Государственное санитарно-эпидемиологическое нормирование
Российской Федерации

4.1. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ. ХИМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

Измерение концентраций седаксана в воздухе рабочей зоны, атмосферном воздухе населенных мест и смывах с кожных покровов операторов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии

Методические указания
МУК 4.1.3453—17

Издание официальное

Москва • 2017

gost.e-ecolog.ru

Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека

4.1. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ. ХИМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

Измерение концентраций седаксана в воздухе рабочей зоны, атмосферном воздухе населенных мест и смывах с кожных покровов операторов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии

Методические указания
МУК 4.1.3453—17

ББК 51.23
И37

И37 **Измерение** концентраций седаксана в воздухе рабочей зоны, атмосферном воздухе населенных мест и смывах с кожных покровов операторов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии: Методические указания.—М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2017.—18 с.

ISBN 978—5—7508—1589—0

1. Разработаны ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора (Н. Е. Федорова, В. Н. Волкова, В. М. Волков).

2. Рекомендованы к утверждению Комиссией по государственному санитарно-эпидемиологическому нормированию Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (протокол от 22 декабря 2016 г. № 2).

3. Утверждены Руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации А. Ю. Поповой 15 марта 2017 г.

4. Введены впервые.

ББК 51.23

ISBN 978—5—7508—1589—0

© Роспотребнадзор, 2017

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель Федеральной службы
по надзору в сфере защиты прав
потребителей и благополучия человека,
Главный государственный санитарный
врач Российской Федерации
А. Ю. Попова
15 марта 2017 г.

4.1. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ. ХИМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

Измерение концентраций седаксана в воздухе рабочей зоны, атмосферном воздухе населенных мест и смывах с кожных покровов операторов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии

Методические указания
МУК 4.1.3453—17

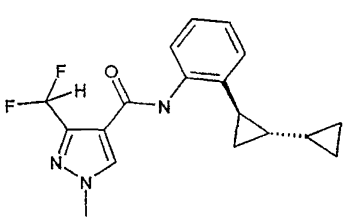
Свидетельство об аттестации № РОСС RU.0001.310430/0262.27.04.16.

Настоящие методические указания устанавливают порядок применения метода высокоэффективной жидкостной хроматографии для определения в воздухе рабочей зоны, атмосферном воздухе населенных мест и смывах с кожных покровов операторов массовой концентрации *транс-* и *цис*-седаксана в диапазонах 0,1—1,0 мг/м^3, 0,0008—0,008 мг/м^3 и 0,2—2,0 мкг/смыв соответственно.

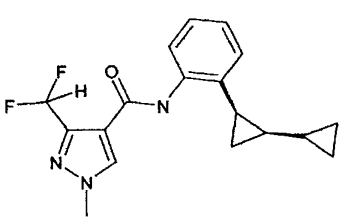
Методические указания носят рекомендательный характер.

Седаксан – смесь изомеров:

Смесь *цис-* и *транс*-изомеров 2'[(1RS, 2SR)-1,1'-бициклопро-2-ил]-3-(дифторметил)-1-метилпиразол-4-карбоксанилид (ИЮПАК).



транс-изомер



цис-изомер

$C_{18}H_{19}F_2N_3O$

Молекулярная масса: 331,4.

Белое порошкообразное вещество без запаха. Температура плавления 121,4 °С. Давление паров $6,5 \times 10^{-5}$ МПа (при 20 °С); $1,7 \times 10^{-4}$ МПа (при 25 °С). Растворимость в органических растворителях при 25 °С (в г/дм^3): ацетон – 410; н-гексан – 0,41; дихлорметан – 500; метанол – 110; октанол – 20; толуол – 70; этилацетат – 200. Растворимость в воде при 25 °С 0,014 г/дм^3. Седаксан гидролитически стабилен при температуре 25 °С и диапазоне pH 5; 7 и 9.

Агрегатное состояние в воздушной среде – аэрозоль.

Краткая токсикологическая характеристика. Острая пероральная токсичность (LD_{50}) для крыс > 5 000 мг/кг; острая дермальная токсичность (LD_{50}) для кроликов > 5 000 мг/кг; острая ингаляционная токсичность (LC_{50}) для крыс > 5,24 мг/дм^3 (4 часа).

Область применения. Седаксан – новый фунгицид, рекомендуется к использованию в качестве протравителя семян злаковых культур для борьбы с широким спектром патогенов.

1. Метрологические характеристики

При соблюдении всех регламентированных условий проведения анализа в точном соответствии с данной методикой погрешность (и ее составляющие) результатов измерений при доверительной вероятности $P = 0,95$ не превышает значений, приведенных в табл. 1 для соответствующих диапазонов концентраций.

Таблица 1

Значения характеристики погрешности, нормативов оперативного контроля точности, повторяемости, воспроизводимости

Анализируемый объект	Диапазон определяемых концентраций, мг/м^3, мкг/смыв	Показатель точности (границы относительной погрешности, $P = 0,95$), $\pm\delta$, %	Показатель повторяемости (среднеквадратичное отклонение повторяемости), σ_r, мг/м^3, мкг/смыв	Показатель воспроизводимости (среднеквадратичное отклонение воспроизводимости), σ_R, мг/м^3, мкг/смыв	Предел повторяемости (значение допустимого расхождения между двумя результатами параллельных определений), r, мг/м^3, мкг/смыв	Предел воспроизводимости (значение допустимого расхождения между двумя результатами измерений, полученных в разных лабораториях), R, мг/м^3, мкг/смыв, ($P = 0,95$)
1	2	3	4	5	6	7
транс-седаксан						
Воздух рабочей зоны	0,1—1,0 мг/м^3	11	$0,025 \cdot \bar{X}$ *	$0,035 \cdot \bar{X}$	$0,07 \cdot \bar{X}$	$0,10 \cdot \bar{X}$

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
Атмосферный воздух	0,0008—0,008 мг/м^3	12	$0,025 \cdot \bar{X}$ *	$0,035 \cdot \bar{X}$	$0,07 \cdot \bar{X}$	$0,10 \cdot \bar{X}$
Смывы с кожных покровов	0,2—2,0 мкг/смыв	17	$0,059 \cdot \bar{X}$ *	$0,083 \cdot \bar{X}$	$0,17 \cdot \bar{X}$	$0,23 \cdot \bar{X}$
цис-седаксан						
Воздух рабочей зоны	0,1—1,0 мг/м^3	11	$0,027 \cdot \bar{X}$ *	$0,038 \cdot \bar{X}$	$0,08 \cdot \bar{X}$	$0,11 \cdot \bar{X}$
Атмосферный воздух	0,0008—0,008 мг/м^3	12	$0,027 \cdot \bar{X}$ *	$0,038 \cdot \bar{X}$	$0,08 \cdot \bar{X}$	$0,11 \cdot \bar{X}$
Смывы с кожных покровов	0,2—2,0 мкг/смыв	20	$0,060 \cdot \bar{X}$ *	$0,084 \cdot \bar{X}$	$0,17 \cdot \bar{X}$	$0,24 \cdot \bar{X}$

* $\bar{X}$ – среднее значение массовой концентрации анализируемого компонента в пробе (мг/м^3, мкг/смыв)

Полнота извлечения вещества, стандартное отклонение, доверительный интервал среднего результата для всего диапазона измерений ($n = 20$) приведены в табл. 2.

Таблица 2

Анализируемый объект	Метрологические параметры, $P = 0,95$, $n = 20$				
	предел обнаружения, мг/м^3, мкг/смыв	диапазон определяемых концентраций, мг/м^3, мкг/смыв	полнота извлечения вещества, %	стандартное отклонение, %	доверительный интервал среднего результата, ±, %
транс-седаксан					
Воздух рабочей зоны	0,1	0,1—1,0	97,7	2,3	1,2
Атмосферный воздух	0,0008	0,0008—0,008	97,7	2,3	1,2
Смывы с кожных покровов	0,2	0,2—2,0	88,9	5,0	2,7
цис-седаксан					
Воздух рабочей зоны	0,1	0,1—1,0	98,1	2,4	1,2
Атмосферный воздух	0,0008	0,0008—0,008	98,1	2,4	1,2
Смывы с кожных покровов	0,2	0,2—2,0	87,1	5,0	2,7

2. Метод измерений

Измерения концентраций седаксана выполняют методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) на обращенной фазе с ультрафиолетовым детектором. Концентрирование седаксана из воздуха осуществляют на бумажный фильтр высокой плотности, экстракцию с фильтров выполняют ацетоном или ацетонитрилом. Смыв с кожных покровов проводят этиловым спиртом.

Нижний предел измерения каждого изомера седаксана в анализируемом объеме пробы – 2,0 нг. Средняя полнота извлечения с фильтров: 97,73 – *транс*-седаксан, 98,11 % – *цис*-седаксан; с поверхности кожи: 88,87 % – *транс*-седаксан, 87,10 % – *цис*-седаксан.

3. Средства измерений, вспомогательные устройства, реактивы и материалы

3.1. Средства измерений

Жидкостный хроматограф с ультрафиолетовым детектором с переменной длиной волны	
Барометр-анероид с диапазоном измерения атмосферного давления 5—790 мм рт. ст.	ТУ 2504-1797—75
Весы аналитические, с пределом взвешивания 110 г и пределом допустимой погрешности 0,0001 г	ГОСТ Р 53228—08
Гигрометр психрометрический с диапазоном измерений относительной влажности от 30 до 90 %	ТУ 25-11-1645—84
Колбы мерные 2-100-2 и 2-1000-2	ГОСТ 1770—74
Меры массы	ГОСТ OIML R 111-1—09
Пипетки градуированные 2-го класса точности вместимостью 1,0; 2,0; 5,0; 10 $см^3$	ГОСТ 29227—91
Пробоотборное устройство 2-канальное, с диапазонами расхода 0,2—1,0 и 5,0—1,0 $дм^3$/мин	
Термометр лабораторный, цена деления 1 °С, пределы измерения –35—+55 °С	ТУ 25-2021.055—83
Цилиндры мерные 2-го класса точности вместимостью 100, 500 и 1 000 $см^3$	ГОСТ 1770—74

Примечание. Допускается использование средств измерения с аналогичными или лучшими характеристиками.

3.2. Реактивы

транс-Седаксан, аналитический стандарт с содержанием основного компонента 98,0 %	
цис-Седаксан, аналитический стандарт с содержанием основного компонента 98,0 %	
Ацетон, осч	ГОСТ 2306—71 ГОСТ 2603—79
Ацетонитрил для хроматографии, хч	ТУ-6-09-14.2167—84
Вода для лабораторного анализа (бидистиллированная или деионизованная)	ГОСТ Р 52501—05
Калий марганцовокислый (перманганат калия), хч	ГОСТ 20490—75
Калий углекислый (карбонат калия, поташ), хч, прокаленный	ГОСТ 4221—76
Натрий углекислый (карбонат натрия), хч	ГОСТ 83—79
Спирт этиловый (этанол) ректификованный	ГОСТ Р 51652—2000 или ГОСТ 18300—87
Фосфор (V) оксид (фосфорный ангидрид, пентоксид фосфора), хч	ТУ 6-09-4173—85

Примечание. Допускается использование реактивов с более высокой квалификацией, не требующих дополнительной очистки растворителей.

3.3. Вспомогательные устройства, материалы

Аппарат для встряхивания или орбитальный шейкер, диапазон регулировки оборотов 50—200 об./мин, орбита до 10 мм	ТУ 64-1-2851—78
Баня ультразвуковая с рабочей частотой 35 кГц	
Баня водяная	
Бумажные фильтры высокой плотности, обеззоленные (бумажные фильтры)	ТУ 2642-001-05015242—07
Бязь хлопчатобумажная белая	
Воронка Бюхнера	ГОСТ 9147—80
Воронки конусные диаметром 40—45 мм	ГОСТ 25336—82
Груша резиновая	ТУ 9398-005-0576-9082—03
Колба Бунзена	ГОСТ 25336—82
Колбы круглодонные (для упаривания) на шлифе вместимостью 150 $см^3$	ГОСТ 9737—93
Линейка измерительная	ГОСТ 427—75
Мембраны микропористые капроновые, размер пор 0,45 мкм	ТУ 9471-002-10471723—03

Набор для фильтрации растворителей через мембрану	
Насос водоструйный	ГОСТ 25336—82
Пинцет медицинский нержавеющий	ГОСТ 21241—89
Ректификационная колонна с числом теоретических тарелок не менее 30	
Ротационный вакуумный испаритель с мембранным насосом, обеспечивающим вакуум до 10 мбар	
Стаканы химические с носиком, вместимостью 150 $см^3$	ГОСТ 25336—82
Стекловата	
Стеклянные емкости вместимостью 100 $см^3$ с герметичной металлической крышкой	
Стеклянные палочки	
Установка для перегонки растворителей	
Фильтродержатель	
Холодильник обратный	
Хроматографическая колонка стальная длиной 250 мм, внутренним диаметром 4,6 мм, заполненная обращено-фазовым сорбентом с привитыми монофункциональными полярными группами С8, зернение 5 мкм	
Шприц для ввода образцов для жидкостного хроматографа вместимостью 50—100 $мм^3$	

Примечание. Допускается использование вспомогательных устройств и материалов с аналогичными или лучшими техническими характеристиками.

4. Требования безопасности

4.1. При выполнении измерений необходимо соблюдать требования техники безопасности при работе с химическими реактивами по ГОСТ 12.1.007—76, требования по электробезопасности при работе с электроустановками по ГОСТ Р 12.1.019—09, а также требования, изложенные в технической документации на жидкостный хроматограф.

4.2. Помещение должно соответствовать требованиям пожаробезопасности по ГОСТ 12.1.004—91 и иметь средства пожаротушения по ГОСТ 12.4.009—83. Содержание вредных веществ в воздухе не должно превышать ПДК (ОБУВ), установленных ГН 2.2.5.1313—03 и ГН 2.2.5.2308—07. Организация обучения работников безопасности труда – по ГОСТ 12.0.004—90.

5. Требования к квалификации операторов

Измерения в соответствии с настоящей методикой может выпонять специалист, имеющий опыт работы на жидкостном хроматографе, освоивший данную методику и подтвердивший экспериментально соответствие получаемых результатов нормативам контроля погрешности измерений.

6. Условия измерений

При выполнении измерений соблюдают следующие условия:

– процессы приготовления растворов и подготовки проб к анализу проводят при температуре воздуха (20 ± 5) °С и относительной влажности не более 80 %;

– выполнение измерений на жидкостном хроматографе проводят в условиях, рекомендованных технической документацией к прибору.

7. Подготовка к выполнению измерений

Выполнению измерений предшествуют следующие операции: очистка органических растворителей (при необходимости), подготовка подвижной фазы для ВЭЖХ, кондиционирование хроматографической колонки, приготовление растворов для градуировки и внесения, установление градуировочных характеристик, подготовка фильтров и салфеток для отбора проб, отбор проб.

7.1. Очистка органических растворителей

7.1.1. Ацетон

Ацетон перегоняют над небольшим количеством перманганата калия и прокаленным карбонатом калия или подвергают ректификационной перегонке на колонне с числом теоретических тарелок не менее 30. Перегнанный растворитель хранят в темном месте (в емкости из темного стекла) не более 14 дней.

7.1.2. Ацетонитрил

Ацетонитрил кипятят с обратным холодильником над пентоксидом фосфора (на 1 $дм^3$ ацетонитрила 20 г пентоксида фосфора) не менее 1 часа, после чего перегоняют, непосредственно перед употреблением ацетонитрил повторно перегоняют над прокаленным карбонатом калия (на 1 $дм^3$ ацетонитрила 10 г карбоната калия).

7.2. Подготовка подвижной фазы для ВЭЖХ

В мерную колбу вместимостью 1 000 см^3 помещают 400 см^3 бидистиллированной или деионизованной воды, добавляют 600 см^3 ацетонитрила, перемешивают, фильтруют через мембранный фильтр и дегазируют. Подвижную фазу хранят в темном месте (в емкости из темного стекла) не более 14 дней.

7.3. Кондиционирование хроматографической колонки для ВЭЖХ

Промывают колонку подвижной фазой (приготовленной по п. 7.2) при скорости подачи растворителя 1,0 см^3/мин до установления стабильной базовой линии.

7.4. Приготовление градуировочных растворов

7.4.1. Исходные растворы транс-седаксана и цис-седаксана для градуировки (концентрация 100 мкг/см^3). В мерную колбу вместимостью 100 см^3 помещают (0,0100 ± 0,0001) г *транс*-седаксана или *цис*-седаксана, добавляют 50—70 см^3 ацетонитрила, перемешивают, доводят ацетонитрилом до метки, вновь перемешивают. Растворы хранятся в холодильнике (4—6 °С) в течение 3 месяцев.

Растворы № 1—7 готовят объемным методом путем последовательного разбавления исходных растворов для градуировки.

7.4.2. Растворы № 1 транс-седаксана и цис-седаксана для градуировки и внесения (концентрация 10 мкг/см^3). В мерную колбу вместимостью 100 см^3 помещают 10 см^3 исходного раствора *транс*-седаксана или *цис*-седаксана с концентрацией 100 мкг/см^3 (п. 7.4.1), разбавляют ацетонитрилом до метки, перемешивают. Растворы хранятся в холодильнике в течение 3 месяцев.

Растворы с концентрацией 10 мкг/см^3 используют для приготовления проб с внесением при оценке полноты извлечения веществ методом «внесено-найдено», а также контроле качества результатов измерений методом добавок.

7.4.3. Рабочие растворы № 2—7 смеси транс-седаксана и цис-седаксана для градуировки (концентрация каждого вещества по 0,08—1,0 мкг/см^3). В 6 мерных колб вместимостью 100 см^3 помещают по 0,8; 1,0; 2,0; 3,0; 5,0 и 10,0 см^3 градуировочных растворов с концентрацией *транс*-седаксана и *цис*-седаксана 10 мкг/см^3 (п. 7.4.2), доводят до метки подвижной фазой для ВЭЖХ, приготовленной по п. 7.2, тщательно перемешивают, получают рабочие растворы № 2—7 с концентрацией *транс*-седаксана и *цис*-седаксана по 0,08, 0,1; 0,2; 0,3; 0,5 и 1,0 мкг/см^3 соответственно.

Растворы хранятся в холодильнике при температуре 4—6 °С в течение месяца.

7.5. Установление градуировочных характеристик, условия хроматографирования

Градуировочные характеристики, выражающие зависимость площади пика (мкВ · с) от концентрации *транс*-седаксана или *цис*-седаксана в растворе (мкг/см^3), устанавливают методом абсолютной калибровки по 6 растворам для градуировки. В инжектор хроматографа вводят по 20 мм^3 каждого градуировочного раствора № 2—7 и анализируют в условиях хроматографирования, указанных ниже. Осуществляют не менее 5 параллельных измерений. Устанавливают площади пиков *транс*-седаксана и *цис*-седаксана, на основании которых строят градуировочные зависимости.

Условия хроматографирования

Измерения выполняют при следующих режимных параметрах.

Жидкостный хроматограф с ультрафиолетовым детектором с переменной длиной волны.

Хроматографическая колонка стальная длиной 250 мм, внутренним диаметром 4,6 мм, заполненная обращено-фазовым сорбентом с привитыми монофункциональными полярными группами С8, зернение 5 мкм.

Рабочая длина волны: 236 или 265* нм.

Температура колонки: комнатная.

Подвижная фаза: ацетонитрил–вода (60 : 40, по объему).

Скорость потока элюента: 1,0 см^3/мин.

Объем вводимой пробы: 20 мм^3.

Линейный диапазон детектирования: 1,6—20 нг.

7.6. Подготовка фильтров для отбора проб воздуха

Диаметр бумажного фильтра должен соответствовать внутреннему диаметру фильтродержателя.

Фильтры последовательно по 3 раза промывают на воронке Бюхнера этанолом, затем ацетонитрилом порциями 25—30 см^3, сушат с помощью разряжения, создаваемого водоструйным насосом, затем на воздухе при комнатной температуре. До использования фильтры хранят в герметично закрытой стеклянной таре.

---

* Хроматографирование пробы при 2 длинах волн увеличивает надежность идентификации вещества.

7.7. Подготовка салфеток для проведения смыва

7.7.1. Приготовление раствора натрия углекислого с массовой долей 5 % (5 %-й раствор). Навеску (25 ± 0,1) г натрия углекислого помещают в мерную колбу вместимостью 500 см^3, растворяют в деионизированной воде, доводят водой до метки, перемешивают.

7.7.2. Подготовка салфеток для проведения смыва. Вырезают салфетки (лоскуты) из белой бязи размером 10 × 10 см, затем их последовательно обрабатывают 5%-м раствором углекислого натрия (при кипячении), водой до нейтральной реакции промывных вод, 2-кратно промывают этиловым спиртом, сушат на воздухе при комнатной температуре. До использования салфетки хранят в герметично закрытой стеклянной таре.

8. Отбор и условия хранения проб

8.1. Воздух рабочей зоны

Отбор проб осуществляют в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.005—88 «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» и Р 2.2.2006—05 (прилож. 9, обязательное) «Общие методические требования к организации и проведению контроля содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны», пункт 2 «Контроль соответствия максимальным ПДК».

Воздух с объемным расходом 4—5 дм^3/мин аспирируют через бумажный фильтр, помещенный в фильтродержатель.

Для измерения концентрации каждого изомера седаксана на уровне 0,1 мг/м^3 необходимо отобрать 5 дм^3 воздуха.

Срок хранения отобранных проб, помещенных в полиэтиленовые пакеты, в холодильнике при температуре 4—5 °С – 28 дней. Для длительного хранения пробы помещают в морозильную камеру при температуре –(18 ± 2) °С.

8.2. Атмосферный воздух

Отбор проб осуществляют в соответствии с требованиями ГОСТ 17.2.4.02—81 «ОПА. Общие требования к методам определения загрязняющих веществ в воздухе населенных мест». Воздух с объемным расходом 4—5 дм^3/мин аспирируют через бумажный фильтр, помещенный в фильтродержатель.

Для измерения концентрации каждого изомера седаксана на уровне предела обнаружения (0,0008 мг/м^3) необходимо отобрать 125 дм^3 воздуха.

Срок хранения отобранных проб, помещенных в полиэтиленовые пакеты, в холодильнике при температуре (4 ± 2) °С – 28 дней. Для дли-

тельного хранения пробы помещают в морозильную камеру при температуре –(18 ± 2) °С.

8.3. Условия проведения смыва

Смывы проводят в конце работы или после выполнения отдельных операций с открытых и закрытых спецодеждой или другими СИЗ участков тела (лоб, лицо, шея, грудь, предплечье, голень, кисти рук, включая межпальцевые промежутки).

До работы выбирают участок кожи, обрабатывают его для удаления загрязнений, фиксируют площадь (не менее 200 $см^2$). При необходимости отбирают фоновые смывы.

Смыв выполняют способом обмыва фиксированного участка кожи этиловым спиртом, помещая 20 $см^3$ в стеклянную емкостью с металлической крышкой. Тканевой салфеткой, смоченной растворителем, с помощью пинцета (индивидуально) обмывают этот участок сверху вниз. Операцию повторяют дважды.

Срок хранения отобранных проб смывов, помещенных в герметично закрытые емкости, в холодильнике при температуре (4 ± 2) °С – 28 дней. Для длительного хранения пробы помещают в морозильную камеру при температуре –(18 ± 2) °С.

9. Выполнение измерений

9.1. Воздушная среда

Экспонированный фильтр переносят в химический стакан вместимостью 150 $см^3$, заливают 10 $см^3$ ацетона или ацетонитрила, помещают на встряхиватель на 10 минут. Растворитель сливают, фильтр еще дважды обрабатывают новыми порциями ацетона или ацетонитрила объемом 10 $см^3$, выдерживая на встряхивателе по 10 минут.

Объединенный экстракт переносят (через воронку) в круглодонную колбу, упаривают на ротационном вакуумном испарителе при температуре бани не выше 40 °С почти досуха, оставшийся растворитель отдувают потоком теплого воздуха и остаток растворяют в 5 $см^3$ (воздух рабочей зоны) или 1 $см^3$ (атмосферный воздух) подвижной фазы (подготовленной по п. 7.2), тщательно перемешивают и анализируют при условиях хроматографирования, указанных в п. 7.5.

9.2. Смывы с кожных покровов

Пробу смыва сливают (через воронку) в колбу для упаривания, с помощью пинцета извлекают салфетку, помещают в конусную химическую воронку, установленную в муфту колбы для упаривания, тща-

тельно отжимают и промывают этанолом дважды порциями по 10 см^3, предварительно ополаскивая этанолом емкость, в которой находилась проба.

Объединенный раствор упаривают на ротационном вакуумном испарителе при температуре бани не выше 40 °С почти досуха, оставшийся растворитель отдувают потоком теплого воздуха и остаток растворяют в 2 см^3 подвижной фазы (подготовленной по п. 7.2) и анализируют при условиях хроматографирования, указанных в п. 7.5.

Пробу вводят в испаритель хроматографа не менее двух раз. Устанавливают площадь пика *транс-* и *цис*-седаксана, с помощью градуировочных графиков определяют концентрацию *транс-* и *цис*-седаксана в хроматографируемом растворе.

Образцы, дающие пики большие, чем градуировочный раствор с концентрацией 1,0 мкг/см^3, разбавляют подвижной фазой (не более чем в 50 раз).

10. Обработка результатов анализа

10.1. Воздушная среда

Концентрацию седаксана (сумма *транс-* и *цис*-изомеров) в пробе воздуха (X), мг/м^3, рассчитывают по формуле:

$$X = \frac{(A + B) \cdot W}{V_t}, \text{ где}$$

A и B – концентрации *транс-* или *цис*-седаксана в хроматографируемом растворе соответственно, найденные по соответствующему градуировочному графику в соответствии с величиной площади хроматографического пика, мкг/см^3;

W – объем раствора, подготовленного для хроматографирования, см^3;

V_t – объем пробы воздуха, отобранный для анализа, приведенный к стандартным условиям (давление 760 мм рт. ст., температура 20 °С – воздух рабочей зоны) или нормальным условиям (давление 760 мм рт. ст., температура 0 °С – атмосферный воздух), дм^3:

$$V_t = \frac{R \cdot P \cdot ut}{273 + T}, \text{ где}$$

T – температура воздуха при отборе проб (на входе в аспиратор), °С;

P – атмосферное давление при отборе пробы, мм рт. ст.;

u – расход воздуха при отборе пробы, дм^3/мин;

t – длительность отбора пробы, мин;

R – коэффициент, равный 0,386 для воздуха рабочей зоны и 0,357 для атмосферного воздуха.

10.2. Смывы с кожных покровов

Концентрацию седаксана (сумма *транс-* и *цис*-изомеров) в пробе смыва (X), мкг/смыв, рассчитывают по формуле:

$$X = (A + B) \cdot W \text{, где}$$

A и B – концентрации *транс-* или *цис*-седаксана в хроматографируемом растворе соответственно, найденные по соответствующему градуировочному графику в соответствии с величиной площади хроматографического пика, мкг/см^3;

W – объем раствора, подготовленного для хроматографирования, см^3.

Примечание. Идентификация и расчет концентрации вещества в пробах могут быть проведены с помощью компьютерной программы обработки хроматографических данных, включенной в аналитическую систему.

11. Оформление результатов измерений

Результат количественного анализа представляют в виде: результат анализа $\overline{X}$ в мг/м^3 или мкг/смыв (с указанием площади смыва в см^2), характеристика погрешности δ, % (табл. 1), P = 0,95 или $\overline{X} \pm \Delta$ мг/м^3 (мкг/смыв, площадь смыва, см^2), P = 0,95, где

$\overline{X}$ – среднее арифметическое результатов определений, мг/м^3 (мкг/смыв);

Δ – граница абсолютной погрешности, мг/м^3 (мкг/смыв):

$$\Delta = \frac{\delta \cdot X}{100} \text{, где}$$

δ – граница относительной погрешности методики (показатель точности по диапазону концентраций, табл. 1), %.

Результат измерений должен иметь тот же десятичный разряд, что и погрешность.

Если содержание вещества менее нижней границы диапазона определяемых концентраций, результат анализа представляют в виде:

«*содержание седаксана (транс- и цис-изомеров) в пробе воздуха рабочей зоны – менее 0,1 мг/м^3; в пробе атмосферного воздуха – менее 0,0008 мг/м^3; в пробе смыва – менее 0,2 мкг/смыв*»*.

* 0,1 мг/м^3; 0,0008 мг/м^3; 0,2 мкг/смыв – пределы обнаружения седаксана (*транс-* и *цис*-изомеров) при отборе 5 дм^3 воздуха рабочей зоны; при отборе 125 дм^3 атмосферного воздуха; в пробе смыва (фиксированная площадь смыва, 200 см^2) соответственно.

12. Контроль качества результатов измерений

Оперативный контроль погрешности и воспроизводимости измерений осуществляется в соответствии с ГОСТ Р ИСО 5725-(1-6)—02 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений».

12.1. Контроль стабильности градуировочных характеристик проводят в начале и по окончании каждой серии анализов.

При контроле стабильности градуировочных характеристик проводят измерения не менее двух образцов растворов для градуировки, содержание *транс-* или *цис*-седаксана в которых должно охватывать весь диапазон концентраций от 0,08 до 1,0 мкг/см^3.

Градуировочная характеристика каждого изомера седаксана считается стабильной, если для каждого из используемого для контроля градуировочного раствора сохраняется соотношение:

$$A = \frac{(X - C) \cdot 100}{C} \leq B, \text{ где}$$

X – концентрация *транс-* или *цис*-седаксана в пробе при контрольном измерении, мкг/см^3;

C – известная концентрация градуировочного раствора *транс-* или *цис*-седаксана, взятая для контроля стабильности градуировочной характеристики, мкг/см^3;

B – норматив контроля погрешности градуировочной характеристики, % (B = 10 % при P = 0,95).

Если величина расхождения (A) превышает 10 %, делают вывод о невозможности применения рассматриваемой градуировочной характеристики для дальнейших измерений. В этом случае выясняют и устраняют причины нестабильности градуировочной характеристики и повторяют контроль ее стабильности с использованием других градуировочных растворов *транс-* или *цис*-седаксана, предусмотренных МИ. При повторном обнаружении нестабильности градуировочной характеристики устанавливают ее заново согласно п. 7.5.

Стабильность результатов измерений контролируют перед проведением измерений, анализируя один из градуировочных растворов.

12.2. Плановый внутрилабораторный оперативный контроль процедуры выполнения анализа проводится методом добавок.

Образцами для контроля являются реальные пробы воздушной среды и смывов с кожных покровов. Объем отобранных для контроля процедуры выполнения анализа проб воздуха и смывов с кожи должен соответствовать удвоенному объему, необходимому для проведения

анализа по методике, фиксированная площадь смыва должна быть увеличена в 2 раза. После отбора проб экстракт с фильтра, а также пробу смыва делят на две равные части, первую из которых анализируют в точном соответствии с прописью методики и получают результат анализа исходной рабочей пробы – X. Во вторую часть делают добавку анализируемого компонента (величина добавки $C_д$ должна соответствовать 50—150 % от содержания компонента в пробе, общая концентрация не должна превышать верхнюю границу диапазона измерения) и анализируют в точном соответствии с прописью методики, получая результат анализа рабочей пробы с добавкой – X'. Результаты анализа исходной рабочей пробы (X) и рабочей пробы с добавкой (X') получают в условиях повторяемости (один аналитик, использование одного набора мерной посуды, одной партии реактивов и т. д.).

Величина добавки $C_д$ должна удовлетворять условию:

$$C_д = \Delta_{л,\bar{X}} + \Delta_{л,\bar{X}'}, \text{ где}$$

$\pm\Delta_{л,\bar{X}}$ ($\pm\Delta_{л,\bar{X}'}$) – характеристика погрешности (абсолютная погрешность) результатов анализа, соответствующая содержанию компонента в испытуемом образце (расчетному значению содержания компонента в образце с добавкой), мг/м^3, мкг/смыв.

Допустимо характеристику погрешности результатов анализа при внедрении методики в лаборатории устанавливать на основе выражения $\Delta_л = \pm 0{,}84\,\Delta$ с последующим уточнением по мере накопления информации, где

Δ – граница абсолютной погрешности, мг/м^3, мкг/смыв:

$$\Delta = \frac{\delta \cdot X}{100}, \text{ где}$$

δ – граница относительной погрешности методики (показатель точности в соответствии с диапазоном концентраций, табл. 1), %.

Контроль проводят путем сравнения результата контрольной процедуры $K_к$ с нормативом контроля K.

Результат контрольной процедуры $K_к$ рассчитывают по формуле:

$$K_к = \bar{X}' - \bar{X} - C_д, \text{ где}$$

$\bar{X}'$, $\bar{X}$, $C_д$ – среднее значение массовой концентрации анализируемого компонента в образце с добавкой, испытуемом образце, концентрация добавки соответственно (мг/м^3, мкг/смыв).

Норматив оперативного контроля точности K рассчитывают по формуле:

$$K = \sqrt{\Delta^2_{л,\bar{X}'} + \Delta^2_{л,\bar{X}}}$$

Проводят сопоставление результата контрольной процедуры ($K_к$) с нормативом контроля (K).

Если результат контрольной процедуры удовлетворяет условию

$$|K_к| \leq K, \quad (1)$$

процедуру анализа признают удовлетворительной.

При невыполнении условия (1) процедуру контроля повторяют. При повторном невыполнении условия (1) выясняют причины, приводящие к неудовлетворительным результатам, и принимают меры по их устранению.

12.3. Проверка приемлемости результатов измерений, полученных в условиях воспроизводимости.

Расхождение между результатами измерений, выполненных в условиях воспроизводимости (разное время, разные операторы, разные лаборатории), не должно превышать предела воспроизводимости (R):

$$|X_1 - X_2| \leq R, \text{ где} \quad (2)$$

R – предел воспроизводимости (табл. 1, указан наибольший предел воспроизводимости для *цис-* и *транс-*изомеров), мг/м^3, мкг/смыв.

$R = 0{,}11 \cdot \bar{X}$ (воздух рабочей зоны, атмосферный воздух),

$R = 0{,}24 \cdot \bar{X}$ (смывы с кожи).

$\bar{X} = ½ (X_1 + X_2)$, где X_1, X_2 – результаты измерений в условиях воспроизводимости (разное время, разные операторы, разные лаборатории), мг/м^3, мкг/смыв.

Если выполняется условие (2), то воспроизводимость измерений считается удовлетворительной.

При превышении норматива контроля воспроизводимости эксперимент повторяют, при повторном превышении указанного норматива выясняют причины и по возможности их устраняют.

Измерение концентраций седаксана в воздухе рабочей зоны, атмосферном воздухе населенных мест и смывах с кожных покровов операторов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии

Методические указания
МУК 4.1.3453—17

Редактор Л. С. Кучурова
Компьютерная верстка Е. В. Ломановой

Подписано в печать 15.12.17

Формат 60x88/16 Печ. л. 1,25
Тираж 125 экз. Заказ 80

Федеральная служба по надзору
в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека
127994, Москва, Вадковский пер., д. 18, стр. 5, 7

Оригинал-макет подготовлен к печати и тиражирован
Федеральным центром гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора
117105, Москва, Варшавское ш., 19а
Реализация печатных изданий, тел./факс: 8 (495) 952-50-89

gost.e-ecolog.ru