

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель Председателя  
Государственного комитета РФ  
по охране окружающей среды

А.А. Соловьевиноп

1998 г.



КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ  
АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА И ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРУ

МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ  
МАССОВЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ГЕКСАНА, ГЕПТАНА,  
ОКТАНА, НОНАНА И ДЕКАНА В АТМОСФЕРНОМ  
ВОЗДУХЕ, ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ  
ЗОНЫ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСАХ  
МЕТОДОМ ГАЗОВОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

ПНД Ф 13.1:2:3.24-98

Методика допущена для целей государственного экологического  
контроля

Москва 1998 г.  
(издание 2005 г.)

Право тиражирования и реализации принадлежит ФГУ «ФЦАО»

Методика рассмотрена и одобрена научно-техническим советом  
ФГУ «Федеральный центр анализа и оценки техногенного воздействия на окружающую среду» (ФГУ «ФЦАО»)

Разработчики:

Казанское ПНУ «Оргнефтехимзаводы»

Адрес: 420039, г. Казань, ул. Коломенская, д. 12

Телефон: (843 2) 42 10 60

Факс: (843 2) 42 10 80

ЗАО «ЛЮБЭКОП»

Адрес: 109429, г. Москва, Калотня, 2-квартал

Телефон: (095) 355 03 11

Факс: (095) 355 61 11

В соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 5725-1-2002 и ГОСТ Р ИСО 5725-6-2002 и на основании свидетельства о метрологической аттестации № 224.02.11.046/2005 в МВИ внесены изменения (Протокол № 2 заседания НТС ФГУ «ФЦАО» от 04.05.2005).

Настоящая методика предназначена для измерения массовых концентраций гексана, гептана, октана, ионана и декана в атмосферном воздухе, в воздухе рабочей зоны и промышленных выбросах.

Диапазон измеряемых концентраций от 1,0 до 1000 мг/м<sup>3</sup>. Определению не мешают непредельные и ароматические углеводороды и кислородосодержащие соединения.

## 1 ПРИПИСАННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ И ЕЕ СОСТАВЛЯЮЩИХ

Настоящая методика обеспечивает получение результатов измерений с погрешностью, не превышающей значений, приведенных в таблице 1.

Т а б л и ц а 1 – Диапазон измерений, значения показателей точности, правильности, повторяемости, воспроизводимости

Диапазон измерений, мг/м <sup>3</sup>	Показатель повторяемости (относительное среднеквадратическое отклонение повторяемости), $\sigma_r$ , %	Показатель воспроизводимости (относительное среднеквадратическое отклонение воспроизводимости), $\sigma_R$ , %	Показатель правильности (границы относительной систематической погрешности при вероятности $P=0,95$ ), $\pm\delta_c$ , %	Показатель точности (границы относительной погрешности при вероятности $P=0,95$ ), $\pm\delta$ , %
От 1 до 1000 вкл.	4	10,5	9	23

Значения показателя точности методики используют при:

- оформлении результатов измерений, выдаваемых лабораторией;
- оценке деятельности лабораторий на качество проведения испытаний;

- оценке возможности использования результатов измерений при реализации методики в конкретной лаборатории.

## 2 СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ, ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА, РЕАКТИВЫ И МАТЕРИАЛЫ

Газовый хроматограф с пламенно-ионизационным детектором (предел детектирования по пропану  $2,5 \cdot 10^{-11}$  г/с).

Система обработки данных (допускается применять линейку измерительную, металлическую с ценой деления 1 мм, ГОСТ 427-75; лупу измерительную, ГОСТ 25706-83).

Хроматографическая колонка из нержавеющей стали, длиной 2 метра и внутренним диаметром 3 мм.

Комплект поверочных газовых смесей метан/воздух, ТУ 6-16-2356-92 - для градуировки хроматографа:

Таблица 2

№ смеси п/п	Номер по реестру ГСО	Номинальное значение и допускаемые отклонения объемной доли масс.концентрации метана, млн <sup>-1</sup> (%)	метана, мг/м <sup>3</sup>	Пределы допускаемой по-грешности
1	3896-87	$7,5 \pm 1,0$ млн <sup>-1</sup>	$5,0 \pm 0,7$	$\pm 0,5$ $\pm 0,4$
2	3901-87	$36,0 \pm 4,0$ млн <sup>-1</sup>	$24,0 \pm 3,0$	$\pm 1,5$ $\pm 1,0$
3	3903-87	$120 \pm 10$ млн <sup>-1</sup>	$80 \pm 7$	$\pm 6$ $\pm 4$
4	4445-88	$0,08 \pm 0,01$ %	$530 \pm 70$	$\pm 0,002$ $\pm 13$
5	4446-88	$0,20 \pm 0,02$ %	$1330 \pm 140$	$\pm 0,004$ $\pm 30$

### Примечания:

1. Допускается применение поверочных газовых смесей с другими значениями объемной доли (массовой концентрации) метана, установленными с относительной погрешностью не более  $\pm 8$  %.

2. Значения объемной доли метана, выраженные в  $\text{млн}^{-1}$ , пересчитываются в значения массовой концентрации метана  $\text{мг}/\text{м}^3$  (при  $20^\circ\text{C}$  и  $101,3 \text{ кПа}$ ) путем умножения на 0,667.

Эталон сравнения ВНИИМ гексан-азот (воздух) № ЭС28 с молярной долей гексана от 10 до 20  $\text{млн}^{-1}$ , относительная погрешность не более  $\pm 3 \%$ .

Секундомер, кл.3, цена деления 0,2 сек.

Весы лабораторные аналитические типа ВЛР-200, ГОСТ 24104-2001.

Аспиратор для отбора проб воздуха, модель 822, ТУ 64-1-862-77.

Шприцы цельностеклянные, вместимостью 50-100  $\text{см}^3$ ,  
ТУ 64-1-1279-75.

Термопара хромель-алюмель, с пределом измерений до  $1000^\circ\text{C}$ ,  
с милливольтметром, ГОСТ 9736-81.

Печь муфельная, обес печивающая нагрев до  $1000^\circ\text{C}$ .

Шкаф сушильный.

Печь обогрева реактора от газоанализатора ГХЛ-1.

Автотрансформатор лабораторный регулировочного типа ЛАТР-1М, ТУ 16-671.025-84.

Реактор из нержавеющей стали, объемом 70  $\text{см}^3$  (рис.1, Приложение А).

Фильтрующий патрон для улавливания кислородсодержащих органических соединений (рис.2, Приложение Б).

Фильтрующий патрон для улавливания непредельных и ароматических углеводородов (рис.3, Приложение В).

Набор сит “Физприбор” или сита аналогичного типа.

Баня водяная, ТУ-64-1-2850-76.

Стекловолокно, ГОСТ 10727-74.

Вата гигроскопическая, ГОСТ 5556-81.

Сетка проволочная.

Эксикатор, ГОСТ 25336-82.

Колба круглодонная типа КГП-3, вмест. 250  $\text{см}^3$ , ГОСТ 253336-82.

Пипетки газовые, вместимостью 250-500  $\text{см}^3$ .

Посуда лабораторная фарфоровая, ГОСТ 9147-73.

Цветохром ЗК, фр. 0,315-0,46 мм, ТУ-6-09-26-219-75.

Азотокислый никель б-водный, ГОСТ 4055-78.

Магний хлорнокислый 6-водный, ТУ 6-09-2735-73.  
Силохром С-80, фр. 0,16-0,25 мм.  
Натрий хлористый, ГОСТ 4233-77.  
Вода дистиллированная, ГОСТ 6709-72.  
Шамот, фр. 0,86-1,6 мм, ТУ 390-83.  
Сульфат закиси ртути.  
Нитрат серебра, ГОСТ 1277-75.  
Серная кислота, ТУ 4204-77.  
Ацетон для хроматографии, ТУ 6-09-1707-77.  
Этанол для хроматографии, ТУ 6-09-1710-77.  
Гексан для хроматографии, ТУ 6-09-3375-78.  
Гептан, ТУ 6-09-7-4520-70.  
Октан, ТУ 6-09-661-76.  
Нонан, ТУ 6-09-660-76.  
Декан, ТУ 6-09-659-77.  
Водород технический, ГОСТ 3022-80, сортность Б.  
Воздух, ГОСТ 17433-80.

Допускается замена указанных средств измерений, вспомогательных материалов и реагентов на аналогичные, не уступающие им по метрологическим и техническим характеристикам.

### 3 МЕТОД ИЗМЕРЕНИЙ

Определение содержания предельных углеводородов  $C_6$  -  $C_{10}$  основано на газохроматографическом разделении компонентов пробы на насадочной колонке, заполненной силохромом С80 с последующей их регистрацией пламенно-ионизационным детектором.

### 4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 При выполнении анализов необходимо соблюдать требования техники безопасности при работе с химическими реагентами по ГОСТ 12.1.007-76.

4.2 Электробезопасность при работе с электроустановками по ГОСТ 12.1.019-79.

4.3 Организация обучения работающих безопасности труда по ГОСТ 12.0.004-90.

4.4 Помещение лаборатории должно соответствовать требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004-91 и иметь средства пожаротушения по ГОСТ 12.4.009-83.

## 5 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ОПЕРАТОРА

К проведению измерения допускаются лица, проработавшие в химической лаборатории не менее года, отвечающие квалификации лаборанта или инженера, имеющие опыт работы в области газовой хроматографии, прошедшие инструктаж по технике безопасности.

## 6 УСЛОВИЯ ИЗМЕРЕНИЙ

При проведении измерений в лаборатории должны быть соблюдены следующие условия:

температура воздуха	$20 \pm 10^{\circ}\text{C}$ ;
атмосферное давление	84,0-106,7 кПа (630-800 мм рт.ст.);
влажность воздуха	не более 80% при температуре $25^{\circ}\text{C}$ ;
напряжение в сети	$220 \pm 22$ В;
частота переменного тока	$50 \pm 1$ Гц.

При выполнении измерений должны соблюдаться следующие условия хроматографического анализа:

Длина колонки, м	2
Диаметр колонки, мм	3
Сорбент	Силохром С-80, фр. 0,16-0,25 мм
Наполнитель фильтрующего патрона для улавливания кислородсодержащих соединений	Магний хлориокислый фр. 0,25-0,50 мм
Наполнитель фильтрующего патрона для улавливания непредельных и ароматических углеводородов	Шамот, обработанный раствором сернокислой закиси ртути;
Газ - носитель	Шамот, обработанный раствором $\text{AgNO}_3$ в серной кислоте
Расход газа-носителя, см <sup>3</sup> /мин	катализически очищенный воздух
Расход водорода, см <sup>3</sup> /мин	20
Расход воздуха, см <sup>3</sup> /мин	30
Вместимость крана-дозатора, см <sup>3</sup>	300
	1

Скорость движения ленты потенциометра, мм/ч	600
Время хроматографического анализа, мин.	17
Отношение выходного сигнала хроматографа к шуму должно быть не менее	10:1 (При отсутствии системы обработки данных минимальная высота пика - 10 % от шкалы показывающего прибора).
Относительные времена удерживания определяемых веществ (ориентировочные)	приведены в табл.3.

Т а б л и ц а 3 - Ориентировочные относительные времена удерживания углеводородов

Углеводороды	Относительные времена удерживания
Метан	$0,50 \pm 0,05$
Гексан	$1,00 \pm 0,15$
Гептан	$1,40 \pm 0,20$
Октан	$2,00 \pm 0,30$
Нонан	$3,20 \pm 0,50$
Декан	$5,40 \pm 0,80$

Типовая хроматограмма разделения углеводородов C<sub>6</sub>-C<sub>10</sub> приведена на рис.4 (Приложение Г).

Эффективность разделительной колонки признаётся удовлетворительной, если степень разрешения (R<sub>s</sub>) двух выходящих друг за другом компонентов (1 и 2) не менее 1,5. Степень разрешения вычисляют по формуле:

$$R_s = \frac{t_2 - t_1}{\mu_1 + \mu_2} \quad (1)$$

где t<sub>1</sub> и t<sub>2</sub> - времена удерживания компонентов 1 и 2, с;

$\mu_1$  и  $\mu_2$  - ширина пиков компонентов 1 и 2 на половине их высоты, мм.

При наличии системы обработки данных  $\mu_1$  и  $\mu_2$  можно рассчитать по формулам:

$$\mu_1 = \frac{S_1}{h_1} \quad (2)$$

$$\mu_2 = \frac{S_2}{h_2} \quad (3)$$

где  $h_1$ ,  $h_2$ , и  $S_1$ ,  $S_2$  - высоты и площади пиков компонентов 1 и 2.

При нарушении указанного условия необходимо провести регенерацию колонки.

П р и м е ч а н и я:

1. Наполнитель фильтрующего патрона для улавливания кислородсодержащих органических соединений меняют через каждые 30 анализов.
2. Наполнитель фильтрующего патрона для улавливания непредельных и ароматических углеводородов меняют через каждые 10 анализов.

## 7 ПОДГОТОВКА К ВЫПОЛНЕНИЮ ИЗМЕРЕНИЙ

### 7.1 Приготовление катализатора для очистки газа-носителя от органических веществ

Цветохром ЗК фракции 0,315-0,46 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 на электрической плитке при постоянном перемешивании. Высущенный катализатор помещают в муфельную печь, установленную в вытяжном шкафу, где в течение 2-х часов постепенно поднимают температуру до 600°C и выдерживают при этой температуре 3 часа до полного удаления окислов азота. Подготовленный катализатор засыпают в реактор (рис.1, Приложение А), концы которого закрывают тампоном из стекловаты.

Реактор устанавливают в электропечь от прибора ГХЛ-1.

Подачу на печь напряжения, необходимого для поддержания температуры реактора до 600°C, осуществляют через автотрансформатор, контроль за температурой реактора осуществляют термопарой с милливольтметром.

## 7.2 Приготовление сорбента для улавливания непредельных углеводородов

Растворяют 4 г сульфата залкиси ртути в 20 см<sup>3</sup> х.ч. серной кислоты при нагревании и перемешивании. После полного растворения навески в чашку вносят 50 г шамота, тщательно перемешивают до равномерного смачивания зерен и высушивают на плитке при постоянном перемешивании 15-20 мин. В процессе высушивания обильно выделяются пары серной кислоты. Высущенный сорбент насыпают в склянку с хорошо пришлифованной пробкой и оставляют в эксикаторе над серной кислотой. После остывания сорбент пересыпают в ампулы, которые запаивают.

## 7.3 Приготовление сорбента для улавливания ароматических углеводородов

Шамот обрабатывают 3%-ным раствором  $\text{AgNO}_3$  в серной кислоте пл. 1,84 г/см<sup>3</sup> (3 г  $\text{AgNO}_3$  растворяют в 100 г серной кислоты или 54,3 см<sup>3</sup> серной кислоты) из расчета на 1 г сорбента 0,2 см<sup>3</sup> раствора, перемешивают и помещают в ампулы, которые запаивают на горелке.

## 7.4 Приготовление фильтрующего патрона

Для приготовления патрона применяют стеклянную трубку с тремя перетяжками (рис.3, Приложение В). В узкий конец стеклянной трубы диаметром 5 мм вкладывают небольшой ватный тампон длиной 5 мм и через широкий конец трубы, соединенной встык с воронкой, в вертикальном положении при легком и постоянном постукивании четырьком о стенки трубы насыпают до второй перетяжки сорбент для улавливания ароматических углеводородов. Затем до конца последней оливы заполняют сорбент для улавливания непредельных углеводородов, снимают воронку, вкладывают гигроскопическую вату слоем 5 мм и немедленно закрывают заглушками оба конца готового патрона. Фильтрующий патрон хранят в эксикаторе над серной кислотой<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Допускается использовать готовые поглотительные порошки от газоанализатора УГ-2.

## 7.5 Приготовление наполнителя фильтрующего патрона для улавливания органических примесей, относящихся к классу альдегидов, кетонов, спиртов, карбоновых кислот и других кислородсодержащих соединений

Кристаллогидрат  $Mg(ClO_4)_2 \cdot 6H_2O$  нагревают в сушильном шкафу в фарфоровой чашке до температуры 150-160°C. При этой температуре кристаллы плавятся в кристаллизационной воде, по мере удаления воды жидкость затвердевает в пористую массу  $Mg(ClO_4)_2 \cdot 3H_2O$ . Во время затвердевания препарат необходимо перемешивать стеклянной палочкой. Затем температуру повышают до 200°C (но не выше 230°C) и расплавленную соль при этой температуре выдерживают 2 часа. После охлаждения наполнитель измельчают в фарфоровой ступке, отсеивают фракцию 0,25-0,50 мм и заполняют фильтрующий патрон (рис.2, Приложение Б).

## 7.6 Подготовка хроматографической колонки

Хроматографическую колонку промывают последовательно водой, этанолом, гексаном, высушивают в токе воздуха и заполняют сорбентом. Подготовленную колонку подсоединяют к хроматографу и кондиционируют в токе газа-носителя при температуре 100°C в течение одного часа и далее при температуре 200°C в течение 6 часов. После этого колонку подсоединяют к детектору и кондиционируют ее при температуре 160°C до стабилизации нулевой линии при максимальной чувствительности прибора.

## 7.7 Подготовка хроматографа

Подключение хроматографа к сети, проверку на герметичность и вывод на режим выполняют согласно инструкции по монтажу и эксплуатации хроматографа.

Методика предусматривает следующие изменения в газовой схеме хроматографа (рис.5, Приложение Д):

-установку сопротивления на участке от крана-дозатора до хроматографической колонки для предотвращения влияния перепада давления на горение пламени при вводе пробы в хроматограф;

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

-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, относящихся к классу альдегидов, кетонов, спиртов, карбоновых кислот, простых и сложных эфиров (т.е. кислородсодержащих соединений);

-введение фильтрующего патрона для улавливания непредельных и ароматических углеводородов.

### 7.8 Градуировка хроматографа

Градуировку хроматографа проводят методом абсолютной калибровки, используя серию градуировочных смесей с различной концентрацией метана (ПГС из п.2).

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

Градуировочную смесь не менее 5 раз подают в хроматографическую колонку и на полученных хроматограммах определяют значения площадей пиков в  $\text{мм}^2$  или ед.сч.

Данная операция повторяется для всех взятых смесей. Полученные градуировочные данные заносят в таблицу, аналогичную приведенной ниже.

Т а б л и ц а 4

Массовая концентрация метана (при 20°C и 101,3 кПа), $\text{мг}/\text{м}^3$	Измеренное значение площади, $\text{мм}^2$	Среднее значение площади, $\text{мм}^2$	Приведенное значение площади, $\text{мм}^2$
$C_1$	$S_{11}; S_{12}; \dots S_{1n}$	$\bar{S}_1$	$S_{npl}$
$C_i$	$S_{i1}; S_{i2}; \dots S_{in}$	$\bar{S}_2$	$S_{npi}$
$C_m$	$S_{m1}; S_{m2}; \dots S_{mn}$	$\bar{S}_1$	$S_{npm}$

При анализе каждой градуировочной смеси проверяют выполнение следующего условия:

$$\frac{S_{i_{\max}} - S_{i_{\min}}}{\bar{S}_i} 100\% \leq 10\%, \quad (4)$$

где  $S_{i_{\max}}$  - максимальная площадь хроматографического пика,  $\text{мм}^2$  или ед.сч;

$S_{i_{\min}}$  - минимальная площадь хроматографического пика,  $\text{мм}^2$  или ед.сч;

$\bar{S}_i$  - среднее арифметическое площадей пиков.

При невыполнении условия (4) анализ градуировочной смеси повторяют. При повторном невыполнении условия (4) выясняют и устраняют причины, приводящие к невыполнению этого условия.

Приведенное значение площади ( $S_{np}$ ) рассчитывают по формуле:

$$S_{np} = \bar{S}_i \cdot M, \quad (5)$$

где  $\bar{S}_i$  - среднее значение площади пика,  $\text{мм}^2$ ;

$M$  - масштаб ослабления выходного сигнала.

По полученным данным определяют градуировочный коэффициент ( $K$ ) по формуле:

$$K = \frac{\sum_{i=1}^m C_i \cdot S_{np}}{\sum_{i=1}^m S_{np}^2} \quad (6)$$

В процессе градуировки измеряют атмосферное давление ( $P_{np}$ ).

Градуировочную характеристику признают удовлетворительной при выполнении следующего условия:

$$((K_{\max} - K_{\min}) / K) 100\% \leq 15\%, \quad (7)$$

где  $K_{\max}$  - максимальный из  $m$  градуировочных коэффициентов;

$K_{\min}$  - минимальный из  $m$  градуировочных коэффициентов;

$m$  - число градуировочных коэффициентов;

К – средневзвешенное значение градуировочных коэффициентов, рассчитанное по формуле:

$$K = m / \left( \sum_{i=1}^m 1 / K_i \right). \quad (8)$$

При невыполнении условия (7) выясняют и устраняют причины, приводящие к невыполнению этого условия. После чего повторяют процедуру построения градуировочной характеристики.

Контроль стабильности градуировочной характеристики проводят не реже одного раза в день, используя одну из газовых смесей, применяемых при градуировке хроматографа.

Градуировочную характеристику считают стабильной при выполнении следующего условия:

$$\frac{|(S_{np})_z - (S_{np})_{rp}|}{(S_{np})_{rp}} 100\% \leq 12\%, \quad (9)$$

где  $(S_{np})_z$  – значение приведенной площади пика, рассчитанное при контроле стабильности градуировочной характеристики,  $\text{мм}^2$  или ед.сч.;

$(S_{np})_{rp}$  – значение приведенной площади пика, рассчитанное при построении градуировочной характеристики,  $\text{мм}^2$  или ед.сч.;

z – поправочный коэффициент (см. раздел 10).

При невыполнении условия (9) выясняют и устраняют причины, приводящие к нестабильности градуировочной характеристики, и повторяют процедуру контроля стабильности градуировочной характеристики. При повторном невыполнении условия (9) строят новую градуировочную характеристику.

## 8 ОТБОР ПРОБ

Отбор проб атмосферного воздуха производится в соответствии с РД-52-186-89, ПНД Ф 12.1.1-99 «Методические рекомендации по отбору проб при определении концентрации вредных веществ (газов и паров) в выбросах промышленных предприятий».

Для проб воздуха рабочей зоны - ГОСТ 12.1.005-88 «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» при установившемся технологическом режиме работы обследуемого источника выделения загрязняющих веществ в атмосферу. Каждую пробу анализируют в соответствии с настоящей методикой.

Анализируемый газ отбирают в стеклянные газовые пипетки на 250-500 см<sup>3</sup> с зажимами на концах или в цельностеклянные шприцы на 50-100 см<sup>3</sup> с зажимом. Анализируемым газом промывают пипетку в течение 2-3 мин со скоростью 0,5-2 дм<sup>3</sup>/мин, в объеме равном 7-10 кратному объему газовой пипетки, перекрывают оба зажима одновременно, выключают аспиратор и отсоединяют пипетку от системы. При отборе проб промывбросов, находящихся под разрежением, необходимо следить за тем, чтобы в отобранную пробу не попал воздух. В процессе отбора измеряется температура и давление (разрежение) газовой пробы у пипетки или шприца.

Срок хранения проб не более 5 ч.

## 9 ВЫПОЛНЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ

Газовые пипетки или цельностеклянные шприцы с анализируемыми пробами предварительно выдерживают в помещении до комнатной температуры.

Ввод пробы в хроматограф осуществляют краном-дозатором не менее 3 раз. Кран-дозатор переводят в положение «отбор», подсоединяют шприц или газовую пипетку и вытесняют пробу (в объеме 20-30 см<sup>3</sup>) в дозу. Вытеснение проб из пипеток осуществляют насыщенным раствором хлористого натрия. Затем отсоединяют шприц или газовую пипетку от крана-дозатора для выравнивания в нём давления и через 1-2 сек. переводят кран-дозатор в положение «анализ». Подсоединение и отсоединение шприца (пипетки) необходимо осуществлять таким образом, чтобы в пробу не попал воздух. Для этого в шприце (пипетке) с помощью поршня (раствора хлористого натрия) следует поддерживать избыточное давление пробы.

В процессе анализа измеряют атмосферное давление ( $P_a$ ).

## 10 ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

Для каждой пробы вычисляют среднее значение площади пика для каждого компонента (В) по формуле:

$$\bar{S}_B = \frac{1}{3} \sum_{j=1}^3 S_{Bj}, \text{ мм}^2 \text{ или ед. сч.}, \quad (10)$$

где  $S_{Bj}$  - площади хроматографических пиков, для которых выполняется условие (4). При невыполнении условия (4) выясняют и устраняют причины, приводящие к невыполнению условия (4). После чего процедуру, описанную в разделе 9, повторяют.

Для каждой пробы вычисляют значение приведенной площади пика  $S_{B*}$  ( $\text{мм}^2$  или ед. сч.) по формуле (4) раздела 7.8.

(При записи результатов вместо индекса "В" указывают химический символ и название конкретного определяемого углеводорода).

Массовую концентрацию определяемого углеводорода вычисляют по формуле:

$$X_B = S_{B*} \cdot A_B \cdot K \cdot z \cdot f \quad (11)$$

где:  $K$  - градуировочный коэффициент,  $\text{мг}/\text{м}^3/\text{мм}^2$  или  $\text{мг}/\text{м}^3/\text{ед. сч.}$ ;

$A_B$  - коэффициент относительной чувствительности для вещества "В";

$z$  - поправочный коэффициент, учитывающий различия в параметрах состояния вводимых в хроматограф газовых смесей при градировке и при анализе. Коэффициент вычисляется по формуле:

$$Z = \frac{P_{sp}}{P_a}, \quad (12)$$

где  $P_{sp}$  и  $P_a$  - атмосферное давление при градировке и при анализе, кПа;

$f$  - коэффициент для приведения значений массовой концентрации к температуре, соответствующей принятым нормальным условиям.

При анализе воздуха рабочей зоны  $f=1,00$ ; результат измерений приведён к температуре 20°C (293 K) и давлению 101,3 кПа. При анализе атмосферного воздуха и выбросов  $f=293/273=1,07$ ; результат измерений приведён к температуре 0°C (273 K) и давлению 101,3 кПа.

Коэффициенты относительной чувствительности для пламенно-ионизационного детектора приведены в табл.5.

Т а б л и ц а 5 - Коэффициенты относительной чувствительности для пламенно-ионизационного детектора

Углеводороды	Коэффициенты чувствительности
Метан	1,00
Гексан	0,90
Гептан	0,89
Октан	0,89
Нонан	0,89
Декан	0,89

Расхождение между результатами измерений, полученными в двух лабораториях, не должно превышать предела воспроизводимости.

При выполнении этого условия приемлемы оба результата измерения, и в качестве окончательного может быть использовано их среднее арифметическое значение. Значения предела воспроизводимости приведены в таблице 6.

Т а б л и ц а 6 - Значение предела воспроизводимости при вероятности Р=0,95

Диапазон измерений, мг/м <sup>3</sup>	Предел воспроизводимости (относительное значение допускаемого расхождения между двумя результа- тами, полученными в разных лаборато- риях), R, %
От 1,0 до 1000 вкл.	29

При превышении предела воспроизводимости могут быть использованы методы проверки приемлемости результатов измерений согласно раздела 5 ГОСТ Р ИСО 5725-6.

## 11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

Результат измерения в документах, предусматривающих его использование, может быть представлен в виде:  $X \pm \Delta$ , Р=0,95,

где  $\Delta$  - показатель точности методики.

Значение  $\Delta$  рассчитывают по формуле:  $\Delta = 0,23X$ .

Допустимо результат измерения в документах, выдаваемых лабораторией, представлять в виде:  $X \pm \Delta_n$ , Р=0,95, при условии  $\Delta_n < \Delta$ ,

где  $X$  – результат измерения, полученный в соответствии с прописью методики;

$\pm \Delta_n$  - значение характеристики погрешности результатов измерений, установленное при реализации методики в лаборатории, и обеспечивающее контролем стабильности результатов измерений.

## 12 КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ МЕТОДИКИ В ЛАБОРАТОРИИ

Контроль качества результатов измерений при реализации методики в лаборатории предусматривает:

- оперативный контроль процедуры измерений (на основе оценки погрешности при реализации отдельно взятой контрольной процедуры);

- контроль стабильности результатов измерений (на основе контроля стабильности среднеквадратического отклонения повторяемости, среднеквадратического отклонения внутрилабораторной прецизионности, погрешности).

**Алгоритм оперативного контроля процедуры измерений с применением образцов для контроля**

Образцами для контроля являются эталоны сравнения - газовые смеси гексан-азот (воздух).

Оперативный контроль процедуры измерений проводят путем сравнения результата отдельно взятой контрольной процедуры  $K_k$  с нормативом контроля  $K$ .

Результат контрольной процедуры  $K_k$  рассчитывают по формуле:

$$K_k = | X_k - j\Phi_k | \quad (13)$$

где  $X_k$  - результат измерений массовой концентрации определяемого компонента в образце для контроля,  $\text{мг}/\text{м}^3$ , рассчитанный по формуле (11) методики;

$\Phi_k$  – объемная или молярная доля в образце для контроля,  $\text{млн}^{-1}$ ;

$j$  – коэффициент пересчета значений объемной (молярной) доли ( $\text{млн}^{-1}$ ) в значения массовой концентрации ( $\text{мг}/\text{м}^3$ ) при  $20^\circ\text{C}$  и  $101,3 \text{ кПа}$ . Для гексана  $j = 3,24$ .

Норматив контроля  $K$  рассчитывают по формуле

$$K = \Delta_n,$$

где  $\pm \Delta_n$  - характеристика погрешности результатов измерений, соответствующая аттестованному значению образца для контроля.  $\Delta_n = 0,01 \delta_n j \Phi_k$ .  $\delta_n$  - относительное значение характеристики погрешности результатов измерений.

П р и м е ч а н и е - Допустимо характеристику погрешности результатов измерений при внедрении методики в лаборатории устанавливать на основе выражения:  $\Delta_d = 0,84 \Delta$ , с последующим уточнением по мере накопления информации в процессе контроля стабильности результатов измерений.

Процедуру измерений признают удовлетворительной, при выполнении условия:

$$K_k \leq K \quad (14)$$

При невыполнении условия (14) контрольную процедуру повторяют. При повторном невыполнении условия (14) выясняют причины, приводящие к неудовлетворительным результатам, и принимают меры по их устранению.

Периодичность оперативного контроля процедуры измерений, а также реализуемые процедуры контроля стабильности результатов измерений регламентируются в Руководстве по качеству лаборатории.

ПРИЛОЖЕНИЕ А  
РЕАКТОР КАТАЛИТИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ГАЗА-НОСИТЕЛЯ

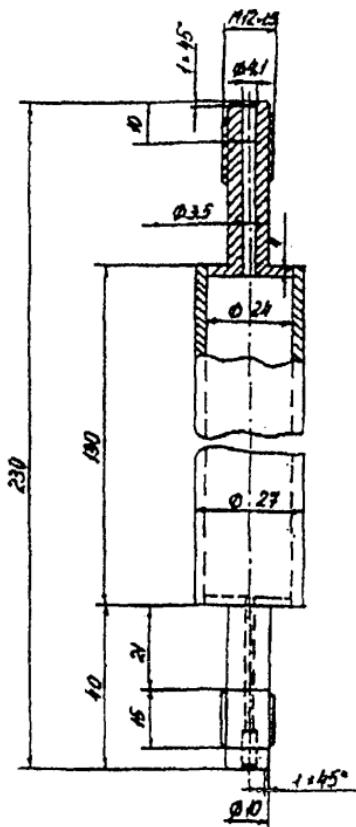
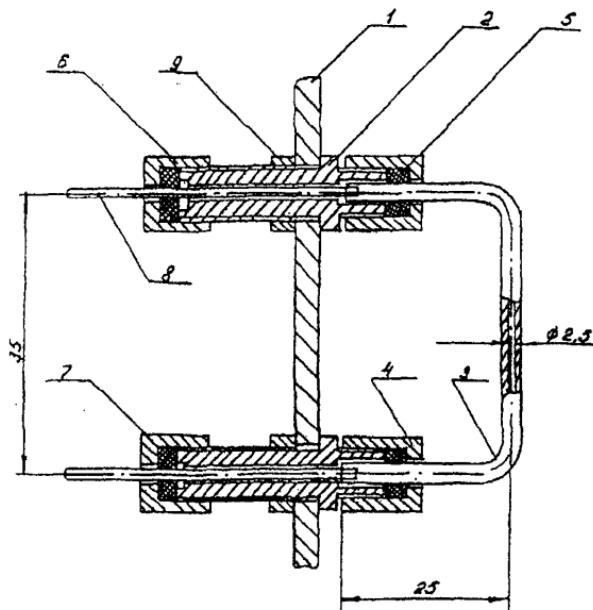


Рис. 1

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### УСТАНОВКА ФИЛЬТРУЮЩЕГО ПАТРОНА ДЛЯ УЛАВЛИВАНИЯ КИСЛОРОДОСОДЕРЖАЩИХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ



1 – стенка термостата; 2 – переходник; 3 – стеклянный патрон;  
4 – гайка; 5 – прокладка; 6 – гайка; 7 – прокладка; 8 – соединительная  
трубка; 9 – гайка

Рис. 2

ПРИЛОЖЕНИЕ В  
ФИЛЬТРУЮЩИЙ ПАТРОН ДЛЯ УЛАВЛИВАНИЯ  
НЕПРЕДЕЛЬНЫХ И АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ

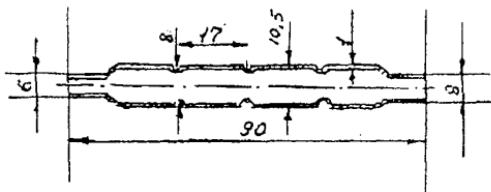
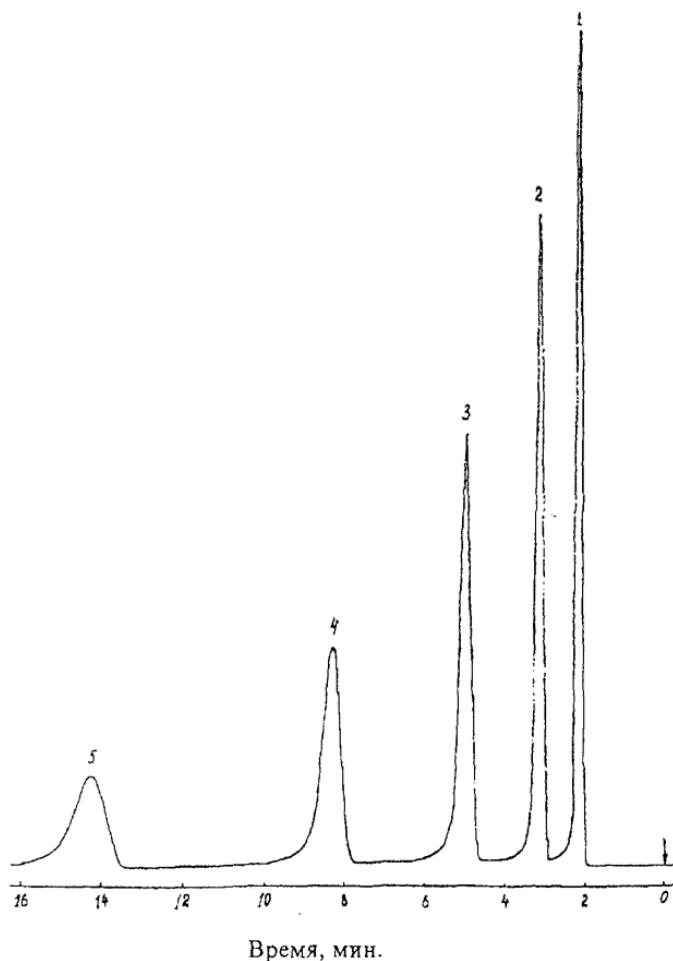


Рис. 3

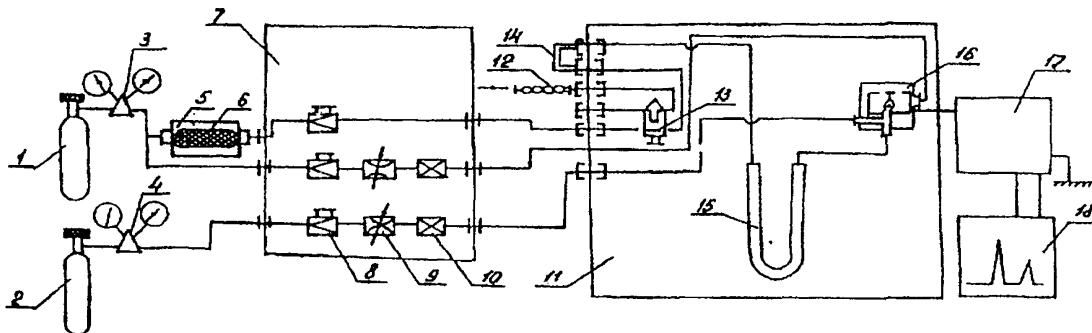
ПРИЛОЖЕНИЕ Г  
ТИПОВАЯ ХРОМАТОГРАММА



1 – гексан; 2 – гептан; 3 – октан; 4 – нонан; 5 – декан.

Рис. 4

**ПРИЛОЖЕНИЕ Д**  
**ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА ГАЗОВОЙ ОБВЯЗКИ ХРОМАТОГРАФА**



1,2 – баллоны со сжатым воздухом и водородом соответственно; 3,4 – редукторы; 5 – печь прибора ГХЛ-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 кислоролсодержащих соединений; 15 – хроматографическая колонка; 16 – детектор; 17 - усилитель; 18 – регистратор.

Рис. 5

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ И МЕТРОЛОГИИ

ФГУП «УРАЛЬСКИЙ НАУЧНО-  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ» -  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ  
МЕТРОЛОГИЧЕСКИЙ ЦЕНТР

620219, Екатеринбург,  
ГСП-824,  
ул. Красногорская, 4, лаб. 224

«THE URALS RESEARCH  
INSTITUTE FOR  
METROLOGY» -  
STATE SCIENTIFIC  
METROLOGICAL CENTRE

Факс: (343) 3502-117  
Телефон: (343) 3502-295  
E-mail: metod224@unim.ru

Dept. 224, 4, Krasnogorskaya Str.,  
620219, GSP-824, Ekaterinburg,  
Russia

Fax: (343) 3502-117  
Phone: (343) 3502-295  
E-mail: metod224@unim.ru

С В И Д Е Т Е Л Ь С Т В О № 224.02.11.046 / 2005  
С E R T I F I C A T E

об аттестации методики выполнения измерений

Методика выполнения измерений массовых концентраций гексана, гептана, октана, нонана и де-кана в атмосферном воздухе, воздухе рабочей зоны и промышленных выбросах методом газовой хроматографии,

разработанная Казанским ПНУ «Оргнефтехимаводы» (г. Казань), ЗАО «ЛЮБЭКОП» (г. Москва), МИИ «БЕЛИНДУКОМП» (г. Новополоцк),

аттестована в соответствии с ГОСТ Р 8.563-96.

Аттестация осуществлена по результатам метрологической экспертизы материалов по разработке методики выполнения измерений.

В результате аттестации установлено, что методика соответствует предъявляемым к ней метрологическим требованиям и обладает следующими основными метрологическими характеристиками:

1. Диапазон измерений, значения показателей точности, правильности, повторяемости, воспроизводимости

Диапазон измерений, мкг/м <sup>3</sup>	Показатель повторяемости (относительное среднеквадратическое отклонение повторяемости), σ <sub>r</sub> , %	Показатель воспроизводимости (относительное среднеквадратическое отклонение воспроизводимости), σ <sub>R</sub> , %	Показатель правильности (границы относительной систематической погрешности при вероятности Р=0.95), ±δ <sub>c</sub> , %	Показатель точности (границы относительной погрешности при вероятности Р=0.95), ±δ, %
От 1 до 1000 вкл.	4	10.5	9	23

2. При реализации методики в лаборатории обеспечивают:

- оперативный контроль процедуры измерений (на основе оценки погрешности при реализации отдельно взятой контрольной процедуры);
- контроль стабильности результатов измерений (на основе контроля стабильности среднеквадратического отклонения повторяемости, среднеквадратического отклонения внутрилабораторной прецизионности, погрешности).

Алгоритм оперативного контроля процедуры измерений приведен в документе на методику выполнения измерений.

Процедуры контроля стабильности результатов выполняемых измерений регламентируются Руководством по качеству лаборатории.

3. Дата выдачи свидетельства 12.04.2005

Зам. директора по научной работе

