

УТВЕРЖДАЮ

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

ФГУП «ВНИИФТРИ»

А.Н. Щипунов



» 2018 г.

ИНСТРУКЦИЯ

**АНАЛИЗАТОРЫ ПЫЛИ EDM 180+ A, EDM 180+ B, EDM 180+ C, EDM 180+ CE,
EDM 180+ D, EDM 180+ E, EDM 107 GF, EDM 11-E**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-640-005-18

р.п. Менделеево

2018 г.

Настоящая методика поверки распространяется на анализаторы пыли EDM 180+ A, EDM 180+ B, EDM 180+ C, EDM 180+ CE, EDM 180+ D, EDM 180+ E, EDM 107 GF, EDM 11-E (далее – анализаторы), изготавливаемые фирмой «Grimm Aerosol Technik GmbH & Co.KG», Германия, 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 приведенной (относительной) погрешности измерений массовой концентрации аэрозольных частиц (общая концентрация взвешенных частиц, PM-10, PM-2.5, PM-1)	7.5	да	да
6 Определение дополнительной погрешности измерений массовой концентрации аэрозольных частиц при изменении температуры пробы	7.6	да	нет

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	Расходомер-счетчик газа РС-1, диапазон измерений объемного расхода от 0,2 до 2 дм ³ /мин, пределы допускаемой относительной погрешности измерений $\pm 1\%$
7.5, 7.6	Государственный 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 ⁻³ , массовой концентрации частиц в диапазоне значений от 0,01 до 10000 мг/м ³ по поверочной схеме ГОСТ 8.606-2012 «Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений дисперсных параметров аэрозолей, взвесей и порошкообразных материалов»; Термометр цифровой малогабаритный ТЦМ 1520 с преобразователем ПТСВ-2-1, диапазон измерений температуры от -200 до +400 0С, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,05$ 0С
	<i>Вспомогательные средства поверки</i>
7.6	Климатическая камера SE-600-3-3, диапазон температур от -64 до +180 0С, пределы допускаемого отклонения от установленного значения температуры $\pm 0,5$ 0С; диапазон поддержания влажности от 10 до 98 %, пределы допускаемого отклонения от установленного значения влажности $\pm 2,5$ % Криостат циркуляционный LOIP FT-216-25, диапазон задаваемых температур от -25 0С до +100 0С

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
В	качестве порошкообразного материала применяется 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, объём оперативной памяти не менее 2 ГБ, жёсткий диск объёмом 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 не истекшим 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 Допускается проводить периодическую поверку в одном из диапазонов измерения массовой концентрации на основании письменного заявления владельца СИ, оформленного в произвольной форме.

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.

4.2 В случае использования при поверке масла АМГ-10, соответствующего требованиям ГОСТ 6794-75, необходимо соблюдать правила безопасности, указанные в данном стандарте.

5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

5.1 Поверку проводить в нормальных условиях (если не оговорено иное):

- 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, В (220±22);
- частота переменного тока, Гц (50±1).

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;

– в наличие и целостность пломб.

7.1.2 Представленные анализаторы считать пригодными для проведения поверки, если:

– комплектность, маркировка и пломбирование 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 Проверить работоспособность анализаторов. Для этого следует включить питание анализаторов. В начале этой процедуры должна автоматически проводиться самодиагностика всех систем анализаторов. На этом этапе индикаторная лампочка светится желтым. По окончании самодиагностики цвет лампочки должен измениться на зеленый, что соответствует корректной работе анализаторов.

7.2.2 Анализаторы считать работоспособными, если анализаторы проходят самодиагностику, индикаторная лампочка светится зеленым 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.7.80
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 7.80
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	-
Идентификационное наименование ПО	GRIMM Software LabView® 1.178
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 6.0
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	-

7.4 Определение относительной погрешности установки объемного расхода отбираемой пробы

7.4.1 Операции проводить в следующем порядке:

- а) подготовить анализаторы к работе в помещении согласно руководству их эксплуатации;
- б) подсоединить к пробоотборному входу анализаторов эталонный расходомер;
- в) включить питание анализаторов и установить режим отбора пробы. Отбор пробы проводить в течение 5 минут, снимая 4 – 5 показаний эталонным расходомером. Показания занести в протокол поверки;
- г) вычислить относительную погрешность установки объемного расхода по формуле (1):

$$\delta_{qi} = \frac{q_{си} - q_{эти}}{q_{эти}} \cdot 100 \%, \quad (1)$$

где $q_{си}$ – номинальное значение объемного расхода, указанное в руководстве эксплуатации анализаторов, равное 1,2 дм³/мин;

$q_{эти}$ – показание эталонного расходомера, дм³/мин.

7.4.2 Результаты поверки считать положительными, если анализаторы осуществляют отбор пробы с номинальным объемным расходом 1,2 дм³/мин, при этом относительная погрешность его установки в допустимых пределах $\pm 5 \%$.

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

7.5 Определение приведенной (относительной) погрешности измерений массовой концентрации аэрозольных частиц (общая концентрация взвешенных частиц, РМ-10, РМ-2.5, РМ-1)

7.5.1 Операции проводить следующим образом:

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

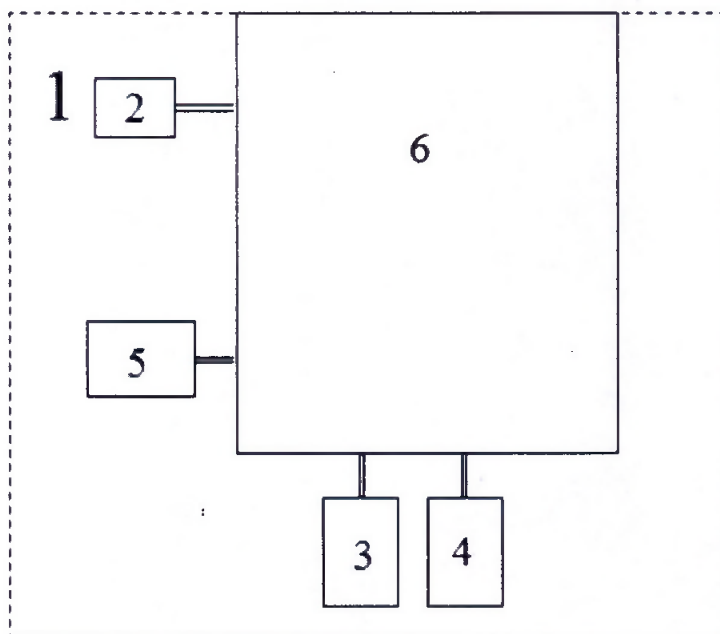


Рисунок 1. 1 – Государственный рабочий эталон в составе: 2 – генератор аэрозолей; 3 – измеритель массовой концентрации аэрозолей из состава эталона; 4 – анализатор; 5 – анализатор размеров аэрозольных частиц из состава эталона; 6 – аэрозольная камера из состава эталона

в) после подготовительных операций п.п. а)–б) провести измерения при концентрациях тестового аэрозоля в аэрозольной камере 0,01; 0,1; 1; 5; 10; 30; 50; 100 мг/м³. 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 размеров частиц эталонным анализатором размеров. Снять показания анализаторов при каждом установленном значении тестового аэрозоля. Занести показания эталонного измерителя массовой концентрации и анализаторов в протокол поверки.

Примечание – Концентрацию тестового аэрозоля допускается устанавливать с отклонением в пределах $\pm 10\%$.

д) найти значения массовой концентрации PM-10, PM-2,5, PM-1 по формуле (2):

$$PM_i = \frac{\sum_{D_{\min}}^{D_{\max}} C_V \cdot C_M}{100\%}, \quad (2)$$

где PM_i - значение массовой концентрации в измеряемом диапазоне размеров частиц;

$\sum_{D_{\min}}^{D_{\max}} C_V$ - объемная концентрация частиц в измеряемом диапазоне размеров;

C_M - общая массовая концентрация.

Примечание - Для нахождения значения массовой концентрации PM_i , $D_{\min} = 0,25$ (0,22 для EDM 180+ A, EDM 180+ B, EDM 180+ C, EDM 180+ CE, EDM 180+ D, EDM 180+ E) мкм, а D_{\max} соответствует верхней границе диапазона размеров измеряемой фракции частиц (10, 2,5 и 1 мкм, соответственно). Значения PM_{10} , $PM_{2,5}$ и PM_1 находить для тестовых аэрозолей с концентрациями частиц 0,01; 0,1; 1; 5; 10; 30; 50; 100.

7.5.2 Определить значения относительной погрешности измерений св. $0,5 \text{ мг/м}^3$ по формуле (3):

$$\delta_i = \frac{C_{M_{cu}} - C_{M_{эт}}}{C_{M_{эт}}} \cdot 100\%, \quad (3)$$

где $C_{M_{эт}}$ - массовая концентрация аэрозольных частиц, измеренная на эталоне, мг/м^3 ;

$C_{M_{cu}}$ - массовая концентрация аэрозольных частиц, измеренная анализаторами, мг/м^3 .

7.5.3 Определить приведенную погрешность измерений массовой концентрации пыли в поддиапазоне от 0,01 до $0,5 \text{ мг/м}^3$ по формуле (4):

$$\gamma_i = \frac{C_{M_{cu}} - C_{M_{эт}}}{0,5} \cdot 100\%, \quad (4)$$

7.5.4 Результаты поверки считать положительными, если значения приведенной и относительной погрешностей измерений массовой концентрации пыли в диапазоне от 0,01 до $0,5 \text{ мг/м}^3$ и св. $0,5$ до 10 мг/м^3 для EDM 180+ A, EDM 180+ B, EDM 180+ C, EDM 180+ CE, EDM 180+ D, EDM 180+ E, EDM 107 GF и св. $0,5$ до 100 мг/м^3 для EDM 11-E находятся в допускаемых пределах $\pm 20\%$. В противном случае результаты поверки считать отрицательными.

7.6 Определение дополнительной погрешности измерений массовой концентрации аэрозольных частиц при изменении температуры пробы

7.6.1 Поверку проводить на тестовых аэрозолях с концентрациями частиц 0,01; 0,1; 1; 5; 10; 30; 50; 100 мг/м^3 в режиме измерения общей концентрации взвешенных частиц для EDM 180+ A, EDM 180+ B, EDM 180+ C, EDM 180+ CE, EDM 180+ D, EDM 180+ E (для EDM 107 GF, EDM 11-E - в режиме измерения PM-10) следующим образом:

а) Поместить металлический змеевик в термостат и установить на термостате температуру -20°C . Температуру контролировать внешним термометром;

б) подключить генератор из состава эталона ко входу змеевика и расход аэрозоля $1,2 \text{ дм}^3/\text{мин}$. Для создания аэрозоля, имитирующего естественный аэрозоль, использовать микрокальцит марки KM10 по ГОСТ Р 56775 - 2015;

в) подсоединить термометр к выходу змеевика и измерить температуру пробы;

г) после стабилизации потока аэрозоля подключить анализатор к выходу змеевика. Провести 5 измерений массовой концентрации аэрозольных частиц;

д) Выполнить операции а) - г) последовательно при температуре отбираемой пробы равной $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ (для EDM 180+ А, EDM 180+ В, EDM 180+ С, EDM 180+ СЕ, EDM 180+ D, EDM 180+ Е, EDM 107 GF), $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ для EDM 11-Е и $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ для всех анализаторов. Измерения проводить при следующих массовых концентрациях аэрозольных частиц: 0,01; 0,1; 1; 5; 10; 30; 50; 100 мг/м³.

7.6.2 определить разность значений погрешности измерений анализаторов по формулам (5), (6) для относительной погрешности или (7), (8) для приведенной:

а) определить разность значений погрешности измерений анализаторов по формулам (5), (6) для относительной погрешности или (7), (8) для приведенной:

$$\Delta\delta_{\min} = \delta_{\min} - \delta_{15} \quad (5)$$

$$\Delta\delta_{\max} = \delta_{\max} - \delta_{25} \quad (6)$$

$$\Delta\gamma_{\min} = \gamma_{\min} - \gamma_{15} \quad (7)$$

$$\Delta\gamma_{\max} = \gamma_{\max} - \gamma_{25} \quad (8)$$

где δ_{\min} (γ_{\min}) – значение относительной (приведенной) погрешности измерений массовой концентрации аэрозольных частиц в пробе с минимальной температурой ($-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ для EDM 180+ А, EDM 180+ В, EDM 180+ С, EDM 180+ СЕ, EDM 180+ D, EDM 180+ Е, EDM 107 GF, $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ для EDM 11-Е);

δ_{\max} (γ_{\max}) – значение относительной (приведенной) погрешности измерений массовой концентрации аэрозольных частиц в пробе температурой с максимальной температурой ($+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ для всех анализаторов).

δ_{15} (γ_{15}) – значение относительной (приведенной) погрешности измерений массовой концентрации аэрозольных частиц в пробе с температурой $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$

δ_{25} (γ_{25}) – значение относительной (приведенной) погрешности измерений массовой концентрации аэрозольных частиц в пробе с температурой $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$

б) вычислить значение дополнительной погрешности измерений анализаторов при изменении температуры пробы на каждый $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ от нормальной температуры по формулам (9), (10):

$$\Delta(\delta_{\min}, \gamma_{\min})_{\text{доп}} = (\Delta(\delta_{\min}, \gamma_{\min}) \cdot \Delta t) / (|t_{\min} - 15\text{ }^{\circ}\text{C}|) \quad (9)$$

$$\Delta(\delta_{\max}, \gamma_{\max})_{\text{доп}} = (\Delta(\delta_{\max}, \gamma_{\max}) \cdot \Delta t) / (t_{\max} - 25\text{ }^{\circ}\text{C}) \quad (10)$$

где Δt – заявленный интервал изменения температуры, равный $1\text{ }^{\circ}\text{C}$,

t_{\min} - минимальная температура пробы ($-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ для EDM 180+ А, EDM 180+ В, EDM 180+ С, EDM 180+ СЕ, EDM 180+ D, EDM 180+ Е, EDM 107 GF, $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ для EDM 11-Е);

t_{\max} - максимальная температура пробы ($+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ для всех анализаторов).

7.6.3 Результаты поверки считать положительными, если:

– расчетные значения приведенной (относительной) основной погрешности измерений при нормальной температуре пробы ($20 \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$) анализаторов находятся в пределах $\pm 20\%$ соответственно в диапазоне от 0,01 до 0,5 мг/м³ и св. 0,5 до 10 мг/м³ для EDM 180+ А, EDM 180+ В, EDM 180+ С, EDM 180+ СЕ, EDM 180+ D, EDM 180+ Е, EDM 107 GF и св. 0,5 до 100 мг/м³ для EDM 11-Е;

– расчетные значения дополнительной погрешности измерений анализаторов при изменении температуры отбираемой пробы находятся в допусках пределах $\pm 0,1\% / \Delta t$.

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 анализатор признается годным и на него выдается свидетельство о поверке установленного образца в соответствии с Приказом №1815 "Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке". На свидетельство наносится знак поверки в виде наклейки или оттиска поверительного клейма.

8.3 При отрицательных результатах поверки анализатор к дальнейшей эксплуатации не допускается и на него выписывается «Извещение о непригодности» установленного образца в соответствии с Приказом №1815 "Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке" с указанием причин непригодности.

Начальник лаборатории 640

 Д. М. Балаханов

Младший научный сотрудник лаборатории 640

 Д. И. Беленький