

МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ОХРАНЫ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА
(НИИ АТМОСФЕРА)



МЕТОДИКА

выполнения измерений массовой концентрации хлора
в источниках загрязнения атмосферы
титриметрическим методом.

M-03-01

(ПНД Ф 13.1.58-07)

Санкт-Петербург
2001 г.

Настоящий документ устанавливает методику выполнения измерений массовых концентраций хлора в промышленных выбросах в атмосферу. Диапазон определяемых концентраций от 0,1 до 100 мг/м³. Мешают определению: диоксид хлора, бром. Диоксид азота, так же мешающий определению в промышленных выбросах совместно с хлором обычно не присутствует.

1. Характеристики погрешности измерений.

Границы относительной погрешности определения массовой концентрации хлора в промышленных выбросах во всем диапазоне измеряемых концентраций ± 25 % при доверительной вероятности 0,95.

2. Метод измерений.

Метод основан на обесцвечивании раствора метилового оранжевого (МО) хлором с образованием бесцветного соединения и последующим титриметрическим определении непрореагировавшего реагтива броматометрическим титрованием в сернокислой среде.

3. Средства измерения, вспомогательные устройства, реактивы и материалы.

Весы лабораторные 2-го класса точности ВЛР-200	ГОСТ 24104-88;
Меры массы	ГОСТ 7328-82;
Вакуумметр	ГОСТ 2405-80;
Термометр ртутный, лабораторный тип ТЛ-2 0-100 ⁰ С, цена деления - 0,5 ⁰ С	ГОСТ 215-73;
Барометр-анероид М67.	ТУ 2504-1797-75 цена деления 1 мм рт.ст
счетчик газа бытовой Галлус - 2000 (ШЛЮМБЕРЖЕ ИНДАСТРИЗ)	Государственный ре- естр - №13750-96
Секундомер, цена деления секундной шкалы 0,2 с	ГОСТ 5072-91;
Колбы конические	ГОСТ 25336-82

Колбы мерные	2-1000-2	ГОСТ 1770-74
Микробюретки	2-3-2. или 2-3-5	ГОСТ 29251-91
Пипетки	1-2-1; 1-2-2; 2-2-5; 2-2-10	ГОСТ 29169-91
Цилиндр, объемом	200 см ³	ГОСТ 1770-74
Цилиндр, объемом	1000 см ³	ГОСТ 1770-74
Водяная баня		ТУ 46-22-606-75
Вода дистиллированная		ГОСТ 6709-72
Серная кислота, х.ч.		ГОСТ 4204-77
Метиловый оранжевый, индикатор		ГОСТ 10816-64
Калий бромистый, ч.д.а.		ГОСТ 4160-65
Калий бромноватокислый, х.ч.		ГОСТ-4457-65
Магнитная мешалка с нагревом ММ ЗМ или аналогич- ная		ТУ 25-11-834-73
Электроаспиратор любого типа, с расходом от 0.5 до 5 дм ³ /мин например М-822		ГОСТ 13478-75
Шланги силиконовые диаметром вн. 6 мм;		ГОСТ 54962-76
Поглотители Рыхтера		ТУ 25.11.1136-75
Зонд пробоотборный		рис. 1

Примечание: все перечисленные средства измерений могут быть заменены аналогичными, с метрологическими характеристиками не уступающими вышеуказанным.

4. Требования безопасности.

Оператор должен пройти инструктаж по технике безопасности, соблюдать все меры предосторожности при работе в химических лабораториях с токсичными веществами. Оператор должен соблюдать правила техники безопасности при работе с электрическими установками на 220 в. При работе на предприятии оператор должен пройти инструктаж по ТБ и соблюдать правила ТБ, принятые на предприятии.

5. Требования к квалификации оператора.

К выполнению измерений и обработке их результатов допускаются специалисты химики, имеющие высшее или среднее специальное химическое образование или опыт работы в химической лаборатории, прошедшие соответствующий инструктаж, освоившие метод в процессе тренировки и уложившиеся в нормативы оперативного контроля при выполнении процедур контроля погрешности.

6. Условия выполнения измерений.

При выполнении измерений в лаборатории согласно ГОСТ 15150-69 должны быть соблюдены следующие условия:

атмосферное давление 85 - 107 кПа;

температура окружающего воздуха 20 ± 5 °C;

влажность окружающего воздуха не более 80% при температуре 25 °C;

При отборе из газохода проб, газовый поток в газоходе должен находиться при следующих условиях:

статическое давление 85 – 120 кПа;

температура 0 - 300 °C;

7. Подготовка к выполнению измерений.

7.1. Подготовка к проведению анализа.

7.1.1. Раствор серной кислоты:

В колбу с 300-400 см³ дистиллированной воды вводят 150 см³ концентрированной серной кислоты, охлаждают, переносят в мерную колбу на 1000 см³ и доводят водой до метки, охлаждают и снова доводят до метки. Срок хранения раствора не менее 1 года.

7.1.2. 10% раствор KBr:

100 г KBr растворяют в 900 см³ дистиллированной воды. Срок хранения раствора не менее трех месяцев.

7.1.3. Исходный раствор KBrO₃ 0.01 моль/дм³.

В мерную колбу вместимостью 1000 см³, заполненную приблизительно на половину дистиллированной водой вносят 1.6701 высушенного при температуре 150-170 °С до постоянного веса реактива растворяют, доводят водой до метки и перемешивают. Срок хранения раствора одна неделя.

7.1.4. Рабочий раствор КВгО₃ 0.001 г-моль/дм³

100 см³ исходного раствора переносят пипеткой в мерную колбу объемом 1000 см³, доводят до метки дистиллированной водой и перемешивают. Раствор готовится в день анализа.

7.1.5. Метилоранж, 0,08% водный раствор.

Навеску 0,08 г метилоранжа помещают в мерную колбу вместимостью 100 см³ и доводят до метки дистиллированной водой. Срок хранения раствора - один месяц.

7.1.6. Поглотительный раствор. В мерную колбу вместимостью 1000 см³ переносят 100 см³ раствора КВг приготовленного по п. 7.1.2., 100 см³ раствора метилоранжа приготовленного по п.7.1.5. и доводят до метки раствором серной кислоты приготовленным по п.7.1.1. Срок хранения раствора одна неделя.

8. Отбор проб.

8.1. Подготовка к отбору проб.

В четыре поглотителя (два для отбора проб и два для холостой пробы) заливают по 10 см³ поглотительного раствора, приготовленного по п.7.1.6.

Выбирают прямолинейный участок газохода, удаленный от мест возмущения газового потока на расстоянии не менее 6 диаметров после препятствия и не менее 3 диаметров до препятствия. На выбранном месте приваривают штуцера. На расстоянии 30 - 70 мм выше штуцера приваривают пруток диаметром 6 - 10 мм и длиной около 1 м для крепления оборудования. К месту отбора должен быть подведен источник электропитания.

Собирают систему пробоотбора (рис.2). Проверяют герметичность собранной схемы, для чего до ввода пробоотборного зонда в газоход устанавливают расход газа 0,5-1 дм³/мин и закрывают вход зонда, если через некоторое время (1-2 мин) расход снизится до нуля - система считается герметичной.

После сборки системы пробоотбора и проверки ее на герметичность пробоотборный зонд помещают в газоход. Включают электроаспиратор и выполняют

отбор пробы со скоростью 0,5-2 дм³/мин в течении 20 мин. В процессе отбор наблюдают за изменением окраски поглотительного раствора. В случае обесцвечивания поглотительного раствора в первом поглотителе, отбор проб прекращают.

Фиксируют и заносят в журнал объем газа по газовому счетчику, температуру газа у газового счетчика, продолжительность отбора пробы по секундомеру, давление (разрежение) у газового счетчика, атмосферное давление.

Срок хранения отобранной пробы - не менее 1 недели.

После отбора пробы и передают в лабораторию на анализ.

9. Выполнение измерений.

9.1. Подготовка пробы к анализу.

Раствор из поглотителей переносят в мерную колбу вместимостью 50 см³, поглотители промывают небольшими порциями (по 3-5 см³) раствора серной кислоты по п.7.1.1. и доводят этим же раствором до метки.

9.2. Выполнение анализа

На анализ в коническую колбу вместимостью 250 см³ переносят аликвоту раствора равную 20 см³, ставят колбу на водяную баню, нагревают до температуры 60-80 °С, вынимают и титруют раствором рабочим раствором КВгО₃ приготовленным по п.7.1.4., из микробюретки вместимостью 2 см³ до полного обесцвечивания окраски. Титрование проводят добавлением титранта по каплям при интенсивном перемешивании раствора на магнитной мешалке (рекомендуется титровать при работе мешалки с подогревом). Фиксируют объем раствора бромата калия пошедшего на титрование и записывают полученный результат. Проводят не менее двух параллельных титрований и рассчитывают среднее арифметическое из двух титрований.

Параллельно проводят титрование холостой пробы.

10. Вычисление результатов измерения.

Объем газовой пробы (V₀, дм³) приведенной к нормальным условиям (101,3 кПа, 0 °С) рассчитывают по формуле :

$$V_0 = V \cdot \frac{273.2 \cdot (P \pm \Delta P)}{101.3 \cdot (273.2 + t)} \quad (1)$$

где Р - атмосферное давление, кПа;
 ΔP - разрежение (избыточное давление) перед газовым счетчиком, кПа;
 t - температура газа перед аспиратором, $^{\circ}\text{C}$;
 V - показания газового счетчика;
273,2 – температура для н.у., $^{\circ}\text{C}$
101,3 – давление для н.у., кПа

Массу хлора ρ_{Cl_2} , мг, в анализируемой пробе рассчитывают по формуле:

$$\rho_{Cl_2} = \frac{(V_x - V_n) \cdot C_{KBrO_3} \cdot V_z \cdot m \cdot k}{V_{ax} \cdot V_x} \quad (2)$$

где: V_x – объем раствора KBrO_3 пошедший на титрование аликвоты холостой пробы, cm^3 ;

V_n – объем раствора KBrO_3 пошедший на титрование аликвоты анализируемой пробы, cm^3 ;

V_{ax} – объем аликвоты взятой для титрования, cm^3 (20 cm^3);

V_z – общий объем пробы, cm^3 (50 cm^3);

C_{KBrO_3} – молярная концентрация рабочего раствора KBrO_3 взятого для титрования, моль/дм 3 (0,001 моль/дм 3);

m – молярная масса хлора, г/моль; $m = 71$

$k = 3$ – коэффициент пересчета.

Концентрацию хлора в отходящих газах C_{Cl_2} , мг/м 3 рассчитывают по формуле:

$$C_{Cl_2} = \frac{\rho_{Cl_2} \cdot 1000}{V_z} \quad (3)$$

11. Контроль погрешности измерений.

11.1. Контроль сходимости результатов титрования.

Контроль осуществляют при каждом анализе отобранный пробы по величине размаха между двумя результатами параллельных титрований.

Результат контроля признается положительным при выполнении условия.

$$\frac{V'_1 - V''_1}{V'_1} \cdot 100 \leq d_V \quad (4)$$

где: V'_1 и V''_1 объем раствора титранта, пошедший на титрование аликвоты пробы, cm^3 ;

V'_1 – среднее арифметическое значение результатов титрования, cm^3 ;

d_V – норматив контроля сходимости результатов титрования, %, $d_V = 5\%$.

11.2. Контроль погрешности результатов анализа.

Контроль осуществляется по требованию контролирующих организаций

путем отбора пробы газовой смеси с выхода термодиффузионного генератора, укомплектованного источником микропотока, изготовленного по ТУ ИБЯЛ.418319.013, исполнение А (0,5 - 15 мг/м³) последующего анализа по данной МВИ. Результаты контроля считаются положительными при выполнении условия:

$$\frac{|C_k - C_i|}{C_i} \leq K$$

где,

C_k - массовая концентрация хлора в контрольной газовой смеси, мг/м³;
 C_i - результат измерения массовой концентрации хлора, мг/м³;
 K - норматив контроля, %
 $K = 25 \%$.

12. Оформление результатов измерений.

Результат измерения округляется до 2-х значащих цифр и записывается в виде:

$$(C \pm 0,25C) \text{ мг/м}^3 \quad (5)$$

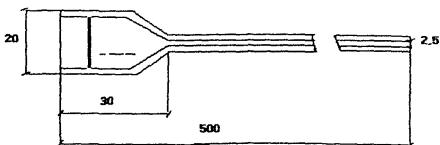


Рис. 1

Зонд пробоотборный из стекла с фильтром из
стеклянной пористой пластиинки.
Размеры приведены ориентировочные.

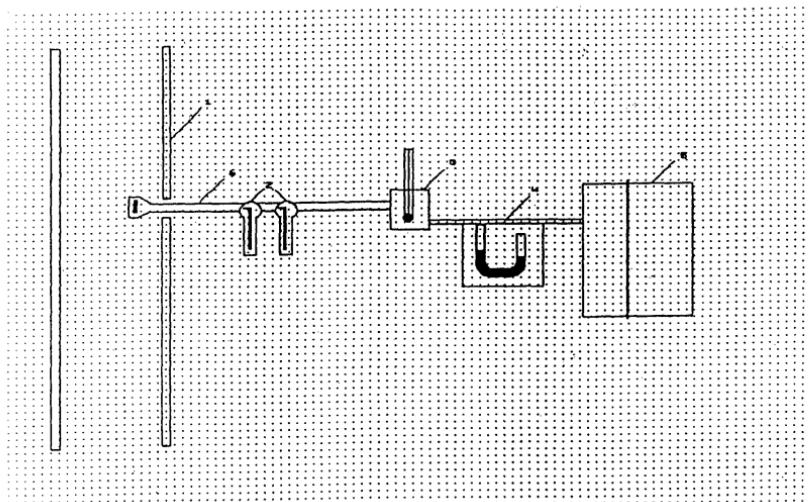


Рис.2
Схема отбора проб

1.-Газоход, 2.-Система из двух поглотителей, 3.-Термометр,
4.- Ваккуумметр, 5- Электроаспиратор, 6.-Пробоотборный зонд, 7.-Газовый
счетчик.

КОМИТЕТ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ

MENDELEYEV INSTITUTE FOR
METROLOGY
(VNIIM)

State Centre for Measuring
Instrument Testing and Certification



ГОСУДАРСТВЕННОЕ
ПРЕДПРИЯТИЕ
"ВНИИМ" им. Д.И. Менделеева"

Государственный сертификационный
испытательный центр средств измерений

19 Moskovsky pr.
St.Petersburg
198005, Russia

Fax (812) 133 01 14
Phone (812) 251 76 01
(812) 259 97 59

E-mail: bal@onti.vniim.spb.su

198005
Санкт-Петербург
Московский пр., 12

Факс (812) 133 01 14
Телефон (812) 251 76 01
(812) 259 97 59

Телеграф 821 788
E-mail: bal@onti.vniim.spb.su

СВИДЕТЕЛЬСТВО

SERTIFICATE

OF COMPLIANCE

об аттестации МВИ

№

№ 2420/127 - 2001

Методика выполнения измерений массовой концентрации хлора в источниках загрязнения атмосферы, разработанная НИИ Атмосфера (19402), г. Санкт-Петербург, ул. Карбышева, 7) и регламентированная в документе М-03-01 «Методика выполнения измерений массовой концентрации хлора в источниках загрязнений атмосферы титриметрическим методом» аттестована в соответствии с ГОСТ Р 8.563-96.

Аттестация осуществлена по результатам метрологической экспертизы материалов по разработке МВИ.

В результате аттестации МВИ установлено, что МВИ соответствует предъявляемым к ней метрологическим требованиям и обладает основными метрологическими характеристиками, приведенными на оборотной стороне свидетельства.

Дата выдачи свидетельства 5 декабря 2001 г.

Руководитель лаборатории

государственных эталонов в области
области аналитических измерений
тел. (812) 315-11-45

Л. А. Коноделько



Метрологические характеристики МВИ:

Диапазон измерений массовой концентрации хлора:

от 0,1 до 100 мг/м³

Границы относительной погрешности результата измерений (при доверительной вероятности 0,95): $\pm 25\%$

Нормативы контроля погрешности измерений

Наименование операции	№ пункта в документе на МВИ	Контролируемая характеристика	Норматив контроля
Контроль сходимости результатов титрований	11.1	Разность результатов определений объема титранта при двух титрованиях, отнесенная к среднему	5 %
Контроль погрешности измерений массовой концентрации хлора	11.2	Модуль относительного отклонения результата измерений массовой концентрации хлора в контрольной газовой смеси от заданного значения (для $P=0,95$)	$K = 25\%$

Ведущий научный сотрудник

О. А. Пинчук

О. А. Пинчук