

ООО "НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ И ПРОЕКТНАЯ ФИРМА

# «ЭКОСИСТЕМА»

УТВЕРЖДАЮ:

Директор:

А.Н. Лавриненко



## МЕТОДИКА

выполнения измерений массовой концентрации  
хлорсодержащих органических  
соединений (метиленхлорида, хлороформа,  
дихлорэтана, четыреххлористого углерода,  
эпихлоргидрина, трихлорэтилена,  
тетрахлорэтилена), а также ацетальдегида  
и акрилонитрила в промышленных выбросах в атмосферу  
методом газовой хроматографии  
с использованием универсального  
многоразового пробоотборника  
M - 10

ФР.1.31.2011.11265

Исполнители: главный специалист  
ООО НППФ "Экосистема" Н.А.Анисёнкова,  
ведущий инженер-химик Л.Д.Туркова

Санкт-Петербург  
1999 г.

## 1. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДИКИ

Методика предназначена для измерения массовой концентрации органических соединений (табл.1) в промышленных выбросах в следующих производствах: изготовление и переработка пластмасс, каучуков; нанесение фоторезиста; обезжиривание изделий; химчистка; хлебопекарное производство.

## 2. ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОГРЕШНОСТЕЙ ИЗМЕРЕНИЙ

Таблица 1.

Границы относительной суммарной погрешности измерений массовой концентрации ацетальдегида, акрилонитрила, дихлорэтана, тетрахлорэтилена, трихлорэтилена, хлористого метилена, хлороформа, четыреххлористого углерода, эпихлоргидрина при принятой вероятности 0,95 для указанного диапазона концентраций приведены в таблице 1.

*Таблица 1*

№	Название компонента	Формула	Температура кипения, °C	Молекулярная масса	Диапазон измеряемых массовых концентраций компонентов, мг/м³	Границы относительной погрешности измерений, %, ± Δ (при p=0,95)
1.	Ацетальдегид	CH <sub>3</sub> -CHO	20,2	44,05	0,1-50	25
2.	Акрилонитрил	CH <sub>2</sub> =CH-C≡N	78	53,06	0,03-100	25
3.	Дихлорэтан	ClCH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> Cl	83,7	98,97	0,05-300	23
4.	Тетрахлорэтилен	CCl <sub>2</sub> =CCl <sub>2</sub>	120,85	165,82	0,1-900	25
5.	Трихлорэтилен	CHCl=CCl <sub>2</sub>	87,2	131,38	1-500	22
6.	Метиленхлорид	CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	40,1	84,93	1,5-300	22
7.	Хлороформ	CHCl <sub>3</sub>	61,26	119,37	1-300	22
8.	Четыреххлористый углерод	CCl <sub>4</sub>	76,8	153,81	0,2-500	23
9.	Эпихлоргидрин	CH <sub>2</sub> -CH-CH <sub>2</sub> Cl O	117	92,53	0,05-300	25

## 3. СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ, ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА, МАТЕРИАЛЫ, РЕАКТИВЫ

### 3.1. Средства измерений:

- 3.1.1. Газовый хроматограф модель 3700 или аналогичный, оснащенный пламенно-ионизационным детектором с чувствительностью по пропану не менее  $1 \times 10^{-11}$  г/с ТУ 25-0585. 110-86
- 3.1.2. Весы аналитические, пределы допускаемой погрешности ± 0,0002 г. ГОСТ 24104-88 Е
- 3.1.3. Набор гирь Г-2-210, 2 кл. ГОСТ 7328-82 Е
- 3.1.4. Секундомер, класс 3, цена деления 0,2 с. ГОСТ 5072-79 Е
- 3.1.5. Термометр ТЛ-31-А, пределы измерения 0-250° С ГОСТ 27544-87
- 3.1.6. Бюretка газовая 2-1000-5 ГОСТ 18954-73 Е

3.1.7. Микрошиприц МШ-1, вместимостью 1 мкл или «Газохром-101», предел допускаемой относительной погрешности действительного значения дозируемого объёма $\pm 2,5\%$	ТУ-2833.104 ТУ 25-05.2152-76
3.1.8. Микрошиприц МШ-10М, вместимостью 10 мкл, предел допускаемой относительной погрешности действительного значения дозируемого объёма $\pm 2,5\%$	ТУ 2.833.106
3.1.9. Посуда мерная, стеклянная	ГОСТ 1770-74 Е
3.1.10. Пипетки (1,0; 5,0; 10,0 см <sup>3</sup> )	ГОСТ 20292-74 Е
3.1.11. Установка динамическая «МикроГАЗ»	ТУ 2.966.057
3.1.12. Шприц медицинский, стеклянный вместимостью 100 см <sup>3</sup>	ТУ 64-1-295-77
3.1.13. Аспиратор АМ-5	ГОСТ 8309-75
3.1.14. Лупа измерительная	ГОСТ 17435-72
3.1.15. Линейка измерительная	

### **3.2. Вспомогательные устройства:**

3.2.1. Колонка стальная для газовой хроматографии длиной 3 м. и внутренним диаметром 3 мм., заполненная насадкой 5% OV-101 на хроматоне N-AW-DMCS, фракция 100/120 <u>меш.</u>	
3.2.2. Трубки из нержавеющей стали, длиной 76 мм., внутренним диаметром 3 мм., наружным диаметром 4 мм. (Приложение I).	
3.2.3. Микрокомпрессор МК-Л-1, производительность 45 дм <sup>3</sup> /час	ГОСТ 14087-80
3.2.5. Шкаф сушильный типа 2-В-151	ТУ 64-1-14-11-76 (или СНОЛ-6)
3.2.6. Баллон стальной, ёмкость 40 дм <sup>3</sup> (2 штуки)	ГОСТ 13474-79)
3.2.7. Генератор водорода (или баллон с водородом)	ГОСТ 9731-79
3.2.8. Редуктор гелиевый баллонный	ТУ 6-09-1.550.044-72
3.2.9. Редуктор воздушный, баллонный	ГОСТ 16162-85
3.2.10. Редуктор водородный, баллонный	ГОСТ 13861-89 Е
3.2.11. Эксикатор	ТУ 26-05-463-76
3.2.12. Вакуумный насос типа ЗНВР-1Д	ГОСТ 23932-90 Е
	ТУ 2604-591-85

### **3.3. Материалы:**

3.3.1. Трубка фторопластовая диаметр 4 мм	ТУ 95765-80
3.3.2. Стекловолокно	ГОСТ 10146-74
3.3.3. Гелий газообразный марки А	ТУ 51-940-80
3.3.4. Водород технический марки А	ГОСТ 3022-80
3.3.5. Воздух технический, класс загрязнённости 1 или воздух из магистрали с очисткой, обеспечивающей получение параметров согласно требованиям класса загрязнённости 1	ГОСТ 17433-80
3.3.6. Азот технический I сорта	ГОСТ 11888-73
	ГОСТ 9293-74

### **3.4. Реактивы:**

3.4.1. Вода дистиллированная	ГОСТ 6709-77
3.4.2. Полисорб 1, фракция 0,25-0,50 мм.	ГОСТ 6-09-3602-74
3.4.3. Полисорб 10, фракция 0,25-0,50 мм.	ТУ 6-09-10-432-77
3.4.4. Ацетальдегид	ТУ 6-09-5708-68
3.4.5. Акрилонитрил	МРТУ 6-09-2487-68
3.4.6. Бензол хч.	ГОСТ 5955-75
3.4.7. Метиленхлорид	ТУ 6-09-2662-77

3.4.8. Хлороформ	ТУ 6-09-4263-76
3.4.9. Дихлорэтан	ТУ 6-09-2661-78 или ГСО 6411-92
3.4.10. Эпихлоргидрин	МРТУ 6-09-4225-67
3.4.11. Четыреххлористый углерод	ГОСТ 20288-74 или ГСО 3305-85
3.4.12. Трихлорэтилен	ГОСТ 9976-83
3.4.13. Тетрахлорэтилен	ТУ 6-09-2274-81
3.4.14. Гексан	ТУ 6-09-06-657-75
3.4.15. Ацетон	ГОСТ 2768-84
3.4.16. Этanol	ТУ 6-09-1710-77
3.4.17. Ксиол	ТУ 6-09-3825-78
3.4.18. Сорбент: хроматон N-AW-DMCS с 5% OV-101 фракция 100-120 меш	
3.4.19. Активированный уголь АГ-3	ТУ 20464-75
3.4.20. Молекулярные сита 13Х.	

*\* Примечание.*

Перечисленные средства измерений, реактивы могут быть заменены любыми другими, обеспечивающими требуемую точность измерений.

#### 4. МЕТОД ИЗМЕРЕНИЙ

Измерения концентраций органических веществ выполняют газохроматографическим методом. Метод основан на одновременном улавливании широкого круга органических веществ из газовых выбросов в сорбционные трубки-концентраторы с полимерным сорбентом (полисорб-1, полисорб-10, полидифенилфталид) и последующей их термодесорбицией.

Термодесорбцию сконцентрированных органических соединений производят в испарителе хроматографа непосредственно в хроматографическую колонку, на которой происходит разделение десорбированных веществ. Элюируемые из колонки вещества детектируются пламенно-ионизационным детектором (ПИД) и регистрируются на самописце в виде хроматограммы.

#### 5. УСЛОВИЯ БЕЗОПАСНОГО ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ

5.1. Работы при анализе проб газа должны выполняться с соблюдением правил техники безопасности, регламентируемых «Основными правилами безопасной работы в химической лаборатории».

5.2. Необходимо соблюдать правила электробезопасности при работе с электроустановками по ГОСТ 2.1.019.

5.3. Помещение лаборатории должно соответствовать требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004 и иметь средства пожаротушения по ГОСТ 12.4.009.

5.4. При работе на хроматографе должны быть выполнены правила техники безопасности работы со сжатыми и взрывоопасными газами, а также раздел инструкции по эксплуатации хроматографа «Меры предосторожности и техника безопасности».

5.5. При работе с реактивами соблюдать требования безопасности, установленные для работы с токсичными, едкими и легковоспламеняющимися веществами по ГОСТ 12.1.005-88, ГОСТ 2.1.019.

5.6. Работы, связанные с отбором проб на высоте, допускается проводить только при наличии прочных и устойчивых площадок, огражденных перилами.

5.7. Отбор проб производственных газо-воздушных смесей производят с учетом инструкций по технике безопасности, действующих на каждом предприятии.

## 6. ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ОПЕРАТОРОВ

К выполнению измерений и обработке их результатов допускают лиц, отвечающих квалификации техника или инженера-химика, имеющих опыт работы в газовой хроматографии, ознакомившихся с техническим описанием и инструкцией по эксплуатации газового хроматографа, а также с настоящей методикой выполнения измерений и допущенных к работе с токсичными газами.

## 7. УСЛОВИЯ ИЗМЕРЕНИЙ

7.1. При отборе проб в газоходе (*ПНД Ф 12.1.1-99*):

Температура	от 2 <sup>0</sup> С до 100 <sup>0</sup> С
Давление	от 82,5 кПа до 106,7 кПа
Относительная влажность	от 30 до 80%

7.2. При выполнении измерений в лаборатории (по СанПиН 2.2.4.548-96):

Температура	20 <sup>0</sup> С ± 5 <sup>0</sup> С
Давление	101,3 кПа ± 3 кПа
Относительная влажность	(80 ± 5) %

## 8. ПОДГОТОВКА АППАРАТУРЫ И ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ

### 8.1. Подготовка сорбционных трубок-концентраторов

8.1.1. Сорбционные трубы из нержавеющей стали длиной 76 мм и внутренним диаметром 3 мм завальцовывают с одного конца так, чтобы диаметр входного отверстия был 1,5-2 мм (Прил. 1 (а)).

Трубки промывают гексаном, дистиллированной водой, этанолом, ацетоном и высушивают в термостате при t = 200<sup>0</sup>С. В завальцованный конец помещают тампон из стекловолокна, предварительно обработанного гексаном, этанолом, дихлорэтаном и высушенного. Затем трубку заполняют сорбентом в количестве 1,5 см<sup>3</sup>, в качестве которого используют Полисорб 1 (или Полисорб 10), предварительно обработанный дихлорэтаном и высушенный. (Сорбент, фракция 0,5-0,25 мм, высушивают в термостате при 120<sup>0</sup> в течение 4-х часов, охлаждают в экскаторе, заливают дихлорэтаном, интенсивно перемешивают, выдерживают в течение 2-х часов, после чего дихлорэтан испаряют в ротационном испарителе или в колбонагревателе, при 120<sup>0</sup>). Сорбент уплотняют постукиванием или на вибраторе и фиксируют тампоном из того же стекловолокна.

8.1.2. С целью очистки пробоотборников от примесей свежезаполненные концентраторы продувают в токе азота или другого инертного газа при t = 190<sup>0</sup>С в течение 1 часа или вакуумируют в течение 8-12 часов при 2 x 10<sup>-2</sup> кПа и температуре 170<sup>0</sup>С. Каждый концентратор проверяют на отсутствие примесей на максимальной чувствительности прибора. В случае необходимости концентратор подвергают повторной очистке и повторно проводят контрольный анализ фона.

Подготовленные к отбору проб концентраторы плотно закрывают с двух сторон фторопластовыми заглушками и хранят их в экскаторе над активированным углем или молекулярными ситами. Чистые концентраторы можно хранить в течение 2-х недель. Перед отбором проб проводят выборочную проверку на чистоту 1; 2-х концентраторов из всей партии.

В дальнейшем, для регенерации концентраторов после анализа их достаточно отдать в течение 30 минут при  $t = 180^{\circ}\text{C}$ .

## **8.2. Подготовка хроматографической колонки**

### **8.2.1. Подготовка колонки**

Колонка с насадкой 5% OV-101 на хроматоне N-AW-DMCS поставляется с прибором или покупается дополнительно. Если колонки с такой насадкой нет, то её можно приготовить следующим образом:

Колонку из нержавеющей стали длиной 3 м и внутренним диаметром 3 мм промывают 10% соляной кислотой, дистиллированной водой, гексаном, этанолом, ацетоном или серным эфиром и высушивают в термостате при  $t = 200^{\circ}\text{C}$ . Подготовленную таким образом колонку заполняют насадкой 5% OV-101 на хроматоне N-AW-DMCS.

### **8.2.2. При отсутствии готовой насадки её можно приготовить.**

50 см<sup>3</sup> хроматона N-AW-DMCS фр. 100/120 меш. высушивают в термостате при  $t = 150^{\circ}\text{C}$  в течение 2-х часов, охлаждают в эксикаторе и взвешивают. Затем в стаканчике взвешивают неподвижную фазу OV-101 в количестве 5% от веса хроматона и растворяют в хлороформе. В раствор вносят при перемешивании хроматон. Через полчаса растворитель удаляют в ротационном испарителе или в колбонагревателе при  $t = 100^{\circ}\text{C}$ . Приготовленной насадкой заполняют колонку, используя водоструйный насос. Набивку уплотняют на вибраторе. В оба конца колонки помещают тампоны из кварцевой ваты или стекловолокна для фиксации насадки.

### **8.2.3. Подготовка колонки к анализу**

Заполненную колонку подсоединяют к испарителю, оставляя свободным один конец и кондиционируют в токе газа-носителя при  $t = 150^{\circ}\text{C}$  в течение 6-ти часов; после чего колонку охлаждают, устанавливают скорость газа-носителя 30 см<sup>3</sup>/мин, подсоединяют второй конец колонки к детектору и выводят хроматограф на рабочий режим. Устанавливают потоки водорода и воздуха в соотношении 1 : 10 и поджигают детектор. Затем проверяют уровень шума. Если он не превышает 0,1% от всей шкалы самописца на максимальной чувствительности ( $1 \times 10^{-14} \text{ A}$ ), колонка готова к анализам.

## **8.3. Подготовка измерительной аппаратуры**

Подготовку хроматографа к работе проводят согласно инструкции по эксплуатации.

### **Условия хроматографического анализа:**

Температура колонки -	50 <sup>0</sup> C
Температура испарителя -	170 <sup>0</sup> C
Расход газа-носителя -	30 см <sup>3</sup> /мин
Расход водорода -	30 см <sup>3</sup> /мин
Расход воздуха -	300 см <sup>3</sup> /мин

Рабочая шкала детектора  $10^{-11} \text{ A}$

Рабочая шкала самописца - 20 мв

(при диапазоне переключений от 1 мв до 5 в)

Продолжительность термодесорбции из сорбционной трубки до конца анализа 15 мин.

## **8.4. Градуировка прибора**

8.4.1. Качественная градуировка прибора, то есть определение параметров удерживания определяемых веществ, проводится по временам удерживания индивидуальных компонентов.

В процессе работы допускается изменение времени удерживания на  $\pm 5\%$ .

8.4.2. Количественная градуировка прибора проводится либо по градуировочным растворам, либо по газовым градуировочным смесям.

### **8.5. Приготовление градуировочных растворов**

8.5.1. *Основной градуировочный раствор № 1* смеси определяемых компонентов с концентрацией от 2 до 5 мг/см<sup>3</sup> каждого готовят следующим образом:

В мерную колбу объёмом 50 см<sup>3</sup> вносят ≈ 25 см<sup>3</sup> растворителя (о-ксилол). Колбу закрывают и взвешивают с точностью не менее 0,2 мг. (M<sub>1</sub>). Затем добавляют по 0,1 см<sup>3</sup> тетрахлорэтилена, эпихлоргидрина, дихлорэтана, хлороформа и по 0,2 см<sup>3</sup> четыреххлористого углерода и метиленхлорида. После внесения каждого ингредиента колбу взвешивают и фиксируют массу (M<sub>2</sub>, M<sub>3</sub> ..... M<sub>n</sub>). После внесения последнего ингредиента доводят объём раствора о-ксилолом до метки. Аналогичным методом готовят растворы акрилонитрила, трихлорэтилена и ацетальдегида. При приготовлении раствора ацетальдегида в качестве растворителя используют дистиллированную воду.

Концентрацию каждого компонента рассчитывают по формуле:

$$X_i = \frac{M_i}{U} \quad (1)$$

где:

X<sub>i</sub> - концентрация *i*-го компонента, мг/см<sup>3</sup>;

U - объём раствора (50 см<sup>3</sup>);

M<sub>i</sub> - масса компонента, мг;

M<sub>i</sub> = M<sub>n</sub> - M<sub>n-1</sub>;

50 - объём раствора, см<sup>3</sup>.

Основной градуировочный раствор (СГР) хранят в холодильнике в течение 3-х месяцев.

8.5.2. *Рабочие градуировочные растворы* готовят из основного градуировочного раствора путем разбавления тем же растворителем в 2,5, 10, 50, 100 раз, для чего берут 1 см<sup>3</sup> СГР и добавляют в него 1, 4, 9, 49 и 99 см<sup>3</sup> растворителя.

Рабочие градуировочные растворы (РГР) хранят не более 5 суток.

### **8.6. Приготовление градуировочных газовых смесей**

Градуировочные газовые смеси заданного состава готовят в установке типа «Микрогаз». Концентрации дозируемых веществ в градуировочных смесях, полученных в динамической установке «Микрогаз» рассчитывают по формуле:

$$C_i = \frac{\Delta G_i}{W_i} \quad (2)$$

где:

C<sub>i</sub> - концентрация дозируемого вещества, мкг/дм<sup>3</sup> или мг/м<sup>3</sup>;

ΔG - производительность источника по аттестату, мкг/мин;

W<sub>i</sub> - объёмный расход воздуха через установку, дм<sup>3</sup>/мин (измерение объёмного расхода и отбор пробы в концентратор проводят при одних и тех же температуре и давлении).

### **8.7. Установление градуировочной характеристики**

Градуировку проводят методом абсолютной калибровки, используя серию градуировочных растворов, или по газовым смесям, полученным в динамической установке типа «Микрогаз».

### 8.7.1. Вариант 1. Дозирование градуировочных растворов.

Сорбционную трубку-концентратор освобождают от заглушки и дозируют микрощипцем от 1 до 10  $\text{мм}^3$  одного из вышеуказанных градуировочных растворов для последующего газохроматографического анализа.

Для получения градуировочных данных используют не менее 5-ти градуировочных растворов во всем диапазоне определяемых концентраций. Каждый градуировочный раствор анализируют не менее 3 раз. В полученных хроматограммах обсчитывается площадь пика:

$$S = h \cdot \omega \quad (3)$$

где:

$S$  - площадь пика,  $\text{см}^2$ ;

$h$  - высота пика, см.;

$\omega$  - ширина пика на половине высоты, см.

Зависимость между массой вещества и площадью пика выражается уравнением:

$$q = k \cdot S \quad (4)$$

где:

$q$  - масса дозируемого вещества, мкг.;

$S$  - площадь пика,  $\text{см}^2$ ;

$k$  - градуировочный коэффициент, мкг/ $\text{см}^2$ .

Вычисляют значение градуировочного коэффициента каждого компонента  $i$ -го раствора по формуле:

$$k_i = \frac{q_i}{S_{icp}} \quad (5)$$

где:

$$S_{icp} = \frac{S_1 + S_2 + S_3}{3} \quad (6)$$

где:

$S_1, S_2, S_3$  - площади хроматографических пиков трех параллельных проб  $i$ -го раствора,  $\text{см}^2$ .

Из полученных значений  $k_i$  рассчитывают среднее значение  $k$  по формуле:

$$k = \frac{\sum_{i=1}^n k_i}{n} \quad (7)$$

где:

$n$  - количество градуировочных растворов.

### 8.7.2. Вариант 2. Дозирование градуировочных газовых смесей

Сорбционную трубку-концентратор освобождают от заглушки, завальцованный конец ее подсоединяют к месту отбора пробы из динамической установки типа «Микрогаз», а незавальцованный конец присоединяют к медицинскому шприцу или другому аспирационному прибору.

Отбирают 5-200  $\text{см}^3$  градуировочной смеси с объемной скоростью не более 50  $\text{см}^3/\text{мин}$ . и помещают концентратор в испаритель хроматографа для последующего ГХ анализа отобранный пробы.

Массу определяемого вещества в пробе ( $q$  мкг) рассчитывают по формуле:

$$q = C_i \cdot V \quad (8)$$

где:

$C_i$  - массовая концентрация определяемого вещества, рассчитанная по формуле (2), мкг/дм<sup>3</sup>;

$V$  - объём отобранный пробы, дм<sup>3</sup>.

Значения градуировочных коэффициентов рассчитывают в соответствии с формулами 5, 6, 7.

Примеры полученных абсолютных времен удерживания определяемых веществ и градуировочные коэффициенты приведены в приложении 3.

### **8.8. Отбор проб**

Отбор проб на промышленных предприятиях проводят на прямолинейном участке воздуховода через отверстие, в которое плотно вставляется концентратор, чтобы не было подсоса воздуха извне. Проба отбирается из центра воздуховода. Если необходимо, то концентратор удлиняют с помощью металлической трубы, другой конец которой присоединен к аспиратору или шприцу. Отбор проб проводят со скоростью не более 50 см<sup>3</sup>/мин. Одновременно отбирают две параллельные пробы (Прил. 1 (б)). За результат измерения принимается среднее арифметическое 2-х определений (см. формулу 16). После отбора концентратор отсоединяют, концы его герметично закрывают фторопластовыми заглушками и помещают в водонепроницаемый пакет. В процессе отбора измеряют температуру и разрежение газа у аспиратора. При необходимости получения осредненных результатов рекомендуется отобрать не менее 3-х проб (по 2 параллельным в каждой) соответствующего объёма из каждого источника в течение 20-минутного отрезка времени. Пробы могут храниться в холодильнике в течение двух недель. Исключение составляют концентраторы с ацетальдегидом. Их рекомендуется сразу помещать в охлажденный контейнер и хранить не более 2-х суток.

В зависимости от концентрации вещества отбирают от 100 до 500 см<sup>3</sup> газо-воздушной пробы, а для определения содержания ацетальдегида отбирают не более 100 см<sup>3</sup> газо-воздушной пробы.

### **8.9. Выполнение измерений**

В аналитической лаборатории пробу, отобранную на концентратор, анализируют на хроматографе, выведенном на рабочий режим. Предварительно получают контрольную хроматограмму по градуировочному раствору, по которой проверяют времена удерживания определяемых веществ.

После проведения анализа концентратор извлекают из испарителя и регенерируют (п. 8.1.2.).

### **8.10. Определение критерия разделения**

Степень разделения пиков определяют по критерию разделения  $R$ , который находят по формуле:

$$R = \frac{\Delta \ell}{(\omega_{0,5(1)} + \omega_{0,5(2)})} \quad (9)$$

где:

$\Delta \ell$  - расстояние между вершинами пиков на хроматограмме, см;

$\omega_{0,5}$  - полуширина пика, см;

индексы 1 и 2 при символах  $\omega_{0,5}$  относятся к двум последовательным пикам.

Анализ можно проводить при  $R \geq 1, 2$ .

Высота измеряемого пика должна быть не менее 0,5 см.

## 9. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

Обработку результатов измерений выполняют следующим образом: по хроматограммам проводят качественную идентификацию пиков веществ, сопоставляя время удерживания пиков, полученное в результате анализа пробы и время удерживания для определяемых веществ, полученное при проведении анализов градуировочных растворов.

9.1. Массовую концентрацию определяемого вещества в пробе  $C \text{ мг}/\text{м}^3$  вычисляют по формуле:

$$C = \frac{k \cdot S}{V_h} \quad (10)$$

где:

$C$  - массовая концентрация определяемого вещества,  $\text{мкг}/\text{дм}^3$  или  $\text{мг}/\text{м}^3$ ;

$k$  - градуировочный коэффициент вещества,  $\text{мкг}/\text{см}^2$ ;

$S$  - площадь пика определяемого вещества,  $\text{см}^2$ ;

$V_h$  - объём газо-воздушной пробы, приведенной к нормальным условиям,  $\text{дм}^3$ .

Объём отобранный пробы приводят к нормальным условиям ( $0^\circ\text{C}$ ,  $101,33 \text{ кПа}$ ) по формуле:

$$V_h = \frac{V_p \cdot 273(P_i - \Delta P)}{(273 + t) \cdot 101,33} \quad (11)$$

где:

$V_p$  - объём газо-воздушной пробы, пропущенный через концентратор,  $\text{дм}^3$ ;

$P_i$  - атмосферное давление во время отбора пробы,  $\text{кПа}$ ;

$\Delta P$  - разрежение у реометра,  $\text{кПа}$ ;

$t$  - температура воздуха у реометра во время отбора пробы,  $^\circ\text{C}$ .

9.2. За результат измерения массовой концентрации вещества принимается среднее арифметическое двух определений:

$$C = \frac{C_1 + C_2}{2} \quad (12)$$

где  $C_1$  и  $C_2$  - результаты, полученные в параллельных пробах,  $\text{мг}/\text{м}^3$ .

## 10. КОНТРОЛЬ ТОЧНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

### 10.1. Контроль размаха значений выходных сигналов хроматографа

осуществляется при проведении градуировки по следующему условию:

$$\frac{S_{i \max} - S_{i \min}}{S_{i \text{ср}}} \cdot 100 \leq R_{\text{раз}} \quad (13)$$

где:

$S_{i \max}$  и  $S_{i \min}$  - максимальное и минимальное значение площадей хроматографических пиков 3-х параллельных проб  $i$ -го градуировочного раствора,  $\text{см}^2$ ;

$S_{i \text{ср}}$  - среднее арифметическое значение площадей пиков, полученных для параллельных проб,  $\text{см}^2$ ;

$R_{\text{раз}}$  - норматив контроля;

$R_{\text{раз}} = 15 \%$ .

10.2. Контроль погрешности градуировки проводится при построении градуировочной характеристики.

Контролируемым параметром является размах градуировочных коэффициентов, отнесенный к среднему арифметическому ( $k$ ) для  $n$ -растворов:

$$\frac{k_{\max} - k_{\min}}{k} \cdot 100 \leq R_{\text{grp}} \quad (14)$$

где:

$k_{\max}$  и  $k_{\min}$  - максимальное и минимальное значения градуировочных коэффициентов для n-растворов;

$R_{\text{grp}}$  - норматив контроля;

$R_{\text{grp}} = 15\%$ .

### 10.3. Периодический контроль стабильности градуировочной характеристики

Контроль стабильности градуировочной характеристики проводится не реже 1-го раза в квартал, а также при смене реактивов, колонки, промывке детектора. Контроль проводится по растворам или газовым смесям, соответствующим началу и середине диапазона градуировочной характеристики. Каждый раствор или смесь анализируется 2 раза.

Таким же образом, но по одной концентрации, значение которой приближается к определяемым величинам, проводится контроль перед каждой серией рабочих проб. Результат контроля признается положительным при выполнении условия:

$$\frac{|k^* - k|}{k} \cdot 100 \leq R_{\text{ct}} \quad (15)$$

где:

$k$  - ранее установленное значение градуировочного коэффициента;

$k^*$  - полученное значение градуировочного коэффициента (значение вычисляется как среднее из 2-х определений, расхождение между которыми не может превышать 20%);

$R_{\text{ct}}$  - норматив контроля;

$R_{\text{ct}} = 15\%$ .

### 10.4. Контроль погрешности результатов измерения

Осуществляется на этапе освоения методики, а также по требованию организации, осуществляющей надзор за аттестованными МВИ. Данная операция проводится при проведении градуировки по растворам. Контроль осуществляется путем анализа модельной смеси, приготовленной на установке «Микрогаз» при использовании источников микропотоков рабочих эталонов 1-го разряда.

При контроле проводится отбор и анализ 2-х параллельных проб. Результаты контроля считаются положительными при выполнении условия:

$$\frac{|C_k - \bar{C}|}{C_k} \cdot 100 \leq \Delta \quad (16)$$

где:

$C_k$  - массовая концентрация определяемого вещества в контрольной газовой смеси,  $\text{мг}/\text{м}^3$ ;

$\bar{C}$  - среднее значение массовой концентрации определяемых веществ для 2-х параллельных определений,  $\text{мг}/\text{м}^3$ .

$\Delta$  - границы относительной погрешности результата измерения (таблица 1), %.

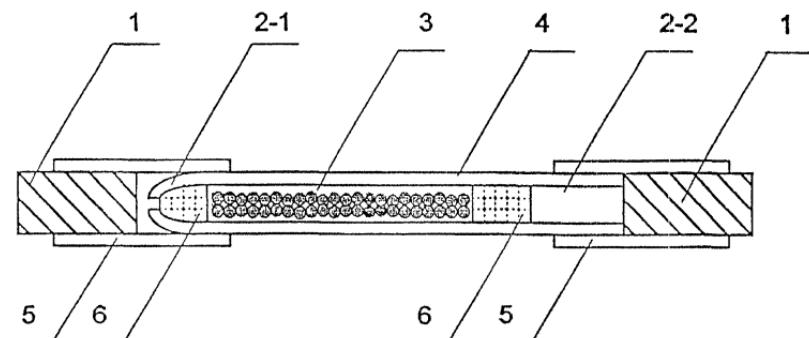
## 11. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЯ

Результат измерения округляется до 2-х, 3-х значащих цифр и записывается в виде:

$$(C \pm 0,01 \cdot \Delta \cdot C) \text{ мг}/\text{м}^3 \quad (17)$$

СОРБЦИОННАЯ ТРУБКА

а



1 - заглушка

2-1 - завальцованный конец сорбционной трубы

2-2 - незавальцованный конец сорбционной трубы

3 - сорбент

4 - трубка из нержавеющей стали

5 - трубка фторопластовая

6 - стекловолокно

Схема параллельного отбора проб воздуха.

б

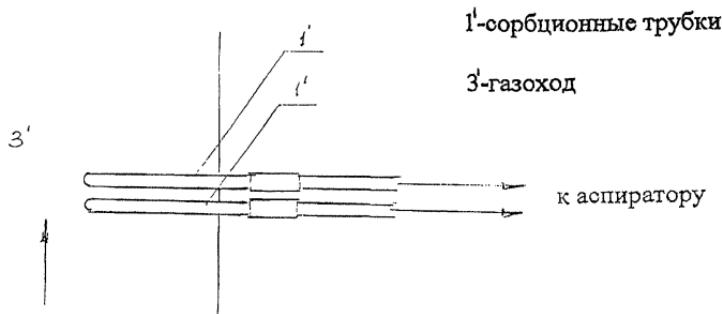
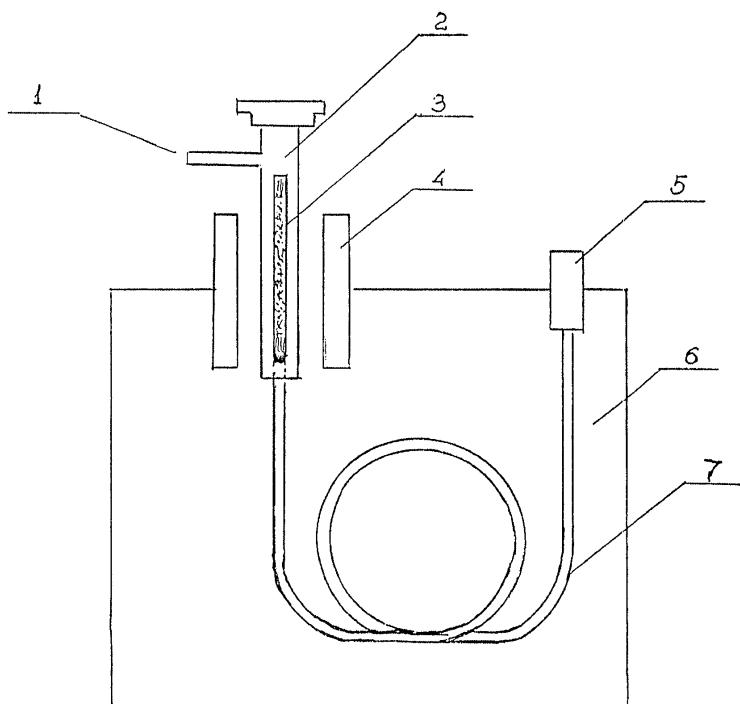


СХЕМА ТЕРМИЧЕСКОЙ ДЕСОРБЦИИ  
ПРИМЕСЕЙ ИЗ КОНЦЕНТРАТОРА



- 1 - вход газа-носителя
- 2 - корпус испарителя
- 3 - концентратор
- 4 - нагреватель испарителя
- 5 - детектор
- 6 - термостат колонки
- 7 - колонка

### Приложение 3

Примеры абсолютных времен удерживания и градуировочные коэффициенты, полученные на хроматографе 3700, оснащенном ПИД и набивной колонкой, длиной 3 м. с неподвижной фазой 5% OV-101 на хроматроне N-FW-DMCS при  $t = 50^{\circ}\text{C}$  и скорости газоносителя 30 мл/мин. Реальные значения времен удерживания и градуировочных коэффициентов могут отличаться от приведенных в таблице.

№ п/п	Наименование вещества	Абсолютные времена удерживания, сек.	Усредненный градуировочный коэффициент, $\text{мг}/\text{м}^3$
1.	Ацетальдегид	58"	
2.	Акрилонитрил	1'35"	
3.	Метиленхлорид	1'45"	
4.	Хлороформ	2'50"	
5.	Дихлорэтан	3'30"	
6.	Четыреххлористый углерод	4'5"	
7.	Трихлорэтилен	5'	
8.	Эпихлоргидрин	5'30"	
9.	Тетрахлорэтилен	11'58"	

Разработчики:

гл. специалист ООО «НППФ «Экосистема»  
Н.А. Анисенкова  
Ведущий инженер-химик  
Туркова Л.Д.

КОМИТЕТ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ

Д.И. МЕНДЕЛЕЕВЫЙ ИНСТИТУТ ПО  
МЕТРОЛОГИИ  
(ВНИИМ)

State Centre for Measuring  
Instrument Testing and Certification



19 Moskovsky pr.  
St.Petersburg  
198005, Russia

Fax: (812) 113 01 14  
Phone (812) 251 76 01  
(812) 259 97 59  
E-mail hal@onti.vniim.spb.su

198005  
Санкт-Петербург  
Московский пр., 19

ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
ПРЕДПРИЯТИЕ  
“ВНИИМ им. Д.И.Менделеева”

Государственный сертификационный  
испытательный центр средств измерений

Факс (812) 113 01 14  
Телефон (812) 251 76 01  
(812) 259 97 59  
Телеграф 821 788  
E-mail hal@onti.vniim.spb.su

СВИДЕТЕЛЬСТВО  
CERTIFICATE  
OF COMPLIANCE

№

ОБ АТТЕСТАЦИИ МВИ

2420/50-99

от 5 августа 1999 г.

Методика выполнения измерений массовой концентрации органических соединений в промышленных выбросах, разработанная ООО НППФ «Экосистема», 199155, г. Санкт-Петербург, ул. Уральская, д. 17, и регламентированная в № М-10 “Методика определения хлорсодержащих органических соединений (метиленхлорида, хлороформа, дихлорэтана, четыреххлористого углерода, эпихлоргидрина, трихлорэтилена, тетрахлорэтилена), а также ацетальдегида и акрилонитрила в промышленных выбросах в атмосферу методом газовой хроматографии с использованием универсального многоразового пробоотборника, аттестована в соответствии с ГОСТ Р 8.563-96.

Аттестация осуществлена по результатам метрологической экспертизы материалов по разработке МВИ и экспериментальных исследований.

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

Методика прошла экспертизу в НИИ «Атмосфера». Экспертное заключение № 100/33-09Ц от 26.06.1999 г.

Руководитель лаборатории

Государственных эталонов в области  
аналитических измерений  
тел. 315-11-45

Л.А. Конопелько



КОПИЯ  
ВЕРНА



194021, С.-Петербург,  
ул. Карбышева, д.7  
Тел.: (812) 2478662  
Факс: (812) 2478662. Телекс: 122612  
Электронная почта: sriatm@mail.mgo.rssi.ru  
Интернет: <http://www.ecolog.spb.ru>

194021, St.-Petersburg, Russia  
Karbyshев st., 7.  
Phone: (812) 2478662  
Fax: (812) 2478662.  
E-mail: sriatm@mail.mgo.rssi.ru  
Internet: <http://www.ecolog.spb.ru>

### ЭКСПЕРТНОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

№ 100/33-09Ц  
от 26.06.1999г.

В НИИ Атмосфера рассмотрена "Методика определения концентраций хлорсодержащих органических соединений (метиленхлорида, хлороформа, дихлорэтана, четыреххлористого углерода, эпихлоргидрина, трихлорэтилена, тетрахлорэтилена), а также ацетальдегида и акрилонитрила в промышленных выбросах в атмосферу методом газовой хроматографии с использованием универсального многоразового пробоотборника", представленная ООО НППФ "Экосистема".

По результатам экспертизы методика соответствует требованиям действующих государственных стандартов и других нормативных документов и может быть использована для измерения концентраций загрязняющих веществ в следующих диапазонах:

Ацетальдегид	0,1-50 мг/м <sup>3</sup>
Акрилонитрил	0,03-100 мг/м <sup>3</sup>
Дихлорэтан	0,05-300 мг/м <sup>3</sup>
Тетрахлорэтилен	0,1-900 мг/м <sup>3</sup>
Трихлорэтилен	1-500 мг/м <sup>3</sup>
Хлористый метилен <i>Метиленхлорид</i>	1,5-300 мг/м <sup>3</sup>
Хлороформ	1-300 мг/м <sup>3</sup>
Четыреххлористый углерод	0,2-500 мг/м <sup>3</sup>
Эпихлоргидрин	0,05-300 мг/м <sup>3</sup>

Срок действия методики 5 лет.

Директор



КОПИЯ  
ВЕРНА

В.Б.Миляев



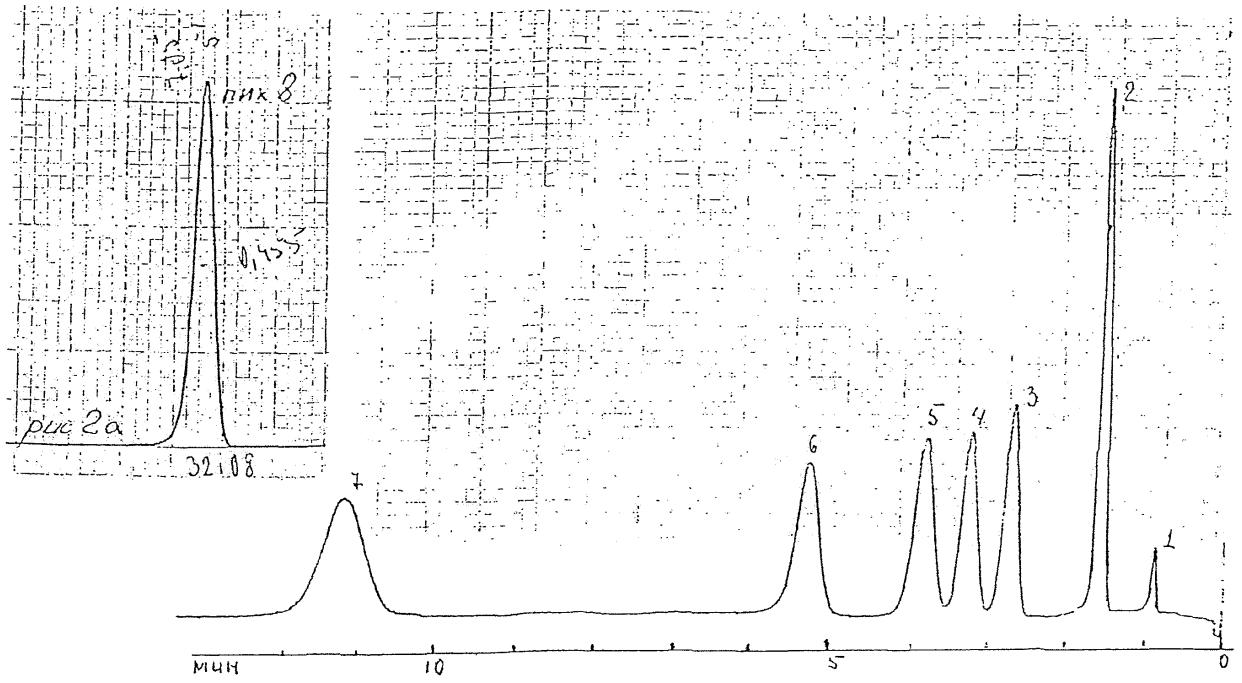


Рис. 2. Хроматограмма смеси на колонке 5% OV-101 на хроматоне N-AW-DMCS.

1 пик - Ацстальдегид

2 пик - Метиленхлорид

3 пик - Хлороформ

4 пик - Дихлорэтан

5 пик - Четыреххлористый углерод

6 пик - Эпихлоргидрин

7 пик - Тетрахлорэтилен

Рис. 2а 8 пик - трихлорэтилен

Рис. 2б 9 пик - акрилонитрил



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ И АТОМНОМУ НАДЗОРУ

Федеральное государственное  
унитарное предприятие  
“Научно-исследовательский институт  
охраны атмосферного воздуха”  
ФГУП “НИИ Атмосфера”

Federal State Unitary Enterprise  
“Scientific Research Institute  
of Atmospheric Air Protection”  
FSUE “SRI Atmosphere”

194021, г.Санкт-Петербург,  
ул.Карбышева, 7  
тел.: (812) 297-8662  
факс: (812) 297-8662  
E-mail: info@nii-atmosphere.ru  
ОКПО: 23126426                ОКОГУ: 13376  
ОГРН: 1027801575724        ИНН: 7802038234

194021, St.Petersburg, Russia,  
Karbyshев st, 7  
Phone.: (812) 297-8662  
Fax: (812) 297-8662  
E-mail: info@nii-atmosphere.ru

Исх. № 09-2-374/09-0 от 20.05.09

Директору  
ООО НППФ «Экосистема»  
П.А. Богоявленскому

На №141 от 27.04.09

197342, Санкт-Петербург,  
наб. Черной речки, 41.

О продлении срока действия  
экспертного заключения на МВИ

Настоящим письмом срок действия экспертного заключения НИИ Атмосфера №100/33-09 от 26.06.1999 года на «Методику определения концентраций хлорсодержащих органических соединений (метиленхлорида, хлороформа, дихлорэтана, четыреххлористого углерода, эпихлоргидрина, трихлорэтилена, тетрахлорэтилена), а также ацетальдегида и акрилонитрила в промышленных выбросах в атмосферу методом газовой хроматографии с использованием универсального многоразового пробоотборника (М-10)» продлен до 26.06.2014 года.

И.О.



*M.M.S.*

А.Ю. Недре

**КОПИЯ  
ВЕРНА**



Исп. Цибульский В.В.  
Тел/факс (812) 333-12-25

*[Signature]*

*[Signature]*



ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
“Научно-исследовательский институт  
охраны атмосферного воздуха”  
ОАО “НИИ Атмосфера”

194021, г.Санкт-Петербург, ул.Карбышева, 7, тел./факс: (812) 297-86-62

E-mail: info@nii-atmosphere.ru, http://www.nii-atmosphere.ru

ОКПО: 23126426, ОГРН: 1097847184555, ИНН/КПП: 7802474128 / 780201001

Исх. № 09-2-251/140 от 04.06.2014 г.

На письмо от 12.02.2014 г.

Директору  
ООО НППФ "Экосистема"  
А.Н. Лавриненко

197046, г. Санкт-Петербург,  
Петровская набережная, 4, а/я 513

[ ]  
О продлении срока действия  
экспертного заключения на МВИ

Настоящим письмом срок действия экспертного заключения НИИ Атмосфера №100/33-09 от 26.06.1999 г. на «Методику определения концентраций хлорсодержащих органических соединений (метиленхлорида, хлороформа, дихлорэтана, четыреххлористого углерода, эпихлоргидрина, трихлорэтилена, тетрахлорэтилена), а также ацетальдегида и акрилонитрила в промышленных выбросах в атмосферу методом газовой хроматографии с использованием универсального многоразового пробоотборника (М-10) ФР.1.31.2011.11265» продлен до 26.06.2019 года.

И.о. генерального директора

С.Э.Левен



КОПИЯ  
ВЕРНА



Исп. Л.И. Короленко  
Тел/факс: (812) 380-92-41

Левен



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
«Научно-исследовательский институт  
охраны атмосферного воздуха»  
АО «НИИ Атмосфера»

194021, г.Санкт-Петербург, ул.Карбышева, 7, тел./факс: (812) 297-86-62

E-mail: info@nii-atmosphere.ru, http://www.nii-atmosphere.ru

ОКПО: 23126426, ОГРН: 1097847184555, ИНН/КПП: 7802474128 / 780201001

Исх. № 1-233/19-0-3 от 11.03.2019 г.

На № 55 от 12.02.2019 г.

Директору  
ООО «НППФ «Экосистема»  
А.Н. Лавриненко

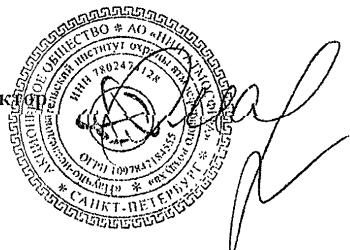
194156, г. Санкт-Петербург,  
пр. Энгельса. д.27, корп. 20

[О продлении срока действия  
экспертного заключения на МВИ]

Настоящим письмом срок действия экспертного заключения НИИ Атмосфера №100/33-09 от 26.06.1999 г. на «Методику определения концентраций хлорсодержащих органических соединений (метиленхлорида, хлороформа, дихлорэтана, четыреххлористого углерода, эпихлоргидрина, трихлорэтилена, тетрахлорэтилена), а также ацетальдегида и акрилонитрила в промышленных выбросах в атмосферу методом газовой хроматографии с использованием универсального многоразового пробоотборника (М-10). ФР.1.31.2011.11265» продлен до **26.06.2024** года.

Генеральный директор

О.А. Марцышковский



Исп. Л.И. Короленко  
Тел/факс: (812) 372-57-82