

СОГЛАСОВАНО

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

ФГУП «ВНИИФТРИ»

А.Н. Щипунов



» 07 2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**Анализаторы пыли автоматические
Борей-РМ**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 640-012-25

**пгт. Менделеево
2025 г.**

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на анализаторы пыли автоматические Борей-РМ (далее – анализатор) модификаций LS1, LS3, LSIm, изготавливаемые ООО «Сенсоматика», г. Москва, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

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

Таблица 1 – Метрологические требования

| Наименование характеристики | Значение |
|--|----------------------|
| Диапазон измерений массовой концентрации общей пыли (TSP) и по фракциям PM10, PM2.5, PM1.0, мг/м ³ | от 0,01 до 100 |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений массовой концентрации общей пыли (TSP) и по фракциям PM10, PM2.5, PM1.0, % | ±20 |
| Номинальный объемный расход отбираемой воздушной пробы для модификации, дм ³ /мин: LS1 LS3 LSIm | 1,20 2,83 3,00 |
| Пределы допускаемой относительной погрешности объемного расхода отбираемой воздушной пробы, % | ±5 |

1.3 При определении метрологических характеристик в рамках поверки, проводимой по данной методике, обеспечивается передача единицы массовой концентрации пыли 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.

1.4 При определении метрологических характеристик используется метод непосредственного сравнения результата измерения анализатора со значением массовой концентрации пыли, определенным эталоном.

1.5 Допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов (TSP, PM10, PM2.5, PM1.0), которые используются при эксплуатации анализатора, на основании письменного заявления владельца анализатора или лица, представившего анализатор на поверку. Соответствующая запись должна быть сделана в сведениях о результатах поверки, передаваемых в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

2 Перечень операций поверки

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

Таблица 2 – Объем поверки

| Наименование операции | Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки | Обязательность выполнения операции при | |
|---|--|--|-----------------------|
| | | первичной поверке | периодической поверке |
| 1 Внешний осмотр | 7 | Да | Да |
| 2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений | 8 | Да | Да |

Продолжение таблицы 2

| Наименование операции | Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки | Обязательность выполнения операции при | |
|--|---|--|-----------------------|
| | | первичной поверке | периодической поверке |
| 2.1 Контроль условий поверки | 8.1 | Да | Да |
| 2.2 Опробование средства измерений | 8.3 | Да | Да |
| 3 Проверка программного обеспечения | 9 | Да | Да |
| 4 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям | 10 | Да | Да |
| 4.1 Определение относительной погрешности объемного расхода отбираемой воздушной пробы относительно номинального значения | 10.1 | Да | Да |
| 4.2 Проверка диапазона и определение относительной погрешности измерений массовой концентрации общей пыли (TSP) и по фракциям PM10, PM2.5, PM1.0 | 10.2 | Да | Да |

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 Поверку проводить в следующих условиях:

- температура окружающего воздуха, °C от плюс 15 до плюс 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.

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, изучившие настоящую методику поверки и эксплуатационную документацию на анализаторы, 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, необходимые для проведения поверки | Перечень рекомендуемых средств поверки |
|--|---|---|
| п. 8.1 (контроль условий поверки) | Средство измерений температуры окружающего воздуха в диапазоне от плюс 15 °C до плюс 35 °C с абсолютной погрешностью в пределах ± 1 °C. | Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7 мод. ИВТМ-7/4 с первичным преобразователем ИПТВ-03-01, рег. № 15500-12. |

Продолжение таблицы 3

| <i>Операции поверки, требующие применение средств поверки</i> | <i>Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки</i> | <i>Перечень рекомендуемых средств поверки</i> |
|--|---|---|
| | <p>Средство измерений относительной влажности окружающего воздуха до 80 % с абсолютной погрешностью в пределах ± 2 %.</p> <p>Средство измерений атмосферного давления от 80 до 106,7 кПа с абсолютной погрешностью в пределах $\pm 0,5$ кПа.</p> <p>Средство измерений напряжения переменного тока питающей сети в диапазоне от 150 до 260 В с относительной погрешностью в пределах ± 2 %.</p> <p>Средство измерений частоты переменного тока в диапазоне от 45 до 55 Гц с абсолютной погрешностью в пределах $\pm 0,1$ Гц</p> | <p>Барометр рабочий сетевой БРС-1М-3, рег. № 16006-97.</p> <p>Мультиметр цифровой Fluke 17B+, рег. № 59778-15</p> |
| п. 10.1 (проверка номинального объемного расхода отбираемой воздушной пробы и определение относительной погрешности его установки) | Средство измерений объемного расхода воздуха в диапазоне от 1 до 3 $\text{дм}^3/\text{мин}$ с относительной погрешностью в пределах $\pm 1,5$ % | Расходомер-счетчик газа РГС модификаций РГС-1 и РГС-2, рег. № 20831-06 |
| п. 10.2 (проверка диапазона и определение относительной погрешности измерений массовой концентрации пыли) | <p>Рабочий эталон единицы массовой концентрации аэрозольных частиц в диапазоне измерений от 0,01 до 100 $\text{мг}/\text{м}^3$ согласно государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2021 № 3105.</p> <p>Образец порошкообразного материала с распределением частиц размером от 0,2 до 40 мкм (для тестового аэрозоля)</p> | <p>Государственный рабочий эталон единиц размера частиц в диапазоне значений от 0,01 до 1000 мкм, счетной концентрации частиц в диапазоне значений от 10 до 10^{12} дм^{-3}, массовой концентрации частиц в диапазоне от 0,01 до 10000 $\text{мг}/\text{м}^3$, рег. № 3.1.ZZT.0224.2016 (далее – рабочий эталон)</p> <p>Мука известняковая (доломитовая) марки А класс 4 по ГОСТ 14050-93</p> |

5.2 Допускается замена средств поверки, указанных в таблице 3, 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, эталоны аттестованы, результаты поверки (аттестации) 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.

7.2 Провести внешний осмотр анализатора на предмет наличия, полноты и целостности маркировки и отсутствия видимых повреждений и загрязнений, которые могут повлиять на работу анализатора.

7.3 Анализатор считать пригодным к проведению поверки, если:

- комплектность достаточна для проведения поверки;
- на корпусе анализатора имеется четкая маркировка, включающая идентификационные данные (тип, модификацию, серийный номер, дату изготовления, данные об изготовителе);
- отсутствуют видимые повреждения и загрязнения.

В противном случае анализатор к дальнейшей поверке не допускается, 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 поверке

8.2.1 Перед проведением поверки выдержать анализатор в климатических условиях проведения поверки не менее 6 ч, если он находился при отрицательных температурах.

8.3 Опробование

8.3.1 При опробовании проверить нормальное функционирование анализатора и чистоту его пробоотборного тракта.

8.3.2 Для проверки нормального функционирования подсоединить анализатор к сети электропитания, включить тумблер СЕТЬ. Анализатор, не имеющий встроенного дисплея, подсоединить к монитору. При включении анализатор автоматически начинает отбор пробы и измерение. Анализатор выдержать во включенном состоянии до выхода на рабочий режим (не более 10 мин), после чего наблюдать процесс отбора пробы и измерений в течение 5 мин. Анализатор функционирует нормально, если осуществляется отбор воздушной пробы и непосредственно измерения, сообщения о сбоях и ошибках в работе отсутствуют.

8.3.3 Для проверки чистоты пробоотборного тракта подать на пробоотборный вход анализатора чистый воздух (без содержания частиц 0,1 мкм и более) и провести измерения в течение 5 мин. В этом случае показания анализатора соответствуют его собственному фону - пробоотборный тракт считается чистым, если собственный фон не более 0,001 мг/м³.

8.3.4 Результаты опробования положительные, если анализатор функционирует нормально, пробоотборный тракт чистый. В противном случае поверку далее не проводить, результаты поверки считать отрицательными.

9 Проверка программного обеспечения

9.1 Подсоединить анализатор к сети электропитания, включить тумблер СЕТЬ. Анализатор, не имеющий встроенного дисплея, также подсоединить к монитору. После автоматического запуска программного обеспечения (далее – ПО) на дисплее/мониторе нажать кнопку «О ПРИБОРЕ» в основном информационном окне и сличить отображаемую версию ПО с нормированным значением.

9.2 Результаты проверки ПО считать положительными, если отображаемая версия не ниже нормированного значения v.2.5. В противном случае результаты поверки считать отрицательными.

10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение относительной погрешности объемного расхода отбираемой воздушной пробы относительно номинального значения

10.1.1 При выполнении данной операции в качестве тестовой пробы использовать воздух окружающей среды.

10.1.2 Операцию выполнить следующим образом:

а) установить на пробоотборном выходе анализатора расходомер-счетчик газа (далее – расходомер) в режиме измерения объемного расхода;

б) подсоединить анализатор к сети электропитания, включить тумблер СЕТЬ, выдержать до выхода на рабочий режим, после чего в течение 30 мин снять 5 показаний расходомера через равные промежутки времени. Показания занести в протокол поверки.

10.1.3 Вычислить относительную погрешность (δ_{Qi} , %) установки объемного расхода отбираемой анализатором воздушной пробы по формуле (1):

$$\delta_{Qi} = \frac{Q_{\text{изм}i} - Q_{\text{си ном}}}{Q_{\text{си ном}}} \cdot 100, \quad (1)$$

где $Q_{\text{изм}i}$ – значение объемного расхода отбираемой воздушной пробы, измеренное расходомером, $\text{дм}^3/\text{мин}$.

$Q_{\text{си ном}}$ – номинальный объемный расход отбираемой воздушной пробы, нормированный для данной модификации анализатора, $\text{дм}^3/\text{мин}$;

10.1.4 Результаты операции считать положительными, если относительная погрешность номинального объемного расхода отбираемой воздушной пробы находится в допускаемых пределах относительно заявленных номинальных значений согласно таблице 4. В противном случае результаты поверки считать отрицательными.

Таблица 4

| Модификация анализатора | Номинальный объемный расход отбираемой воздушной пробы, $\text{дм}^3/\text{мин}$ | Пределы допускаемой относительной погрешности установки объемного расхода отбираемой воздушной пробы, % |
|-------------------------|--|---|
| LS1 | 1,20 | ± 5 |
| LS3 | 2,83 | |
| LSIm | 3,00 | |

10.2 Проверка диапазона и определение относительной погрешности измерений массовой концентрации общей пыли (TSP) и по фракциям PM10, PM2.5, PM1.0

10.2.1 Собрать схему согласно рисунку 1, подсоединив пробоотборный вход поверяемого анализатора к аэрозольной камере с помощью пробоотборной трубки, подготовить анализатор к работе согласно его руководству по эксплуатации.



Рисунок 1 – Схема поверки

10.2.2 Создать в аэрозольной камере тестовый аэрозоль при температуре поверки, последовательно задавая концентрации $(0,02 \pm 0,01)$, $(9,0 \pm 1,0)$, (50 ± 10) и (90 ± 10) мг/м³. Концентрацию тестового аэрозоля контролировать рабочим эталоном. На каждом заданном уровне после стабилизации аэрозоля выполнить 5 (пять) измерений анализатором по общей пыли (TSP) и по фракциям PM10, PM2.5, PM1.0, а также по 5 (пять) измерений рабочего эталона в соответствующих размерных диапазонах: от 0,2 до 40 мкм (TSP), от 0,2 до 10 мкм (PM10), от 0,2 до 2,5 мкм (PM2.5), от 0,2 до 1,0 мкм (PM1.0). Результаты полученных измерений занести в протокол поверки.

10.2.3 Вычислить относительную погрешность измерений массовой концентрации общей пыли (TSP) и фракций PM10, PM2.5, PM1.0 (δ_{TSP} , δ_{PM} , %) соответственно по формулам (2) и (3):

$$\delta_{TSP} = \frac{C_{СИ\ TSP} - C_{ЭТ\ TSP}}{C_{ЭТ\ TSP}} \cdot 100, \quad (2)$$

$$\delta_{PM} = \frac{C_{СИ\ PM} - C_{ЭТ\ PM}}{C_{ЭТ\ PM}} \cdot 100, \quad (3)$$

где $C_{СИ\ TSP}$ и $C_{ЭТ\ TSP}$ – показания соответственно анализатора и рабочего эталона по массовой концентрации общей пыли (TSP), мг/м³;

$C_{СИ\ PM}$ и $C_{ЭТ\ PM}$ – показания соответственно анализатора и рабочего эталона по массовой концентрации пыли данной фракции, мг/м³.

10.2.4 Результаты операции поверки считать положительными, если значения относительной погрешности измерений массовой концентрации общей пыли (TSP) и фракций PM10, PM2.5, PM1.0 находятся в допускаемых пределах $\pm 20\%$ в нормированном диапазоне измерений от 0,01 до 100 мг/м³. В противном случае результаты поверки считать отрицательными.

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, 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) или извещение о непригодности к применению (при отрицательных результатах поверки).

11.4 В случае поверки отдельных измерительных каналов анализатора в сведениях о результатах поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений и в свидетельстве о поверке должны быть указаны измерительные каналы, в которых анализатор признается годным.

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