

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ИЗМЕРЕНИЮ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ
В ВОЗДУХЕ

Выпуск XX

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ СССР

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по измерению вредных веществ
в воздухе
ХХ

Москва, 1984 г.

Сборник методических указаний составлен методической секцией по промышленно-санитарной химии при проблемной комиссии "Научные основы гигиены труда и профессиональной патологии".

Настоящие методические указания распространяются на измерение содержания вредных веществ в воздухе промышленных помещений при санитарном контроле.

Редакционная коллегия: Егикян Р.Т.
Македонская Р.Н.
Лукасян Р.О.
Дьякова Г.А.
Овечкин В.Г.

"УТВЕРЖДАЮ"
Заместитель Главного
государственного
санитарного врача СССР
А.И. Заиченко
"10" сентября 1984 г.
№ 3179-84

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ГАЗОХРОМАТОГРАФИЧЕСКОМУ ИЗМЕРЕНИЮ КОНЦЕНТРАЦИЙ
ПРЕДЕЛЬНЫХ C_1-C_{10} (СУММАРНО), НЕПРЕДЕЛЬНЫХ C_2-C_5
(СУММАРНО) И АРОМАТИЧЕСКИХ (БЕНЗОЛА, ТОЛУОЛА,
ЭТИЛБЕНЗОЛА, КСИЛОЛОВ, СТИРОЛА) УГЛЕВОДОРОДОВ
В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ

Физико-химические свойства определяемых веществ приведены в табл. I.

I. Характеристика метода

Определение основано на использовании газожидкостной хроматографии на приборе с пламенно-ионизационным детектором.

Отбор проб производится без концентрирования.

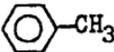
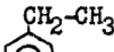
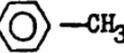
Пределы измерения в анализируемом объеме пробы и в воздухе и диапазоны измеряемых концентраций для углеводородов приведены в табл. 2.

Таблица I

Важнейшие физико-химические свойства анализируемых веществ

| Название вещества и его структурная формула | Нахо- дится в возду- хе в ви- де | Моле- куляр- ная масса (М.м.) | Упру- гость пара (га- за) при 20°C мм рт.ст. | Растворимость | |
|---|--|---|--|--------------------------------|---|
| | | | | в 100г воды для газов | в орга- нических раство- рителях |
| I | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Метан CH_4 | г ^x | 16,04 | 138229 | 9 | э |
| Этан CH_3-CH_3 | г | 30,07 | 26736 | 4,7 | сп. |
| Пропан $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ | г | 44,10 | 6239 | 6,5 | э |
| н-Бутан $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)-\text{CH}_3$ | г | 58,12 | 559 | 15 | сп.э |
| н-Пентан $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_3-\text{CH}_3$ | п ^{xx} | 72,77 | 424 | 0,036 | э |
| н-Гексан $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_4-\text{CH}_3$ | п | 86,80 | 121 | 0,0138 | сп.э., хл. |
| н-Гептан $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_5-\text{CH}_3$ | п | 100,20 | 35 | 0,0052 | сп.э |
| н-Октан $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_6-\text{CH}_3$ | п | 114,23 | 10 | 0,0015 | э |
| н-Нонан $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_7-\text{CH}_3$ | п | 128,26 | 3 | н | сп.э |
| н-Декан $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_8-\text{CH}_3$ | п | 142,28 | 1 | н | сп.э |
| Этилен $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ | г | 28,05 | 46290 | 25,6 | сп.э |
| Пропилен $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$ | г | 42,08 | 7568 | 45 | сп.э |
| Изобутилен $(\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{CH}_2$ | г | 56,11 | 1910 | тр.р. | оп.э |
| Амьлен $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_2-\text{CH}=\text{CH}_2$ | п | 70,13 | 530 | н | сп.э |
| Бутадиен-1,3 (дивинил) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ | г | 54,09 | 1798 | н | сп.э. бз.ац. хл. |
| 2-Метилбутадиен-1:3 (изопрен) $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{CH}=\text{CH}_2$ | п | 68,12 | 460 | н | сп.э |

продолжение табл. I

| I | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--|---|---------|------|--------|--------------------|
| Бензол  | п | 78, I1 | 75 | 0,08 | сп. э. ац. |
| Толуол  | п | 92, I3 | 22,3 | 0,047 | сп. э., бз. хл. |
| Этилбензол  | п | 106, I6 | 6,8 | тр. р. | сп. э |
| М-ксилол  | п | | 6,6 | н | сп. э |
| О-ксилол  | п | 106, I7 | 5,3 | н | сп. э |
| П-ксилол  | п | | 7,1 | н | сп. э |
| Стирол  | п | 104, I5 | 5,1 | тр. р. | сп. э мет. ац. |

X газы, XX пары

Таблица 2

Пределы измерения и диапазоны измеряемых концентраций углеводородов

| Названия групп веществ | Предел измерения в анализируемом объеме пробы, мкг | Предел измерения в воздухе, мг/м ³ | Диапазон измеряемых концентраций в воздухе, мг/м ³ |
|----------------------------|--|---|---|
| Предельные углеводороды | 1×10^{-4} | 0,05 | 0,1-1000 |
| Непредельные углеводороды | 1×10^{-3} | 0,50 | 1,0-1000 |
| Ароматические углеводороды | 2×10^{-4} | 0,10 | 0,2-1000 |

Определению не мешают органические примеси.

Граница суммарной погрешности измерения $\pm 20\%$.

Предельно допустимые концентрации анализируемых веществ в воздухе рабочей зоны приведены в табл. 3

Таблица 3

Предельно допустимые концентрации измеряемых веществ в воздухе

| Название вещества | Величина ПДК, мг/м ³ |
|---|------------------------------------|
| Предельные углеводороды C ₁ -C ₁₀ (в пересчете на С) | 300 |
| Изо-бутилен | 100 |
| Дивинил | 100 |
| Изопрен | 40 |
| Бензол | 5 |
| Толуол | 50 |
| Ксилолы | 50 |
| Стирол | 5 |

2. Реактивы, растворы и материалы

Цветохром ЗК, фракция 0,14-0,31 мм и 0,25-0,50 мм, ТУ 6-09-26-219-75.

3, 3', 3'' - Нитрилотрипропионитрил, для хроматографии, чда, ТУ С-09-06-683-75.

Никель (II) азотнокислый, чда, 6%-ный водный раствор,
ГОСТ 4055-78.

Огнеупорный шамот, обработанный раствором азотнокислого
серебра в серной кислоте, в ампулах, ТУ 09П-434-72.

Огнеупорный шамот, обработанный раствором сернокислой за-
киси ртути, в ампулах, ТУ 09П-434-72.

Натрий хлористый, хч., ГОСТ 4233-77.

Ацетон, хч, ГОСТ 2603-79.

Вода дистиллированная, ГОСТ 6709-72.

Водород газообразный в баллоне с редуктором, ГОСТ 3022-80.

Воздух газообразный, ГОСТ 11882-73.

Аттестованные градуировочные смеси метана с воздухом,
выпускаемые Балашихинским кислородным заводом, с содержанием
метана от 0,001 до 0,1% об. (от 7 до 1000 мг/м³), ТУ 6-21-28-79.

3. Приборы и посуда

Хроматограф с пламенно-ионизационным детектором.

Колонка из нержавеющей стали, длиной 1 м, диаметром 3 мм.

Шкаф сушильный с нагревом до 200°C.

Электронная печь обогрева реактора от газоанализатора химичес-
кого лабораторного ТХЛ-1, ГОСТ 7018-75.

Баня водяная.

Автотрансформатор лабораторный ЛАТР-1М.

Аспирационное устройство.

Термометры лабораторные от 0° до 150°С, ГОСТ 215-73;
от 0° до 450°С, ГОСТ 2823-73.

Реактор для очистки газа-носителя, из нержавеющей стали, цилиндрической формы (рис.1).

Набор сит "Физприбор".

Секундомер.

Линейка измерительная.

Лупа измерительная, ГОСТ 8309-75.

Пипетки газовые, вместимостью 250 или 500 см³, ГОСТ 18954-73.

Шприцы медицинские стеклянные, вместимостью 100 см³, ТУ 64-1-1279-75.

Чашки выпарительные, фарфоровые, диаметр 56 см, ГОСТ 9147-73.

Ступка и пестик № 5, ГОСТ9147-73.

Фильтрующий патрон из стекла длиной 90 мм, внутренним диаметром 2,5 мм (рис.2).

Фильтрующий патрон из стекла длиной 86 мм, диаметром 10 мм, входящий в комплект универсального газоанализатора типа УГ-2.

4. Проведение измерения

Условия отбора проб воздуха

Пробу воздуха отбирают в газовые пипетки, вместимостью 250 или 500 см³, пропуская 10-кратный объем воздуха с помощью аспирационного устройства со скоростью 0,5 л/мин. Пипетки

закрывают заглушками.

В качестве пробоотборного устройства возможно применение цельностеклянных шприцев вместимостью 100 см³.

Рекомендуемый срок хранения проб в газовых шприцах 5 часов, в шприцах - 3 часа.

Условия анализа

Подготовка катализатора для очистки газа-носителя от органических веществ - Цветохром ЗК фракции 0,25-0,50 мм помещают в фарфоровую чашку и заливают 6%-ным водным раствором азотнокислого никеля из расчета 12,5% окиси никеля к весу носителя. Содержимое чашки выпаривают досуха в сушильном шкафу при температуре 200°C. Высушенный катализатор засыпают в реактор, (рис.1) концы которого закрывают тампоном из стекловаты. Через реактор, установленный в электропечи от прибора ГХЛ-1, пропускают воздух со скоростью 100 см³/мин. Одновременно осуществляют нагрев печи до температуры 600°C.

Удаление образовавшихся окислов азота проводят током воздуха в течение 1,5-2,0 часов.

Подачу на печь напряжения (120 в), необходимого для поддержания температуры реактора 600°C, осуществляют через автотрансформатор.

Подготовка насадки для хроматографической колонки - 10 г. 3,3', 3" - нитрилотрипропионитрила растворяют в ацетоне. В полученный раствор вносят 100 г твердого носителя цветохрома ЗК фракции 0,14-0,31 мм и выдерживают в течение часа. Объем ацетона должен быть таким, чтобы весь твердый носитель был покрыт

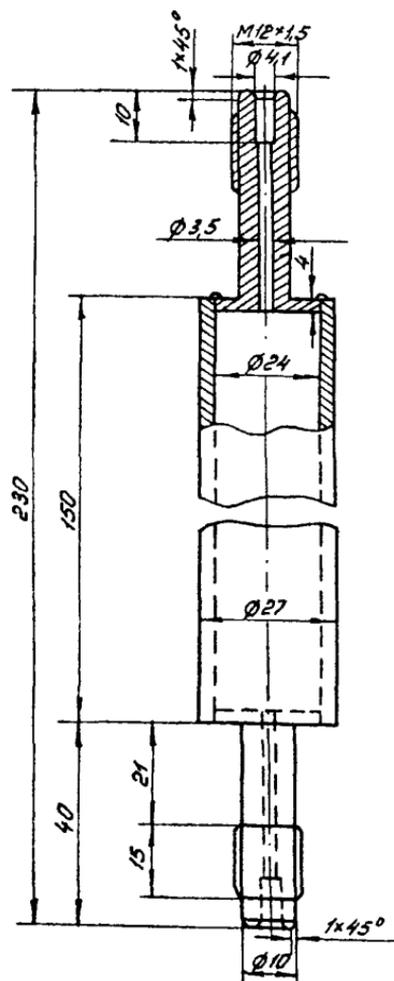


Рис. I. Реактор каталитической очистки
газа-носителя.

раствором. Растворитель испаряют на водяной бане при постоянном осторожном перемешивании до сухого состояния сорбента. Подготовленной насадкой заполняют чистую сухую колонку. Заполнение колонки осуществляют применением вакуума.

Заполненную колонку кондиционируют в термостате прибора в токе газа-носителя при температуре 100°C в течение 6 часов.

Подготовка наполнителя фильтрующего патрона для улавливания органических примесей. *

Фильтрующий патрон для улавливания предельных углеводородов. - Для определения предельных углеводородов $\text{C}_1\text{-C}_{10}$ в смеси с непредельными углеводородами используется фильтрующий патрон, входящий в комплект универсального газоанализатора типа УГ-2.

Фильтрующий патрон представляет собой стеклянную трубку с тремя перетяжками общей длиной 86 мм, диаметром 10 мм, суженную с одного конца до 8 мм /входной конец/, с другого конца - до 5 мм /выходной конец/.

Заполнение его осуществляют следующим образом:

В узкий конец патрона вкладывают небольшой кусочек ваты слоем 5 мм и через широкий конец трубки, соединенный на стык с воронкой /в вертикальном положении/, при легком и постоянном постукивании насыпают до второй перетяжки слой шамота, обработанного раствором азотнокислого серебра в серной кислоте, третью и четвертую оливы заполняют шамотом, обработанным раствором

*! информацию об условиях приготовления наполнителя необходимо получить у авторов.

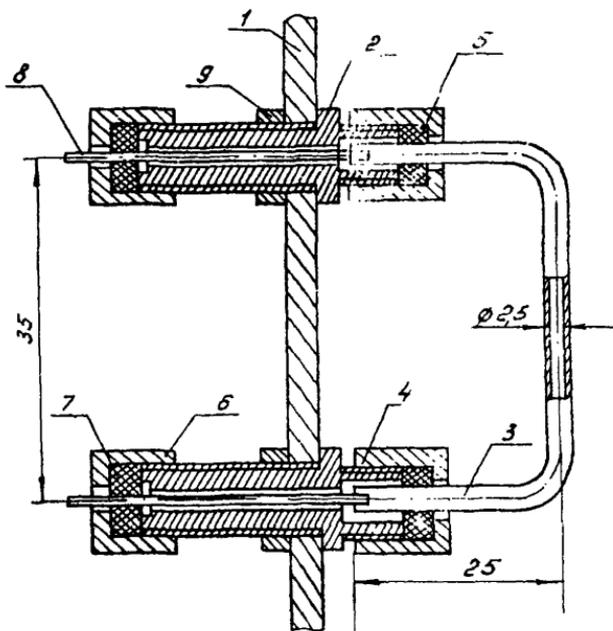


Рис. 2. Установка фильтрующего патрона для улавливания органических примесей

1 — стенка блока анализатора. 2 — переходник.
 3 — стеклянный патрон. 4 — гайка. 5 — прокладка.
 6 — гайка. 7 — прокладка. 8 — соединительная
 трубка. 9 — гайка.

сернистой закиси ртути. Снимают воронку, вкладывают кусочек гигроскопической ваты слоем 5 мм и немедленно закрывают заглушками оба конца патрона.

Вскрытие ампулы с оставшимися поглотительными порошками должны быстро закрываться заглушками и укладываться для хранения в эксикатор.

Подготовка хроматографа к анализу. - Подготовку прибора к анализу проводят согласно инструкции по обслуживанию хроматографа.

Методика предусматривает следующие изменения в газовой схеме хроматографа /рис. 3/:

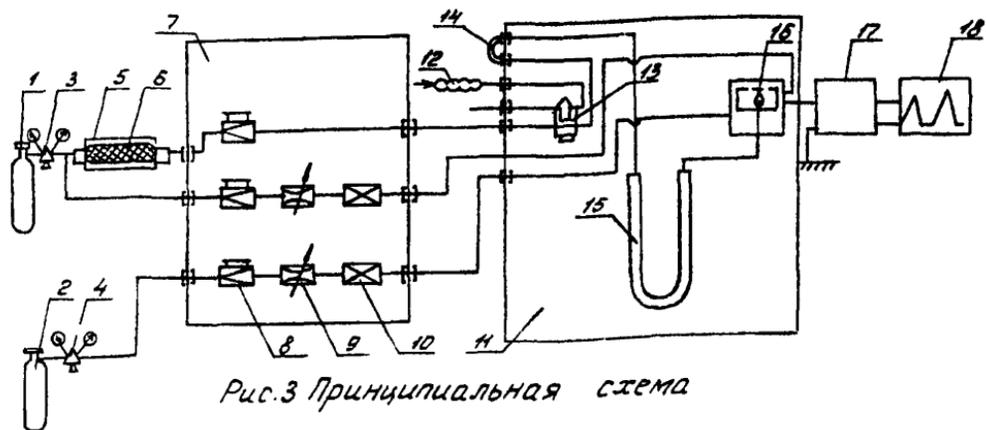
- установку каталитического реактора для очистки газа-носителя /воздуха/ от органических примесей перед блоком подготовки газов;

- исключение дросселя в линии газа-носителя между регулятором давления /блок подготовки газа/ и краном-дозатором для устранения изменения давления в системе при вводе пробы в хроматограф;

- исключение фильтра в линии газа-носителя во избежание накопления органических примесей на нем, дающих фоновое загрязнение;

- применение крана-дозатора с тефлоновыми уплотнительными элементами;

- введение фильтрующего патрона для улавливания органических примесей.



1,2 - баллоны с сжатым воздухом и водородом соответственно. 3,4 - редукторы. 5 - печь прибора ГХД-1. 6 - реактор. 7 - блок подготовки газов. 8 - регулятор давления. 9 - дроссель. 10 - фильтр. 11 - блок анализатора. 12 - фильтрующий патрон для улавливания непредельных и ароматических углеводородов. 13 - кран-дозатор. 14 - фильтрующий патрон для улавливания органических примесей. 15 - хроматографическая колонка. 16 - детектор. 17 - усилитель. 18 - регистратор.

- введение фильтрующего патрона для улавливания непредельных и ароматических углеводородов.

При вводе пробы в хроматограф газовые пипетки или стеклянные шприцы с анализируемыми пробами предварительно подогревают при температуре 50⁰С для десорбции адсорбированных веществ с поверхности стекла.

В случае отбора пробы в газовые пипетки вытеснение её в дозу осуществляют насыщенным раствором хлористого натрия.

Определение предельных углеводородов в смеси с непредельными углеводородами проводят путем двойного анализа. Для этого пробу воздуха вытесняют в дозу крана-дозатора через фильтрующий патрон, улавливающий непредельные и ароматические углеводороды, а без патрона.

Условия хроматографирования

Длина колонки 1 м, диаметр 3 мм.

Насадка колонки 10%, 3,3', 3" - нитрилтрипропионитрила на цветохроме ЗК, фракций 0,14-0,31 мм.

Катализатор для очистки газа-носителя 12,5% окиси никеля на цветохроме ЗК, фракция 0,25-0,50 мм.

Наполнитель фильтрующего патрона для улавливания органических примесей, /меняют через каждые 30 анализов/.

Наполнитель фильтрующего патрона для улавливания непредельных и ароматических углеводородов /показателем отработки патрона служит изменение окраски порошка, обработанного раствором сернистой закиси ртути, патрон следует считать отработанным

ным при длине окрашенного слоя 8 мм/. Шамот, обработанный
раствором сернистой закиси ртути и раствором азотнокислого
серебра в серной кислоте.

Температура колонки 100°C.

Температура реактора 600°C.

Газ-носитель - воздух /каталитически очищенный/.

Скорость потока газа-носителя 25 см³/мин.

Скорость потока водорода 30 см³/мин.

Скорость потока воздуха на детектор 300 см³/мин.

Объем вводимой пробы 2 см³.

Продолжительность анализа 6 мин.

Относительные удерживаемые объемы углеводородов приведены в табл. 4.

Таблица 4

Относительное время удерживания анализируемых веществ

| Название вещества | Относительное время удерживания |
|---|---------------------------------|
| Пределъные C_1-C_{10} и непределъные углеводороды C_2-C_5 | 0,338-0,752 |
| Бензол | 1,000 |
| Толуол | 1,248 |
| Этилбензол | 1,556 |
| м-Ксилол | 1,759 |
| п-Ксилол | 1,759 |
| о-Ксилол | 2,180 |
| Стирол | 2,872 |

Количественное определение проводят методом абсолютной калибровки.

Для нахождения градуировочного коэффициента необходимо хроматографировать 5 градуировочных смесей с различной концентрацией метана, равномерно распределенных по диапазону измерений.

Градуировочную смесь не менее 7 раз подают в хроматографическую колонку и на полученных хроматограммах определяют площади пиков путем умножения высоты пика на его ширину, измеренную на половине высоты.

Данная операция повторяется для всех взятых смесей. Полученные градуировочные данные заносят в таблицу, табл.5,

аналогичную приведенной ниже.

Таблица 5

| № п/п | Концентрация ^х вещества на входе, мг/м ³ | Измеренное зна- чение площади, мм ² | | Среднее значение площади мм ² | Приведенное значение площади, мм ² |
|----------|--|--|-------------------------------------|---|--|
| I | X _I | S _{I1} | S _{I2} ... S _{Iп} | S _I | S _{прI} |
| 2 | X ₂ | S _{2I} | S ₂₂ ... S _{2п} | S ₂ | S _{пр2} |
| K | X _K | S _{K1} | S _{K2} ... S _{Kп} | S _K | S _{прK} |

Приведенное значение площади в мм² (S_{пр}) рассчитывают по формуле

$$S_{\text{пр}i} = S_{iM}K_{ui} \quad , \quad \text{где}$$

S_i - среднее значение площади пика,

M - масштаб ослабления выходного сигнала,

K_{ui} - весовой поправочный коэффициент (табл.6).

По полученным данным определяют градуировочный коэффициент в мг/м³ .мм² (а)^{xx}

^хПо ГОСТ 12.1.005-76 ПДК предельных углеводородов C₁-C₁₀ в воздухе рабочей зоны дана в пересчете на углерод, поэтому значение концентраций градуировочной смеси в баллоне должно быть приведено в пересчете на углерод.

^{xx}Объем воздуха в л, приводят к стандартным условиям согласно формуле, приведенной в приложении I.

Таблица 6

Поправочные коэффициенты для
пламенно-ионизационного детектора

| Название вещества | Весовой поправочный коэффициент |
|--|---------------------------------|
| Предельные углеводороды C_1-C_{10} (в пересчете на C) | 1,0 |
| Этилен | 1,17 |
| Пропилен | 1,17 |
| Бутилены | 1,17 |
| Амилены | 1,17 |
| Дивинил | 1,13 |
| Изопрен | 1,13 |
| Бензол | 1,08 |
| Толуол | 1,10 |
| Этилбензол | 1,11 |
| Ксилолы | 1,11 |
| Стирол | 1,08 |

Для периодической проверки правильности выполнения измерений ежедневно на вход подают градуировочную смесь одной определенной концентрации метана и измеряют площадь пика S_p .

Полученное значение сравнивают с первоначальным значением, соответствующим той же концентрации на градуировочной характеристике хроматографа и составляют отношение

$$A = \frac{S_p - S_{гр}}{S_{гр}}$$

В случае, если полученное значение Λ не превосходит величины $1,8 \cdot \sigma_{гр}$ при вероятности ошибочного признания незначимы систематического ухода градуировочной характеристики $Q = 0,05$, то хроматограф можно не переградуировать. Для данной методики $\sigma_{гр}$ составляет не более 12% (отн.) (расчет по МИ 137-77 - "Методика по нормированию метрологических характеристик, градуировке, проверке хроматографических приборов универсального назначения и оценке точности результатов хроматографических измерений") при использовании градуировочных смесей с погрешностью аттестации не более 10% (отн.).

Содержание предельных углеводородов C_1-C_{10} в $мг/м^3$ воздуха (X_n) вычисляют по формуле:

$$X_n = a \cdot S'_{гр.n} \quad , \text{ где}$$

a - градуировочный коэффициент.

$S'_{гр.n}$ - приведенная площадь пика предельных углеводородов на хроматограмме с патроном.

Концентрация ароматических углеводородов в $мг/м^3$ (X_a) рассчитывают по хроматограмме без фильтрующего патрона по формуле:

$$X_a = a \cdot S_{гр.a} \quad , \text{ где}$$

$S_{гр.a}$ - приведенная площадь пиков ароматических углеводородов на хроматограмме без патрона.

Содержание непредельных углеводородов в $мг/м^3$ (X_H) рассчитывают методом вычитания по формуле:

$$X_H = a \cdot M \cdot K_{ин} (S_{n+n} - S'_n) \quad , \text{ где}$$

$K_{ин}$ - весовой поправочный коэффициент непредельных углеводородов (табл.6);

M - масштаб ослабления выходного сигнала.

S_{n+} - площадь пиков предельных и непредельных углеводородов на хроматограмме без патрона.

S_{n+n} - площадь пика предельных углеводородов на хроматограмме с патроном.

S'_n - площадь пика предельных углеводородов на хроматограмме с патроном.

Приведение объема воздуха к стандартным условиям проводят по следующей формуле:

$$V_{20} = \frac{V_t \cdot (273 + 20) \cdot P}{(273 + t^{\circ}) \cdot 101,33}, \text{ где}$$

V_t — объем воздуха, отобранный для анализа, л.

P — барометрическое давление, кПа (101,33 кПа=760 мм рт.ст.)

t° — температура воздуха в месте отбора пробы, $^{\circ}\text{C}$

Для удобства расчета V_{20} следует пользоваться таблицей коэффициентов (приложение 2). Для приведения воздуха к стандартным условиям надо умножить V_t на соответствующий коэффициент.

К о э ф ф и ц и е н т ы
для приведения объема воздуха к стандартным условиям
(температура +20°C, атмосферное давление 101,326 кПа)

| Тем- пе- ра- тура воз- духа, °C | Атмосферное давление, кПа | | | | | | | | | | | |
|---|---------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|
| | 97,5 | 98,0 | 98,5 | 99,0 | 99,5 | 100,0 | 100,5 | 101,0 | 101,5 | 102,0 | 102,5 | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| -30 | 1,1602 | 1,1662 | 1,1721 | 1,1781 | 1,1840 | 1,1900 | 1,1959 | 1,2019 | 1,2078 | 1,2138 | 1,2197 | |
| -28 | 1,1508 | 1,1567 | 1,1626 | 1,1685 | 1,1744 | 1,1803 | 1,1862 | 1,1921 | 1,1980 | 1,2039 | 1,2098 | |
| -26 | 1,1414 | 1,1473 | 1,1532 | 1,1590 | 1,1649 | 1,1707 | 1,1766 | 1,1824 | 1,1883 | 1,1941 | 1,2000 | |
| -24 | 1,1323 | 1,1381 | 1,1439 | 1,1497 | 1,1555 | 1,1613 | 1,1671 | 1,1729 | 1,1787 | 1,1845 | 1,1903 | |
| -22 | 1,1233 | 1,1290 | 1,1348 | 1,1405 | 1,1463 | 1,1521 | 1,1578 | 1,1636 | 1,1693 | 1,1751 | 1,1809 | |
| -20 | 1,1144 | 1,1201 | 1,1258 | 1,1315 | 1,1372 | 1,1429 | 1,1487 | 1,1544 | 1,1601 | 1,1658 | 1,1715 | |
| -18 | 1,1056 | 1,1113 | 1,1170 | 1,1226 | 1,1283 | 1,1340 | 1,1397 | 1,1453 | 1,1510 | 1,1567 | 1,1623 | |
| -16 | 1,0970 | 1,1027 | 1,1083 | 1,1139 | 1,1195 | 1,1252 | 1,1308 | 1,1364 | 1,1420 | 1,1477 | 1,1533 | |
| -14 | 1,0886 | 1,0941 | 1,0997 | 1,1053 | 1,1109 | 1,1165 | 1,1221 | 1,1276 | 1,1332 | 1,1388 | 1,1444 | |
| -12 | 1,0802 | 1,0856 | 1,0913 | 1,0968 | 1,1024 | 1,1079 | 1,1135 | 1,1190 | 1,1245 | 1,1301 | 1,1356 | |
| -10 | 1,0720 | 1,0775 | 1,0830 | 1,0885 | 1,0940 | 1,0995 | 1,1050 | 1,1105 | 1,1160 | 1,1215 | 1,1270 | |
| -8 | 1,0639 | 1,0694 | 1,0748 | 1,0802 | 1,0857 | 1,0912 | 1,0967 | 1,1021 | 1,1076 | 1,1130 | 1,1185 | |

Продолжение прилож.2

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | -6 | 1,0559 | 1,0614 | 1,0668 | 1,0722 | 1,0776 | 1,0830 | 1,0884 | 1,0938 | 1,0993 | 1,1047 | 1,1101 |
| | -4 | 1,0481 | 1,0535 | 1,0588 | 1,0642 | 1,0696 | 1,0750 | 1,0803 | 1,0857 | 1,0911 | 1,0965 | 1,1018 |
| | -2 | 1,0404 | 1,0457 | 1,0510 | 1,0564 | 1,0617 | 1,0670 | 1,0724 | 1,0777 | 1,0830 | 1,0884 | 1,0937 |
| | 0 | 1,0327 | 1,0380 | 1,0433 | 1,0486 | 1,0539 | 1,0592 | 1,0645 | 1,0698 | 1,0751 | 1,0804 | 1,0857 |
| | +2 | 1,0252 | 1,0305 | 1,0357 | 1,0410 | 1,0463 | 1,0515 | 1,0568 | 1,0620 | 1,0673 | 1,0725 | 1,0778 |
| | +4 | 1,0178 | 1,0230 | 1,0283 | 1,0335 | 1,0387 | 1,0439 | 1,0491 | 1,0544 | 1,0596 | 1,0648 | 1,0700 |
| 22 | +6 | 1,0105 | 1,0157 | 1,0209 | 1,0261 | 1,0313 | 1,0364 | 1,0416 | 1,0468 | 1,0520 | 1,0572 | 1,0623 |
| | +8 | 1,0033 | 1,0085 | 1,0136 | 1,0188 | 1,0239 | 1,0291 | 1,0342 | 1,0394 | 1,0445 | 1,0496 | 1,0548 |
| | +10 | 0,9962 | 1,0014 | 1,0065 | 1,0116 | 1,0167 | 1,0218 | 1,0269 | 1,0320 | 1,0371 | 1,0422 | 1,0473 |
| | +12 | 0,9893 | 0,9943 | 0,9994 | 1,0045 | 1,0095 | 1,0146 | 1,0197 | 1,0248 | 1,0298 | 1,0349 | 1,0400 |
| | +14 | 0,9824 | 0,9874 | 0,9924 | 0,9975 | 1,0025 | 1,0075 | 1,0126 | 1,0176 | 1,0227 | 1,0277 | 1,0327 |
| | +16 | 0,9756 | 0,9806 | 0,9856 | 0,9906 | 0,9956 | 1,0006 | 1,0056 | 1,0106 | 1,0156 | 1,0206 | 1,0256 |
| | +18 | 0,9689 | 0,9738 | 0,9788 | 0,9838 | 0,9887 | 0,9937 | 0,9987 | 1,0036 | 1,0086 | 1,0136 | 1,0185 |
| | +20 | 0,9622 | 0,9672 | 0,9721 | 0,9770 | 0,9820 | 0,9870 | 0,9918 | 0,9968 | 1,0017 | 1,0067 | 1,0116 |
| | +22 | 0,9557 | 0,9606 | 0,9655 | 0,9704 | 0,9753 | 0,9802 | 0,9851 | 0,9900 | 0,9949 | 0,9998 | 1,0047 |
| | +24 | 0,9493 | 0,9542 | 0,9590 | 0,9639 | 0,9688 | 0,9736 | 0,9785 | 0,9834 | 0,9882 | 0,9931 | 0,9980 |
| +26 | 0,9429 | 0,9478 | 0,9526 | 0,9574 | 0,9623 | 0,9671 | 0,9719 | 0,9768 | 0,9816 | 0,9865 | 0,9913 | |
| +28 | 0,9367 | 0,9415 | 0,9463 | 0,9511 | 0,9559 | 0,9607 | 0,9655 | 0,9703 | 0,9751 | 0,9799 | 0,9847 | |

Продолжение прилож.2

| I | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| +30 | 0,9305 | 0,9353 | 0,9400 | 0,9448 | 0,9496 | 0,9543 | 0,9591 | 0,9639 | 0,9687 | 0,9734 | 0,9782 |
| +32 | 0,9244 | 0,9291 | 0,9339 | 0,9386 | 0,9433 | 0,9481 | 0,9528 | 0,9576 | 0,9623 | 0,9670 | 0,9718 |
| +34 | 0,9184 | 0,9231 | 0,9277 | 0,9325 | 0,9372 | 0,9419 | 0,9466 | 0,9513 | 0,9560 | 0,9607 | 0,9655 |
| +36 | 0,9124 | 0,9171 | 0,9218 | 0,9265 | 0,9311 | 0,9358 | 0,9405 | 0,9452 | 0,9498 | 0,9545 | 0,9592 |
| +38 | 0,9066 | 0,9112 | 0,9158 | 0,9205 | 0,9251 | 0,9298 | 0,9344 | 0,9391 | 0,9437 | 0,9484 | 0,9530 |
| +40 | 0,9008 | 0,9054 | 0,9100 | 0,9146 | 0,9192 | 0,9239 | 0,9285 | 0,9331 | 0,9377 | 0,9423 | 0,9469 |

Перечень

учреждений и авторов, представивших методические указания
в данный сборник

| № п/п | Методические указания | Учреждение, представившее методическое указание | Авторы |
|----------|--|--|-----------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1. | Фотометрическое измерение 6-аминопенициллановой кислоты | ВНИИантибиотиков, г.Москва | Чурагулова Н.К. |
| 2. | Хроматографическое измерение анабазина, анабазин-гидрохлорида, нитрозоанабазина, полиакрилина и лупинина | Узбекский НИИ гигиены, санитарии и профзаболеваний, г.Ташкент | Ляхо В.Г. Мусаев А.Т. |
| 3. | Фотометрическое измерение гибберсиба | Новосибирский НИИ органической химии СО АН СССР | Кобрина В.Н. |
| 4. | Турбидиметрическое измерение декабромдифенилоксида | ВНИИЙодообром, г.Саки | Некрасов И. Псалтыра С. |
| 5. | Газохроматографическое измерение N, N- диметилгидраминопропионитрида | Ленинградский НИИ гигиены труда и профзаболеваний, г.Ленинград | Шефтер В.Е. Иванова Н.П. |

Продолжение приложения 3

| I | 2 | 3 | 4 |
|---|---|--------------------------------|---|
| 6. Фотометрическое измерение диметилпропандиамина | Ленинградский НИИ гигиены труда и профзаболеваний г. Ленинград | Шейфер В.Е. Крупениной Р.С. | |
| 7. Газохроматографическое измерение 3,5-динитро-4-хлорбензотрифторида | НИИ гигиены труда и профзаболеваний АМН СССР, г. Москва | Попова С.М. | |
| 8. Фотометрическое измерение дициклобутилидена | НИИ гигиены труда и профзаболеваний АМН СССР г. Москва | Павловская Г.С. | |
| 9. Фотометрическое измерение карбохромена | Рижский медицинский институт, г. Рига | Баке М.Я. | |
| 10. Фотометрическое измерение магния, алюминия и их окислов | Ленинградский НИИ охраны труда ВЦСПС, г. Ленинград | Буренко Т.С. Ульянова А.Н. | |
| II. Газохроматографическое измерение металлхлорида | Новосибирский НИИ гигиены, г. Новосибирск | Памазова Е.Н. | |

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|--|--|---|---|
| 12. Газохроматографическое измерение метана, этана, пропана, изо-бутана, пентана, изо-пентана и их сумми | Белорусский санитарно-гигиенический НИИ, г.Минск | Перцовский А.Л. | |
| 13. Газохроматографическое измерение метанола | ГорСЭС, г.Москва | Розова Н.Д. Поротникова А.И. Книжникова Л.М. | |
| 14. Фотометрическое измерение метил-Н-(2-бензи-мидазолил)-карбамата | Львовский медицинский институт, г.Львов | Маненко А.К. Галушка А.И. Дробязко В.П. Постушенко Т.В. Баик С.И. | |
| 15. Фотометрическое измерение 3-метил-4-гидрометил-фенола | Университет им. П.Думбонь, г.Москва | Смоляр Н.Я. | |
| 16. Газохроматографическое измерение монометилового эфира адипиновой кислоты | Ростовский-на-Дону медицинский институт, г.Ростов-на-Дону | Белова Э.Г. Жукова Т.В. | |
| 17. Жидкостнохроматографическое измерение нефтяных сульфоксидов | НИИнефтехим, г.Уфа | Круглов Э.А. Попов Ю.Н. Мамаева А.А. | |

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|--|---|---|
| 18. Фотометрическое измерение пентакарбонила железа | Центральный институт усовершенствования врачей, г.Москва | Макеева Е.П. Крыжада Г.И. | |
| 19. Газохроматографическое измерение предельных C_1-C_{10} (суммарно), непредельных C_2-C_5 (суммарно) и ароматических (бензола, толуола, этилбензола, ксилолов, стирола) углеводородов | Казанское пусконаладочное управление инженерно-производственного треста "Оргнефтехимзаводы", г.Казань | Рувинский Л.Я Монетина Л.А. Чернов А.В. Медведева Л.М. Акчурич Ф.Г. Буденко А.Г. | |
| 20. Газохроматографическое измерение пропиленхлоргидрина | ГорСЭС, г.Москва | Розова Н.Д. Поротникова А.И Книжникова Л.М. | |
| 21. Полярнографическое измерение титаната бария, тетратитаната бария, титаната бария-алюминия, титаната бария-кальция и титаната цирконата бария | Ленинградский НИИ гигиены труда и профзаболеваний, г.Ленинград | Бреннер Э.С. | |

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|--|--|---|---|
| 22. Фотометрическое измерение 2,4,4'-тринитробензанилида | Ростовский-на-Дону медицинститут, г.Ростов-на-Дону; ВНИИПИМ, г.Тула | Щеголева Л.Н. Агапова С.А. | |
| 23. Газохроматографическое измерение формальдегида | Белорусский санитарногигиенический НИИ, г.Минск | Перцовский А.Л. | |
| 24. Фотометрическое измерение однозамещенного фосфата хрома и медьхромфосфатов | Свердловский НИИ гигиены труда и профзаболеваний, г.Свердловск | Старков П.С. Коновалова Н.Е. | |
| 25. Полярографическое измерение изо-фталевой кислоты | ВНИИПИМ, г.Тула Ростовский-на-Дону медицинститут, г.Ростов-на-Дону | Федонина В.Ф. Балова Э.Г. Жукова Т.В. | |
| 26. Хроматографическое измерение хлората магния | Ташкентский медицинститут, г.Ташкент; СредазНИИКипище-прое, г.Ташкент | Феофанова В.Н. Шейкина Р.И. | |

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|--|---|--|---|
| 27. Газохроматографическое измерение п-хлорбензо-трихлорида | НИИ гигиены труда и профзаболеваний АМН СССР, г.Москва | Попова С.М. | |
| 28. Газохроматографическое измерение п-хлорбензо-трифторида | НИИ гигиены труда и профзаболеваний АМН СССР, г.Москва | Попова С.М. | |
| 29. Фотометрическое измерение ди- β , β^I -хлорэтилового эфира винилфосфиновой кислоты | Ростовский-на-Дону мединститут, г.Ростов-на-Дону | Каминский А.Я. Белова Э.Г. Хван Т.А. | |
| 30. Фотометрическое измерение этиленгдиголя | Горьковский НИИ гигиены труда и профзаболеваний, г. Горький | Гронсберг Е.Ш. | |
| 31. Методические указания по газохроматографическому измерению концентраций 1,3-дихлорбутена-2, 3-4-дихлорбутена-I и 1-4-дихлорбутена-2 (цис и транс) в воздухе рабочей зоны | НИИ общей гигиены и профзаболеваний МЗ СССР, г.Ереван | Егикян Р.Т. | |
| 32. Методические указания по измерению концентраций железа, марганца, хрома, никеля, магния в воздухе рабочей зоны методом атомно-абсорбционного спектрального анализа | НИИ гигиены труда и профзаболеваний АМН СССР, г.Москва | Македонская Р.Н. | |

| I | 2 | 3 | 4 |
|--|---|--------------------------------|---|
| 33. Методические указания по газохроматографическому измерению концентраций напролактама в воздухе рабочей зоны | НИИ гигиены труда и профзаболеваний АМН СССР, г.Москва | Муравьева С.И. Макеева Л.Г. | |
| 34. Методические указания по газохроматографическому измерению концентраций никотина в воздухе рабочей зоны | НИИ гигиены труда и профзаболеваний АМН СССР, г.Москва | Грачева К.М. | |
| 35. Методические указания по полярографическому измерению концентраций фосфата цинка в воздухе рабочей зоны | Первый Московский медицинский институт | Каменев А.И. | |
| 36. Методические указания по полярографическому измерению концентраций сульфида цинка и люминофоров на основе соединений цинка (К-86, К-82п, К-75) | Первый Московский медицинский институт | Каменев А.И. | |
| 37. Методические указания по газохроматографическому измерению концентраций ди- и триэтиленгликоля в воздухе | НИИ гигиены труда, и профзаболеваний АМН СССР, г.Москва | Бабина М.Д. | |

Содержание

| | Стр. |
|---|------|
| 1. Методические указания по фотометрическому измерению концентраций 6-аминопенициллановой кислоты в воздухе рабочей зоны..... | I |
| 2. Методические указания по хроматографическому измерению концентраций анабазина, анабазина гидрохлорида, нитрозоанабазина, полиакрилина или лупинина в воздухе рабочей зоны..... | 6 |
| 3. Методические указания по фотометрическому измерению концентраций гиберсида в воздухе рабочей зоны | 15 |
| 4. Методические указания по турбидиметрическому измерению концентраций декабромдифениллоксида в воздухе рабочей зоны..... | 21 |
| 5. Методические указания по газохроматографическому измерению концентраций N , N , -диметиламинопропионитрила в воздухе рабочей зоны | 26 |
| 6. Методические указания по фотометрическому измерению концентраций диметилпропандкамина в воздухе рабочей зоны..... | 33 |
| 7. Методические указания по газохроматографическому измерению концентраций 3,5-динитро-4-хлорбензотрифторида в воздухе рабочей зоны..... | 38 |

| | |
|--|----|
| 8. Методические указания по фотометрическому измерению концентраций дициклобутилдена в воздухе рабочей зоны..... | 43 |
| 9. Методические указания по фотометрическому измерению концентраций карбокромона в воздухе рабочей зоны..... | 48 |
| 10. Методические указания по разделному фотометрическому измерению концентраций магния, алюминия и их окислов в воздухе рабочей зоны..... | 52 |
| 11. Методические указания по газохроматографическому измерению концентраций метилхлорида в воздухе рабочей зоны..... | 61 |
| 12. Методические указания по хроматографическому измерению концентраций метана, этана, пропана, бутана, изобутана, пентана, изо-пентана и их суммы в воздухе рабочей зоны..... | 66 |
| 13. Методические указания по газохроматографическому измерению концентраций метилала в воздухе рабочей зоны..... | 72 |
| 14. Методические указания по фотометрическому измерению концентраций метил-N-(2-бензимидазол)-карбамата в воздухе рабочей зоны..... | 76 |
| 15. Методические указания по фотометрическому измерению концентраций 3-метил-4-тиометилфенола в воздухе рабочей зоны..... | 82 |

| | |
|--|-----|
| 16. Методические указания по газохроматографическому измерению концентраций монометилового эфира адипиновой кислоты в воздухе рабочей зоны..... | 87 |
| 17. Методические указания по жидкостнохроматографическому измерению концентраций нефтяных сульфоксидов в воздухе рабочей зоны..... | 92 |
| 18. Методические указания по фотометрическому измерению концентраций пентакарбонила железа в воздухе рабочей зоны..... | 105 |
| 19. Методические указания по газохроматографическому измерению концентраций предельных C_1-C_{10} (суммарно), непредельных C_1-C_5 (суммарно) и ароматических (бензола, толуола, этилбензола, ксилола, стирола) углеводородов в воздухе рабочей зоны | 110 |
| 20. Методические указания по газохроматографическому измерению концентраций пропиленхлоргидрина в воздухе рабочей зоны..... | 129 |
| 21. Методические указания по полярографическому измерению концентраций титаната бария, тетратитаната бария, титаната бария-алюминия, титаната бария-кальция и титаната цирконата бария в воздухе рабочей зоны... | 134 |
| 22. Методические указания по фотометрическому измерению концентраций 2,4,4 ^I -тринитробензанилида в воздухе рабочей зоны | 139 |

| | |
|---|-----|
| 1. Методические указания по газохроматографическому измерению концентраций формальдегида в воздухе рабочей зоны..... | I43 |
| 1. Методические указания по фотометрическому измерению концентраций однозамещенного фосфата хрома и медь-хромфосфата в воздухе рабочей зоны..... | I49 |
| 25. Методические указания по полярографическому измерению концентраций изо-фталевой кислоты в воздухе рабочей зоны..... | I54 |
| 6. Методические указания по хроматографическому измерению концентраций хлората магния в воздухе рабочей зоны..... | I59 |
| 27. Методические указания по газохроматографическому измерению концентраций п-хлорбензотрихлорида в воздухе рабочей зоны..... | I66 |
| 28. Методические указания по газохроматографическому измерению концентрации п-хлорбензотрифторида в воздухе рабочей зоны..... | I71 |
| 29. Методические указания по фотометрическому измерению концентраций ди- β_1 , β_1' -хлорэтилового эфира винил-фосфиновой кислоты в воздухе рабочей зоны..... | I76 |
| 30. Методические указания по фотометрическому измерению концентраций этиленгликоля в воздухе рабочей зоны... | I82 |

| | |
|---|-----|
| 31. Методические указания по газохроматографическому измерению концентраций 1,3-дихлорбутена-2 3,4-дихлорбутена-1 и 1,4-дихлорбутена-2 /цис и транс/ в воздухе рабочей зоны | 187 |
| 32. Методические указания по измерению концентраций железа, марганца, хрома, никеля, магния в воздухе рабочей зоны методом атомно-абсорбционного спектрального анализа | 193 |
| 33. Методические указания по газохроматографическому измерению концентраций капролактама в воздухе рабочей зоны | 199 |
| 34. Методические указания по газохроматографическому измерению концентраций никотина в воздухе рабочей зоны | 203 |
| 35. Методические указания по полярографическому измерению концентраций фосфата цинка в воздухе рабочей зоны | 207 |
| 36. Методические указания по полярографическому измерению концентраций сульфида цинка и легирующих на основе соединений цинка /К-86, К-82н, К-75/ в воздухе рабочей зоны | 211 |
| 37. Методические указания по газохроматографическому измерению концентраций ди- и триэтиленгликоля в воздухе рабочей зоны | 216 |
| 38. Приложение 1 | 221 |
| 39. Приложение 2 | 222 |
| 40. Приложение 3 | 225 |

Л. 71891 от 20.08.47 15 п. л. Зам. № 29 Тираж 1250

Типография Министерства здравоохранения СССР