

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

**УТВЕРЖДАЮ**

**Заместитель Председателя  
Государственного комитета РФ  
по охране окружающей среды**



**А.А.Соловьянов**

*А.А.Соловьянов* 1998 г.

**КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ  
АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА И ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРУ**

**МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ  
МАССОВЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ПРЕДЕЛЬНЫХ  
УГЛЕВОДОРОДОВ  $C_1 - C_5$  И НЕПРЕДЕЛЬНЫХ  
УГЛЕВОДОРОДОВ (ЭТЕНА, ПРОПЕНА, БУТЕНОВ) В  
АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ, ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ  
И ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСАХ  
МЕТОДОМ ГАЗОВОЙ ХРОМАТОГРАФИИ**

**ПНД Ф 13.1:2:3.23-98**

**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 воздей-  
ствия на окружающую среду» (ФГУ «ФЦАО»)



2 заседания НТС ФГУ «ФЦАО» от 4 мая 2005 г.

В соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 5725-1-2002 и ГОСТ Р ИСО 5725-6-2002 и на основании свидетельства о метрологической аттестации № 224.02.11.043/2005 в МВИ внесены изменения (Протокол № 2 заседания НТС ФГУ «ФЦАО» от 04.05.2005).

Настоящая методика предназначена для измерений массовой концентрации предельных углеводородов  $C_1 - C_5$  и непредельных углеводородов (этена, пропена, бутенов) в атмосферном воздухе, в воздухе рабочей зоны и в источниках промышленных выбросов.

Диапазон измеряемых концентраций от 1,0 до 1500  $mg/m^3$ .

## 1 ПРИПИСАННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ И ЕЕ СОСТАВЛЯЮЩИХ

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

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

Диапазон измерений, $mg/m^3$	Показатель повторяемости (относительное среднеквадратическое отклонение повторяемости), $\sigma_R$ , %	Показатель воспроизводимости (относительное среднеквадратическое отклонение воспроизводимости), $\sigma_R$ , %	Показатель правильности (границы относительной систематической погрешности при вероятности $P=0,95$ ), $\pm\delta_{\infty}$ , %	Показатель точности (границы относительной погрешности при вероятности $P=0,95$ ), $\pm\delta$ , %
От 1 до 1500 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 3 метра и внутренним диаметром 3 мм.

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

Т а б л и ц а 2

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

### П р и м е ч а н и я:

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 в  $\text{мг/м}^3$  (при  $20^\circ\text{C}$  и  $101,3 \text{ кПа}$ ) путем умножения на 0,667.

Эталоны сравнения ВНИИМ пропан-азот (воздух) № ЭС23 с молярной долей пропана от 25 до 45 млн<sup>-1</sup>, относительная погрешность не более  $\pm 3\%$ .

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

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

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

Шприцы цельностеклянные, вместимостью 50-100 см<sup>3</sup>, ТУ 64-1-1279-75.

Колба круглодонная типа КТП-3, вместимостью 250 см<sup>3</sup>, ГОСТ 25336-82.

Печь муфельная, обеспечивающая нагрев до 1000°C.

Термопара хромель-алюмель, ГОСТ 6166-61, с милливольтметром, ГОСТ 9736-81, с пределом измерений до 1000 °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 см<sup>3</sup> (рис.1, Приложение А).

Набор сит "Физприбор" или сита аналогичного типа.

Баня водяная, ТУ-64-1-2850-76.

Стекловолокно, ГОСТ 10727-74.

Вата гигроскопическая, ГОСТ 5556-81.

Сетка проволоочная.

Эксикатор, ГОСТ 25336-82.

Пипетки газовые, вместимостью 250-500 см<sup>3</sup>.

Посуда лабораторная фарфоровая, ГОСТ 9147-73.

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

Окись алюминия, ГОСТ 8136-85.

Едкий натр, ГОСТ 4228-77.

Кислота соляная, х.ч., ГОСТ 3118-77.

Вода дистиллированная, ГОСТ 6709-72.

Ацетон для хроматографии, ТУ 6-09-1707-77.

Гексан для хроматографии, ТУ 6-09-3375-78.

Азотнокислый никель 6-водный, ГОСТ 4055-78.

Натрий хлористый, ГОСТ 4233-77.

Этанол для хроматографии, ТУ 6-09-1710-77.

Водород технический, ГОСТ 3022-80, сортность Б.

Воздух, ГОСТ 17433-80.

**Примечания:** Допускается замена указанных средств измерений, вспомогательных материалов и реактивов на аналогичные, не уступающие им по метрологическим и техническим характеристикам.

### 3 МЕТОД ИЗМЕРЕНИЙ

Определение содержания предельных углеводородов  $C_1 - C_3$  и непредельных углеводородов  $C_2 - C_4$  в газовой пробе основано на газохроматографическом разделении компонентов на колонке, заполненной окисью алюминия, модифицированной едким натром, с последующей их регистрацией пламенно-ионизационным детектором.

### 4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 При выполнении анализов необходимо соблюдать требования техники безопасности при работе с химическими реактивами 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	$220 \pm 22 \text{ В}$ ;
частота переменного тока	$50 \pm 1 \text{ Гц}$ .

При выполнении измерений должны соблюдаться следующие условия хроматографического анализа:

Длина колонки, м	3
Диаметр колонки, мм	3
Сорбент	5% едкого натра на окиси алюминия, фр. 0,25-0,50 мм
Катализатор для очистки газа-носителя	12,5% окиси никеля на цветохроме 3К, фр. 0,315-0,46 мм
Температура термостата, $^{\circ}\text{C}$	60
Температура детектора, $^{\circ}\text{C}$	100
Температура реактора, $^{\circ}\text{C}$	600
Газ-носитель	каталитически очищенный воздух
Расход газа-носителя, $\text{см}^3/\text{мин}$	25
Расход водорода, $\text{см}^3/\text{мин}$	30
Расход воздуха, $\text{см}^3/\text{мин}$	300
Вместимость крана-дозатора, $\text{см}^3$	2
Скорость движения ленты потенциометра, мм/ч	240
Отношение выходного сигнала хроматографа к шуму	не менее 10:1 (При отсутствии системы обработки данных минимальная высота пика - 10 % от шкалы показывающего прибора)
Время хроматографического анализа, мин	30
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	$0,19 \pm 0,02$
Этан	$0,26 \pm 0,02$
Этен	$0,32 \pm 0,02$
Пропан	$0,45 \pm 0,05$
Пропен	$0,70 \pm 0,07$
Изо-бутан	$0,86 \pm 0,08$
Бутан	$1,00 \pm 0,08$
Изо-бутен	$1,65 \pm 0,08$
Бутен-1	$1,99 \pm 0,15$
Бутен-2	$2,30 \pm 0,20$
Изо-пентан	$2,50 \pm 0,20$
Пентан	$2,90 \pm 0,30$

Типовая хроматограмма для углеводородов  $C_1-C_3$  приведена на рис.3 (Приложение В).

Эффективность разделительной колонки признаётся удовлетворительной, если степень разрешения ( $R_s$ ) для метана и этана не менее 1,5. Степень разрешения вычисляются по формуле:

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

где  $t_1$  и  $t_2$  - времена удерживания метана и этана, с

$\mu_1$  и  $\mu_2$  - ширина пиков метана и этана 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 метана и этана.

При нарушении указанного условия необходимо провести регенерацию колонки.



## 7 ПОДГОТОВКА К ВЫПОЛНЕНИЮ ИЗМЕРЕНИЙ

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

Цветохром 3К 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. Высушенный 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

Оксид алюминия измельчают в фарфоровой чашке, отсеивают фракцию 0,25-0,50 мм, прокаливают в муфельной печи при 750°C в течение 5 часов и охлаждают в эксикаторе до комнатной температуры.

### 7.3 Приготовление насадки

Для приготовления насадки взвешивают с точностью до первого десятичного знака 30,0 см<sup>3</sup> твердого носителя и рассчитанное количество (5% от массы твердого носителя) едкого натра с точностью до второго десятичного знака. Навеску едкого натра растворяют в дистиллированной воде. В круглодонную колбу засыпают носитель и туда же вносят растворенный в дистиллированной воде едкий натр (объем растворителя должен быть таким, чтобы над поверхностью твердого носителя образовался слой раствора не более 5 мм) и выдерживают в течение часа. Затем воду испаряют и сушат сорбент при 150°C до полной его сыпучести. Охлажденный сорбент отсеивают от пыли, отбирая фракцию 0,25-0,50 мм.

#### 7.4 Подготовка хроматографической колонки

Хроматографическую колонку промывают последовательно водой, этанолом, гексаном, высушивают в токе воздуха и заполняют насадкой. Подготовленную колонку подсоединяют к испарителю хроматографа и продувают газом-носителем с расходом  $10 \text{ см}^3/\text{мин}$  при температуре  $90^\circ\text{C}$  в течение 6 часов. После этого колонку подсоединяют к детектору и кондиционируют ее до стабилизации нулевой линии при температуре  $90^\circ\text{C}$  и максимальной чувствительности прибора.

#### 7.5 Подготовка хроматографа

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

Методика предусматривает следующие изменения в газовой схеме хроматографа (рис.2 Приложение Б):

- установку сопротивления на участке от крана обратной продувки до детектора для предотвращения влияния перепада давления на горение пламени при переключении потока газа-носителя в хроматографической колонке;
- 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.

#### 7.6 Градуировка хроматографа

Градуировку хроматографа проводят методом абсолютной калибровки, используя серию градуировочных смесей с различной концентрацией метана (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), мг/м <sup>3</sup>	Измеренное значение площади, мм <sup>2</sup>	Среднее значение площади, мм <sup>2</sup>	Приведенное значение площади, мм <sup>2</sup>
C <sub>1</sub>	S <sub>11</sub> ; S <sub>12</sub> ;... S <sub>1n</sub>	$\bar{S}_1$	S <sub>пр1</sub>
C <sub>i</sub>	S <sub>i1</sub> ; S <sub>i2</sub> ;... S <sub>in</sub>	$\bar{S}_2$	S <sub>при</sub>
...			
C <sub>m</sub>	S <sub>m1</sub> ; S <sub>m2</sub> ;... S <sub>mn</sub>	$\bar{S}_l$	S <sub>прm</sub>

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, мм<sup>2</sup> или ед.сч;

$S_{i\min}$  - минимальная площадь хроматографического пика, мм<sup>2</sup> 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 ( $S_{пр}$ ) рассчитывают по формуле:

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

где  $\bar{S}_i$  - среднее значение площади пика, мм<sup>2</sup>;

M - масштаб ослабления выходного сигнала.

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

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

Градуировочную характеристику признают удовлетворительной при выполнении следующего условия:

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

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

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

$m$  - число градуировочных коэффициентов;

$K$  - средневзвешенное значение градуировочных коэффициентов, рассчитанное по формуле:

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

При невыполнении условия (8) выясняют и устраняют причины, приводящие к невыполнению этого условия. После чего повторяют процедуру построения градуировочной характеристики.

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

$P_p$  и  $P_a$  атмосферное давление при градуировке и при анализе, кПа;

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:

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

где  $(S_{np})_k$  - значение приведенной площади пика, рассчитанное при контроле стабильности градуировочной характеристики, мм<sup>2</sup> или ед.сч.;

$(S_{пр})_{ср}$  - значение приведенной площади пика, рассчитанное при построении градуировочной характеристики, мм<sup>2</sup> или ед.сч.;

z – поправочный коэффициент, (см. раздел 10).

При невыполнении условия (9) выясняют, 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 промвыбросов, 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 с 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  $S_{B_{пр}}$  (мм<sup>2</sup> или ед. сч.) по формуле (5) раздела 7.6.

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

Массовую концентрацию определяемого углеводорода вычисляют по формуле:

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

где  $K$  - градуировочный коэффициент, мг/м<sup>3</sup>/мм<sup>2</sup> или мг/м<sup>3</sup>/ед.сч.;

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

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

$$z = \frac{P_{\phi}}{P_a}, \quad (12)$$

где:  $P_{\phi}$  и  $P_a$  атмосферное давление при градуировке 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 К) и давлению 101,3 кПа. При анализе атмосферного воздуха и выбросов  $f=293/273=1,07$ ; результат измерений приведён к температуре 0°C (273 К) 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
Этан	0,94
Этен	0,88
Пропан	0,92
Пропен	0,88
Изо-бутан	0,91
Бутан	0,91
Изо-бутен	0,88
Бутен-1	0,88
Бутен-2	0,88
Изо-пентан	0,90
Пентан	0,90

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  $P=0,95$

Диапазон измерений, мг/м <sup>3</sup>	Предел воспроизводимости (относительное значение допускаемого расхождения между двумя результатами, полученными в разных лабораториях), R, %
От 1 до 1500 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:  $X \pm \Delta$ ,  $P=0,95$ , где  $\Delta$  - показатель точности методики.

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

Допустимо результат измерения в документах, выдаваемых лабораторией, представлять в виде:  $X \pm \Delta_{\text{н}}$ ,  $P=0,95$ , при условии  $\Delta_{\text{н}} < \Delta$ , где

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

$\pm \Delta_{\text{н}}$  - значение характеристики погрешности результатов измерений, установленное при реализации методики в лаборатории, и обеспечиваемое 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 ВНИИМ пропан-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,  $\text{мг/м}^3$ , рассчитанный по формуле (11) методики;

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

$j$  - коэффициент пересчета значений объемной (молярной) доли ( $\text{млн}^{-1}$ ) в значения массовой концентрации ( $\text{мг/м}^3$ ) при  $20^\circ\text{C}$  и  $101,3 \text{ кПа}$ . Для пропана  $j = 1,83$ .

Норматив контроля  $K$  рассчитывают по формуле:

$$K = \Delta_n$$

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

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

Процедуру измерений признают удовлетворительной, при выполнении условия:

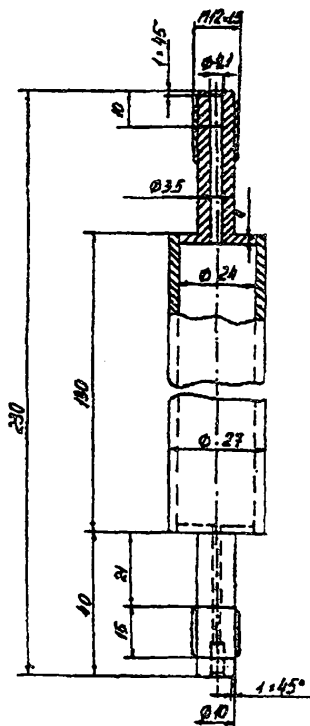
$$K_n \leq K \quad (14)$$

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 регламентируют в Руководстве по качеству лаборатории.

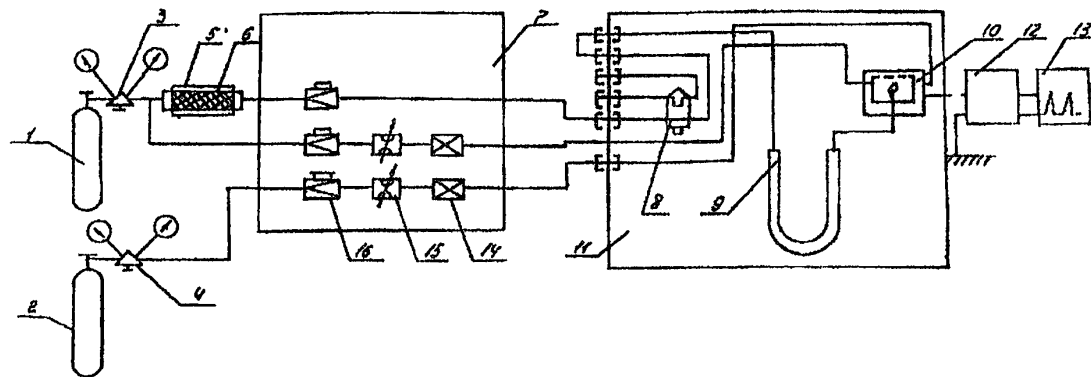
**ПРИЛОЖЕНИЕ А**

**РЕАКТОР КАТАЛИТИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ГАЗА-НОСИТЕЛЯ**



**Рис 1**

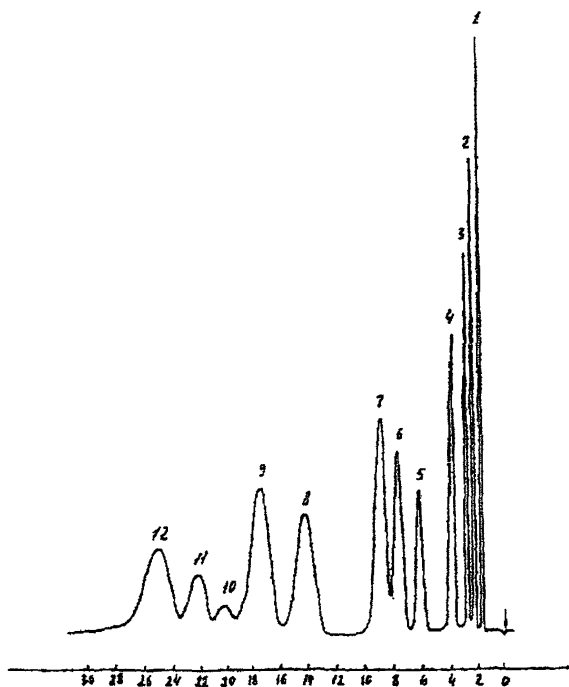
**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**  
**ПРИНЦИПАЛЬНАЯ СХЕМА ОБВЯЗКИ ХРОМАТОГРАФА**



1,2 – баллоны с сжатым воздухом и водородом соответственно; 3,4 – редукторы; 5 – печь прибора ГХЛ-1; 6 – реактор; 7 – блок подготовки газов; 8 – кран-дозатор; 9 – хроматографическая колонка; 10 – детектор; 11 – блок анализатора; 12 – электрометрический усилитель; 13 – регистратор; 14 – фильтр; 15 – дроссель; 16 – регулятор давления.

Рис. 2

**ПРИЛОЖЕНИЕ В**  
**ТИПОВАЯ ХРОМАТОГРАММА РАЗДЕЛЕНИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ**  
**C<sub>1</sub> – C<sub>5</sub> В ВОЗДУХЕ**



1 – метан; 2 – этан; 3 – этен; 4 – пропан; 5 – пропиен; 6 – изо-бутан; 7 – бутан; 8 – изо-бутен; 9 – бутен; 10 – бутен-2; 11 – изо-пентан; 12 – пентан.

**Рис. 3**

# ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ И МЕТРОЛОГИИ

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

20219, Екатеринбург,  
СП-824,  
г. Красноармейская, 4, лоб. 224

Факс: (343) 3502-117  
Телефон: (343) 3502-295  
E-mail: metro224@yandex.ru

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

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

Fax: (343) 3502-117  
Phone: (343) 3502-295  
E-mail: metro224@yandex.ru

## СВИДЕТЕЛЬСТВО № 224.02.11.043 / 2005 CERTIFICATE

об аттестации методики выполнения измерений

Методика выполнения измерений массовых концентраций предельных углеводородов  $C_1-C_4$  и не-  
предельных углеводородов (этена, пропена, бутенов) в атмосферном воздухе, воздухе рабоче-  
ны и промышленных выбросах методом газовой хроматографии.

азработанная Казанским ПНУ «Оргнефтехимзаводы» (г. Казань), ЗАО «ЛЮБЭКОП» (г. Москва),  
АП «БЕЛИНЭКОМП» (г. Новополоцк).

тестована в соответствии с ГОСТ Р 8.563-96.

аттестация осуществлена по результатам метрологической экспертизы материалов по разрабо-  
е методики выполнения измерений.

результате аттестации установлено, что методика соответствует предъявляемым к ней метроло-  
ическим требованиям и обладает следующими основными метрологическими характеристиками:

Диапазон измерений, значения показателей точности, правильности, повторяемости, воспроиз-  
одимости

Диапазон измерений, мг/м <sup>3</sup>	Показатель по- вторяемости (относительное среднеквадрати- ческое отклоне- ние повторяемо- сти), $\sigma_p$ , %	Показатель вос- производимости (относительное среднеквадрати- ческое отклоне- ние воспроизво- димости), $\sigma_d$ , %	Показатель пра- вильности (гра- ницы относитель- ной систематиче- ской погрешности при вероятности $P=0.95$ ), $\pm \delta_p$ , %	Показатель точ- ности (границы относительной погрешности при вероятности $P=0.95$ ), $\pm \delta$ , %
От 1 до 1500 вкл.	4	10.5	9	23

При реализации методики в лаборатории обеспечивают:  
оперативный контроль процедуры измерений (на основе оценки погрешности при реализации  
дельно взятой контрольной процедуры);

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

Алгоритм оперативного контроля процедуры измерений приведен в документе на методику вы-  
олнения измерений.

процедуры контроля стабильности результатов выполняемых измерений регламентируют в Руко-  
дстве по качеству лаборатории.

Дата выдачи свидетельства: \_\_\_\_\_

им. директора по научной работе \_\_\_\_\_

