

УТВЕРЖДАЮ

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

Г. Г. Онищенко

16 мая 2003 г.

Дата введения: с момента утверждения

4.1. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ. ХИМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

**Измерение массовых концентраций этил- α -циан- α -
этилфенилацетата (этилового эфира α -циан- α -
этилфенилуксусной кислоты) в воздухе рабочей зоны
методом газовой хроматографии**

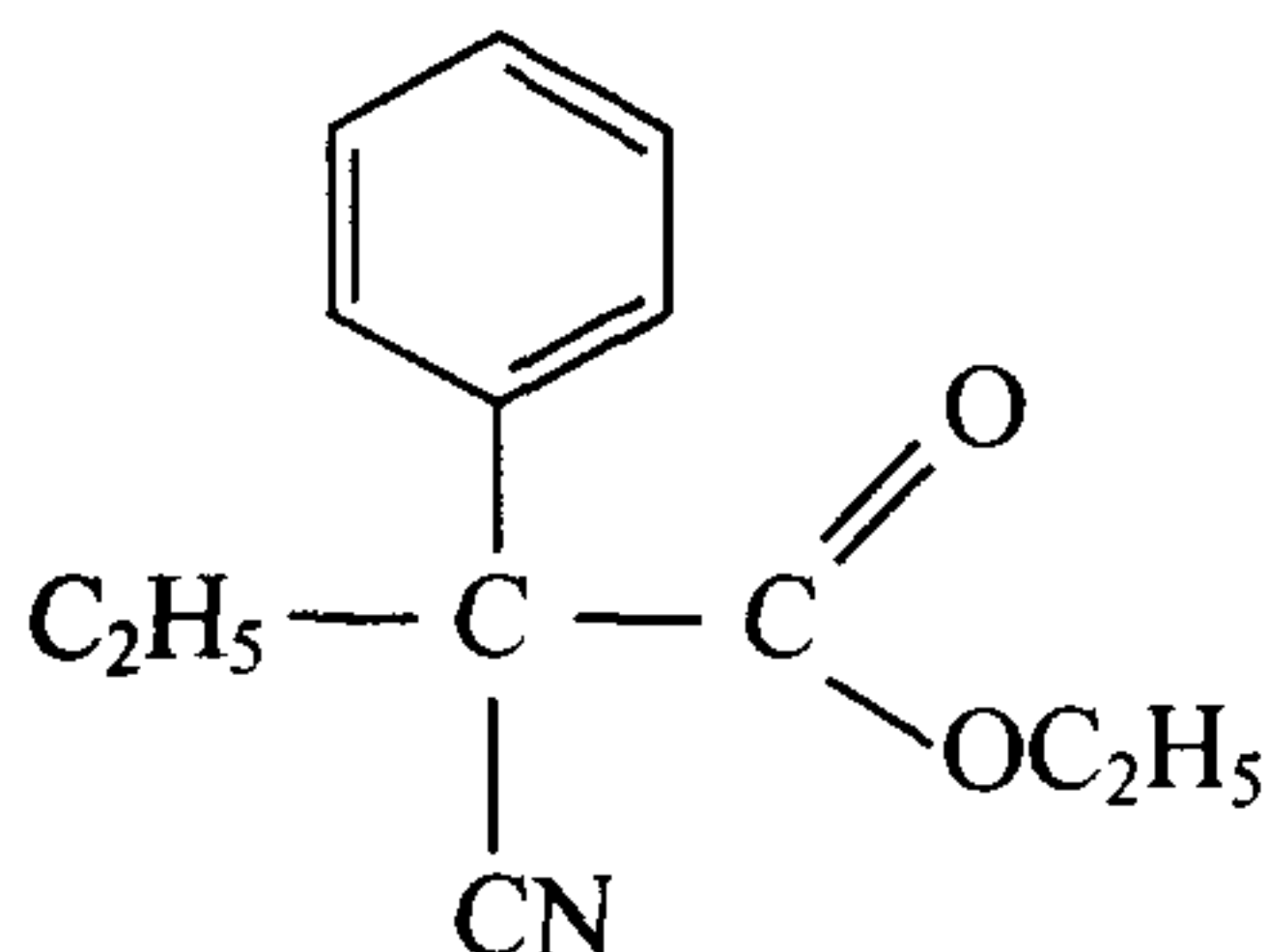
**Методические указания
МУК 4.1.1351—03**

1. Область применения

Настоящие методические указания устанавливают количественный хроматографический анализ воздуха рабочей зоны на содержание этил- α -циан- α -этилфенилацетата (ЭЦЭФА) в диапазоне концентраций от 0,5 до 5,0 мг/м³.

2. Характеристика вещества

2.1. Структурная формула

2.2. Эмпирическая формула C₁₃H₁₅NO₂.

2.3. Молекулярная масса 217,26.

2.4. Регистрационный номер CAS 718-71-8.

2.5. Физико-химические свойства.

ЭЦЭФА – бесцветная жидкость со специфическим запахом, $T_{\text{кип}} = 160—170$ °С при 20—25 мм рт. ст. Растворим в этиловом спирте и других органических растворителях. Нерастворим в воде. В воздухе находится в виде аэрозоля.

2.6. Токсикологическая характеристика.

ЭЦЭФА обладает раздражающим действием.

Ориентировочный безопасный уровень воздействия (ОБУВ) в воздухе рабочей зоны 1,0 мг/м³.

3. Погрешность измерений

Методика обеспечивает выполнение измерений с погрешностью не более ± 24 % при доверительной вероятности 0,95.

4. Метод измерений

Измерения массовой концентрации ЭЦЭФА основаны на использовании газовой хроматографии с применением пламенно-ионизационного детектора.

Отбор проб проводится с концентрированием на фильтр.

Нижний предел измерения содержания в хроматографируемом объеме – 0,010 мкг.

Нижний предел измерения концентрации в воздухе 0,5 мг/м³ (при отборе 100 дм³ воздуха).

Методика специфична в условиях производства ЭЦЭФА. Определению не мешают этиловый спирт, уксусная кислота.

5. Средства измерений, вспомогательные устройства, материалы, реактивы, растворы

5.1. Средства измерений, вспомогательные устройства, материалы

Хроматограф газовый типа 3100 или «Хром-5»

с пламенно-ионизационным детектором

Хроматографическая колонка стальная длиной

3 м и внутренним диаметром 4 мм

Сорбент Порапак Q, фракция 0,16—0,20 мм –

насадка хроматографической колонки

Фильтродержатель

ТУ 95.72.05—77

Электроаспиратор

ТУ 64-1-862—82

Посуда мерная лабораторная

ГОСТ 1770—74Е

Пробирки с пришлифованными пробками,
емкостью 10 см³

ГОСТ 25336—82Е

Бюксы ^{50/30}	ГОСТ 25336—82Е
Пипетки, вместимостью от 0,2 до 10,0 см ³	ГОСТ 29227—91
Линейка измерительная	ГОСТ 427—75
Секундомер	ГОСТ 5072—79
Фильтры АФА-ВП-10	ТУ 95-743—80

5.2. Реактивы, растворы

ЭЦЭФА, содержание основного вещества не менее 97 %	СТП 9286-002-06721498—99
Спирт этиловый, хч	ТУ 6-09-1710—77
Газообразные в баллонах с редукторами:	
азот	ГОСТ 9293—80
водород	ГОСТ 3022—80
воздух	ГОСТ 1182—74

Допускается применение иных средств измерения, вспомогательных устройств, реактивов и материалов, обеспечивающих показатели точности, установленные для данной МВИ.

6. Требования безопасности

6.1. При работе с реактивами соблюдают требования безопасности, установленные для работы с токсичными, едкими и легковоспламеняющимися веществами по ГОСТ 12.1.005—88.

6.2. При проведении анализов горючих и вредных веществ соблюдают меры противопожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004—76.

6.3. При выполнении измерений с использованием хроматографа соблюдают правила электробезопасности в соответствии с ГОСТ 12.1.019—79 и инструкцией по эксплуатации прибора.

6.4. При работе с газами, находящимися в баллонах под давлением до 15 МПа (150 кгс/см²), необходимо соблюдать «Правила устройства и безопасной эксплуатации стационарных компрессорных установок, воздухопроводов и газопроводов под давлением» ПБ-10-115—96, ГОСТ 12.2.085. Запрещается открывать вентиль баллона, не установив на нем понижающий редуктор.

7. Требования к квалификации оператора

К выполнению измерений и обработке результатов допускаются лица с высшим и средним специальным образованием, имеющие навыки работы на газовом хроматографе.

8. Условия измерений

8.1. Приготовление смесей и подготовку проб к анализу проводят в нормальных условиях при температуре воздуха $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$, атмосферном давлении 84—106 кПа и влажности воздуха не более 80 %.

8.2. Измерения на газовом хроматографе проводят в условиях, рекомендованных технической документацией к прибору.

9. Подготовка к выполнению измерения

9.1. Приготовление растворов

Стандартный раствор № 1 ЭЦЭФА готовят весовым методом. Взвешивают мерную колбу вместимостью 50 см^3 с $5\text{—}10\text{ см}^3$ этанола, вносят 1—2 капли вещества и снова взвешивают. По разности показаний определяют навеску вещества. Раствор доводят до метки этанолом, вычисляют содержание вещества в 1 см^3 раствора.

Стандартный раствор № 2 концентрацией 100 мкг/см^3 готовят соответствующим разбавлением стандартного раствора № 1 этанолом. Растворы устойчивы в течение двух недель при хранении в холодильнике.

9.2. Подготовка прибора

9.2.1. Общую подготовку прибора осуществляют согласно инструкции по эксплуатации.

9.2.2. Хроматографическую колонку и концентрационную трубку заполняют с использованием вакуумного насоса готовой насадкой. Колонки кондиционируют в токе азота путем прогрева при температурах 100, 200 и 250°C в течение 5 ч при каждой температуре.

9.3. Установление градуировочной характеристики

Градуировочную характеристику, выражающую зависимость величины хроматографического сигнала от массы анализируемого вещества в хроматографируемом объеме пробы, устанавливают по методу абсолютной калибровки с использованием серии градуировочных растворов, которые готовят соответствующим разбавлением стандартного раствора № 2 этиловым спиртом согласно табл. 1. Растворы хранятся в течение двух недель.

Для построения градуировочного графика по 1 мм^3 каждого раствора вносят с помощью микрошприца в хроматограф. Условия хроматографирования градуировочных смесей и анализируемых проб:

- температура термостата колонки 220°C ;
- температура испарителя 320°C ;
- температура детектора 250°C ;

объем вводимой пробы 1 мм³;
 скорость потока газа-носителя (азот) 15 см³/мин;
 скорость потока водорода 15 см³/мин;
 скорость потока воздуха 150 см³/мин;
 время удерживания ЭЦЭФА 2 мин 25 с.

Таблица 1

Растворы для установления градуировочной характеристики ЭЦЭФА

№ стандарта	Стандартный раствор № 2, см ³	Этиловый спирт, см ³	Концентрация вещества, мкг/см ³	Содержание вещества в хроматографируемом объеме пробы, мкг
1	0	20	0	0
2	2	18	10	0,01
3	3	17	15	0,015
4	4	16	20	0,02
5	8	12	40	0,04
6	12	8	60	0,06
7	20	0	100	0,1

На полученной хроматограмме измеряют высоты пиков с помощью линейки при анализе шести смесей разных концентраций и холостой пробы, проводя не менее пяти параллельных определений для каждого раствора, и строят градуировочную кривую зависимости высоты пика (мм) от количества компонента в пробе (мкг). Проверку градуировочного графика проводят при изменении условий анализа, но не реже 1 раза в месяц.

9.4. Отбор пробы воздуха

Воздух с объемным расходом 10 дм³/мин аспирируют через фильтр. Для измерения ½ ОБУВ достаточно отобрать 100 дм³ воздуха. Пробы можно хранить в течение трех суток в холодильнике.

10. Выполнение измерения

Фильтр с отобранной пробой помещают в бюкс и приливают пипеткой 5 см³ этилового спирта. Периодически встряхивая, выдерживают раствор в течение 5 мин и сливают его в пробирку. Степень десорбции с фильтра 97 %. Хроматографирование раствора пробы проводят в тех же условиях, что и хроматографирование градуировочных растворов. Количественное определение содержания анализируемого вещества в растворе проводят по предварительно построенному градуировочному графику.

11. Расчет концентрации

Концентрацию анализируемого вещества в воздухе (C , мг/м³) вычисляют по формуле:

$$C = \frac{a \cdot v}{b \cdot V}, \text{ где}$$

a – содержание вещества в анализируемом объеме пробы, найденное по градуировочному графику, мкг;

b – объем пробы, взятый для хроматографирования, см³;

v – общий объем раствора пробы, см³;

V – объем воздуха, отобранного для анализа и приведенного к стандартным условиям, дм³ (см. прилож. 1).

12. Оформление результатов анализа

Результат количественного анализа представляют в виде ($C \pm \Delta$) мг/м³, $P = 0,95$, где Δ – характеристика погрешности, $\Delta = 0,16C + 0,04$.

13. Контроль погрешности методики

Значения полученных метрологических характеристик погрешности, норматива оперативного контроля точности и норматива оперативного контроля воспроизводимости приведены в табл. 2 в виде зависимости от значения массовой концентрации анализируемого компонента в пробе C .

Таблица 2

Результаты метрологической аттестации методики
количественного химического анализа

Диапазон определяемых концентраций ЭЦЭФА, мг/м ³	Наименование метрологической характеристики		
	характеристика погрешности, Δ , мг/м ³ ($P = 0,95$)	норматив оперативного контроля точности, K , мг/м ³ ($P = 0,90, m = 2$)	норматив оперативного контроля воспроизводимости, D , мг/м ³ ($P = 0,95, m = 2$)
От 0,5 до 5	$0,16 C + 0,04$	$0,15 C + 0,06$	$0,13 C + 0,09$

13.1. Оперативный контроль воспроизводимости

Оперативный контроль воспроизводимости выполняют в одной серии с анализом рабочих проб. Отбирают реальные пробы воздуха рабочей зоны из одного традиционного места отбора двумя пробоотборниками одновременно. Анализируют в соответствии с прописью методики разными аналитиками, максимально варьируя условия проведения анализа: партии реактивов, набора мерной посуды и т. д., и получают два

результата C_1 и C_2 анализов. Результаты анализов не должны отличаться друг от друга на величину большую, чем норматив оперативного контроля воспроизводимости D :

$$|C_1 - C_2| \leq D$$

При превышении расхождения между двумя результатами норматива оперативного контроля воспроизводимости эксперимент повторяют. При повторном превышении указанного норматива выясняют причины, приводящие к неудовлетворительным результатам, и устраняют их.

Внутренний оперативный контроль воспроизводимости проводят не реже, чем 1 раз в неделю.

13.2. Оперативный контроль точности

Оперативный контроль точности выполняют в одной серии с анализом рабочих проб. Отбирают реальные пробы воздуха рабочей зоны из одного традиционного места отбора двумя пробоотборниками одновременно. Затем к одной пробе, отобранной на фильтр, делают добавку анализируемого компонента из раствора, нанося его на фильтр. Величина добавки δC должна соответствовать увеличению содержания компонента в пробе на 50—150 %. Результаты анализа C_1 без добавки и C_2 с добавкой получают по возможности в одинаковых условиях: одним аналитиком, с одной партией реактивов, с одним набором посуды и т. д. Величина C_2 не должна выходить за верхнюю границу диапазона измерения.

Погрешность процедуры отбора проб контролируют путем проверки используемых пробоотборников. Расчет норматива оперативного контроля погрешности K проводят по характеристике погрешности методики за вычетом характеристики погрешности пробоотборника. Решение об удовлетворительной погрешности принимают при выполнении условия:

$$|C_2 - C_1 - \delta C| \leq K$$

14. Нормы затрат времени на анализ

Для проведения серии анализов из 6 проб требуется 4 ч.

Методически указания разработаны Российским государственным медицинским университетом (лаборатория токсикологии и экологии, Гугля Е. Б.).