

**УТВЕРЖДАЮ**

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

**ФГУП «ВНИИФТРИ»**

**А.Н. Щипунов**



**09 2014 г.**

## **ИНСТРУКЦИЯ**

### **АНАЛИЗАТОРЫ ПЫЛИ**

**SWAM 5A MONITOR, SWAM 5A DUAL CHANNEL MONITOR,  
SWAM 5A DUAL CHANNEL HM**

### **МЕТОДИКА ПОВЕРКИ**

**МП-640-0021-2-14**

**н.р. 60261-15**

**Менделеево  
2014 г.**

Настоящая методика поверки распространяется на анализаторы пыли SWAM 5a Monitor, SWAM 5a Dual Channel Monitor, SWAM 5a Dual Channel HM (далее – анализаторы), предназначенные для измерений массовой концентрации пыли различного происхождения в атмосферном воздухе и неагрессивных газах.

Интервал между поверками – 1 год.

## 1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

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

Таблица 1

Наименование операций	Номер пункта методики	Проведение операции при	
		первой поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	7.1	Да	Да
2 Опробование	7.2	Да	Да
3 Идентификация программного обеспечения (ПО)	7.3	Да	Да
4 Определение относительной погрешности установки объемного расхода	7.4	Да	Нет
5 Определение относительной погрешности измерений массовой концентрации пыли в поддиапазоне от 100 до 1500 (2000) $\mu\text{г}/\text{м}^3$	7.5	Да	Да
6 Определение приведенной погрешности измерений массовой концентрации пыли в поддиапазоне от 1 до 100 $\mu\text{г}/\text{м}^3$	7.6	Да	Да

\* Для анализаторов пыли 5a Monitor, SWAM 5a Dual Channel Monitor относительная погрешность измерений массовой концентрации пыли определяется в поддиапазоне от 100 до 1500  $\mu\text{г}/\text{м}^3$ , для анализаторов пыли SWAM 5a Dual Channel Monitor HM – в поддиапазоне от 100 до 2000  $\mu\text{г}/\text{м}^3$ .

## 2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

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

Таблица 2

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 РГС-2, диапазон измерений объемного расхода от 2 до 25 л/мин, пределы допускаемой относительной погрешности измерений $\pm 1\%$
7.5, 7.6	Весы неавтоматического действия по ГОСТ Р 53228 - 2008, диапазон измерений от 0,001 до 220 г, ц. д. 0,01 мг, кл. т. I

2.2 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.

2.3 Допускается замена средств поверки, указанных в таблице 2, другими средствами поверки, обеспечивающими определение характеристик поверяемых анализаторов с требуемой точностью.

### **3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ**

3.1 К проведению поверки допускаются лица, имеющие высшее или среднетехническое образование, опыт работы в радиоизмерительной или физической сфере не менее 1 года, владеющих техникой измерений параметров аэрозолей, взвесей и порошкообразных материалов, изучивших настоящую методику и аттестованных в качестве поверителя.

### **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 указания соответствующих разделов эксплуатационной документации поверяемого анализатора и средств поверки.

### **5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ**

- 5.1 Поверку анализатора проводить в нормальных условиях (если не оговорено иное):  
– температура окружающего воздуха, °C.....(20 ± 5);  
– относительная влажность воздуха, %.....от 30 до 80;  
– атмосферное давление, кПа.....от 84 до 106,7.  
5.2 Характеристики питающей электрической сети должны соответствовать требованиям:  
– напряжение, В.....(230 ± 10);  
– 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 °C, время выдержки должно быть не менее 24 часов. Допускается проводить поверку на месте эксплуатации анализатора. При этом условия поверки должны соответствовать требованиям раздела 5 настоящей методики.

6.2 Анализатор должен быть собран согласно требованиям его эксплуатационной документации.

### **7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ**

#### **7.1 Внешний осмотр**

7.1.1 Внешний осмотр, проверку комплектности и маркировки анализатора проводить согласно руководству его эксплуатации.

7.1.2 При внешнем осмотре проверить:

- комплектность;
- маркировку;
- отсутствие видимых механических повреждений составных частей анализатора (измерительного блока, устройств загрузки и разгрузки аналитических фильтров, вакуумного насоса, компрессора), а также сетевых кабелей, разъемов, принадлежностей анализатора, необходимых для проведения поверки;
- чистоту пробоотборных входов;
- наличие чистых аналитических фильтров;
- наличие калибровочных фильтров с поверхностной плотностью в диапазоне от 2 до 10 мг/см<sup>2</sup>. Информация о параметрах калибровочных фильтров должна быть в прилагаемом сертификате калибровки.

**П р и м е ч а н и е** – Анализатор должен представляться на поверку в комплекте с аналитическими и калибровочными фильтрами в количестве достаточном для проведения поверки.

7.1.3 Анализатор считать пригодным для проведения поверки, если:

- внешний вид, маркировка и комплектность соответствуют требованиям руководства его эксплуатации;
- отсутствуют видимые механические повреждения составных частей анализатора (измерительного блока, устройств загрузки и разгрузки аналитических фильтров, вакуумного насоса, компрессора), сетевых кабелей, разъемов, принадлежностей;
- пробоотборные входы не имеют видимых загрязнений;
- в комплекте имеются чистые аналитические и калибровочные фильтры в количестве достаточном для проведения поверки. К калибровочным фильтрам прилагается сертификат калибровки с информацией, необходимой для проведения поверки.

В противном случае анализатор к дальнейшей поверке не допускается.

## 7.2 Опробование

7.2.1 При опробовании проверить работоспособность анализатора. Проверка работоспособности включает проверку функционирования всех частей анализатора, проверку герметичности пробоотборной системы.

7.2.2 Перед началом процедуры проверки работоспособности:

- а) собрать анализатор для отбора пыли в помещении согласно руководству его эксплуатации;
- б) включить питание анализатора и выдержать его во включенном состоянии до установления режима готовности к работе. О готовности анализатора к работе свидетельствует появление на экране сообщения «Ready» в поле «Status». При отсутствии этого сообщения анализатор считается неготовым к работе и к поверке не допускается;
- в) убедиться в отсутствии фильтров в измерительном блоке анализатора. При необходимости выполнить разгрузку согласно руководству эксплуатации анализатора.

7.2.3 Процедуру проверки герметичности пробоотборной системы проводить по методике раздела «Проверка на утечку» руководства эксплуатации анализатора в режиме «Automatic leak test». Показателем герметичности является скорость утечки ( $Q_{leak}$ ), значение которой отображается в соответствующем окне на экране анализатора. Пробоотборная система считается герметичной, если скорость утечки не более 15 мл/мин·кПа. При поверке двухканальных анализаторов герметичность проверять в обоих пробоотборных каналах.

**П р и м е ч а н и е** – При превышении установленного уровня герметичности на экране анализатора должно появиться предупредительное сообщение.

7.2.4 Проверка функционирования анализатора проводится во время самодиагностики в начале каждого измерительного цикла. Провести запуск измерительного цикла анализатора согласно руководствам его эксплуатации при наличии в загрузочном устройстве чистых фильтров в количестве, достаточном для проведения измерений. Функционирование анализаторов SWAM 5a Dual Channel Monitor и SWAM 5a Dual Channel Monitor HM проводить в режиме измерений «Monitor Mode». В качестве анализируемого воздуха использовать воздух окружающей среды. Параметры измерений устанавливать согласно рекомендациям изготовителя. При нормальном функционировании анализатора должна быть соответствующая световая индикация при отсутствии предупредительных и сигнальных сообщений согласно требованиям руководств эксплуатации.

7.2.5 Анализатор считать работоспособным, если:

- устанавливается режим готовности к работе;
- пробоотборная система герметична;
- анализатор функционирует normally.

В противном случае анализатор к дальнейшей поверке не допускается.

### **7.3 Идентификация ПО**

7.3.1 Для идентификации ПО необходимо включить анализатор и ознакомиться с информацией на экране. Серийный номер анализатора, идентификационное название и версию ПО смотреть в меню «Instrument Info».

7.3.2 Результат проверки считать положительным, если:

- идентификационное название и версия ПО на экране анализатора, соответствуют данным руководства эксплуатации анализатора, серийный номер на экране соответствует указанному на корпусе измерительного блока анализатора;
- ПО осуществляет функции, указанные в руководстве эксплуатации анализатора.

В противном случае анализатор к дальнейшему проведению поверки не допускается.

### **7.4 Определение относительной погрешности установки объемного расхода**

7.4.1 Собрать анализатор согласно руководству его эксплуатации.

7.4.2 Подсоединить эталонный расходомер к пробоотборному входу анализатора.

7.4.3 Убедиться в отсутствии фильтров в анализаторе, при необходимости произвести разгрузку.

7.4.4 Включить питание анализатора.

7.4.5 После установки режима готовности к работе на анализаторе провести процедуру регулировки объемного расхода в контрольных точках 0,8; 1,0; 2,5 м<sup>3</sup>/ч по методике раздела «Проверка калибровки» руководства эксплуатации анализатора в ручном режиме тестирования «Manual Span Test». Для двухканальных анализаторов предварительно выбрать пробоотборный канал (Line A или Line B), регулировку объемного расхода проводить в обоих каналах поочередно. После стабилизации объемного расхода в пробоотборном канале анализатора фиксировать показания эталонного расходомера. Стабильность объемного расхода анализатора контролировать на экране в поле «Q<sub>s</sub>».

7.4.6 Вычислить значения относительной погрешности установки объемного расхода по формуле (1):

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

где  $q_{izmi}$  – значение объемного расхода, установленное на анализаторе, м<sup>3</sup>/ч;

$q_{emi}$  – значение объемного расхода, измеренное эталонным расходомером, м<sup>3</sup>/ч.

7.4.7 Результаты поверки считать положительными, если значения относительной погрешности установки объемного расхода в диапазоне от 0,8 до 2,5 м<sup>3</sup>/ч находятся в пределах ± 2 %.

### **7.5 Определение относительной погрешности измерений массовой концентрации пыли в диапазоне от 100 до 1500 (2000) мкг/м<sup>3</sup>**

7.5.1 Взвесить на весах калибровочные фильтры из комплекта анализатора, полученные значения ( $m_i$ ) занести в протокол поверки.

7.5.2 Определить поверхностную плотность калибровочных фильтров в мг/см<sup>2</sup> по формуле (2):

$$x_{i em} = \frac{m_i}{\pi d^2}, \quad (2)$$

где  $d$  – диаметр калибровочного фильтра, указанный в его сертификате калибровки.

7.5.3 Собрать анализатор в соответствии с руководством его эксплуатации для работы в помещении.

7.5.4 Установить калибровочные фильтры в анализатор согласно руководству его эксплуатации, раздел «Установка или замена контрольных фильтров».

7.5.5 Включить питание анализатора.

7.5.6 После установки режима готовности к работе провести процедуру измерений по методике раздела «Проверка калибровки системы измерения массы» (Beta Span Test) руководства эксплуатации анализатора. Измеренные анализатором значения поверхностной плотности ( $x_{i \text{ изм}}$ ) каждого калибровочного фильтра занести в протокол поверки.

7.5.7 Определить относительную погрешность измерений анализатора в поддиапазоне от 100 до 1500 (2000)  $\mu\text{г}/\text{м}^3$  в следующем порядке:

а) вычислить разность значений поверхностной плотности измеренных анализатором ( $x_{i \text{ изм}}$ ) от расчетных значений ( $x_{i \text{ эм}}$ ). Разность должна быть не более, чем 2  $\text{мг}/\text{см}^2$ . В противном случае, результаты измерений поверхностной плотности считать отрицательными, поверку далее не проводить;

б) при положительных результатах измерений поверхностной плотности рассчитать значения массовой концентрации пыли  $M_{i \text{ изм}}$  и  $M_{i \text{ эм}}$  в  $\mu\text{г}/\text{м}^3$ , соответствующие значениям поверхностной плотности ( $x_{i \text{ изм}}$ ) и ( $x_{i \text{ эм}}$ ), по формуле (3):

$$M_{i \text{ изм(эм)}} = \frac{x_{i \text{ изм(эм)}} \cdot S \cdot 1000}{q \cdot t}, \quad (3)$$

где  $S$  – площадь пробоотборной поверхности фильтра, равная  $5,2 \text{ см}^2$  для анализаторов SWAM 5a, SWAM 5a Dual Channel Monitor и равная  $2,27 \text{ см}^2$  для анализатора SWAM 5a Dual Channel Monitor HM;

$q$  – объемный расход, равный  $2,3 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;

$t$  – время отбора пробы, равное 24 ч для анализаторов SWAM 5a, SWAM 5a Dual Channel Monitor и равное 1 ч для анализатора SWAM 5a Dual Channel Monitor HM;

$i$  – тип калибровочного фильтра.

Результаты расчета ( $M_{i \text{ изм}}$ ) и ( $M_{i \text{ эм}}$ ) занести в протокол.

в) определить параметры уравнений линейных регрессий  $\hat{M}_{i \text{ эм}}(x_{i \text{ эм}})$  и  $\hat{M}_{i \text{ изм}}(x_{i \text{ изм}})$  методом наименьших квадратов, построить соответствующие графики;

г) используя уравнения линейных регрессий  $\hat{M}_{i \text{ эм}}(x_{i \text{ эм}})$  и  $\hat{M}_{i \text{ изм}}(x_{i \text{ изм}})$ , вычислить систематическую составляющую относительной погрешности измерений в поддиапазоне от 100 до 1500 (2000)  $\mu\text{г}/\text{м}^3$  по формуле (4):

$$\theta_{\delta} = \frac{\hat{M}_{i \text{ изм}} - \hat{M}_{i \text{ эм}}}{\hat{M}_{i \text{ эм}}} \cdot 100 \%, \quad (4)$$

д) вычислить случайные составляющие  $\delta_{i \text{ изм сл}}$  и  $\delta_{i \text{ эм сл}}$  относительной погрешности измерений массовой концентрации пыли по формулам (5), (6):

$$\delta_{i \text{ изм сл}} = \frac{\sigma_{M \text{ изм}} \sqrt{1 - R_{i \text{ изм}}^2}}{\bar{M}_{i \text{ изм}}} \cdot 100 \%, \quad (5)$$

$$\delta_{i \text{ эм сл}} = \frac{\sigma_{M \text{ эм}} \sqrt{1 - R_{i \text{ эм}}^2}}{\bar{M}_{i \text{ эм}}} \cdot 100 \%, \quad (6)$$

где  $\sigma_{M \text{ изм}}, \sigma_{M \text{ эм}}$  – средние квадратические отклонения значений  $M_{i \text{ изм}}$  и  $M_{i \text{ эм}}$ ;

$R_{i \text{ изм}}, R_{i \text{ эм}}$  – коэффициенты корреляции линейных регрессий;

$\bar{M}_{i \text{ изм}}, \bar{M}_{i \text{ эм}}$  – средние арифметические значения  $M_{i \text{ изм}}, M_{i \text{ эм}}$ ;

е) вычислить относительную погрешность измерений массовой концентрации пыли по формуле (7):

$$\delta_i = 2,447 \sqrt{\theta_{\partial}^2 + \delta_{\text{изм сл}}^2 + \delta_{\text{ст сл}}^2} . \quad (7)$$

7.5.8 Результаты поверки считать положительными, если значения относительной погрешности измерений массовой концентрации пыли в поддиапазоне от 100 до 1500 (2000) мкг/м<sup>3</sup> находятся в пределах  $\pm 10\%$ .

В противном случае результаты поверки считать отрицательными.

#### 7.6 Определение приведенной погрешности измерений массовой концентрации пыли в поддиапазоне от 1 до 100 мкг/м<sup>3</sup>

7.6.1 Используя уравнения линейных регрессий, полученные в п. 7.5 настоящей методики поверки, вычислить систематическую составляющую приведенной погрешности измерений в поддиапазоне от 1 до 100 мкг/м<sup>3</sup> по формуле (8):

$$\theta_{\eta} = \frac{\hat{M}_{i_{\text{изм}}} - \hat{M}_{i_{\text{ст}}}}{100} \cdot 100 \% . \quad (8)$$

7.6.2 Вычислить приведенную погрешность измерений массовой концентрации пыли по формуле (9):

$$\gamma_i = 3,182 \sqrt{\theta_{\eta}^2 + \delta_{\text{изм сл}}^2 + \delta_{\text{ст сл}}^2} . \quad (9)$$

7.6.3 Результаты поверки считать положительными, если значения приведенной погрешности измерений массовой концентрации пыли в поддиапазоне от 1 до 100 мкг/м<sup>3</sup> находятся в пределах  $\pm 25\%$ .

В противном случае результаты поверки считать отрицательными.

### 8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1.1 Результаты поверки оформить протоколом произвольного образца.

8.1.2 При положительных результатах поверки анализатор признается годным и на него выдается свидетельство утвержденного образца.

8.1.3 При отрицательных результатах поверки анализатор к дальнейшей эксплуатации не допускается и на него выписывается «Извещение о непригодности» с указанием причин забракования.

Начальник лаб. 640  
ФГУП «ВНИИФТРИ»

Д.М. Балаханов

Ведущий научный сотрудник  
ФГУП «ВНИИФТРИ»

Е.В. Лесников

Ведущий инженер лаб. 640  
ФГУП «ВНИИФТРИ»

Н.Б. Потапова