

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ**

**ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ  
(ВНИИМС)**

## **МЕТОДИКА**

**АТТЕСТАЦИИ ДОЗИРУЮЩИХ ОБЪЕМОВ МИКРОДОЗАТОРОВ**

**МИ 206—80**

## **РАЗРАБОТАНЫ ВНИИМС**

Директор **А. А. Черноярский**

Руководители **Г. Н. Воронов, Ш. Р. Фаткудинова, С. Б. Никитина**

Исполнители: **О. Л. Рутенберг, С. В. Тербилова**

## **ПОДГОТОВЛЕНА К УТВЕРЖДЕНИЮ отделом № 36 ВНИИМС**

Руководитель подразделения **Г. Н. Воронов**

Исполнители **О. Л. Рутенберг, С. Б. Никитина**

**УТВЕРЖДЕНА** научно-техническим советом Всесоюзного научно-исследовательского института метрологической службы (ВНИИМС)  
**9 декабря 1976 г., протокол № 4**

## МЕТОДИКА

### аттестации дозирующих объемов микродозаторов

МИ 206—80

Методика устанавливает основные положения метрологической аттестации дозирующих объемов микродозаторов.

#### 1. ОПЕРАЦИИ И СРЕДСТВА АТТЕСТАЦИИ

1.1. Операции, проводимые при аттестации дозирующих объемов микродозаторов, и применяемые средства должны соответствовать указанным в таблице.

Операции, проводимые при аттестации	Номер пункта методики аттестации	Средства аттестации и их нормативно-техническая характеристика
Внешний осмотр	3.1	—
Опробование	3.2	—
Определение действительного объема дозирования образцовых микродозаторов адсорбционно-весовым методом	3.3	Весы аналитические ВМ-20-М 2-го класса Набор пирь 2-го класса по ГОСТ 12656—67 Углерод четыреххлористый марки х. ч. в соответствии с ГОСТ 20288—74 Уголь активированный марки СКТ в соответствии с ТУ 6-09-3247—73 Гелий марки о. ч. по ТУ 51-689—75 Весы аналитические ВМ-20-М п-ксилол марки х. ч. в соответствии с ТУ 6-09-3780—74
Определение действительного объема дозирования образцовых микрошприцов весовым методом	3.4	
Определение действительного объема дозирования рабочих дозаторов методом сравнения на хроматографе	3.6	Универсальный газовый хроматограф с детектором ионизации в пламени или с детектором по теплопроводности

## 2. АТТЕСТАЦИЯ

### 2.1. Перед проведением аттестации следует:

установить весы, предназначенные для проведения аттестации, на прочном столе (мраморная плита), закрепленном на заделанных в капитальные стены консолях вдали от окон и нагревательных приборов;

при выполнении работы придерживаться правил обращения с точными весами и гириями;

температуру помещения, где будут происходить измерения, поддерживать в пределах 18—22°C. Температура внутри весов не должна отличаться от температуры помещения более, чем на 0,3°C. За время выполнения каждой серии взвешиваний (10 раз по  $N$  наборов) температура помещения не должна меняться более, чем на 0,5°C;

перед началом измерений поверить весы и используемые гири; пневмопривод газового микродозатора проверить на герметичность при давлении 6 кгс/см<sup>2</sup>;

газовый микродозатор проверить на герметичность при давлении 4 кгс/см<sup>2</sup>;

газовый микродозатор поместить в воздушный термостат. Температура в термостате должна поддерживаться с погрешностью  $t \pm 0,5^\circ\text{C}$ , где  $18^\circ\text{C} \leq t \leq 30^\circ\text{C}$ ;

газохроматографические шприцы промыть в соответствии с инструкцией по эксплуатации и высушить при температуре 150°C.

## 3. ПРОВЕДЕНИЕ АТТЕСТАЦИИ

### 3.1. Внешний осмотр

3.1.1. При внешнем осмотре микродозаторов должно быть установлено: соответствие комплектности и маркировки микродозатора технической документации; отсутствие на поверхности дозирующих элементов царапин, следов коррозии, следов шлифовальных материалов и других загрязнений; незасоренность дозирующих отверстий следами уплотняющих и шлифовальных материалов; отсутствие по краям отверстий зазубрин и заусенцев, заметных на глаз или на ощупь.

### 3.2. Опробование.

3.2.1. Возможность свободного перемещения дозирующих элементов и правильность фиксации стопорных винтов проверяют при включении пневмопривода.

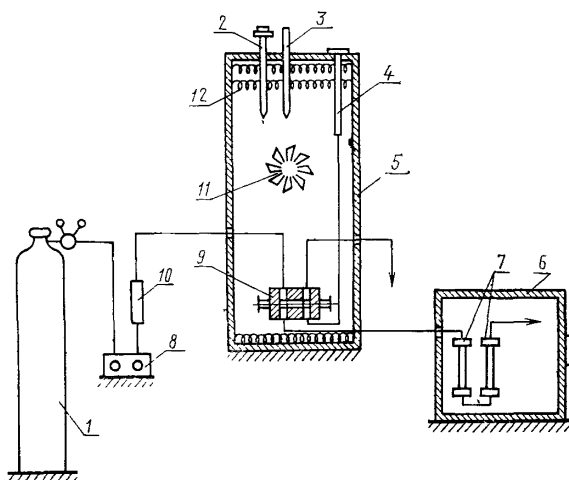
3.2.2. Проверяют возможность свободного перемещения поршня по всей шкале.

3.3. Определение действительного значения объема дозирования образцовых газовых микродозаторов адсорбционно-весовым методом.

3.3.1. Определение действительного значения объема дозирования основано на методе адсорбции. Суть метода заключается в

том, что рабочей жидкостью заполняют дозирующий объем. Микродозатор переключают в положение дозирования. Газ-носитель вытесняет жидкость на адсорбент. Количество жидкости определяют по привесу адсорбента за один или несколько циклов дозирования. В качестве рабочей жидкости применяют четыреххлористый углерод марки х. ч. Адсорбентом служит активированный уголь марки СКТ. Уголь должен быть обезвожен прокаливанием при температуре 150—180 °С в атмосфере гелия. Хранить активированный прокаленный уголь следует в эксикаторе.

3.3.2. Аттестацию микродозаторов проводят на установке, схема которой показана на рисунке.



Газ-носитель гелий из баллона 1 через блок подготовки газов 8 и ловушку 10, заполненную ангидроном, поступает в микродозатор 9, а затем в трубку 7, заполненные активированным углем. Четыреххлористый углерод из напорной склянки 4 поступает в микродозатор снизу вверх. Микродозатор и напорная склянка помещены в воздушный термостат 5.

Температура в термостате регулируется автоматически контактным термометром 2, реле и нагревательной спиралью 12, измеряется ртутным термометром 3 с ценой деления 0,1 °С.

На стенке термостата укреплен вентилятор 11 для перемешивания воздуха. Трубки снабжены резьбой на концах и полированными заглушками. Трубки и заглушки изготовлены из нержавеющей стали. Заполненные активированным углем трубки помещены в бокс 6 из органического стекла. Чтобы избежать попадания воздуха в трубки, бокс непрерывно продувают гелием.

3.3.3. Объем дозирования следует определять в следующем порядке:

открыть баллон с газом-носителем гелием. Расход газа-носителя установить в пределах от  $0,5 \cdot 10^{-6}$  до  $1,4 \cdot 10^{-6}$  м<sup>3</sup>/с (от 1,8 до 5 л/ч);

по истечении 5—6 ч трубки с углем периодически через 1 ч взвешивать на аналитических весах ВМ-20. Перед взвешиванием трубки, не вынимая из бокса, закрывают заглушками. Массу трубок с углем определяют методом взвешивания на одном плече по ГОСТ 13703—68;

всю систему продуть гелием до насыщения активированного угля. Уголь считается насыщенным гелием, если случайное отклонение результата наблюдений не превышает  $1 \cdot 10^{-4}$  г при трех взвешиваниях;

микродозатор переключить в положение «набор пробы». Четыреххлористый углерод из напорной склянки поступает в микродозатор и заполняет дозирующий объем;

микродозатор переключить в положение «дозирование». Газ-носитель вымывает четыреххлористый углерод в первую трубку с активированным углем, вторая трубка служит для контроля полноты поглощения. Продолжительность вымывания четыреххлористого углерода зависит от его количества, а следовательно, от дозирующего объема.

Рекомендуемая продолжительность взвешивания четыреххлористого углерода в зависимости от объема дозирования следующая:

Объем дозирования, мм <sup>3</sup>	Продолжительность вымывания CCl <sub>4</sub> , мин
20	120
5	20
0,5	10

трубки, заполненные четыреххлористым углеродом, взвесить на аналитических весах ВМ-20-М;

количество поглощенного четыреххлористого углерода определить по разнице масс первой трубки до и после поглощения. Масса второй трубки должна оставаться постоянной (случайное отклонение результата наблюдений не должно превышать  $1 \cdot 10^{-4}$  г).

Операции, описанные в пункте п. 3.2.3, следует повторять не менее 10 раз.

3.3.4. Значения дозирующего объема вычисляют по формуле

$$\bar{V} = \frac{\bar{m}}{N \rho_{\text{CCl}_4}^t},$$

где  $\bar{m}$  — среднее значение массы четыреххлористого углерода;  $\rho_{\text{CCl}_4}^t$  — плотность четыреххлористого углерода при температуре дозирования;  $N$  — число накоплений.

3.4. Определение действительного объема дозирования образцовых микрошприцев весовым методом.

3.4.1. На микрошприцы устанавливают упоры для точного установления аттестуемого объема пробы \*.

3.4.2. Объемы дозы устанавливают с помощью упоров равными 1; 0,8; 0,6; 0,4; 0,2 полного объема шприца.

3.4.3. Вносят дозу  $n$ -ксилола, отобранную шприцем в приготовленную емкость. Количество отборов зависит от аттестуемой дозы:

Доза, мм <sup>3</sup>	Количество отборов
1	10
0,8	10
0,6	20
0,4	20
0,2	20

3.4.4. Взвесить емкость с  $n$ -ксилолом в соответствии с ГОСТ 13703-68 (метод взвешивания на одном плече).

3.4.5. Массу отобранного шприцем  $n$ -ксилола определяют по разности массы емкости до и после отбора проб.

3.4.6. Массу измеряют не менее 10 раз.

3.4.7. Результаты наблюдений вносят в таблицу. При этом вычисляют среднее арифметическое результатов наблюдений и объем дозы микродозатора с учетом числа наборов

$$\bar{V} = \frac{\bar{m}}{N\rho^t},$$

где  $\bar{m}$  — среднее значение массы;  $\rho^t$  — плотность рабочего вещества при температуре  $t$ ;  $N$  — число накоплений.

3.5. Суммарную погрешность результата измерения объема вычисляют следующим образом;

определяют оценку относительного среднего квадратического отклонения (СКО) результата измерения массы

$$S_{\bar{m}_{\text{отн}}} = \frac{1}{\bar{m}} \sqrt{\frac{\sum (\bar{m} - m_i)^2}{n(n-1)}},$$

где  $n$  — число наблюдений;  $m_i$  — масса рабочего вещества в  $i$ -м наблюдении;

определяют границу неисключенной систематической погрешности результата измерения  $\Theta = \frac{\delta_p}{\rho^t}$ ,

где  $\rho^t$  — значение плотности рабочего вещества при температуре  $t$ ;  $\delta_p$  — погрешность значения плотности рабочего вещества (находят по справочным данным с учетом температурной погрешности опыта);

определяют отношение  $\Theta/S_{\bar{m}_{\text{отн}}}$ .

---

\* Порядок аттестации сохраняется для шприцев без упоров.

Если  $\Theta/S_{\bar{m}_{\text{отн}}} < 0,8$ , то неисключенной систематической погрешностью можно пренебречь. Погрешность результата в этом случае характеризуют только случайной погрешностью. Доверительные границы погрешности результата определяют по уравнению

$$\delta_V = \pm (t_q)_{\bar{m}} \cdot S_{\bar{m}_{\text{отн}}},$$

где  $t_q$  — процентный квантиль распределения случайной погрешности результата измерения;  $S_{\bar{m}_{\text{отн}}}$  — оценка СКО результата измерения.

Если  $\Theta/S_{\bar{m}_{\text{отн}}} \geq 8$ , то случайными погрешностями можно пренебречь. Погрешность результата характеризуется неисключенной систематической погрешностью. Если  $8 > \Theta/S_{\bar{m}_{\text{отн}}} \geq 0,8$ , то учитывают как случайные, так и систематические погрешности. В этом случае доверительные границы погрешности результата измерения вычисляют по формуле

$$\delta_Z = \pm (t_q)_Z S_Z,$$

где  $(t_q)_Z$  — коэффициент функции распределения композиции случайной и неисключенной систематических составляющих доверительной вероятности  $P$ ;

$S_Z$  — оценка суммарного СКО результата измерения;

$$(t_q)_Z = \frac{t_q S_{\bar{m}_{\text{отн}}} + \Theta}{S_{\bar{m}_{\text{отн}}} + S_{\Theta}},$$

$$\text{где } S_{\Theta} = \sqrt{\Theta^2/3}.$$

Суммарное СКО результата измерения оценивают по зависимости

$$S_Z = \sqrt{S_{\bar{m}_{\text{отн}}}^2 + \frac{\Theta^2}{3}}.$$

3.6. Определение действительного значения объема дозирования рабочих дозаторов методом сравнения на хроматографе.

3.6.1. Действительное значение дозирующего объема рабочих дозаторов определяют сравнением его с образцовым дозатором на хроматографе. Образцовый дозатор аттестуют в соответствии с пп. 3.3 и 3.4 настоящей методики. Образцовый и рабочий дозаторы должны работать в одинаковых условиях.

3.6.2. Сравнение можно проводить на хроматографе с детектором ионизации в пламени или с детектором по теплопроводности. Режим работы приборов выбирают по ТУ на данный прибор.

3.6.3. В зависимости от постоянства чувствительности прибора для сравнения дозирующих объемов используют либо смеси произвольного состава, либо аттестованные чистые газы и жидкости, или аттестованные газовые смеси.



3.6.4. Если при сравнении дозирующих объемов значения выходных сигналов находятся в линейном диапазоне, то для аттестации применяют чистый газ или жидкость, или смесь произвольного состава. В этом случае неизвестный дозирующий объем вычисляют их соотношения

$$\frac{\bar{V}_i}{V_0} = \frac{\bar{A}_i}{\bar{A}_0},$$

где  $V_0$  и  $\bar{V}_i$  — значения дозирующих объемов образцового и аттестуемого дозаторов;  $\bar{A}_0$  и  $\bar{A}_i$  — средние значения соответствующих выходных сигналов (площади или высоты пиков) хроматографа.

3.6.5. Чтобы исключить влияние нелинейности при сравнении дозирующих объемов газовых дозаторов, отличающихся на порядок и более, следует использовать аттестованные газовые смеси или аттестованный чистый газ и аттестованную газовую смесь.

Зависимость между дозирующими объемами определяют по соотношению

$$\frac{V_0 N_1}{\bar{V}_i N_2} = \frac{\bar{A}_0}{\bar{A}_i},$$

где  $N_1, N_2$  — мольная доля основного компонента в смесях 1 и 2.

3.6.6. Погрешность измерения дозирующего объема микродозаторов вычисляют следующим образом:

определяют оценку относительного СКО результата измерения площади пика (высоты) для образцового и рабочего дозаторов соответственно

$$S_{\bar{A}_0} = \frac{1}{\bar{A}_0} \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (\bar{A}_0 - A_{0j})^2}{n(n-1)}};$$

$$S_{\bar{A}_i} = \frac{1}{\bar{A}_i} \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (\bar{A}_i - A_{ij})^2}{n(n-1)}};$$

где  $\bar{A}_0$  и  $\bar{A}_i$  — средние значения выходных сигналов при дозировании образцовыми и рабочими дозаторами;  $n$  — число дозирования;

определяют оценку СКО результата измерения дозирующего объема

$$S_{\bar{V}_{\text{итн}}} = \sqrt{S_{\bar{A}_0}^2 + S_{\bar{A}_i}^2};$$

определяют границы неисключенной систематической погрешности  $\Theta$  результата измерения.

При аттестации дозирующих объемов одного порядка (п. 3.6.4)  $\Theta = \Theta_1$ , где  $\Theta_1$  — неисключенная систематическая погрешность аттестации образцового микродозатора; при аттестации дозирующих объемов, отличающихся на порядок и более (п. 3.6.5):

$$\Theta = K \sqrt{\Theta_1^2 + \Theta_2^2 + \Theta_3^2}, \text{ где } \Theta_1; \Theta_2; \Theta_3 —$$

границы неисключенных систематических погрешностей аттестации микродозатора и смесей состава  $N_1$  и  $N_2$  соответственно;  $K$  — коэффициент, определяемый принятой доверительной вероятностью. Так как число суммируемых погрешностей менее 4, то  $K$  определяют по графику зависимости  $K=f(m, l)$  (см. ГОСТ 8.207—76);

определяют отношение  $\Theta/S\bar{V}$ <sup>отн</sup>

Дальнейший расчет выполняют в соответствии с п. 3.5.

3.6.7. Результат измерения дозирующего объема представляют в виде

$$\bar{V} \pm \Delta, P,$$

где  $\Delta = \delta \bar{V}$ ;  $P$  — доверительная вероятность.

#### 4. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ АТТЕСТАЦИИ МИКРОДОЗАТОРОВ

На аттестованные микродозаторы выдается свидетельство (см. приложение), в котором указывают значение дозирующего объема и погрешность аттестации дозирующего объема.

**СВИДЕТЕЛЬСТВО О МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ АТТЕСТАЦИИ**  
(форма)

\_\_\_\_\_  
(наименование организации, выдавшей свидетельство)

**СВИДЕТЕЛЬСТВО № \_\_\_\_\_**

**о метрологической аттестации**

\_\_\_\_\_  
(наименование средства измерений)

\_\_\_\_\_  
(заводское обозначение и номер средства измерений)

Дата выпуска \_\_\_\_\_ 198 \_\_\_\_ г.

Назначение \_\_\_\_\_  
(краткая характеристика объекта, для которого предназначено средство измерений, наименование измеряемых физических величин)

Краткие метрологические характеристики \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
(пределы измерений и пределы допускаемых погрешностей)

Условия эксплуатации \_\_\_\_\_

Результаты аттестации:

№ п/п.	Метрологические характеристики	Полученные значения метрологических характеристик	Оценка точности (погрешности) определения метрологических характеристик
1	2	3	4

По результатам метрологической аттестации (протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_) средство измерений допускается к применению в качестве \_\_\_\_\_ средства измерений.  
(образцовое, рабочее)

**МЕТОДИКА**  
**аттестации дозирующих объемов микродозаторов**  
**МИ 206—80**

Редактор *Н. А. Еськова*  
Технический редактор *О. Н. Никитина*  
Корректор *Е. И. Морозова*

*Сдано в наб. 01.09.80 Подп. к печ. 21.11.80 Т—18592 Формат 60×90<sup>1/16</sup> Бумага типографс-  
кая № 2 Гарнитура литературная Печать высокая 0,75 п. л. 0,61 уч.-изд. л. Тир. 3000  
Заказ № 2718 Цена 5 коп.*

---

**Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, 123557, Москва, Новопресненский пер., 3**  
**Калужская типография стандартов, ул. Московская, 256.**