{ мг/м}^3$.

10.2.3. Выполнить п. 10.1.5, последовательно устанавливая на генераторе производительности подачи аэрозоля, обеспечивающие следующие значения массовой концентрации пыли в камере смесительной: (50 ± 10) ; (100 ± 20) и $(230 \pm 20) \text{ мг/м}^3$.

10.2.4. Относительную погрешность измерений массовой концентрации пыли ($\delta, \%$) в поддиапазоне измерений св. 5 до 250 мг/м^3 вычислить по формуле (2):

$$\delta = \frac{C_i - C_d}{C_d} \cdot 100 \quad (2)$$

где:

- $C_i, \text{ мг/м}^3$ – измеренное значение массовой концентрации пыли, полученное пылемером;

– C_d , мг/м³ – действительное значение массовой концентрации пыли, полученное на рабочем эталоне.

Результаты подтверждения соответствия пылемера метрологическим требованиям в поддиапазоне измерений св. 5 до 250 мг/м³ считаются положительными, если относительная погрешность не превышает допускаемых пределов ($\pm 20\%$).

11. Оформление результатов поверки

11.1. Результаты поверки вносят в протокол поверки установленной формы.

11.2. 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.

11.3. Пылемер, удовлетворяющий метрологическим требованиям, признается пригодным к применению, и на него по заявлению владельца пылемера или лица, представившего его на поверку, выдаётся свидетельство о поверке установленной формы. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке в случае его оформления.

11.4. Пылемер, не удовлетворяющий метрологическим требованиям, к дальнейшей эксплуатации не допускается, и на него по заявлению владельца пылемера или лица, представившего его на поверку, выдаётся извещение о непригодности к применению установленной формы.

Приложение А (обязательное)

Требования к оборудованию и материалам, применяемым при создании тестовых аэрозолей

При определении (контроле) метрологических характеристик пылемеров PL-3 (далее – пылемеры) согласно настоящей методике поверки применяются тестовые аэрозоли, создаваемые с помощью систем генерации аэрозольных частиц.

Для пылемеров применяются тестовые аэрозоли на основе натрия хлористого $NaCl$ в поддиапазоне от 0,5 до 50 mg/m^3 включ. и на основе пыли инертной в поддиапазоне св. 50 до 250 mg/m^3 .

Оборудование и материалы, применяемые при создании тестовых аэрозолей, а также требования к ним приведены в таблицах А.1 и А.2. Допускается применение другого оборудования и материалов с аналогичными характеристиками.

Таблица А.1 – Оборудование и материалы, применяемые при создании тестовых аэрозолей на основе натрия хлористого $NaCl$ (или аналога)

№	Наименование материала или оборудования, номер документа, регламентирующего технические требования	Требования, предъявляемые к материалу или оборудованию, основные технические и (или) метрологические характеристики
1	Система генерации аэрозольных частиц на основе водных растворов и суспензий в составе генератора аэрозоля и камеры смесительной.	1. Камера смесительная должна иметь возможность продувки чистым воздухом. Массовая концентрация пыли в чистом воздухе не должна превышать 0,5 mg/m^3 . Контроль чистоты воздуха осуществляется рабочим эталоном. 2. Конструкция камеры смесительной должна обеспечивать прохождение тестового аэрозоля через измерительную кювету пылемера.
2	Натрий хлористый $NaCl$ по ГОСТ 4233-77, марка «х.ч.»	При приготовлении растворов для создания тестовых аэрозолей следует руководствоваться рекомендациями эксплуатационной документации на генератор аэрозоля.
	Вода дистиллированная по ГОСТ Р 58144-2018	
	Посуда лабораторная по ГОСТ 25336-82	

Таблица А.2 – Оборудование и материалы, применяемые при создании тестовых аэрозолей на основе пыли инертной (или аналога)

№	Наименование материала или оборудования, номер документа, регламентирующего технические требования	Требования, предъявляемые к материалу или оборудованию, основные технические и (или) метрологические характеристики
1	Система генерации аэрозольных частиц на основе порошков в составе порошкового генератора аэрозоля и камеры смесительной.	<ol style="list-style-type: none">Камера смесительная должна иметь возможность продувки чистым воздухом. Массовая концентрация пыли в чистом воздухе не должна превышать $1 \text{ мг}/\text{м}^3$. Контроль чистоты воздуха осуществляется рабочим эталоном.Конструкция камеры смесительной должна обеспечивать прохождение тестового аэрозоля через измерительную кювету пылемера.
2	Пыль инертная марки ПИГ по ГОСТ Р 51569-2000	Допускается применение других веществ и материалов для создания тестовых аэрозолей со средним диаметром частиц от 1 до 20 мкм.

Приложение Б
(рекомендуемое)

Протокол поверки №

Наименование средства измерений, тип:

Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений:

Заводской номер:

Год выпуска:

Заказчик:

Методика поверки:

Средства поверки:

Условия поверки:

- температура окружающего воздуха, °С
- относительная влажность окружающего воздуха, %

Результаты поверки:

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

Таблица Б.1

C_i , мг/м ³	C_d , мг/м ³	γ , %	δ , %

В таблице Б.1:

- C_i , мг/м³ – измеренное значение массовой концентрации пыли, полученное пылемером;
- C_d , мг/м³ – действительное значение массовой концентрации пыли, полученное на рабочем эталоне;
- γ , % – приведённая погрешность измерений.
- δ , % – относительная погрешность измерений.

Заключение:

Поверку произвёл:

Дата: