

4.1. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ. ХИМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

**Методические указания
по методам контроля**

Сборник
МУК 4.1.2662—4.1.2667—10;
4.1.2669—4.1.2672—10

Издание официальное

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

4.1. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ. ХИМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

**Методические указания
по методам контроля**

**Сборник
МУК 4.1.2662—4.1.2667—10;
4.1.2669—4.1.2672—10**

ББК 51.21
М54

М54 Методические указания по методам контроля: Сборник.—
М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010.—148 с.

1. Разработаны Федеральным научным центром гигиены имени Ф. Ф. Эрисмана (авторы В.Н. Ракитский, Т.В. Юдина, Л.В. Горячева, Н. Е. Федорова, В. Н. Волкова, М. В. Ларькина, С. К. Рогачева).

2. Рекомендованы к утверждению Комиссией по государственному санитарно-эпидемиологическому нормированию при Федеральной службе по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (протокол от 10.06.2010 № 1).

3. Утверждены Руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации Г. Г. Онищенко 2.08.2010.

4. Вводятся в действие с 1 октября 2010 г.

5. Введены впервые.

ББК 51.21

Формат 60x88/16

Подписано в печать 23.12.10

Тираж 200 экз.

Печ. л. 9,25
Заказ 113

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
отделом издательского обеспечения
Федерального центра гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора
117105, Москва, Варшавское ш., 19а
Отделение реализации, тел./факс 952-50-89

© Роспотребнадзор, 2010
© Федеральный центр гигиены и
эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010

Содержание

Определение остаточных количеств 2,4-Д в воде и почве методом капиллярной газожидкостной хроматографии: МУК 4.1.2662—10	4
Измерение концентраций пентиметалина в атмосферном воздухе населенных мест методом капиллярной газожидкостной хроматографии: МУК 4.1.2663—10	19
Измерение концентраций аминопиридила в воздухе рабочей зоны и смывах с кожных покровов операторов методом капиллярной газожидкостной хроматографии: МУК 4.1.2664—10	30
Определение остаточных количеств имазамокса в семенах и масле рапса методом высокоэффективной жидкостной хроматографии: МУК 4.1.2665—10	46
Определение остаточных количеств МЦПА в воде и почве методом капиллярной газожидкостной хроматографии: МУК 4.1.2666—10	64
Измерение концентраций изопротурона в воздухе рабочей зоны, атмосферном воздухе населенных мест и смывах с кожных покровов операторов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии: МУК 4.1.2667—10	79
Измерение концентраций пеноксулама в воздухе рабочей зоны, атмосферном воздухе населенных мест и смывах с кожных покровов операторов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии: МУК 4.1.2669—10	93
Измерение концентраций дифлюфеникана в воздухе рабочей зоны, атмосферном воздухе населенных мест и смывах с кожных покровов операторов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии: МУК 4.1.2670—10	107
Измерение концентраций биксафена в воздухе рабочей зоны и смывах с кожных покровов операторов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии: МУК 4.1.2671—10	121
Определение остаточных количеств боскалида в яблоках, ягодах винограда, яблочном и виноградном соках, луке-репке методом капиллярной газожидкостной хроматографии: МУК 4.1.2672—10	134

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель Федеральной службы
по надзору в сфере защиты прав
потребителей и благополучия человека,
Главный государственный санитарный
врач Российской Федерации

Г. Г. Онищенко

02 августа 2010 г.

Дата введения: 1 октября 2010 г.

4.1. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ. ХИМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

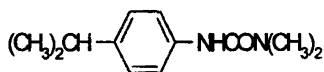
**Измерение концентраций изопротурона
в воздухе рабочей зоны, атмосферном воздухе населенных
мест и смывах с кожных покровов операторов методом
высокоэффективной жидкостной хроматографии**

Методические указания**МУК 4.1.2667—10**

Настоящие методические указания устанавливают метод высокоэффективной жидкостной хроматографии для определения в воздухе рабочей зоны, атмосферном воздухе населенных мест и смывах с кожных покровов операторов массовой концентрации изопротурона в диапазонах: 0,05—1,0 мг/м³, 0,002—0,04 мг/м³ и 0,1—2,0 мкг/смыв, соответственно.

Изопротурон

3-(4-Изопропилфенил)-1,1-диметилмочевина (IUPAC)

C₁₂H₁₈N₂O

Мол. масса 206,3

Бесцветное кристаллическое вещество. Температура плавления 158 °С. Давление паров $8,1 \times 10^{-3}$ мПа (при 25 °С). Растворимость в органических растворителях при 20 °С (в г/дм³): ацетон – 38; бензол – 5; дихлорметан – 63; н-гексан – 0,2; ксилол – 4; метанол – 75. Растворимость в воде при 22 °С (в г/дм³): 0,065. Коэффициент распределения

н-октанол/вода $K_{ow} \log P = 2,5$ (при 20 °С). Стабилен в водных растворах при pH 1 – 13 и на свету, разлагается сильными щелочами при нагревании. Период полураспада вещества в почве DT_{50} 6 – 28 дней.

Агрегатное состояние в воздухе рабочей зоны – аэрозоль, в атмосферном воздухе – пары и аэрозоль.

Краткая токсикологическая характеристика:

Острая пероральная токсичность (LD_{50}) для крыс 1826 – 2417 мг/кг; острая дермальная токсичность (LD_{50}) для крыс > 2000 мг/кг; острая ингаляционная токсичность (LC_{50}) для крыс > 1,95 мг/дм³ (4 ч).

Область применения:

Изопротурон – гербицид широкого спектра действия для борьбы с сорными растениями в пред- и ранний послевсходовый периоды в посевах яровой и озимой пшеницы, ячменя, ржи при норме расхода 1—1,5 кг/га. Рекомендуется применение в смеси с дифлюфениканом.

Рекомендуемые ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ): в воздухе рабочей зоны – 0,6 мг/м³, в атмосферном воздухе – 0,004 мг/м³.

1. Погрешность измерений

Методика обеспечивает выполнение измерений с погрешностью, не превышающей ± 25 %, при доверительной вероятности 0,95.

2. Метод измерений

Измерения концентраций изопротурона выполняют методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) на обращенной фазе с ультрафиолетовым детектором.

Концентрирование изопротурона из воздуха рабочей зоны осуществляют на бумажный фильтр «синяя лента», из атмосферного воздуха – на пробоотборную систему из последовательно соединенных бумажного фильтра «синяя лента» и фильтра из пенополиуретана (ППУ), экстракцию с фильтров выполняют ацетоном или этиловым спиртом. Смыв с кожных покровов проводят этиловым спиртом.

Нижний предел измерения в анализируемом объеме пробы – 1 нг. Средняя полнота извлечения с фильтров «синяя лента» – 98,98 %, с пробоотборной системы (фильтр «синяя лента» и фильтр из ППУ) – 97,02 %, с поверхности кожи – 83,13 %.

3. Средства измерений, вспомогательные устройства, реактивы и материалы

3.1. Средства измерений

Жидкостный хроматограф с ультрафиолетовым детектором с переменной длиной волны	Номер в Государственном реестре средств измерений 16193-06
Барометр-анероид М-67	ТУ 2504-1797—75
Весы аналитические ВЛА-200	ГОСТ 24104—2001
Колбы мерные 2—100—2 и 2—1000—2	ГОСТ 1770—74
Меры массы	ГОСТ 7328—2001
Пипетки градуированные 2-го класса точности вместимостью 1,0, 2,0, 5,0, 10 см ³	ГОСТ 29227—91
Пробоотборное устройство ОП 442ТЦ (ЗАО «ОПТЭК», г. Санкт-Петербург)	Номер Госреестра 18860-05
Термометр лабораторный шкальный ТЛ-2, цена деления 1 °С, пределы измерения 0—55 °С	ТУ 25-2021.003—88
Цилиндры мерные 2-го класса точности вместимостью 500 см ³	ГОСТ 1770—74
Допускается использование средств измерения с аналогичными или лучшими характеристиками.	

3.2. Реактивы

Изопротурон, аналитический стандарт с содержанием действующего вещества 99,0 % (CAS No 34123-59-6), относительная погрешность аттестованного значения $\pm 0,5$ %	
Ацетон, осч	ГОСТ 2603—79
Ацетонитрил для хроматографии, хч	ТУ-6-09-14.2167—84
Вода бидистиллированная или деионизованная	ГОСТ 6709—72
Калий марганцовокислый (перманганат калия), хч	ГОСТ 20490—75
Калий углекислый (карбонат калия, поташ), прокаленный, хч	ГОСТ 4221—76
Кислота орто-фосфорная, 85 %, хч	ГОСТ 6552—80
Натрий углекислый, 5 %-ный водный раствор	ГОСТ 83—79

МУК 4.1.2667—10

Спирт этиловый (этанол) ректифицированный ГОСТ Р 51652—2000 или
ГОСТ 18300—87

Фосфор (V) оксид (фосфорный ангидрид,
пентоксид фосфора), хч ТУ 6-09-4173—85

Допускается использование реактивов иных производителей с более высокой квалификацией, не требующих выполнения п. 7.1 (очистки растворителей).

3.3. Вспомогательные устройства, материалы

Аппарат для встряхивания типа АВУ-6с ТУ 64-1-2851—78

Баня водяная

Бумажные фильтры «синяя лента»,
обезоленные 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—908

Колба Бунзена ГОСТ 25336—82

Колбы круглодонные на шлифе
емкостью 150 см³ ГОСТ 9737—93

Линейка ГОСТ 427—75

Мембраны микропористые капроновые

ММК ТУ 9471-002-10471723-2003

Механическая (бытовая) ломтерезка фирмы
BOSCH (Германия) MAS 4600

Набор для фильтрации растворителей через
мембрану

Насос водоструйный ГОСТ 25336—82

Пенополиуретан ППУ ПЕНОР 301 Арктика ТУ 2254-018-329-57768-2002

Пинцет медицинский нержавеющий ГОСТ 21241—89

Стаканы химические с носиком,
емкостью 150 см³ ГОСТ 25336—82

Стекловата

Стекланные емкости емкостью 100 см³
с герметичной металлической крышкой

Стекланные палочки

Ректификационная колонна с числом
теоретических тарелок не менее 30

Ротационный вакуумный испаритель
В-169 фирмы Vuchi, Швейцария

Установка для перегонки растворителей

Фильтродержатель

Хроматографическая колонка стальная,
длиной 150 мм, внутренним диаметром 4,6 мм,
содержащая Eclipse XDB C18, зернением 5 мкм
Шприц для ввода образцов для жидкостного
хроматографа вместимостью 50—100 мм³

Допускается применение другого оборудования 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 12.1.019—79, 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 норм, установленных ГН 2.2.5.1313—03 «Предельно-допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны». Организация обучения работников безопасности труда – по ГОСТ 12.0.004—90.

5. Требования к квалификации операторов

К выполнению измерений допускают специалистов, имеющих квалификацию не ниже лаборанта-исследователя, с опытом работы на жидкостном хроматографе.

К проведению пробоподготовки допускают оператора с квалификацией «лаборант», имеющего опыт работы в химической лаборатории.

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 градуировочной характеристики, подготовка фильтров «синяя лента», фильтров из ППУ и салфеток для отбора проб, отбор проб.

7.1. Очистка растворителей

7.1.1. Очистка ацетона

Ацетон перегоняют над небольшим количеством перманганата калия и прокаленным карбонатом калия или подвергают ректификационной перегонке на колонне с числом теоретических тарелок не менее 30.

7.1.2. Очистка ацетонитрила

Ацетонитрил кипятят с обратным холодильником над пентоксидом фосфора не менее 1 часа, после чего перегоняют, непосредственно перед употреблением ацетонитрил повторно перегоняют над прокаленным карбонатом калия.

7.2. Подготовка подвижной фазы для ВЭЖХ

7.2.1. *Приготовление 0,1 %-ного раствора орто-фосфорной кислоты.* В мерную колбу вместимостью 1000 см³ помещают 500 см³ бидистиллированной или деионизованной воды, 1 см³ орто-фосфорной кислоты, перемешивают доводят до метки бидистиллированной или деионизованной водой и еще раз тщательно перемешивают.

7.2.2. *Приготовление подвижной фазы.* В мерную колбу вместимостью 1000 см³ помещают 300 см³ ацетонитрила и 700 см³ 0,1 %-ной орто-фосфорной кислоты, перемешивают, фильтруют и дегазируют.

7.3. Кондиционирование хроматографической колонки

Промывают колонку подвижной фазой (приготовленной по п. 7.2) при скорости подачи растворителя 0,8 см³/мин до установления стабильной базовой линии.

7.4. Приготовление градуировочных растворов и растворов внесения

7.4.1. *Исходный раствор изопротурона для градуировки (концентрация 100 мкг/см³).* В мерную колбу вместимостью 100 см³ помещают 0,0100 г изопротурона, растворяют в 50—60 см³ ацетонитрила, доводят ацетонитрилом до метки, тщательно перемешивают.

Раствор хранят в морозильной камере при температуре -18 °С в течение 6-ти месяцев.

Растворы № 1—5 готовят объемным методом путем последовательного разбавления исходного раствора для градуировки.

7.4.2. *Раствор № 1 изопротурона для градуировки и внесения (концентрация 10 мкг/см³)*. В мерную колбу вместимостью 100 см³ помещают 10 см³ исходного раствора изопротурона с концентрацией 100 мкг/см³ (п. 7.4.1), разбавляют ацетонитрилом до метки.

Градуировочный раствор № 1 хранят в морозильной камере при температуре –18 °С в течение 3-х месяцев.

Этот раствор используют для приготовления проб с внесением при оценке полноты извлечения действующего вещества методом «внесено-найдено».

7.4.3. *Рабочие растворы № 2—6 изопротурона для градуировки (концентрация 0,05—1,0 мкг/см³)*. В 5 мерных колб вместимостью 100 см³ помещают по 0,5; 1,0; 2,0; 5,0 и 10 см³ градуировочного раствора № 1 с концентрацией 10 мкг/см³ (п. 7.4.2), доводят до метки подвижной фазой, приготовленной по п. 7.2, тщательно перемешивают, получают рабочие растворы №№ 2—6 с концентрацией изопротурона 0,05; 0,1; 0,2; 0,5 и 1,0 мкг/см³, соответственно.

Рабочие растворы хранят в холодильнике при температуре 4—6 °С не более 2-х месяцев.

7.5. Установление градуировочной характеристики

Градуировочную характеристику, выражающую зависимость площади пика (mAU*sec) от концентрации изопротурона в растворе (мкг/см³), устанавливают методом абсолютной калибровки по 5-ти растворам для градуировки №№ 2—6.

В инжектор хроматографа вводят по 20 мм³ каждого градуировочного раствора и анализируют в условиях хроматографирования по п. 7.5.1. Осуществляют не менее 5-ти параллельных измерений. Устанавливают площади пиков (в mAU*sec), на основании которых строят градуировочную зависимость.

Градуировочную характеристику проверяют перед проведением измерения по анализу одного из градуировочных растворов. Если значение площади отличается более, чем на 13 % от данных, заложенных в градуировочную характеристику, ее строят заново, используя свежеприготовленные рабочие растворы для градуировки.

7.5.1. Условия хроматографирования

Измерения выполняют при следующих режимных параметрах:

Жидкостный хроматограф с ультрафиолетовым детектором с переменной длиной волны

Хроматографическая колонка стальная, длиной 150 мм, внутренним диаметром 4,6 мм, содержащая Eclipse XDB C18, зернением 5 мкм.

Температура колонки: + 25 °С.

Подвижная фаза: ацетонитрил-0,1 %-ная орто-фосфорная кислота (30 : 70, по объему).

Скорость потока элюента: 0,8 см³/мин.

Рабочая длина волны: 242 нм.

Объем вводимой пробы: 20 мм³.

Ориентировочное время выхода изопротурона: 8,6—8,8 мин.

Линейный диапазон детектирования: 1—20 нг.

7.6. Подготовка фильтров для отбора проб воздуха

Из пенополиуретана вырезают фильтр толщиной 2—2,5 мм, диаметром 48—50 мм, соответствующий внутреннему диаметру фильтродержателя. Диаметр бумажного фильтра «синяя лента» также должен соответствовать внутреннему диаметру фильтродержателя.

Фильтры из пенополиуретана и бумаги последовательно по 3 раза промывают на воронке Бюхнера этанолом, затем ацетонитрилом порциями 25—30 см³, сушат с помощью разряжения, создаваемого водоструйным насосом, затем на воздухе при комнатной температуре. До использования фильтры хранят в герметично закрытой стеклянной таре.

7.7. Подготовка салфеток для проведения смыва

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

8. Отбор и хранение проб воздуха

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». Воздух с объемным расходом 2—4 дм³/мин аспирируют через бумажный фильтр «синяя лента», помещенный в фильтродержатель.

Для измерения концентрации изопротурона на уровне предела обнаружения (0,05 мг/м³) необходимо отобрать 5 дм³ воздуха, на уровне 0,5 ОБУВ воздуха рабочей зоны (0,3 мг/м³) — 0,84 дм³ воздуха. Срок

хранения отобранных проб, помещенных в полиэтиленовые пакеты, в холодильнике при температуре 4—5 °С – 30 дней.

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 2—4 дм³/мин аспирируют через пробоотборную систему, состоящую из последовательно соединенных бумажного фильтра «синяя лента» и фильтра из пенополиуретана (ППУ), помещенных в фильтродержатель.

Для измерения концентрации изопротурона на уровне предела обнаружения (0,002 мг/м³) необходимо отобрать 50 дм³ воздуха, для определения 0,8 ОБУВ (0,0032 мг/м³) – 31,25 дм³ воздуха. Срок хранения отобранных проб, помещенных в полиэтиленовые пакеты, в холодильнике при температуре 4—6 °С – 30 дней.

9. 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 см²). При необходимости отбирают фоновые смывы.

Смыв выполняют способом обмыва фиксированного участка кожи этиловым спиртом, помещая 20 см³ в стеклянную емкость 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 морозильной камере при температуре –18 °С – 2 месяца.

10. Выполнение измерений

10.1. Воздух рабочей зоны и атмосферный воздух

Экспонированный фильтр (или бумажный фильтр «синяя лента» и фильтр из ППУ) переносят в химический стакан вместимостью 150 см³, заливают 20 см³ ацетона или этанола, помещают на встряхиватель на 10 минут. Растворитель сливают, фильтр еще дважды обрабатывают новыми порциями ацетона или этанола объемом 20 см³, выдерживая на встряхивателе по 10 мин.

Объединенный экстракт переносят (через воронку) в круглодонную колбу, упаривают на ротационном вакуумном испарителе при температуре бани не выше 35 °С почти досуха, оставшийся растворитель отдувают потоком теплого воздуха. Остаток растворяют в 5 см³ (воздух рабочей зоны) или 2 см³ (атмосферный воздух) подвижной фазы (подготовленной по п. 7.2), тщательно перемешивают и анализируют при условиях хроматографирования, указанных в п. 7.5.1.

10.2. 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, тщательно отжимают и промывают этиловым спиртом дважды порциями по 10 см³, предварительно ополаскивая растворителем емкость, в которой находилась проба.

Объединенный раствор упаривают в круглодонной колбе на ротационном вакуумном испарителе при температуре бани не выше 35 °С почти досуха, оставшийся растворитель отдувают потоком теплого воздуха. Остаток растворяют в 2 см³ подвижной фазы (подготовленной по п. 7.2) и анализируют при условиях хроматографирования, указанных в п. 7.5.1.

Пробу вводят в испаритель хроматографа не менее двух раз. Устанавливают площадь пика (в mAU*sec) действующего вещества, с помощью градуировочной характеристики определяют концентрацию изопротурона в хроматографируемом растворе.

Образцы, дающие пики, большие, чем градуировочный раствор с концентрацией 1,0 мкг/см³, разбавляют подвижной фазой (не более чем в 50 раз).

11. Обработка результатов анализа

11.1. Воздушная среда

Концентрацию изопротурона в пробе воздуха (X), мг/м³, рассчитывают по формуле:

$$X = C \cdot W/V_6 \text{ где}$$

C – концентрация изопротурона в хроматографируемом растворе, найденная по градуировочной характеристике в соответствии с величиной площади хроматографического пика, мкг/см³;

W – объем экстракта, подготовленного для хроматографирования, см³;

V_1 – объем пробы воздуха, отобранный для анализа, приведенный к стандартным условиям (давление 760 мм рт. ст., температура 20 °С) или нормальным условиям (давление 760 мм рт. ст., температура 0 °С), дм^3 .

$$V_1 = R \cdot P \cdot ut / (273 + T), \text{ где}$$

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, $\text{дм}^3/\text{мин}$,

t – длительность отбора пробы, мин.

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

За результат анализа принимают среднее арифметическое результатов двух параллельных определений, расхождение между которыми не превышает предела повторяемости (1):

$$\frac{2 \cdot |X_1 - X_2| \cdot 100}{(X_1 + X_2)} \leq r, \text{ где} \quad (1)$$

X_1, X_2 – результаты параллельных определений, $\text{мг}/\text{м}^3$;

r – значение предела повторяемости (таблица), при этом $r = 2,8\sigma$.

11.2. Смывы с кожных покровов

Концентрацию изопротурона в пробе смыва X , $\text{мкг}/\text{смыв}$, рассчитывают по формуле:

$$X = C \cdot W, \text{ где}$$

C – концентрация изопротурон в хроматографируемом растворе, найденная по градуировочной характеристике в соответствии с величиной площади хроматографического пика, $\text{мкг}/\text{см}^3$;

W – объем экстракта, 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.

12. Оформление результатов измерений

Результат количественного анализа представляют в виде:

- результат анализа \bar{X} в $\text{мг}/\text{м}^3$ или $\text{мкг}/\text{смыв}$ (с указанием площади смыва в см^2), характеристика погрешности δ , % (таблица), $P = 0,95$ или

$$\bar{X} \pm \Delta \text{ мг}/\text{м}^3 \text{ (мкг}/\text{смыв, площадь смыва, см}^2\text{)}, P = 0,95, \text{ где}$$

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

Δ – граница абсолютной погрешности, мг/м³ (мкг/смыв);

$$\Delta = \delta \cdot X / 100,$$

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

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 изопротурона в пробе воздуха рабочей зоны – менее 0,05 мг/м³; в пробе атмосферного воздуха – менее 0,002 мг/м³; смыва – менее 0,1 мкг/смыв»**

** – 0,05 мг/м³; 0,002 мг/м³; 0,1 мкг/смыв – пределы обнаружения при отборе 5 дм³ воздуха рабочей зоны; 50 дм³ атмосферного воздуха; в пробе смыва (фиксированная площадь смыва, 200 см²), соответственно.*

13. Контроль качества результатов измерений

Оперативный контроль погрешности и воспроизводимости измерений осуществляется в соответствии с ГОСТ Р ИСО 5725-(1-6)-2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений».

Таблица

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

Анализируемый объект	Диапазон определяемых концентраций, мг/м ³ , мкг/смыв	Характеристика погрешности, $\pm \delta$, %, P = 0,95	Норматив оперативного контроля точности, K, мг/м ³ , мкг/смыв, (P = 0,95, m = 2)	Стандартное отклонение повторяемости, σ_r , мг/м ³ , мкг/смыв	Предел повторяемости, r , мг/м ³ , мкг/смыв	Предел воспроизводимости, R, мг/м ³ , мкг/смыв, (P = 0,95, m = 2)
Атмосферный воздух	0,002—0,04 мг/м ³	12	$0,21 \cdot \bar{X}$	$0,025 \cdot \bar{X}$	$0,07 \cdot \bar{X}$	$0,08 \cdot \bar{X}$
Воздух рабочей зоны	0,05—1,0 мг/м ³	12	$0,21 \cdot \bar{X}$	$0,022 \cdot \bar{X}$	$0,06 \cdot \bar{X}$	$0,07 \cdot \bar{X}$
Смывы с кожных покровов	0,1—2,0 мкг/смыв	21	$0,21 \cdot \bar{X}$	$0,033 \cdot \bar{X}$	$0,09 \cdot \bar{X}$	$0,11 \cdot \bar{X}$

X – массовая концентрация анализируемого компонента в пробе,
 \bar{X} – среднее значение (мг/м³, мкг/смыв).

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

13.2. 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 X_d 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.).

Решение об удовлетворительности процедуры анализа принимают при выполнении условия:

$$|X' - X - X_d| \leq K, \quad (2)$$

где $K = 0,21 \cdot \bar{X}$ (воздушная среда),

$K = 0,21 \cdot \bar{X}$ (смывы с кожи),

$$\bar{X} = 1/2(X + X' - X_d)$$

X, X' – результаты измерений исходной рабочей пробы и пробы с добавкой, соответственно (мг/м³, мкг/смыв);

X_d – величина добавки (мг/м³, мкг/смыв);

K – норматив оперативного контроля точности (в соответствии с диапазоном концентраций, таблица), мг/м³, мкг/смыв.

При невыполнении условия (2) процедуру контроля повторяют. При повторном невыполнении условия (2) выясняют причины, приво-

дящие к неудовлетворительным результатам, и принимают меры по их устранению.

13.3. Проверка приемлемости результатов измерений, полученных в условиях воспроизводимости:

Расхождение между результатами измерений, выполненных в двух разных лабораториях, не должно превышать предела воспроизводимости (R):

$$|X_1 - X_2| \leq R \quad (3)$$

где $R = 0,1 \cdot \bar{X}$ (воздушная среда);

$R = 0,12 \cdot \bar{X}$ (смывы с кожи)

$$\bar{X} = 1/2(X_1 + X_2)$$

где X_1, X_2 – результаты измерений в двух разных лабораториях (мг/м³, мкг/смыв).

R – предел воспроизводимости (в соответствии с диапазоном концентраций, таблица), мг/м³, мкг/смыв.

Если выполняется условие (3), то воспроизводимость измерений считается удовлетворительной.

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

14. Разработчики

Юдина Т. В., Федорова Н. Е., Волкова В. Н. (ФГУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана Роспотребнадзора»).