

4.1. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ. ХИМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

**Определение концентраций  
химических веществ в воздухе**

**Сборник методических указаний**

**МУК 4.1.1044—1053—01**

**Выпуск 2**

**Часть 2**

ББК 51.21

О60

**О60      Определение концентраций химических веществ в воздухе:**  
Сборник методических указаний.—Вып 2.—Ч. 2.—М.: Феде-  
ральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2002.—  
64 с.

ISBN 5—7508—0306—6

1. Подготовлен НИИ экологии человека и гигиены окружающей сре-  
ды им. А. Н. Сысина РАМН авторским коллективом под руководством  
А. Г. Малышевой (А. Г. Малышева, Н. П. Зиновьева, А. А. Беззубов,  
Т. И. Голова).

2. Утвержден и введен в действие Главным государственным сани-  
тарным врачом Российской Федерации – Первым заместителем минист-  
ра здравоохранения Российской Федерации – Г. Г. Онищенко 5 июня  
2001 г.

3. Введен впервые.

**ББК 51. 21**

Редакторы Кучурова Л. С., Максакова Е. И.  
Технические редакторы Климова Г. И., Ломанова Е. В.

Подписано в печать 31.01.02

Формат 60х88/16

Тираж 3000 экз.

Печ. л. 4,0

Заказ 3

ЛР № 021232 от 23.06.97 г.

Министерство здравоохранения Российской Федерации  
101431, Москва, Рахмановский пер., д. 3

Оригинал-макет подготовлен к печати  
и тиражирован Издательским отделом  
Федерального центра госсанэпиднадзора Минздрава России  
125167, Москва, проезд Аэропорта, 11.  
Отделение реализации, тел. 198-61-01

© Минздрав России, 2002

© Федеральный центр госсанэпиднадзора  
Минздрава России, 2002

**УТВЕРЖДАЮ**

Главный государственный  
санитарный врач  
Российской Федерации –  
Первый заместитель  
Министра здравоохранения  
Российской Федерации

Г. Г. Онищенко

5 июня 2001 г.

МУК 4.1.1048—01

Дата введения: 1 октября 2001 г.

**4.1. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ. ХИМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ**

**Газохроматографическое определение несимметричного  
диметилгидразина (НДМГ) в воздухе**

**Методические указания**

---

Настоящие методические указания устанавливают методику газохроматографического количественного анализа воздуха для определения в нем содержания несимметричного диметилгидразина в диапазоне концентраций 0,00025—0,02 мг/м<sup>3</sup>.

$C_2H_8N_2$

Мол. масса 60,10

Несимметричный диметилгидразин (1,1 диметилгидразин) – бесцветная дымящаяся жидкость, желтеющая на воздухе и при смешении с водой.

Плотность – 0,7914 г/см<sup>3</sup>, температура кипения 63,0—63,9 °С, температура плавления – 57,0—58,0 °С, растворимость в воде 1000 г/дм<sup>3</sup> при 20 °С.

Растворяется в этиловом спирте, эфире, диметилформамиде. В воздухе находится в виде паров.

**1. Погрешность измерений**

Методика обеспечивает выполнение измерений с погрешностью, не превышающей ± 20 %, при доверительной вероятности 0,95.

## 2. Метод измерений

Измерение концентрации несимметричного диметилгидразина основано на газохроматографическом определении с использованием азотно-фосфорного детектора с предварительным концентрированием из воздуха на твердый сорбент и последующей термодесорбцией в испарителе хроматографа.

Нижний предел измерения 0,0002 мкг в анализируемом объеме пробы.

Определению не мешают: вода, углеводороды, спирты, кетоны, другие нитросоединения, а также фосфор- и хлорсодержащие вещества.

## 3. Средства измерений, вспомогательные устройства, материалы, реактивы

При выполнении измерений применяют следующие средства измерений, вспомогательные устройства, материалы, реактивы.

### 3.1. Средства измерений

Хроматограф газовый с азотно-фосфорным детектором	
Барометр-анероид М-67	ТУ 2504—1797—75
Электроаспиратор	ГОСТ 17.2.6.01—86
Микрошприц фирмы «Hamilton»	
Весы аналитические ВЛА-200	ГОСТ 24108—80Е
Колбы мерные вместимостью 100 и 500 см <sup>3</sup>	ГОСТ 1770—74Е
Цилиндр вместимостью 500 см <sup>3</sup>	ГОСТ 1770—74Е
Пипетка вместимостью 10 и 20 см <sup>3</sup>	ГОСТ 29169—91

### 3.2. Вспомогательные устройства

Хроматографическая колонка из нержавеющей стали диаметром 3—4 мм, длиной 2 м  
 Сорбционная трубка из нержавеющей стали длиной 80 мм и диаметром 4 мм  
 Трубчатая печь  
 Сушильный шкаф  
 Эксикатор

### 3.3. Материалы

Гелий сжатый, в. ч.	ТУ 51689—75
Водород сжатый	ГОСТ 3022—89

МУК 4.1.1048—01

Воздух сжатый  
Стекловата или **стекловолокно**

ГОСТ 11882—73

### *3.4. Реактивы*

Вода дистиллированная  
Силюхром С-80, фракция 0,200—0,315 мм  
(насадка для сорбционной трубки)  
Хромосорб 103 фракция 0,18—0,25 мм  
Хлороформ, х. ч.  
Меламин  
Несимметричный диметилгидразин

ГОСТ 4517—87

ТУ 6—09—4263—76

## **4. Требования безопасности**

4.1. При работе с реактивами соблюдают требования безопасности, установленные для работы с токсичными, едкими и легко воспламеняющимися веществами по ГОСТу 12.1.005—88.

4.2. При выполнении измерений с использованием газового хроматографа и электроаспиратора соблюдают правила электробезопасности в соответствии с ГОСТом 12.1.019—79 и инструкцией по эксплуатации приборов.

## **5. Требования к квалификации операторов**

К выполнению измерений допускаются лица, имеющие квалификацию не ниже инженера-химика, с опытом работы на газовом хроматографе.

## **6. Условия измерений**

При выполнении измерений соблюдают следующие условия:

6.1. Процессы приготовления растворов и подготовки проб к анализу проводят в нормальных условиях согласно ГОСТу 15150—69 при температуре воздуха  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ , атмосферном давлении 630—800 мм рт. ст. и влажности воздуха не более 80 %.

6.2. Выполнение измерений на газовом хроматографе проводят в условиях, рекомендованных технической документацией к прибору.

## **7. Подготовка к выполнению измерений**

Перед выполнением измерений проводят следующие работы: приготовление растворов, подготовка хроматографической колон-

ки, сорбционных трубок, установление градуировочной характеристики, отбор проб воздуха.

### *7.1. Приготовление растворов*

*Исходный раствор НДМГ для градуировки* ( $c = 1 \text{ мг/см}^3$ ). 0,500 г НДМГ вносят в мерную колбу вместимостью 500 см<sup>3</sup>, доводят до метки дистиллированной водой и тщательно перемешивают. Срок хранения 1 неделя.

*Рабочий раствор НДМГ для градуировки* ( $c = 0,01 \text{ мг/см}^3$ ). В мерную колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup> вносят 1,0 см<sup>3</sup> исходного раствора, доводят до метки дистиллированной водой и тщательно перемешивают. Срок хранения 1 день.

*Меламин 20 % раствор*. В коническую колбу с притертой пробкой вносят 40 г меламина, растворяют его в 200 см<sup>3</sup> горячей (60 °С) дистиллированной воды и тщательно перемешивают. Раствор готовят непосредственно перед обработкой насадки для сорбционной трубки.

### *7.2. Подготовка хроматографической колонки, сорбционных трубок*

Хроматографическую колонку и сорбционные трубки перед заполнением промывают горячей водой, хлороформом и высушивают в токе газа-носителя. Заполнение хроматографической колонки насадкой проводят под вакуумом. Концы колонки закрывают тампонами из стекловаты и, не подключая к детектору, кондиционируют в токе газа-носителя с расходом 30 см<sup>3</sup>/мин при температуре, повышаемой ступенчато от 50 до 250 °С в течение 8 ч. После охлаждения колонку подключают к детектору, записывают нулевую линию в рабочем режиме. При отсутствии дрейфа нулевой линии колонка готова к работе.

Насадку для сорбционной трубки готовят обработкой силихрома С-80 20 %-ным водным раствором меламина, взятым в количестве, в 2 раза превышающем по объему количество силихрома. Обработку проводят при температуре 60 °С. Насадку высушивают в сушильном шкафу при температуре сначала 160 °С в течение 2 ч, затем прокаливают в трубчатой печи из кварцевого стекла в токе азота или гелия при температуре 420—430 °С в течение 3 ч.

Сорбционную трубку заполняют мелонированным силихромом С-80. Сорбент в трубке фиксируют с двух сторон стекловатой толщиной слоя не более 0,5 см. Кондиционирование сорбционных трубок проводят при температуре 250—350 °С в токе газа-носителя в

трубчатой печи или испарителе хроматографа. Трубку хранят в закрытой емкости или в защитных чехлах из фторопласта не более 1 месяца.

### 7.3. Установление градуировочной характеристики

Градуировочную характеристику устанавливают методом абсолютной градуировки на градуировочных растворах НДМГ. Для этого готовят 5 серий растворов для градуировки, каждая из которых состоит из 7 растворов. В мерные колбы вместимостью 100 см<sup>3</sup> вносят рабочий раствор для градуировки в соответствии с табл. 1 и доводят до метки водой. Растворы тщательно перемешивают.

Таблица 1

Растворы для установления градуировочной характеристики при определении концентрации НДМГ

Номер раствора для градуировки	1	2	3	4	5	6	7
Объем рабочего раствора (с = 0,01 мг/см <sup>3</sup> ), см <sup>3</sup>	0	0,5	1,0	5,0	10,0	20,0	40,0
Содержание НДМГ в 5 мм <sup>3</sup> мкг	0	0,00025	0,0005	0,0025	0,005	0,001	0,02

В сорбционную трубку через слой стекловаты вводят по 5 мм<sup>3</sup> градуировочного раствора, затем быстро помещают ее в нагретый испаритель и анализируют при следующих условиях:

температура термостата колонки:

анализ проводят при программировании

температуры от 50 до 250 °С со скоростью

4 °С/мин;

температура испарителя

250 °С;

температура детектора

300 °С;

расход гелия (газа-носителя)

30 см<sup>3</sup>/мин;

расход водорода

30 см<sup>3</sup>/мин;

расход воздуха

300 см<sup>3</sup>/мин;

время выхода НДМГ

9,69 мин.

На полученной хроматограмме измеряют площадь пика НДМГ и по средним результатам измерений строят градуировочную характеристику. Градуировку проверяют один раз в месяц и при проведении регулировочных работ на хроматографе.

#### *7.4. Отбор проб*

Отбор проб проводят согласно ГОСТу 17.2.3.01—86.

Воздух протягивают через сорбционную трубку со скоростью 0,2 дм<sup>3</sup>/мин электроаспиратора. Для анализа отбирается 1 дм<sup>3</sup>. Сорбционные трубки герметично закрывают. Срок хранения пробы 15 дней.

### **8. Выполнение измерений**

Сорбционные трубки с отобранной пробой воздуха помещают в испаритель хроматографа и анализируют в условиях построения градуировочной характеристики по п. 7.3.

Эффективность десорбции НДМГ с мелонированного /илохрома составляет 95 %.

### **9. Вычисление результатов измерения**

Расчет концентрации НДМГ в воздухе (мг/м<sup>3</sup>) проводят по формуле:

$$C = \frac{m}{V_0}, \text{ где}$$

$m$  – масса НДМГ, найденная по градуировочной характеристике, мкг;

$V_0$  – объем пробы воздуха, приведенный к нормальным условиям, дм<sup>3</sup>.

### **10. Оформление результатов измерений**

Результаты измерений концентраций несимметричного диметилгидразина оформляют протоколом в виде:  $C$ , мг/м<sup>3</sup>  $\pm$  20 % или  $C \pm 0,20C$ , мг/м<sup>3</sup> с указанием даты проведения анализа, места отбора пробы, названия лаборатории, юридического адреса организации, ответственного исполнителя и руководителя лаборатории.

### **11. Контроль погрешности измерений**

Контроль погрешности измерений содержания несимметричного диметилгидразина проводят на градуировочных растворах.

Рассчитывают среднее значение результатов измерений содержания в градуировочных растворах (мкг):



$$C_i = \frac{1}{n} \cdot \left( \sum_{i=1}^n C_i \right), \text{ где}$$

$n$  – число измерений вещества в пробе градуировочного раствора;

$C_i$  – результат измерения содержания вещества в  $i$ -ой пробе градуировочного раствора, мкг.

Рассчитывают среднее квадратичное отклонение результата измерения содержания вещества в градуировочном растворе:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (C_i - \bar{C})^2}{n-1}}$$

Рассчитывают доверительный интервал:

$$\Delta \bar{C}_i = \frac{S}{\sqrt{n}} \cdot t, \text{ где}$$

$t$  – коэффициент нормированных отклонений, определяемых по таблицам Стьюдента, при доверительной вероятности 0,95.

Относительную погрешность определения концентраций рассчитывают:

$$\delta = \frac{\Delta \bar{C}_i}{\bar{C}_i} \cdot 100, \%$$

Если  $\delta \leq 20 \%$ , то погрешность измерений удовлетворительная.

Если данное условие не выполняется, то выясняют причину и повторяют измерения.

Методические указания разработаны А. Г. Малышевой (НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им. А. Н. Сытина РАМН, г. Москва) и А. Ф. Филипповым (ГНИИИ военной медицины МО РФ, г. Москва).