

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ГЦИ СИ ФГУП
"ВНИИМ им. Д.И.Менделеева"
Ханов Н.И.



Преобразователи дисперсного состава аэрозолей аэродинамические
импакторные восьмикаскадные АПИ-8

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
№ МП 242-1656-2015

н.р. 62988-16

Руководитель научно-исследовательского отдела
Государственных эталонов в области
физико – химических измерений
ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева»


Л.А.Конопелько
" " 2015 г.

Руководитель лаборатории государственных этало-
нов и научных исследований в области измерения
параметров дисперсных сред
ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева»


Д.Н.Козлов

Инженер
ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева»


Д.А.Власов

Настоящий документ устанавливает методы и средства первичной и периодической поверки преобразователей дисперсного состава аэрозолей аэродинамических импакторных восьмикаскадных АПИ-8 (далее импактор).

Интервал между поверками - 3 года*).

1. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1. При проведении первичной и периодической поверок должны быть выполнены следующие операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки
Внешний осмотр	п.6.1.
Опробование	п.6.2.
Определение метрологических характеристик	п.6.3.

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

2. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

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

Таблица 2 – Средства измерений и оборудование, применяемые при поверке

Номер пункта МП	Наименование средства измерений или вспомогательного средства поверки, номер документа, регламентирующего технические требования к СИ, основные технические и (или) метрологические характеристики
4.1	Термометр лабораторный ТЛ-4 по ГОСТ 28498-90, диапазон измерений от 0 до 50 °С, цена деления 0,1 °С
4.1	Барометр-анероид М-98 по ТУ 25-11-1316-76 «Барометр-анероид М-98. Технические условия», предел допускаемой погрешности $\pm 0,8$ мм диапазона измерений (610-790) мм. рт. ст.
4.1	Психрометр аспирационный М-34-М по ГРПИ 405132.001 ТУ «Психрометры аспирационные. Технические условия», диапазон измерений относительной влажности от 10 % до 100 %
6.3	<p>Генератор монодисперсных аэрозолей конденсационный серии SLG - 270 Камера смешения потоков ШДЕК 418313.015; Установка воздушной сепарации порошков ШДЕК 418313.016 Государственный рабочий эталон единицы массовой концентрации частиц в аэродисперсных средах в диапазоне от 0,02 до 1500 мг/м³ (регистрационный номер 3.1.ZZB.0161.2015), относительная погрешность ± 10 % в составе: - анализатор пыли «ДАСТ-1-Э»; - аэрозольная камера для создания тестового аэрозоля, ШДЕК 418.313.010; - генератор аэрозоля шнековый, ШДЕК 418.313.012.</p> <p>Пробоотборник воздуха (аспиратор) автоматический ОП, мод. ОП-442ТЦ по ТУ 4213-005-23136558-99, приведенная погрешность ± 5 % Весы класс точности специальный по ГОСТ Р 53228-2008. Микроскоп XSZ-148E по ТУ ИКШЮ.201131.002-03 ТУ с мерой длины штриховой. Анализатор размеров частиц лазерный Микросайзер 201, относительная погрешность измерения значения $d_{50} \pm 10$ %. Электрокорунд марки 25А по ГОСТ 28818-90. Натрий хлористый (NaCl) по ГОСТ 4233-77. Фильтр мембранный Dugarone, 0.65 мкм DVPP.</p>

*) поверка средств измерений, входящих в комплект импактора, осуществляется по методикам поверки средств измерений и с установленной периодичностью.

2.2. Допускается применение других средств измерений, класс точности и характеристики которых не хуже указанных в таблице 2.

2.3. Средства измерений, указанные в таблице 2, должны быть поверены в установленном порядке и иметь не просроченные свидетельства о поверке.

3. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

3.1. При проведении поверки должны соблюдаться требования безопасности, изложенные в эксплуатационной документации средств измерений и вспомогательных средств поверки, указанных в таблице 2.

4. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

4.1. При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающей среды (20 ± 5) °С;
- атмосферное давление от 90,6 до 104,8 кПа;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %.

5. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

5.1. Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- поверяемое средство измерений (СИ) должно быть подготовлено к работе в соответствии с руководством по эксплуатации (РЭ);
- поверяемое СИ должно быть выдержано в помещении при температуре, соответствующей условиям поверки, не менее 8 часов.
- подготовить к работе средства поверки, перечисленные в таблице 2, по прилагаемым к ним эксплуатационным документам.

6. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

6.1. Внешний осмотр

6.1.1. При внешнем осмотре должно быть установлено отсутствие внешних повреждений и следов коррозии, влияющих на работоспособность поверяемого СИ.

6.1.2. Комплектность и маркировка поверяемого СИ должна соответствовать требованиям РЭ.

6.1.3. Поверяемое СИ считается выдержавшим внешний осмотр удовлетворительно, если оно соответствует перечисленным выше требованиям.

6.2. Опробование

6.2.1. Выполнить сборку/разборку импактора. Все ступени импактора должны легко стыковаться между собой, это требование касается и резьбовых соединений.

6.2.2. Подсоединить выходную трубку импактора к входному штуцеру аспиратора при помощи резиновой трубки.

6.2.3. Произвести включение аспиратора.

6.2.4. Установить расход воздуха через импактор 10 дм³/мин.

6.2.5. Проверить герметичность. Перекрыть входное отверстие импактора. При этом расход на аспираторе должен снизиться до нуля.

6.2.6. Выключить аспиратор.

6.2.7. Результаты опробования считаются положительными, если импактор соответствует перечисленным выше требованиям.

6.3. Определение метрологических характеристик

6.3.1. Определение относительной погрешности измерения диаметра отсечки d_{50}^{**}).

6.3.1.1. Для определения относительной погрешности измерения диаметра отсечки ступеней с d_{50} равным 0,8, 1,0, 1,8 и 7,5 мкм использовать схему в соответствии с рисунком Б.1 приложения Б, в качестве генератора аэрозоля (ГА) применять генератор SLG – 270.

6.3.1.2. Установить режим работы генератора SLG – 270 в зависимости от выбранной ступени, в соответствии с данными таблицы 3. Режимы работы конденсационного генератора SLG-270 задаются при его настройке на стадии подготовки к поверке. Размер частиц генератора контролировать на поверхности мембранного фильтра с помощью микроскопа.

Таблица 3 - Выбор режимов отбора пробы и работы генератора SLG – 270

Ступень с d_{50} , мкм	d_p , мкм	Δd_p , мкм	C_p , мг/м ³	ΔC_p , мг/м ³	t_s , мин	$t_{\text{даст}}$, мин	п
0,8	0,8	$\pm 0,1$	2,5	$\pm 0,5$	120	30	4
1,0	1,0	$\pm 0,1$	5	± 1	60	30	2
1,8	1,8	$\pm 0,2$	15	± 2	30	6	5
7,5	7,5	$\pm 1,0$	20	± 2	6	3	2

d_p – диаметр генерируемых частиц, определяемый как средний геометрический взвешенный размер частиц, мкм; Δd_p – допускаемые отклонения размеров частиц, мкм; C_p – массовая концентрация частиц, мг/м³; ΔC_p – допускаемые отклонения массовой концентрации частиц, мг/м³; t_s – время отбора пробы через импактор, мин; $t_{\text{даст}}$ – время отбора пробы анализатором пыли «ДАСТ-1-Э»; п – количество циклов отбора пробы анализатором пыли «ДАСТ-1-Э» с временем $t_{\text{даст}}$ за время t_s .

6.3.1.3. С помощью аспиратора ОП-442ТЦ установить время отбора пробы через импактор для ступени с d_{50} равным 0,8 мкм в соответствии с данными таблицы 3. Пробоотбор через импактор производить со скоростью 10 дм³/мин.

6.3.1.4. Установить режим работы анализатора пыли «ДАСТ-1-Э», в зависимости от выбранной ступени в соответствии с данными таблицы 3.

6.3.1.5. Разобрать импактор и взвесить выбранную ступень с соответствующим значением d_{50} . Собрать импактор.

6.3.1.6. Одновременно отобрать пробу аспиратором и провести измерения анализатором пыли «ДАСТ-1-Э». Отбор пробы через импактор должен быть синхронизирован с отбором пробы анализатора пыли «ДАСТ-1-Э», т. е. время включения и выключения пробоотбора через импактор должно синхронизироваться с временем начала и окончания отбора пробы анализатора пыли «ДАСТ-1-Э».

6.3.1.7. С окончанием отбора пробы взвесить выбранную ступень с соответствующим значением d_{50} . Почистить импактор.

6.3.1.8. Вычислить массу частиц, осевших на выбранной ступени, $m_{\text{ступ}}$, мг, по формуле 1.

$$m_{\text{ступ}} = m2_{\text{ступ}} - m1_{\text{ступ}} \quad (1)$$

где $m1_{\text{ступ}}$ - масса ступени до отбора пробы, мг;

$m2_{\text{ступ}}$ - масса ступени после отбора пробы, мг.

6.3.1.9. Вычислить относительную погрешность определения значения d_{50} по формуле 2.

$$\delta_{\text{ступ}} = \frac{2 \cdot m_{\text{ступ}} - C_{\text{Даст}}}{t_s \cdot Q_{\text{имп}} \cdot C_{\text{Даст}}} * 100\% \quad (2)$$

**) аэродинамический размер частиц, эффективность осаждения которых на данной ступени составляет 50 %

где $\delta_{\text{ступ}}$ - относительная погрешность определения значения d_{50} для выбранной ступени каскадного импактора, %;

t_s - время отбора пробы, мин;

$Q_{\text{имп}}$ - скорость отбора пробы через импактор, м³/мин, $Q_{\text{имп}}=10$ дм³/мин;

$\bar{C}_{\text{Даст}}$ - среднее арифметическое значение массовой концентрации частиц за время отбора пробы, вычисленное по показаниям анализатора пыли «ДАСТ-1-Э», мг/м³.

6.3.1.10. Выполнить пункты 6.3.1.3 – 6.3.1.9 для ступеней с d_{50} равным 1,0, 2,8 и 7,5 мкм.

6.3.1.11. Для определения относительной погрешности измерения диаметра отсечки ступеней с d_{50} равным 10, 15, 20 и 40 мкм использовать схему в соответствии с рисунком Б.1 приложения Б, в качестве генератора аэрозоля (ГА) применять генератор аэрозоля шнековый.

6.3.1.12. Установить режимы работы генератора шнекового, режимы отбора пробы и измерения массовой концентрации в соответствии с данными таблицы 4.

Таблица 4 - Выбор режимов отбора пробы и работы генератора аэрозолей шнекового

Ступень с d_{50} , мкм	d_p , мкм	Δd_p , мкм	Скорость шнека, об/мин.	Скорость платформы, об/мин.	t_s , мин.	$t_{\text{даст}}$, мин.	п
10	10	± 1	400	20	6	3	2
15	15	$\pm 1,5$	80	20	6	3	2
20	20	± 2	40	20	6	3	2
40	40	± 4	4	20	6	3	2

6.3.1.13. Засыпать в генератор аэрозоля шнековый отсепарированный в воздушном сепараторе порошок корунда марки А25 со средним аэродинамическим диаметром, соответствующем выбранной ступени.

6.3.1.14. Контроль параметров сепарированных в воздушном сепараторе порошков производится с помощью лазерного анализатора размеров частиц «Микросайзер 201». Значение Δd_p определяется по формуле 3.

$$\Delta d_p = \sqrt{\rho_p} d_p - d_{50MS} \quad (3)$$

где d_{50MS} – значение размера частиц, соответствующее точке медианы распределения частиц по массе, полученное по результатам измерений лазерным анализатором размеров частиц;

ρ_p – относительная плотность корунда, $\rho_p = 4$.

6.3.1.15. С помощью аспиратора ОП-442ТЦ установить время отбора пробы через импактор для ступени с d_{50} равным 10 мкм, в соответствии с данными таблицы 4. Пробоотбор через импактор производить со скоростью 10 дм³/мин.

6.3.1.16. Установить режим работы анализатора пыли «ДАСТ-1-Э», в зависимости от выбранной ступени, в соответствии с данными таблицы 4.

6.3.1.17. Выполнить пункты 6.3.1.5 – 6.3.1.9

6.3.1.18. Выполнить пункты 6.3.1.15 – 6.3.1.17 для ступеней с d_{50} равным 15, 20 и 40 мкм, используя данные из таблицы 4.

6.3.1.19. Результаты определения относительной погрешности диаметра отсечки считают положительными, если полученные значения относительной погрешности $\delta_{\text{ступ}}$ для каждой ступени импактора не превышают пределов допускаемой погрешности ± 20 %.

6.3.2. Определение относительной погрешности измерения массовой концентрации аэрозоля.

6.3.2.1. Собрать схему в соответствии с рисунком В.1 приложения В.

6.3.2.2. Разобрать импактор и взвесить все ступени включая фильтр. Собрать импактор.

6.3.2.3. Засыпать исходный (без предварительной сепарации) порошок корунда марки А25 в генератор аэрозоля шнековый.

6.3.2.4. Установить в камере аэрозольной массовую концентрацию пыли (тестовый аэрозоль, полученный путем распыления порошок корунда) 75 ± 25 мг/м³.

6.3.2.5. Одновременно отобрать пробу аспиратором и провести измерения анализатором пыли «ДАСТ-1-Э». Отбор пробы через импактор должен быть синхронизирован с отбором пробы анализатора пыли «ДАСТ-1-Э», т. е. время включения и выключения пробоотбора через импактор должно синхронизироваться с временем начала и окончания отбора пробы анализатора пыли «ДАСТ-1-Э».

6.3.2.6. С окончанием отбора повторно взвесить все ступени импактора. Почистить импактор.

6.3.2.7. Вычислить массу частиц, осевших на каждой ступени, m_i , мг.

6.3.2.8. Просуммировав массы частиц на каждой ступени получить значение общей массы частиц, осевших в импакторе, $m_{\text{имп}}$, мг.

6.3.2.9. Вычислить массовую концентрацию аэрозоля по формуле (4).

$$C_{\text{имп}} = \frac{m_{\text{имп}}}{t_s * Q_{\text{имп}}} \quad (4)$$

6.3.2.10. Вычислить относительную погрешность $\delta_{\text{имп}}$, % по формуле (5).

$$\delta_{\text{имп}} = \frac{C_{\text{имп}} - C_{\text{Даст}}}{C_{\text{Даст}}} * 100 \quad (5)$$

где: $\delta_{\text{имп}}$ - относительная погрешность определения массовой концентрации, %;

$m_{\text{имп}}$ - масса частиц, осевших в импакторе, мг;

$C_{\text{Даст}}$ – значение массовой концентрации пыли, полученное на эталоне, мг/м³.

6.3.2.11. Взвесить все ступени импактора, включая фильтр. Собрать импактор.

6.3.2.12. Установить в камере аэрозольной массовую концентрацию пыли 700 ± 100 мг/м³.

6.3.2.13. Выполнить операции п.п. 6.3.2.5 – 6.3.2.11.

6.3.2.14. Установить в камере аэрозольной массовую концентрацию пыли 1300 ± 200 мг/м³.

6.3.2.15. Выполнить операции п.п. 6.3.2.5 – 6.3.2.10.

6.3.2.16. Результаты определения относительной погрешности измерения массовой концентрации считают положительными, если полученные значения относительной погрешности $\delta_{\text{имп}}$ не превышают пределов допускаемой погрешности ± 20 %.

7. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

7.1. Результаты проверки вносят в протокол, форма которого приведена в приложении А.

7.2. Импактор, удовлетворяющий требованиям настоящей методики, признается годным и на него выдается свидетельство о поверке установленной формы.

7.3. Импактор, не удовлетворяющий требованиям настоящей методики, к дальнейшей эксплуатации не допускается и на него выдается извещение о непригодности.

Приложение А
(рекомендуемое)

ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ
Преобразователя дисперсного состава аэрозолей аэродинамического
импакторного восьмикаскадного АПИ-8

Поверка осуществляется в соответствии с документом «Преобразователи дисперсного состава аэрозолей аэродинамические импакторные восьмикаскадные АПИ-8. Методика поверки. МП-242-1656-2013»

Зав. № _____
Дата выпуска _____

Условия поверки: температура окружающего воздуха _____ °С;
атмосферное давление _____ кПа;
относительная влажность _____ %.

СВЕДЕНИЯ О СРЕДСТВАХ ПОВЕРКИ

РЕЗУЛЬТАТЫ ПОВЕРКИ

1. Результаты внешнего осмотра _____
2. Результаты опробования _____
3. Результаты определения метрологических характеристик

3.1. Определение относительной погрешности диаметра отсечки

№ ступени	номинальное значение диаметра отсечки d_{50} , мкм	$m_{\text{ступ}}$, мг	$\overline{C}_{\text{Даст}}$, мг/м ³	t_s , мин	$\delta_{\text{ступ}}$, %	пределы допускаемой погрешности, %
1	40					±20
2	20					±20
3	15					±20
4	10					±20
5	7,5					±20
6	1,8					±20
7	1,0					±20
8	0,8					±20

3.2. Определение относительной погрешности измерения массовой концентрации аэрозоля

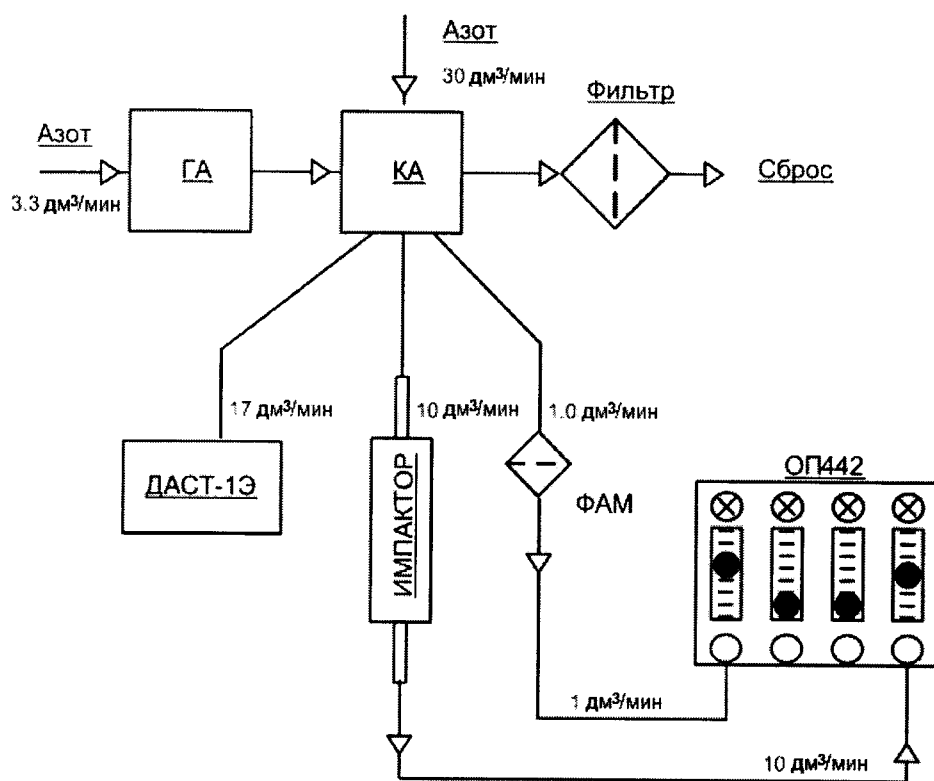
№ п/п	$C_{\text{даст}}, \text{мг/м}^3$	$C_{\text{имп}}, \text{мг/м}^3$	Относительная погрешность $\delta_{\text{ИМП}}, \%$
1.			
2.			
3.			

Заключение _____

Поверитель _____

Дата поверки _____

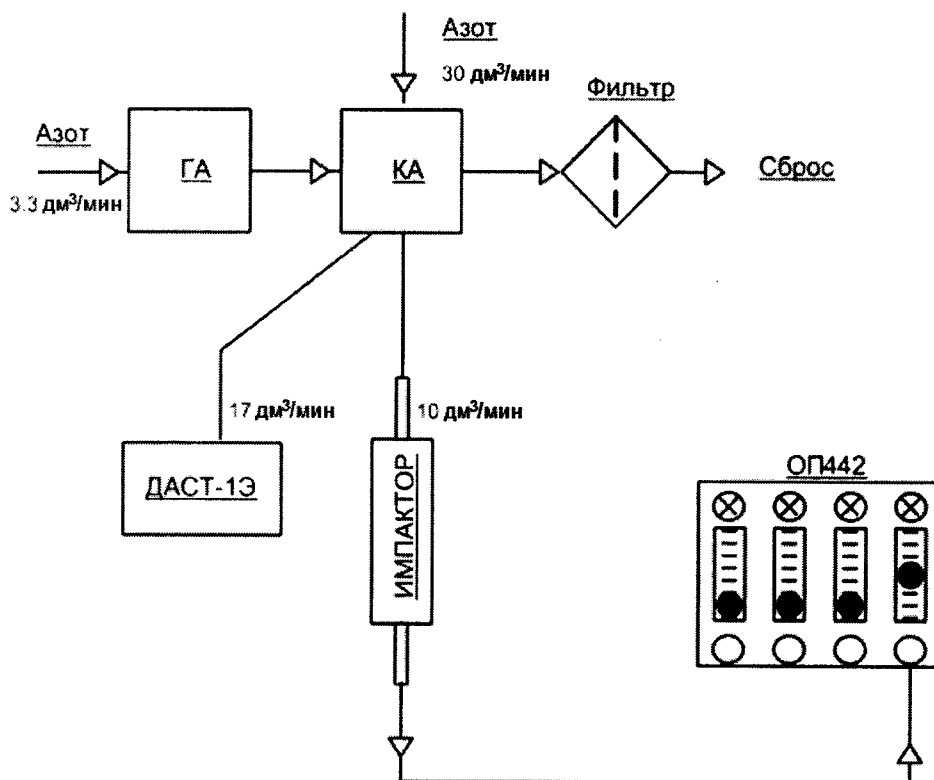
Приложение Б
(рекомендуемое)



ГА – генератор аэрозоля; КА – камера аэрозольная; Фильтр – фильтр воздушный;
ОП442 – пробоотборное устройство; ДАСТ-1Э – анализатор пыли «ДАСТ-1-Э»; ФАМ –
фильтр аналитический мембранный

Рисунок Б.1 - Схема для определения относительной погрешности.

Приложение В
(рекомендуемое)



ГА – генератор аэрозоля; КА – камера аэрозольная;
Фильтр – фильтр воздушный; ОП442 – пробоотборное устройство;
ДАСТ-1Э – анализатор пыли «ДАСТ-1-Э».
Рисунок В.1 - Схема для определения относительной погрешности.