

УТВЕРЖДАЮ



И.о. директора  
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

А.Н. Пронин  
«25» мая 2018 г.

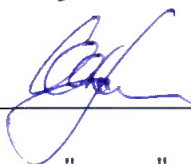
**Государственная система обеспечения единства измерений**

**СИСТЕМА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ГАЗОПЫЛЕВОГО ПОТОКА  
GMD 13**


**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ**

**МП-242-2180-2018**

Руководитель  
научно-исследовательского отдела  
государственных эталонов в области  
физико-химических измерений

  
\_\_\_\_\_ Ю.А. Кустиков  
" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2018 г.

Ведущий инженер  
научно-исследовательского отдела  
государственных эталонов в области  
физико-химических измерений

  
\_\_\_\_\_ Н.О. Пивоварова  
" 02 " 05 \_\_\_\_\_ 2018 г.

Настоящая методика поверки распространяется систему для определения параметров газопылевого потока GMD 13 (далее - система GMD 13), предназначенную для измерений массовой концентрации пыли, температуры, абсолютного давления, скорости потока отходящих и технологических газов промышленных предприятий при поверке рабочих средств измерений без их демонтажа в рабочих условиях эксплуатации, и устанавливает методы первичной и периодической поверки в процессе эксплуатации.

Интервал между поверками – 1 год.

## 1 Операции поверки

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

Т а б л и ц а 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	6.1	Да	Да
2 Опробование	6.2	Да	Да
2.1 Проверка сопротивления изоляции	6.2.1	Да*)	Нет
2.2 Проверка общего функционирования	6.2.2	Да	Да
2.3 Проверка герметичности системы	6.2.3	Да	Да
2.4 Подтверждение соответствия программного обеспечения	6.2.3	Да	Да
3 Определение метрологических характеристик	6.3		
3.1 Определение диапазона измерений и основной абсолютной погрешности измерений абсолютного давления	6.3.1	Да	Да
3.2 Определение диапазона измерений и основной абсолютной погрешности измерений температуры	6.3.2	Да	Да
3.3 Определение диапазона измерений и основной относительной погрешности измерений расхода	6.3.3	Да	Да
3.4 Определение диапазона измерений и основной относительной погрешности измерений массовой концентрации пыли	6.3.4	Да	Да
3.5 Определение диапазона измерений и основной абсолютной погрешности измерений скорости потока газа	6.3.5	Да	Да

\*) Выполняется только при первичной поверке после ремонта.

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

## 2 Средства поверки

2.1 Для проведения поверки должны быть применены средства, указанные в таблице 2.

Т а б л и ц а 2

Номер пункта методики поверки	Наименование основного или вспомогательного средства поверки. Требования к средству поверки. Основные метрологические или технические характеристики.
6.2.1	Мегаомметр М 1101М с рабочим напряжением 500 В, кл.2.5

## Окончание таблицы 2

Номер пункта методики поверки	Наименование основного или вспомогательного средства поверки. Требования к средству поверки. Основные метрологические или технические характеристики.
6.3.1	Рабочий эталон 1 разряда единицы абсолютного давления в диапазоне от 5 до 1300 гПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 10$ Па
6.3.2	Калибратор температуры КТ-1, диапазон измерений $-50$ °С ... $+140$ °С (Регистрационный номер 29228-11) и калибратор температуры КТ-2, диапазон измерений $+40$ ... $+500$ °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm (0,05 + 0,0005 \cdot T)$ (регистрационный номер 28811-12).
6.3.3	Рабочий эталон 1 разряда единиц объема в диапазоне от 0,1 до 10000 дм <sup>3</sup> в области измерений объемного расхода газа в диапазоне от 0,002 до 400 дм <sup>3</sup> /мин
6.3.4	Аппаратура, входящая в состав государственного первичного специального эталона ГЭТ 164-2016. Комплект гирь от 500 до 1 мг класса F2 по ГОСТ OIML R 111-1—2009.
6.3.5	Установка аэродинамическая измерительная ЭМС 0,1/60, диапазон измерений скорости потока газа от 0,1 до 60 м/с, пределы допускаемой абсолютной погрешности $(0,01 + 0,001 \cdot V)$ м/с (регистрационный номер 34647-07)
6.3.1 – 6.3.3	Испытательный стенд, газовые схемы которого приведен на рисунках А.1 и А.2 (приложение А).
4; 6	Барометр-анероид БАММ-1 по ТУ 25011.1513-79, диапазон измеряемого атмосферного давления от 610 до 790 мм рт. ст., предел допускаемой погрешности $\pm 0,8$ мм рт. ст., диапазон рабочих температур от $10$ °С до $50$ °С (регистрационный номер 5738-76)
4; 6	Термометр лабораторный ТЛ-4, ГОСТ 28498-90, диапазон измерений $(0 - 50)$ °С, цена деления $0,1$ °С (регистрационный номер 303-91)
4; 6	Психрометр аспирационный М-34 по ТУ 25-1607.054-85, диапазон относительной влажности от 10 до 100 % при температуре от минус $10$ °С до $30$ °С (регистрационный номер 10069-85)

2.2 Допускается применение других средств поверки, не приведенных в перечне, но обеспечивающих определение метрологических характеристик с требуемой точностью.

2.3 Применяемые средства поверки должны быть поверены в установленном порядке и иметь действующие свидетельства о поверке.

### 3 Требования безопасности

3.1 При работе с измерительным блоком и весами должны соблюдаться требования ГОСТ 12.1.030—81 «Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление» и ГОСТ 12.2.091—2002 «Система стандартов безопасности труда. Безопасность электрических контрольно-измерительных приборов и лабораторного оборудования. Часть 1. Общие требования»

3.2 При проведении поверки должны соблюдаться требования техники безопасности, приведенные в руководстве по эксплуатации системы GMD 13.

### 4 Условия поверки

4.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура воздуха  $(20 \pm 5)$  °С;
- относительная влажность воздуха  $(60 - 30)$  %;
- атмосферное давление  $(101,3 \pm 3,3)$  кПа;

- частота переменного тока (50±1) Гц;
- напряжение переменного тока (230±23) В.

## 5 Подготовка к поверке

5.1 Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

- 1) подготавливают систему GMD 13 к работе в соответствии с требованиями руководства по эксплуатации (РЭ);
- 2) подготавливают к работе средства поверки в соответствии с требованиями их эксплуатационной документации.

5.2 Перед проведением поверки должны быть проведены операции технического обслуживания в соответствии с РЭ системы GMD 13.

## 6 Проведение поверки

### 6.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие системы GMD 13 требованиям РЭ по комплектности и маркировке. На корпусе измерительного блока, весов, проботборных зондов не должно быть вмятин, нарушения покрытия, коррозионных пятен и других дефектов.

### 6.2 Опробование

#### 6.2.1 Проверка сопротивления изоляции.

Проверка сопротивления изоляции между закороченной сетевой вилкой и корпусом измерительного блока проводят мегаомметром М 4100/3 с рабочим напряжением 500 В. Проверку проводят при температуре  $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$  и относительной влажности от 30 до 80 %. Через одну минуту после приложения испытательного напряжения фиксируют по шкале мегаомметра величину сопротивления изоляции. Аналогичную проверку проводят для весов.

Результаты проверки считают положительными, если электрическое сопротивление изоляции не менее 20 МОм.

#### 6.2.2 Проверка общего функционирования комплекса

Включают измерительный блок в соответствии с РЭ на систему.

Во время запуска управляющей программы GMD 13 проверяются и открываются установочные файлы.

Результат проверки общего функционирования считают положительным, если через несколько секунд на экране измерительного блока не появляется сообщение об ошибке.

#### 6.2.3 Проверка герметичности системы

Проверку проводят для каждого проботборного зонда системы в соответствии с подпунктом 5.5.2.8 РЭ, выбирая с помощью меню позицию «leakage test».

К измерительному блоку подсоединяют зонд для отбора пыли и насос. Герметично закрывают вход в S-образную трубку и включают насос. В системе создают давление порядка 700 гПа. Измерение проводят в соответствии с ПО, текущее значение пониженного давления, время проведения проверки высвечивается на дисплее измерительного блока.

Результат проверки герметичности (отсутствия утечек) считают положительным, если на экране дисплея измерительного блока появляется сообщение "system tight" («система герметична»).

#### 6.2.4 Подтверждение соответствия программного обеспечения (ПО).

##### 6.2.4.1 Идентификация встроенное программное обеспечение системы GMD 13.

Для вывода наименования и номера версии программного обеспечения системы следует:

- включить измерительный блок и выждать пока загружается операционная система FreeDOS;

- выждать (около 4 секунд) пока запускается управляющая программа GMD 13;

- на дисплее появляется стартовый экран (рисунок 1);

- дисплей подсвечивается и раздается звуковой сигнал.

На дисплее отображается наименование ПО, название фирмы-изготовителя, версия ПО и серийный номер системы GMD 13 - 18117.

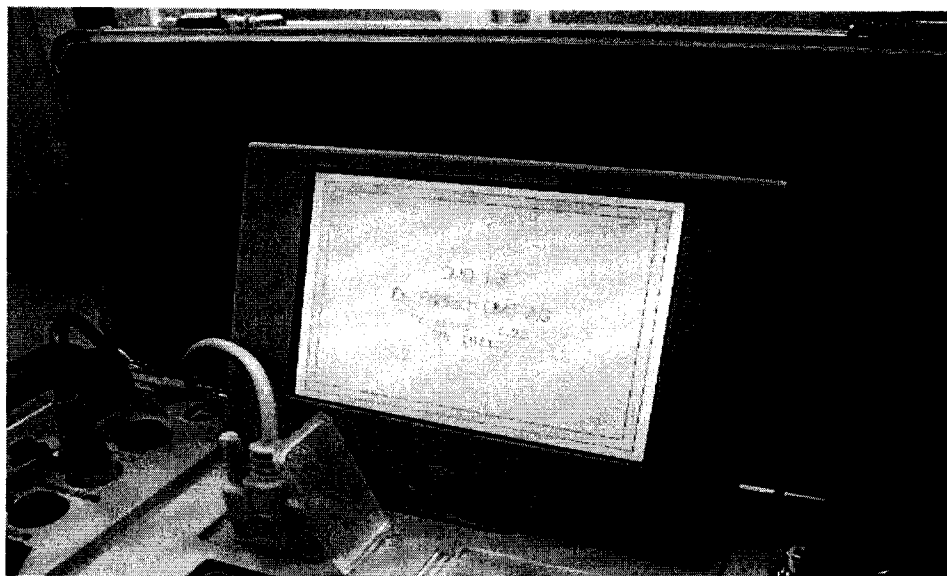


Рисунок 1

6.2.4.2 Идентификация встроенного программного обеспечения весов горячего взвешивания, входящих в состав системы.

Для вывода версии ПО следует:

- включить в сеть весы, нажать кнопку «on/off»;
- соединить весы с измерительным блоком с помощью сигнального/коммуникационного кабеля RS232;
- включить измерительный блок систем;
- на дисплее весов появляется информация о ПО весов (рисунок 2).



Рисунок 2

### 6.3. Определение метрологических характеристик

6.3.1 Определение диапазона измерений и основной абсолютной погрешности измерений абсолютного давления

Устанавливают заглушку на вход в рабочую камеру (см. рисунок А.1 приложения А) и включают насос (5), создавая абсолютное давление, равное 700, 1000 гПа. Снимают заглушку и создают повышенное давление 1100 гПа путем подачи воздуха в рабочую камеру (2). Измерения проводят с помощью зонда с датчиком давления (3), помещенного в рабочую камеру

(2). Результаты измерений фиксируют по показаниям на дисплее измерительного блока системы (4).

Основную абсолютную погрешность ( $\delta$ , гПа) в каждой точке диапазона измерений вычисляют по формуле

$$\delta_p = P_{изм} - P_d, \quad (1)$$

где  $P_{изм}$  – показания измерительного блока системы, гПа;

$P_d$  – действительное значение абсолютного давления, измеренное с использованием рабочего эталона, гПа.

Результаты определения считают положительными, если все полученные значения  $\delta_p$  не превышают 2 гПа.

6.3.2 Определение диапазона измерений и основной абсолютной погрешности измерений температуры

В рабочей камере (2) с помощью калибратора температуры КТ-1 задают температуру 0 °С и 120 °С, с помощью калибратора температуры КТ-2 – температуру 280 °С (см. рисунок А.1 приложения А). Измерения проводят с помощью зонда с датчиком температуры (3), помещенного в рабочую камеру (2). Результаты измерений фиксируют по показаниям на дисплее измерительного блока системы (4).

Вычисляют основную абсолютную погрешность по формуле

$$\delta_T = T_{изм} - T_d \quad (2)$$

где  $T_{изм}$  – показания измерительного блока системы, °С;

$T_d$  – действительное значение температуры по показаниям калибратора, °С.

Результаты определения считают положительными, если все полученные значения  $\delta_T$  не превышают 2 °С.

6.3.3 Определение диапазона измерений и основной относительной погрешности измерений объемного расхода

К измерительному блоку подключают насос, с помощью которого задают следующие значения расхода воздуха в дм<sup>3</sup>/мин: 5, 20, 40 и 60. Результаты измерений расхода фиксируют по дисплею измерительного блока системы GMD 13 и с помощью рабочего эталона 1 разряда (см. рисунок А.2 приложения А).

Действительное значение расхода воздуха  $Q_d$  измеряют с помощью рабочего эталона 1-го разряда.

Основную относительную погрешность ( $\delta_0$ , %) в каждой точке диапазона измерений вычисляют по формуле

$$\delta_{0Q} = \frac{Q_{изм} - Q_d}{Q_d} \cdot 100, \quad (3)$$

где  $Q_{изм}$  – показания измерительного блока системы, дм<sup>3</sup>/мин;

$Q_d$  – действительное значение объемного расхода, измеренное дм<sup>3</sup>/мин.

Результаты определения считают положительными, если все полученные значения  $\delta_{0Q}$  не превышают 2 %.

6.3.4 Определение диапазона измерений и основной относительной погрешности измерений массовой концентрации пыли

6.3.4.1 Проведение первичной поверки

Первичную поверку проводят на аппаратуре, входящей в состав государственного первичного специального эталона ГЭТ 164-2016.

Одновременно проводят отбор пыли в трубе с использованием системы GMD 13 и аппаратуры ГЭТ 164-2016. Измерения проводят при трех значениях массовой концентрации пыли 10, 500 и 1000 мг/м<sup>3</sup>. Относительную погрешность измерений вычисляют по формуле

$$\delta_{0c} = \frac{C_{изм} - C_3}{C_3} \cdot 100, \quad (4)$$

где  $C_{изм}$  – показания измерительного блока системы, мг/м<sup>3</sup>;

$C_3$  – действительное значение массовой концентрации пыли в трубе, мг/м<sup>3</sup>.

Результаты определения считают положительными, если все полученные значения  $\delta_{0c}$  не превышают 7 %.

#### 6.3.4.2 Проведение периодической поверки

##### Определение погрешности измерений массы пыли на фильтре

Погрешность измерений массы пыли определяют с использованием гирь массой 20, 100 и 300 мг с метрологическими характеристиками в соответствии с ГОСТ OIML R 11101-2014 класса E2. На весах системы взвешивают фильтр, массу отобранной пыли имитируют с помощью гирь, взвешивают фильтр вместе с гирей, по разности масс вычисляют измеренное значение массы гири ( $\bar{m}_{изм}$ ), имитирующей массу пыли на фильтре, и сравнивают с действительной массой гири ( $m_{д}$ ), указанной в свидетельстве о поверке.

Взвешивание фильтра и фильтра с гирей проводят на весах при температуре 160 °С не менее 3-х раз. Результаты единичных измерений массы и средние значения массы выводятся на экран дисплея измерительной системы. На основании полученных данных вычисляют среднее арифметическое значение измеренной массы гири.

Относительную погрешность массы гири (имитатора пыли на фильтре) вычисляют по формуле

$$\delta_{0m} = \frac{\bar{m}_{изм} - m_{д}}{m_{д}} \cdot 100 \quad (5)$$

Результаты определения считают положительными, если для всех гирь полученные значения  $\delta_{0m}$  не превышают 6 %.

Определение основной относительной погрешности измерений массовой концентрации пыли

Относительную погрешность измерений массовой концентрации пыли  $\delta_{0c}$  при нормированном значении минимальной массы пыли на фильтре, равной 20 мг, при стандартных условиях (Т=0 °С, Р=101,3 кПа) вычисляют по формуле

$$\delta_{0c} = \sqrt{\delta_{0v}^2 + \delta_{0m}^2}, \quad (6)$$

где  $\delta_{0v}$  - значение относительной погрешности определения объема пробы, приведенного к стандартным условиям, %.

Значение относительной погрешности измерений объема пробы, приведенного к стандартным условиям вычисляют по формуле

$$\delta_{0v} = \sqrt{\delta_{0Q}^2 + \delta_{0t}^2 + \delta_{0T}^2 + \delta_{0P}^2} \quad (7)$$

где  $\delta_{0Q}$  - относительная погрешность измерений объемного расхода, равная 2 %;

$\delta_{0t}$  - максимальная относительная погрешность измерений времени с помощью секундомера при минимальном времени отбора пробы 15 мин, равная 0,1 %;

$\delta_{0T}$  - максимальная относительная погрешность измерений температуры в диапазоне от 0 °С до 280 °С, равная 0,73 %;

$\delta_{0p}$  - максимальная относительная погрешность измерений абсолютного давления газа в диапазоне от 700 до 1100 гПа, равная 0,3 %.

При условии получения положительных результатов поверки по каналам измерений давления, температуры и расхода газа основная относительная погрешность измерений массовой концентрации пыли не превышает 7 %.

### 6.3.5 Определение диапазона измерений и основной абсолютной погрешности измерений скорости потока

С помощью аэродинамической измерительной установки ЭМС 0,1/60 задают скорость потока воздуха 4, 25 и 45 м/с. В аэродинамическую трубу установки вводят зонд с трубкой Пито, результат измерений фиксируют по показаниям на дисплее измерительного блока системы.

Вычисляю основную абсолютную погрешность по формуле

$$\delta_V = V_i - V_э \quad (8)$$

где  $V_i$  – измеренное значение скорости потока, м/с;

$V_э$  – скорость воздушного потока в рабочем участке аэродинамической установки, м/с.

Результаты определения считают положительными, если значения абсолютной погрешности в каждой контролируемой точке в рабочем диапазоне от 3 до 50 м/с не превышает 1,0 м/с.

## 7 Оформление результатов поверки

7.1 Результаты поверки вносят в протокол, форма которого приведена в приложении Б.

7.2 Положительные результаты поверки оформляют свидетельством, форма которого приведена в Приложении 1 к Порядку проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке, утвержденному приказом Минпромторга России от 2 июля 2015 г. N 1815.

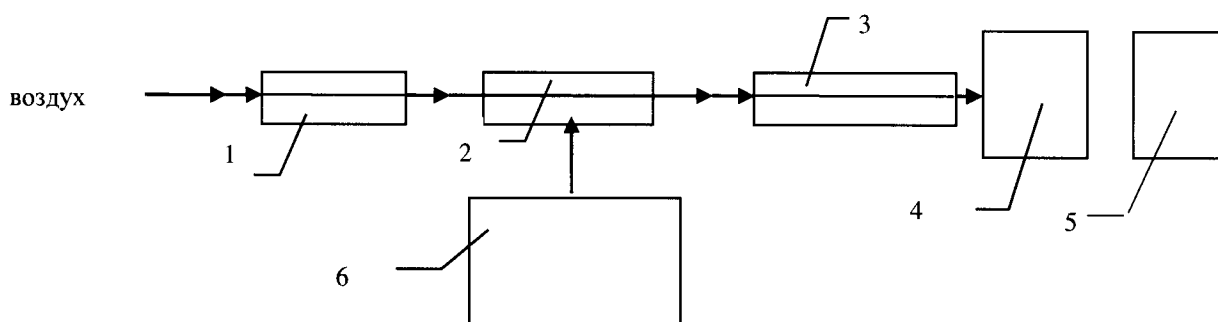
7.3 Система GMD 13, прошедшая поверку с положительными результатами, признается годной.

7.4 Система GMD 13, не прошедшая поверку с положительными результатами, к эксплуатации не допускается и на нее выдается извещение о непригодности.

7.5 Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

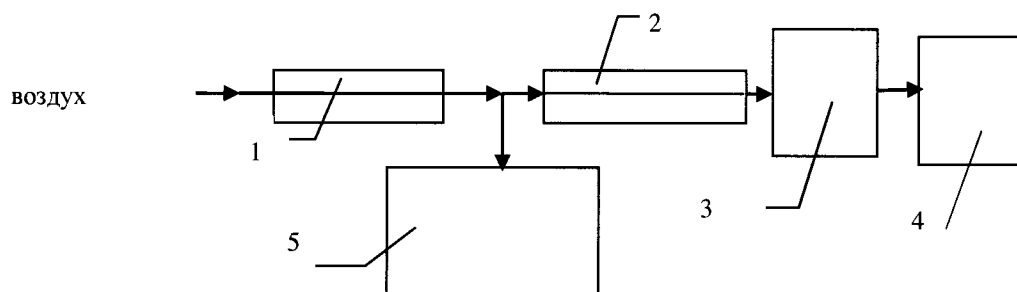


**ПРИЛОЖЕНИЕ А**  
(рекомендуемое)



1 – нагреватель; 2 – рабочая камера; 3 – зонд для отбора пробы, используемый при контроле содержания пыли; 4 - измерительный блок системы; 5 насос системы 6 - рабочий эталон (рабочий эталон 1-го разряда абсолютного давления и калибратор температуры КТ-1и КТ-2)

Рисунок А.1 Газовая схема для создания давления в диапазоне от 700 до 1100 гПа и температуры от 20 до 280 °С



1 – рабочая камера; 2 – зонд для отбора пробы, используемый при контроле содержания пыли; 3 - измерительный блок системы; 4 - насос; 5 – рабочий эталон 1-го разряда объемного расхода

Рисунок А.2 Газовая схема для создания газового потока с расходом от 5 до 60 дм<sup>3</sup>/мин

## Протокол поверки системы GMD 13

Зав.№ 01-2017 \_\_\_\_\_  
 Дата выпуска \_\_\_\_\_  
 Дата поверки \_\_\_\_\_  
 Методика поверки МП-242-2180-2017

## Условия поверки:

1. температура окружающего воздуха \_\_\_\_\_ °С;
2. атмосферное давление \_\_\_\_\_ кПа;
3. относительная влажность \_\_\_\_\_ %.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ПОВЕРКИ

1 Внешний осмотр \_\_\_\_\_

2 Опробование \_\_\_\_\_

2.1 Проверка сопротивление изоляции \_\_\_\_\_

2.2 Проверка общего функционирования \_\_\_\_\_

2.3 Проверка герметичности \_\_\_\_\_

2.4 Подтверждение соответствия программного обеспечения \_\_\_\_\_

3 Определение метрологических характеристик

3.1 Определение основной погрешности системы GMD 13

Т а б л и ц а 1 – Метрологические характеристики системы для измерительных каналов параметров газового потока

Определяемый параметр	Диапазон измерений	Единица измерений	Пределы допускаемой основной погрешности, ±	Максимальные значения основной погрешности, полученные при поверке
Температура газовой пробы	от 0 до 280	°С	2,0 °С	
Объемный расход	от 5 до 60	дм <sup>3</sup> /мин	2,0 % (отн.)	
Абсолютное давление	от 700 до 1100	гПа	2,0 гПа	
Скорость потока газа	от 3 до 50	м/с	1,0 м/с	

Т а б л и ц а 2 – Метрологические характеристики системы по каналу измерений массовой концентрации пыли

Измеряемая величина	Диапазон измерений	Единица измерений	Пределы допускаемой основной относительной погрешности, %, ±	Максимальные значения основной относительной погрешности, полученные при поверке, %
Масса пыли на фильтре	от 20 до 300	мг	6	
Массовая концентрация пыли	от 10 до 1000	мг/м <sup>3</sup>	7	

Заключение \_\_\_\_\_

Поверитель \_\_\_\_\_