

**УТВЕРЖДАЮ**

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

**ФГУП «ВНИИФТРИ»**



**А.Н. Щипунов**

**2019 г.**

**АНАЛИЗАТОРЫ ПЫЛИ Air XD**

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ**

**МП-640-008-19**

**р.п. Менделеево**

**2019 г.**

## ВВЕДЕНИЕ

Настоящая методика поверки распространяется на анализаторы пыли Air XD (далее – анализаторы), изготавливаемые фирмой «Trox Ltd», Великобритания, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками – 1 год.

### 1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

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

Таблица 1 – Объем поверки

Наименование операций	Номер пункта методики	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	7.1	да	да
2 Проверка работоспособности	7.2	да	да
3 Идентификация программного обеспечения (ПО)	7.3	да	да
4 Определение относительной погрешности установки объемного расхода отбираемой пробы	7.4	да	да
5 Определение относительной погрешности измерений массовой концентрации аэрозольных частиц (общая концентрация взвешенных частиц, PM-10, PM-2,5, PM-4,25, PM-1)	7.5	да	да

### 2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При поверке должны быть использованы средства, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Номера пункта методики поверки	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
7.4	Анемометр электронный ЭА-70(0), диапазон измерений скорости потока от 0,1 до 40 м/с, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений скорости потока $\pm(0,015 + 0,015V)$ , где $V$ – скорость воздушного потока, м/с
7.5, 7.6	Рабочий эталон единицы размера частиц в диапазоне значений от 0,01 до 1000 мкм, счетной концентрации частиц в диапазоне значений от 10 до $10^{12}$ дм <sup>-3</sup> , массовой концентрации частиц в диапазоне значений от 0,01 до 10000 мг/м <sup>3</sup> по ГОСТ 8.606-2012
7.5	Микрокальцит марки КМ10 по ГОСТ Р 56775 - 2015

2.2 В случае отсутствия в комплекте поверяемого анализатора персонального компьютера, необходим компьютер с характеристиками: процессор Intel Pentium или AMD с тактовой частотой не менее 1,7 ГГц, объем оперативной памяти не менее 2 ГБ, жёсткий диск объемом не менее 500 ГБ, не менее двух свободных USB портов, операционная система не ниже Windows XP.

2.3 Все средства поверки должны быть исправны, применяемые при поверке средства измерений должны быть поверены и иметь свидетельства о поверке с неистекшим сроком действия на время проведения поверки или в документации.

2.4 Допускается замена средств поверки, указанных в таблице 2, другими средствами поверки, обеспечивающими определение метрологических характеристик анализатора с требуемой точностью.

2.5 Не допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных блоков из состава средств измерений для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений для данных СИ.

### 3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

3.1 К проведению поверки допускаются лица, аттестованные в качестве поверителя, а также имеющие высшее или среднетехническое образование, опыт работы в радиоизмерительной или физической сфере не менее 3 лет, владеющие техникой измерений параметров аэрозолей, взвесей и порошкообразных материалов, изучивших настоящую методику и эксплуатационную документацию на анализатор, прошедшие инструктаж по технике безопасности.

### 4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 При проведении поверки должны выполняться общие правила техники безопасности и производственной санитарии по ГОСТ 12.3.019-80, ГОСТ 12.1.005-88, а также правила безопасности, указанные в эксплуатационной документации на анализатор и средства поверки.

### 5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

5.1 Поверку проводить в нормальных условиях:

- температура окружающей среды, °С от 15 до 25;
- относительная влажность окружающего воздуха (без конденсата), % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106,7.

5.2 Характеристики питающей электрической сети должны соответствовать требованиям:

- напряжение переменного тока, В от 198 до 242;
- частота переменного тока, Гц от 49 до 51 Гц.

### 6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

6.1 Перед проведением поверки анализатор должен быть выдержан в климатических условиях, соответствующих условиям поверки, не менее 8 часов. В случае, если анализатор находился при температуре ниже 0 °С, время выдержки должно быть не менее 24 часов.

### 7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

#### 7.1 Внешний осмотр

7.1.1 При проверке внешнего вида удостовериться:

– в отсутствии механических повреждений, которые могут повлиять на работу анализаторов;

- в исправности электрических разъемов;
- в целостности и полноте маркировки;
- в чистоте пробоотборных входов;

7.1.2 Представленные анализаторы считать пригодными для проведения поверки, если:

- комплектность и маркировка соответствуют требованиям эксплуатационной документации на анализаторы;
- механические повреждения отсутствуют;
- пробоотборные входы не имеют видимых загрязнений;
- разъемы исправны.

В противном случае анализаторы к дальнейшему проведению поверки не допускаются и результаты поверки считать отрицательными.

#### 7.2 Проверка работоспособности

7.2.1 Для проверки работоспособности включить питание анализаторов. В начале этой процедуры должна автоматически проводиться самодиагностика всех систем анализатора.

7.2.2 Анализаторы считать работоспособными, если они проходят самодиагностику при этом сообщения об ошибках и сбоях в работе анализаторов отсутствуют.

7.2.3 В противном случае анализаторы к дальнейшему проведению поверки не допускаются и результаты поверки считать отрицательными.

### 7.3 Идентификация ПО

7.3.1 Проверить следующие заявленные идентификационные данные ПО:

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

7.3.2 Проверку проводить сличением данных о ПО в эксплуатационной документации и в соответствующем программном меню анализаторов.

7.3.3 Результаты идентификации ПО считать положительными, если идентификационное наименование и версия ПО соответствуют указанным в таблице 3.

7.3.4 В противном случае анализаторы к дальнейшему проведению поверки не допускаются и результаты поверки считать отрицательными.

Таблица 3 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение	
	Идентификационное наименование ПО	Firmware v.1.0
Номер версии (идентификационный номер)	не ниже 1.0	не ниже 0.1.5.1

### 7.4 Определение относительной погрешности установки объемного расхода отбираемой пробы

7.4.1 При испытании использовать эталонный анемометр с первичным преобразователем (зондом-крыльчаткой). Эталонным анемометром измерить замеры скорости потока воздуха через пробоотборный вход анализатора.

7.4.2 Рассчитать значение расхода пробы по формуле (1):

$$Q = \pi \cdot r^2 \cdot V, \quad (1)$$

где  $r$  – внутренний радиус пробоотборного входа анализатора, м;

$V$  – скорость потока воздуха через пробоотборный вход анализатора, м/с.

7.4.3 Рассчитать значение относительной погрешности расхода воздуха по формуле (2):

$$\delta_{qi} = \frac{Q_{си} - Q_{эти}}{Q_{эти}} \cdot 100 \%, \quad (2)$$

где  $Q_{си}$  и  $Q_{эти}$  – значения расхода пробы, установленные анализатором и измеренные с помощью анемометра соответственно.

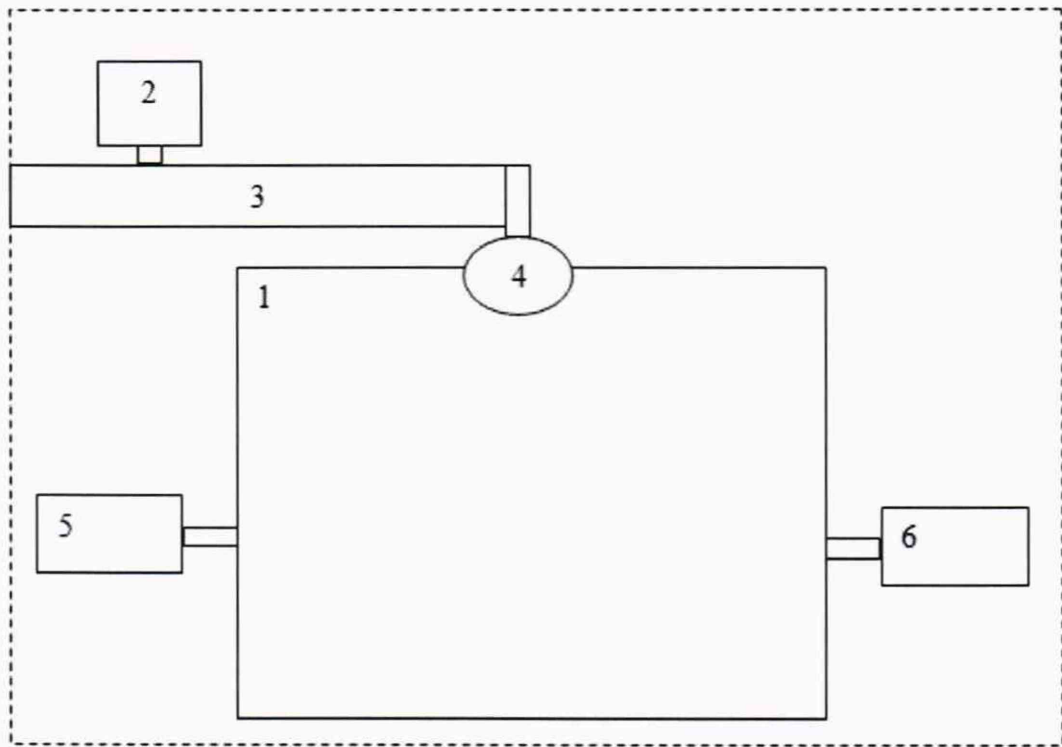
7.4.4 Результаты испытания считать положительными, если анализаторы осуществляют отбор пробы с номинальным объемным расходом 0,28 дм<sup>3</sup>/мин, при этом значение относительной погрешности его установки находится в допускаемых пределах  $\pm 10$  %.

В противном случае результаты испытания считать отрицательными.

### 7.5 Определение относительной погрешности измерений массовой концентрации пыли (общая концентрация взвешенных частиц, РМ-10, РМ-2,5, РМ-4,25, РМ-1)

7.5.1 Поверку проводить следующим образом:

- а) подготовить анализаторы к работе согласно руководству по их эксплуатации;
- б) собрать схему согласно рисунку 1 и подсоединить пробоотборный вход анализаторов к аэрозольной камере;



1 – аэрозольная камера; 2 – генератор аэрозолей; 3 – чистый воздух; 4 – вход разбавленного аэрозоля в аэрозольную камеру; 5 – анализатор пыли Air XD; 6 – анализатор аэрозольных частиц из состава эталона

Рисунок 1 - Схема испытаний

в) провести после подготовительных операций по подпунктам а) и б) измерения общей массовой концентрации при концентрациях тестового аэрозоля в аэрозольной камере 10, 50, 90 % от верхней границы диапазона измерений массовой концентрации. Для создания аэрозоля, имитирующего естественный аэрозоль, использовать микрокальцит марки КМ10 по ГОСТ Р 56775-2015. Уровень концентрации аэрозоля контролировать эталоном. После стабилизации показаний произвести измерение функции распределения частиц по размерам анализатором размеров частиц из состава эталона.

**Примечания**

1 Концентрацию тестового аэрозоля допускается устанавливать с отклонением в пределах  $\pm 20\%$ .

2 При измерениях усреднять показания испытываемых анализаторов за 5 минут и сравнивать с усредненными за 5 минут показаниями эталонного анализатора аэрозольных частиц.

г) Повторить операции в) и вычислить значения массовой концентрации фракции РМ-10 по формуле (3):

$$PM-10 = \frac{\left( \sum_{D_{\min}}^{D_{\max}} C \right) \cdot C_M}{100\%}, \quad (3)$$

где РМ-10 - значение массовой концентрации в диапазоне размеров частиц от 0,35 до 10 мкм;

$\sum_{D_{\min}}^{D_{\max}} C$  - доля частиц в в диапазоне размеров частиц от 0,35 до 10 мкм;

$C_M$  - общая массовая концентрация, усредненная за 5 минут.

д) Повторить операции в) и вычислить значения массовой концентрации фракции РМ-2,5 по формуле (4):

$$PM - 2,5 = \frac{(\sum_{D_{\min}}^{D_{\max}} C) \cdot C_M}{100\%}, \quad (4)$$

где РМ-2,5 - значение массовой концентрации в диапазоне размеров частиц от 0,35 до 2,5 мкм;

$\sum_{D_{\min}}^{D_{\max}} C$  - доля частиц в в диапазоне размеров частиц от 0,35 до 2,5 мкм;

$C_M$  - общая массовая концентрация, усредненная за 5 минут.

е) Повторить операции в) и вычислить значения массовой концентрации фракции РМ-4,25 по формуле (5):

$$PM - 4,25 = \frac{(\sum_{D_{\min}}^{D_{\max}} C) \cdot C_M}{100\%}, \quad (5)$$

где РМ-4,25 - значение массовой концентрации в диапазоне размеров частиц от 0,35 до 4,25 мкм;

$\sum_{D_{\min}}^{D_{\max}} C$  - доля частиц в в диапазоне размеров частиц от 0,35 до 4,25 мкм;

$C_M$  - общая массовая концентрация, усредненная за 5 минут.

ж) Повторить операции в) и вычислить значения массовой концентрации фракции РМ-1 по формуле (6):

$$PM - 1 = \frac{(\sum_{D_{\min}}^{D_{\max}} C) \cdot C_M}{100\%}, \quad (6)$$

где РМ-1 - значение массовой концентрации в диапазоне размеров частиц от 0,35 до 1 мкм;

$\sum_{D_{\min}}^{D_{\max}} C$  - доля частиц в в диапазоне размеров частиц от 0,35 до 1 мкм;

$C_M$  - общая массовая концентрация, усредненная за 5 минут.

7.5.2 Определить значения относительной погрешности измерений общей массовой концентрации аэрозольных частиц по формуле (7):

$$\delta_i = \frac{C_{M_{\text{си}_{\text{общ}}}} - C_{M_{\text{эт}_{\text{общ}}}}}{C_{M_{\text{эт}_{\text{общ}}}} \cdot 100\%}, \quad (7)$$

где  $C_{M_{\text{эт}_{\text{общ}}}}$  - общая массовая концентрация аэрозольных частиц, измеренная на эталоне, мг/м<sup>3</sup>;

$C_{M_{\text{си}_{\text{общ}}}}$  - общая массовая концентрация аэрозольных частиц, измеренная анализатором, мг/м<sup>3</sup>.

7.5.3 Определить значения относительной погрешности измерений массовой концентрации аэрозольных частиц фракции РМ-10 по формуле (8):

$$\delta_i = \frac{C_{M\text{cu}_{PM-10}} - C_{M\text{эм}_{PM-10}}}{C_{M\text{эм}_{PM-10}}} \cdot 100\%, \quad (8)$$

где  $C_{M\text{эм}_{PM-10}}$  – массовая концентрация аэрозольных частиц фракции РМ-10, измеренная на эталоне, мг/м<sup>3</sup>;

$C_{M\text{cu}_{PM-10}}$  – массовая концентрация аэрозольных частиц фракции РМ-10, измеренная анализатором, мг/м<sup>3</sup>.

7.5.4 Определить значения относительной погрешности измерений массовой концентрации аэрозольных частиц фракции РМ-2,5 по формуле (9):

$$\delta_i = \frac{C_{M\text{cu}_{PM-2,5}} - C_{M\text{эм}_{PM-2,5}}}{C_{M\text{эм}_{PM-2,5}}} \cdot 100\%, \quad (9)$$

где  $C_{M\text{эм}_{PM-2,5}}$  – массовая концентрация аэрозольных частиц фракции РМ-2,5, измеренная на эталоне, мг/м<sup>3</sup>;

$C_{M\text{cu}_{PM-2,5}}$  – массовая концентрация аэрозольных частиц фракции РМ-2,5, измеренная анализатором, мг/м<sup>3</sup>.

7.5.5 Определить значения относительной погрешности измерений массовой концентрации аэрозольных частиц фракции РМ-4,25 по формуле (10):

$$\delta_i = \frac{C_{M\text{cu}_{PM-4,25}} - C_{M\text{эм}_{PM-4,25}}}{C_{M\text{эм}_{PM-4,25}}} \cdot 100\%, \quad (10)$$

где  $C_{M\text{эм}_{PM-4,25}}$  – массовая концентрация аэрозольных частиц фракции РМ-4,25, измеренная на эталоне, мг/м<sup>3</sup>;

$C_{M\text{cu}_{PM-4,25}}$  – массовая концентрация аэрозольных частиц фракции РМ-4,25, измеренная анализатором, мг/м<sup>3</sup>.

7.5.6 Определить значения относительной погрешности измерений массовой концентрации аэрозольных частиц фракции РМ-1 по формуле (11):

$$\delta_i = \frac{C_{M\text{cu}_{PM-1}} - C_{M\text{эм}_{PM-1}}}{C_{M\text{эм}_{PM-1}}} \cdot 100\%, \quad (11)$$

где  $C_{M\text{эм}_{PM-1}}$  – массовая концентрация аэрозольных частиц фракции РМ-1, измеренная на эталоне, мг/м<sup>3</sup>;

$C_{M\text{cu}_{PM-1}}$  – массовая концентрация аэрозольных частиц фракции РМ-1, измеренная анализатором, мг/м<sup>3</sup>.

7.5.7 Результаты поверки считать положительными, если значения относительной погрешности измерений массовой концентрации аэрозольных частиц в диапазоне находятся в допускаемых пределах  $\pm 20\%$ . В противном случае результаты поверки считать отрицательными.

## 8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 Результаты поверки оформить протоколом произвольной формы.

8.2 При положительных результатах поверки анализаторы признаются годными и на них выдается свидетельство о поверке установленной формы. На свидетельство наносится знак поверки в виде наклейки или оттиска поверительного клейма.

8.3 При отрицательных результатах поверки анализаторы к дальнейшей эксплуатации не допускаются и на них оформляется извещение о непригодности установленной формы с указанием причин забракования.

Начальник НИО-6 ФГУП «ВНИИФТРИ»

В.И. Добровольский

Начальник лаборатории 640  
ФГУП «ВНИИФТРИ»

Д. М. Балаханов