

**Государственное санитарно-эпидемиологическое нормирование  
Российской Федерации**

---

**4.1. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ. ХИМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ**

**Измерение концентраций вредных веществ  
в воздухе рабочей зоны**

**Методические указания  
МУК 4.1.1352—4.1.1370—03**

**Выпуск 41**

**Москва • 2006**

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

**4.1. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ. ХИМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ**

**Измерение концентраций вредных веществ  
в воздухе рабочей зоны**

**Методические указания  
МУК 4.1.1352—4.1.1370—03**

**Выпуск 41**

**ББК 51.21**

**И37**

**И37 Измерение концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны: Методические указания.—М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2006.—176 с.—Вып. 41.**

**ISBN 5—7508—0614—6**

1. Методические указания подготовлены: Научно-исследовательским институтом медицины труда РАМН, в составе Л. Г. Макеева (руководитель), Г. В. Муравьева, Е. М. Малинина, Е. Н. Грицун, Г. Ф. Громова, при участии А. И. Кучеренко (Департамент госсанэпиднадзора Минздрава России).

2. Рекомендованы к утверждению на совместном заседании группы Главного эксперта Комиссии по государственному санитарно-эпидемиологическому нормированию по проблеме «Лабораторно-инструментальное дело и метрологическое обеспечение» и методбюро п/секции «Промышленно-санитарная химия» Проблемной комиссии «Научные основы гигиены труда и профпатологии».

3. Рекомендованы к утверждению Комиссией по государственному санитарно-эпидемиологическому нормированию при Министерстве здравоохранения Российской Федерации.

4. Утверждены и введены в действие Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации, Первым заместителем Министра здравоохранения РФ Г. Г. Онищенко 16 мая 2003 г.

5. Введены впервые.

**ББК 51.21**

© Роспотребнадзор, 2006  
© Федеральный центр гигиены и  
эпидемиологии Роспотребнадзора, 2006

## I. Введение

Сборник методических указаний «Измерение концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны» (Вып. 41) разработан с целью обеспечения контроля соответствия фактических концентраций вредных веществ их предельно допустимым концентрациям (ПДК) и ориентировочным безопасным уровням воздействия (ОБУВ) и является обязательным при осуществлении санитарного контроля.

Включенные в данный сборник 19 методик контроля вредных веществ в воздухе рабочей зоны разработаны и подготовлены в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.005—88 ССБТ «Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования», ГОСТ Р 8.563—96 «Государственная система обеспечения единства измерений. Методики выполнения измерений», МИ 2335—95 «Внутренний контроль качества результатов количественного химического анализа», МИ 2336—95 «Характеристики погрешности результатов количественного химического анализа. Алгоритмы оценивания».

Методики выполнены с использованием современных методов исследования, метрологически аттестованы и дают возможность контролировать концентрации химических веществ на уровне и ниже их ПДК и ОБУВ в воздухе рабочей зоны, установленных в гигиенических нормативах – ГН 2.2.5.686—98 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны», дополнениях 2,3,4,6 к ним и дополнениях 2,3,4 и 5 к ГН 2.2.5.687—98 «Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) вредных веществ в воздухе рабочей зоны».

Методические указания по измерению массовых концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны предназначены для центров государственного санитарно-эпидемиологического надзора, санитарных лабораторий промышленных предприятий при осуществлении контроля за содержанием вредных веществ в воздухе рабочей зоны, а также научно-исследовательских институтов и других заинтересованных министерств и ведомств.

**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 ванадия,  
висмута, железа, кобальта, марганца, меди, никеля,  
свинца, хрома, цинка рентгенофлуоресцентным методом  
в воздухе рабочей зоны**

**Методические указания**

**МУК 4.1.1354—03**

**1. Область применения**

Методические указания устанавливают количественный рентгенофлуоресцентный анализ на содержание ванадия, висмута, кобальта, марганца, меди, никеля, цинка, свинца в воздухе рабочей зоны в диапазоне концентраций от 0,02 до 5,0 мг/м<sup>3</sup>; хрома от 0,005 до 5,0 мг/м<sup>3</sup>; железа от 0,02 до 50,0 мг/м<sup>3</sup>.

**2. Характеристики измеряемых элементов**

**2.1. Характеристики элементов и гигиенические нормативы**

**Таблица 1**

Элемент	Формула	Атомная, молекулярная масса	Регистрационный номер CaS	Предельно допустимые концентрации (ПДК) в воздухе рабочей зоны, максимально разовые/среднесменные, мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности
1	2	3	4	5	6
Железо	Fe	55,8	7439-86-9	10	4
Кобальт	Co	58,9		0,05/0,01	1
Свинец и его неорганические соединения	Pb	207,2		0,05 (с.с.)	1

## Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6
Никель, никель оксиды, сульфиды и смеси соединений никеля (файнштейн, никелевый концентрат и агломерат, оборотная пыль очистных устройств) по никелю	Ni	58,7		0,05	1
Марганец в сварочных аэрозолях при его содержании до 20 % от 20 до 30 %	Mn	54,9	7439-96-5 7439-96-5	0,2 0,1	2 2
Марганца оксиды (в пересчете на марганца диоксид): а) аэрозоль дезинтеграции б) аэрозоль конденсации	MnO <sub>2</sub>	86,9		0,3 0,05	2 1
Медь	Cu	63,5	7440-50-8	1/0,5	2
Хром (VI) триоксид	CrO <sub>3</sub>	100	1333-82-0	0,01	1
ди Хром триоксид (по хрому III)	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	152	1308-38-9	1	3
Цинк оксид	ZnO	81,4	1314-13-2	0,5	2
Ванадий и его соединения: диванадий пен-токсид, пыль	Os <sub>5</sub> V <sub>2</sub>	181,9	1314-62-1	0,5	2
Висмут и его неорганические соединения (по висмуту)	Bi	209	7440-69-9	0,5	2

## МУК 4.1.1354—03

### 2.2. Физико-химические свойства. Анализируемые химические элементы присутствуют в воздухе в виде аэрозолей

Железо – серебристо-белый металл.  $T_{\text{плав.}} = 1539^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{\text{кип.}} = 3200^{\circ}\text{C}$ , плотность –  $7,87 \text{ г/см}^3$ . Реагирует с кислотами.

Кобальт – твердый серебристый металл. Существуют две аллотропные модификации.  $T_{\text{плав.}} = 1492^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{\text{кип.}} = 3100^{\circ}\text{C}$ , плотность –  $8,84 \text{ г/см}^3$ .

В воде практически не растворим. Растворяется в разбавленных кислотах (хлороводородной, серной, азотной).

Свинец – мягкий серый металл.  $T_{\text{плав.}} = 327,4^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{\text{кип.}} = 1740^{\circ}\text{C}$ , плотность –  $11,3 \text{ г/см}^3$ . В разбавленных кислотах практически не растворим.

Растворяется в азотной кислоте, мягкой воде, особенно хорошо в присутствии кислорода воздуха и углекислого газа.

Никель – серебристый металл.  $T_{\text{плав.}} = 1453^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{\text{кип.}} = 2140^{\circ}\text{C}$ , плотность –  $8,90 \text{ г/см}^3$ . Плохо растворим в воде. Растворяется в минеральных кислотах.

Марганец – серебристо-белый металл, на воздухе покрывается пленкой оксида.  $T_{\text{плав.}} = 1244^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{\text{кип.}} = 2095^{\circ}\text{C}$ , плотность –  $7,44 \text{ г/см}^3$ . Мелко раздробленный марганец легко окисляется. Растворяется в кислотах.

Оксид марганца (IV). Черный порошок. Существует в виде нескольких кристаллических модификаций. При нагревании выше  $560^{\circ}\text{C}$  диссоциирует с выделением кислорода и образованием оксидов марганца низших степеней окисляемости. Плотность  $5,03 \text{ г/см}^3$ ; растворимость в воде  $0,14\%$  ( $37^{\circ}\text{C}$ , 10 суток), в сыворотке человеческой крови  $3,38 \text{ мг \%}$ .

Медь – розовый или красноватый металл.  $T_{\text{плав.}} = 1083^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{\text{кип.}} = 2343^{\circ}\text{C}$ , плотность –  $8,9 \text{ г/см}^3$ . Растворяется в азотной кислоте и горячей концентрированной серной кислоте.

Хром (VI) триоксид – темно-красные гигроскопичные кристаллы.  $T_{\text{плав.}} = 197^{\circ}\text{C}$  (разл.), плотность –  $2,8 \text{ г/см}^3$ . Растворим в воде. Сильный окислитель.

Дихром триоксид (по хрому III) – темно-зеленые кристаллы.  $T_{\text{плав.}} = 2235^{\circ}\text{C}$  (разл.), плотность –  $5,21 \text{ г/см}^3$ . Растворим в крови человека.

Оксид цинка – белый кристаллический порошок.  $T_{\text{вог.}} = 1800^{\circ}\text{C}$ , плотность –  $5,6 \text{ г/см}^3$ . Растворимость в воде  $0,00016 \text{ г/100 г}$  ( $20^{\circ}\text{C}$ ). Растворяется в кислотах и щелочах.

Оксид ванадия – красный или красно-желтый порошок. Существует в аморфной и кристаллической модификациях.  $T_{\text{плам}} = 670^{\circ}\text{C}$ , плотность – 3,4 г/см<sup>3</sup>. При температуре 700 °С заметно испаряется, при нагревании (до температуры плавления и выше) дает в воздухе устойчивый аэрозоль, растворяется в кислотах, при растворении в щелочах образует ванадаты. Растворимость в воде – 25 %, в крови – 47 %.

Висмут – серебристо-белый с розоватым оттенком хрупкий металл.  $T_{\text{плам}} = 271^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{\text{кип}} = 1560^{\circ}\text{C}$ , плотность – 9,80 г/см<sup>3</sup>. Растворяется в азотной кислоте (с выделением оксидов азота), в царской водке, в горячей концентрированной серной кислоте (с выделением диоксида серы).

### *2.3. Токсикологическая характеристика*

Ванадий и его соединения по токсическому действию являются ядами с разнообразным влиянием на организм человека. Он вызывает изменения в кровообращении, органах дыхания, нервной системе, обмене веществ, меняет общую реактивность организма.

Действие висмута и его соединений на человека недостаточно изучено. Профессиональные отравления или кожные заболевания при работе с ним до сих пор не выявлены. Однако при исследовании действия соединений висмута на животных было обнаружено нарушение условно рефлекторной деятельности, снижение активности ферментов печени и крови.

При интоксикации медью и ее соединениями возможны функциональные расстройства нервной системы, нарушение функции печени и почек, изъязвление и перфорация носовой перегородки.

При воздействии пыли цинка и его соединений обнаружены выраженные атрофические и субатрофические катары верхних дыхательных путей, желудочно-кишечные расстройства и гипохромная анемия, повышенная заболеваемость верхних дыхательных путей и карIES зубов.

По токсикологическому действию свинец и его соединения являются ядами, которые действуют на все живое и вызывают изменения, особенно в нервной системе, крови и сосудах.

Соединения хрома и хром вызывают местное раздражение кожи и слизистых, способствуют прободению хрящевой части носовой перегородки, поражению органов дыхания и других органов.

Марганец и его соединения являются сильными ядами, действующими на центральную нервную систему, вызывая тяжелые орга-

## МУК 4.1.1354—03

нические изменения (главным образом, экстрапирамидный симптомокомплекс).

Соединения железа при длительном воздействии откладывают-ся в легких и вызывают сидероз.

Кобальт и его соединения действуют на углеводный обмен, повышают содержание сахара в крови, избирательно повреждая эндокринную часть поджелудочной железы, снижают кровяное давление, избирательно поражают сердечную мышцу.

Никель и его соединения активируют или угнетают ряд ферментов. Влияют на дефосфорилирование аминотрифосфата. Оказывают влияние на кроветворение и углеводный обмен. Никель связывается с РНК, значительно меньше с ДНК, вызывая нарушение структуры и функции нуклеиновых кислот.

### 3. Погрешность измерений

Методика обеспечивает выполнение измерений элементов с погрешностью  $\pm 25\%$ : ванадия, висмута, кобальта, марганца, меди, никеля, цинка, свинца в интервале концентраций от 0,02 до 5,0 мг/м<sup>3</sup>, хрома от 0,005 до 5,0 мг/м<sup>3</sup>, железа от 0,02 до 50,0 мг/м<sup>3</sup>, при доверительной вероятности 0,95.

### 4. Метод измерений

Отбор воздушной пробы осуществляется путем аспирации через фильтр АФА-ВП-10, задерживающий аэрозоли и твердые частицы. Анализ сконцентрированных на фильтре аэрозолей основан на измерении вторичного рентгеновского излучения, возбуждаемого первичным излучением рентгеновской трубки и испускаемого атомами элементов на соответствующих каждому металлу длинах волн.

Градуировку рентгенофлуоресцентного спектрометра («Спектроскан») проводят с помощью ГСО, состоящего из фильтров ДЭТАТА с осажденным заданным количеством определяемых элементов.

Нижний предел измерения поверхностной массовой концентрации измеряемых элементов на фильтре 2,63 мкг/см<sup>2</sup>.

Нижний предел измерения концентраций в воздухе: ванадия, висмута, железа, кобальта, марганца, меди, никеля, цинка, свинца – 0,02 мг/м<sup>3</sup> (при отборе 1050 дм<sup>3</sup> воздуха), хрома – 0,005 мг/м<sup>3</sup> (при отборе 5200 дм<sup>3</sup>).

Благодаря селективному возбуждению флуоресценции анализируемых элементов другие элементы не мешают определению.

Метод специфичен в условиях: электролитического получения цинка, никеля и кадмия, гальванических покрытий, гидрохимического получения диоксида марганца, при изготовлении источников тока (электроаккумуляторы, электробатареи) на основе никеля и кадмия, при использовании этих источников на телефонных станциях, при выполнении сварочных работ.

Метод не применим при одновременном присутствии в воздухе разновалентных форм хрома или аэрозолей конденсации и дезинтеграции оксидов марганца и неравномерном распределении аэрозолей на поверхности фильтра.

## **5. Средства измерений, вспомогательные устройства, материалы, реактивы**

### **5.1. Средства измерений, вспомогательные устройства, материалы**

Рентгенофлуоресцентный спектрометр серии «Спектроскан» (кроме модификации S) в комплекте с компьютером IBM PC AT 386-486 и программным обеспечением «КВАНТ»	ТУ 4276-001-23042550—94
Термометр лабораторный ТЛ-2, 0-100 °C	ГОСТ 215—73
Секундомер, класс 3, цена деления секундной шкалы 0,2 с	
Барометр-анероид	ОСТ 23696—79Е
Электроаспиратор ПУ-3Э (ЗАО «Химко»)	ТУ 4215-000-11696625—95
Фильтры АФА-ВП-10, площадь активной поверхности $S = 10 \text{ см}^2$	ТУ 95-743—80
Фильтродержатели ИРА 10	ТУ 95.72.05—77

**Примечание:** допускается применять другие средства измерений, метрологические характеристики которых соответствуют указанным в настоящей методике.

## **5.2. Реактивы**

5.2.1. Государственный стандартный образец состава осажденной массы металлов на сорбционном ДЭТАТА фильтре ГСО № 7832—2000 комплект (Ф1-Ф5), с содержанием каждого элемента 10,0; 25,0; 50,0; 75,0; 100,0 мкг на рабочей поверхности фильтра. Диаметр рабочей поверхности ДЭТАТА фильтра 2,2 см.

## 6. Требования безопасности

6.1. При работе на рентгенофлуоресцентном спектрометре необходимо соблюдать общие требования по радиационной безопасности, установленные по НРБ-76/87 (Нормы радиационной безопасности), по ОСП-72/82 (Основные санитарные правила) и по СП 5170—90.

6.2. При выполнении анализов необходимо соблюдать требования техники безопасности при работе с токсическими химическими реактивами по ГОСТ 12.4.019—88, ГОСТ 12.1.005—88.

6.3. Электробезопасность при работе с электроустановками по ГОСТ 12.0.004—90.

6.4. Помещение лаборатории должно соответствовать требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004—91 и иметь средства пожаротушения по ГОСТ 12.4.009—90.

## 7. Требования к квалификации оператора

К выполнению измерений на приборе и обработке их результатов допускают лиц, имеющих высшее или специальное среднее образование, владеющих техникой анализа и изучивших инструкцию по эксплуатации рентгенофлуоресцентного спектрометра и освоивших данные МУК.

## 8. Условия проведения измерений

8.1. Измерения в лаборатории проводятся при следующих условиях:

температура окружающего воздуха  $(20 \pm 5)$  °C;

относительная влажность воздуха  $(60 \pm 20)$  %;

атмосферное давление  $(84—106)$  кПа.

8.2. Выполнение измерений на рентгенофлуоресцентном спектрометре проводят в условиях, рекомендованных технической документацией к прибору.

Частота переменного тока  $(50 \pm 1)$  Гц.

Напряжение в сети  $(220 \pm 10)$  В.

## 9. Подготовка к выполнению измерений

### 9.1. Подготовка прибора к работе

Подготовку рентгенофлуоресцентного спектрометра к работе и оптимизацию условий измерений производят в соответствии с рабочей инструкцией по эксплуатации спектрометра и табл. 2.

Таблица 2

#### Условия проведения измерений

Элемент	Аналитическая линия, нм	Экспозиция, с
Bi	0,1145	60
Pb	0,1176	60
Zn	0,1435	60
Cu	0,1540	60
Ni	0,1657	60
Co	0,1783	60
Fe	0,1936	60
Mn	0,2102	100
Cr	0,2290	150
V	0,2503	150

### 9.2. Градуировка прибора

Градуировку прибора осуществляют по ГСО № 7832—2000 комплект (Ф1-Ф5).

Таблица 3

#### Стандартные образцы для установления градуировочных характеристик при определении элементов

Элемент	Аттестованное значение стандартного образца, мкг/см <sup>2</sup>				
	Ф-1	Ф-2	Ф-3	Ф-4	Ф-5
Bi, Pb, Zn, Cu, Ni, Co, Fe, Mn, Cr, V,	2,63	6,58	13,16	19,74	26,32

Стандартные образцы с поверхностной массовой концентрацией элементов от 2,63 до 26,32 мкг/см<sup>2</sup> помещают в зажимное устройство в порядке возрастания их номеров.

## МУК 4.1.1354—03

Градуировочную характеристику (ГХ) линейной зависимости величины импульсов на линии элемента от массы его устанавливают в соответствии с программой для проведения количественного анализа «Квант» при использовании режима «Градуировка».

### 9.3. Отбор и хранение проб воздуха

#### 9.3.1. Подготовка фильтров АФА-ВП-10 к отбору проб

Фильтры АФА-ВП-10 к месту отбора доставляют в бумажных кассетах. После установки аспираторов и подсоединения к ним фильтродержателей, извлекают фильтры из бумажных пакетиков и вместе с защитными кольцами устанавливают в фильтродержатель.

#### 9.3.2. Отбор проб

Отбор проб воздуха рабочей зоны производят с помощью аспиратора, согласно его техническому описанию.

Таблица 4

Условия отбора проб

№	Элемент	Расход воздуха, дм <sup>3</sup> /мин	Объем воздуха, дм <sup>3</sup>
1	Железо	1	5
2	Медь, диоксид хрома (по хрому II)	10	50
3	Цинк оксид, диванадий пентоксид, висмут	20	110
4	Марганец (аэрозоль дезинтеграции)	20	180
5	Марганец в сварочных аэрозолях при содержании Mn до 20 %	20	260
6	Марганец в сварочных аэрозолях при содержании Mn от 20 до 30 %	50	530
7	Свинец	50	1050
8	Кобальт, никель, марганец (аэрозоль конденсации)	70	1050
9	Хром (VI) триоксид	400	5200

В табл. 4 представлены условия отбора проб для измерения  $\frac{1}{2}$  ПДК определяемых элементов.

После отбора пробы фильтр с держателем помещают в прилагаемое к прибору специальное кассетное устройство для транспор-

тирования и хранения проб, наклеивают этикетку и хранят при комнатной температуре до начала анализа не более одного месяца.

## 10. Выполнение измерений

10.1. Калибруют прибор по линии железа.

10.2. Выполняют качественный анализ отобранный пробы в соответствии с программой качественного анализа в режиме «Измерения».

Режим качественного анализа:

начало – 0,0800 нм;

конец – 0,2600 нм;

шаг – 0,0005 нм;

экспозиция – 5 с;

порядок – 1.

В дальнейшем количественный анализ выполняется с учетом результатов качественного анализа.

10.3. Проводят определение содержания элементов в анализируемых образцах в соответствии с программой количественного анализа в режиме «Анализ». Массы элементов рассчитываются автоматически. Результаты выводятся на экран компьютера и на печать.

10.4. Для выполнения измерений держатель с фильтром помещается в пробозагрузочное устройство прибора «Спектроскан». Содержание элементов на фильтре измеряется в четырех взаимно перпендикулярных положениях и в середине фильтра в соответствии с «Программным комплексом» в режиме «Анализ». За истинное значение принимается среднее арифметическое значение полученных масс каждого элемента, из которых вычитается значение холостой пробы. Холостой пробой служат 3—5 чистых фильтров АФА-ВП-10 из той же партии, которая использовалась для измерения массы анализируемых элементов.

## 11. Расчет концентрации

11.1. Вычисление и оформление результатов анализа проводят в соответствии с программой количественного анализа в режиме «Анализ».

11.2. Результат анализа выдается в тех же единицах, в которых построена градуировочная характеристика – в мкг/см<sup>2</sup>. Расчет массовых концентраций элементов в воздухе производится по формуле:

$$C = \frac{X \cdot S}{V_o}, \text{ где}$$

$C$  – концентрация элемента в воздухе, мг/м<sup>3</sup>;

$X$  – массовая концентрация элемента на фильтре, мкг/см<sup>2</sup>;

$S$  – площадь, занимаемая отобранный пробой на фильтре АФА-ВП-10,  $S = 10 \text{ см}^2$ ;

$V_o$  – объем воздуха, отобранного для анализа (дм<sup>3</sup>) и приведенного к стандартным условиям (прилож. 1).

## 12. Оформление результатов измерений

Результаты измерений представляют в виде:

$(C \pm \Delta)$  мг/м<sup>3</sup>,  $P = 0,95$ , где:  $\Delta$  – характеристика погрешности.

$\Delta = C \times \delta \times 0,01$ .  $\delta$  – граница погрешности измерений, равная  $\pm 25\%$  при  $P = 0,95$ .

## 13. Контроль погрешности методики

Таблица 5

Результаты метрологической аттестации  
методики количественного анализа

Элемент	Диапазон определяемых концентраций, мг/м <sup>3</sup>	Погрешность методики при $P = 0,95$	Норматив контроля стабильности градуировочной характеристики, $R$	Норматив* контроля точности
Свинец	0,02–5,0	$\pm 25\%$	$\Phi 2 = 15\% \quad \Phi 5 = 10\%$	$K=20\%$
Цинк	0,02–5,0	$\pm 25\%$		
Медь	0,02–5,0	$\pm 25\%$		
Никель	0,02–5,0	$\pm 25\%$		
Кобальт	0,02–5,0	$\pm 25\%$		
Железо	0,02–50,0	$\pm 25\%$		
Марганец	0,02–5,0	$\pm 25\%$		
Хром	0,005–5,0	$\pm 25\%$		
Ванадий	0,02–5,0	$\pm 25\%$		
Висмут	0,02–5,0	$\pm 25\%$		

\* Норматив приведен без учета погрешности пробоотбора.

### **13.1. Контроль точности установления градуировочной характеристики**

Контроль осуществляется после установления градуировочной характеристики на основе рассчитанной математической модели. Результат контроля считается удовлетворительным, если среднеквадратичная погрешность  $\sigma$  построения градуировочной характеристики, определяемая в режиме количественного анализа «Градуирование», «Вычисления», меньше 2,0 мкг/см<sup>2</sup>. При невыполнении этого условия разрешается пересчитать градуировочную характеристику, исключив наиболее удаленную от рассчитанного графика точку. Операция выполняется в режиме «Вычисления» автоматически. Если полученная градуировочная характеристика вновь не удовлетворяет условию  $\sigma < 2,0$  мкг/см<sup>2</sup>, ее переделывают (п. 9.2).

### **13.2. Контроль стабильности градуировочной характеристики**

Контроль стабильности градуировочной характеристики проводят один раз в месяц. Средствами контроля являются фильтры из комплекта ГСО (п. 5.2.1).

Каждый градуировочный образец измеряется четыре раза в режиме «Анализ» и вычисляется среднее арифметическое значение содержания каждого элемента  $X_{cp}$ .

Градуировочную характеристику считают стабильной при выполнении для каждого элемента следующих условий:

$$\frac{X_s - X_{cp}}{X_s} \cdot 100 \leq R, \text{ где},$$

$X_s$  – заданное значение массы определяемого элемента на фильтрах Ф2 и Ф5 из комплекта ГСО № 7832—2000, мкг/см<sup>2</sup>;

$X_{cp}$  – средний результат контрольного измерения массы определяемого элемента в образцах Ф2 и Ф5, мкг/см<sup>2</sup>;

$R$  – норматив контроля, %  $R(\Phi 2) = 15$ ,  $R(\Phi 5) = 10$ .

Если условие стабильности не выполняется только для одного образца для градуировки, необходимо выполнить повторное измерение этого образца.

Если градуировочная характеристика нестабильна, выясняют и устраниют причины ее нестабильности, затем повторяют контроль стабильности с использованием других образцов для градуировки, предусмотренных методикой. При повторном обнаружении нестабильности градуировочной характеристики строят новую.

### ***13.3. Контроль погрешности измерений***

Контроль погрешности измерений массы элемента на фильтре осуществляется через каждые 15 анализируемых проб с использованием комплекта ГСО.

Результаты контроля погрешности считаются удовлетворительными при выполнении условия:

$$\frac{X_k - X_z}{X_z} \cdot 100 \leq K, \text{ где}$$

$X_k$  – измеренное значение массы элементов, нанесенных на фильтр, мкг/см<sup>2</sup>;

$X_z$  – заданное в ГСО значение массы элементов, нанесенных на фильтр, мкг/см<sup>2</sup>;

$K$  – норматив контроля точности,  $K = 20\%$ .

Если эти условия не выполняются, проведение анализа приостанавливают, выясняют причины получения неудовлетворительного результата, устраниют их и возобновляют аналитическую процедуру. При этом аннулируют результаты, полученные после анализа предыдущей контрольной пробы, а соответствующие пробы анализируют повторно.

При контроле погрешности результатов измерений массы элементов на фильтре не учитывается погрешность этапа пробоотбора.

Контроль правильности отбора проб осуществляется регулярными проверками работы пробоотборщиков и своевременной проверкой средств измерений.

## **14. Нормы затрат времени на анализ**

Для проведения серии анализов из 5 отобранных проб воздуха рабочей зоны при определении 10 элементов потребуется 2 ч.

Методические указания разработаны: Научно-исследовательским центром «Экос» АО «Алгама», г. Москва, ЗАО НПО «Спектрон» г. Санкт-Петербург (Осипова Л. В., Майорова Е. Н.).

Приложение 1

**Приведение объема воздуха к стандартным условиям**

Приведение объема воздуха к стандартным условиям (Т 20 °С и давление 101,33 кПа) проводят по формуле:

$$V_{20} = \frac{V_t \cdot (273 + 20) \cdot P}{(273 + t) \cdot 101,33}, \text{ где}$$

$V_t$  – объем воздуха, отобранного для анализа, дм<sup>3</sup>;

$P$  – барометрическое давление, кПа (101,33 кПа = 760 мм рт. ст.);

$t$  – температура воздуха в месте отбора пробы, °С.

Для удобства расчета  $V_{20}$  следует пользоваться таблицей коэффициентов (прилож. 2). Для приведения воздуха к стандартным условиям надо умножить  $V_t$  на соответствующий коэффициент.

## Приложение 2

## Коэффициенты для приведения объема воздуха к стандартным условиям

Давление Р, кПа/мм рт. ст.										
°C	97,33/ 730	97,86/734	98,4/ 738	98,93/742	99,46/ 746	100/ 750	100,53/754	101,06/758	101,33/760	101,86/764
-30	1,1582	1,1646	1,1709	1,1772	1,1836	1,1899	1,1963	1,2026	1,2058	1,2122
-26	1,1393	1,1456	1,1519	1,1581	1,1644	1,1705	1,1768	1,1831	1,1862	1,1925
-22	1,1212	1,1274	1,1336	1,1396	1,1458	1,1519	1,1581	1,1643	1,1673	1,1735
-18	1,1036	1,1097	1,1158	1,1218	1,1278	1,1338	1,1399	1,1460	1,1490	1,1551
-14	1,0866	1,0926	1,0986	1,1045	1,1105	1,1164	1,1224	1,1284	1,1313	1,1373
-10	1,0701	1,0760	1,0819	1,0877	1,0986	1,0994	1,1053	1,1112	1,1141	1,1200
-6	1,0540	1,0599	1,0657	1,0714	1,0772	1,0829	1,0887	1,0945	1,0974	1,1032
-2	1,0385	1,0442	1,0499	1,0556	1,0613	1,0669	1,0726	1,0784	1,0812	1,0869
0	1,0309	1,0366	1,0423	1,0477	1,0535	1,0591	1,0648	1,0705	1,0733	1,0789
+ 2	1,0234	1,0291	1,0347	1,0402	1,0459	1,0514	1,0571	1,0627	1,0655	1,0712
+ 6	1,0087	1,0143	1,0198	1,0253	1,0309	1,0363	1,0419	1,0475	1,0502	1,0557
+10	0,9944	0,9999	0,0054	1,0108	1,0162	1,0216	1,0272	1,0326	1,0353	1,0407
+14	0,9806	0,9860	0,9914	0,9967	1,0027	1,0074	1,0128	1,0183	1,0209	1,0263
+18	0,9671	0,9725	0,9778	0,9830	0,9884	0,9936	0,9989	1,0043	1,0069	1,0122
+20	0,9605	0,9658	0,9711	0,9783	0,9816	0,9868	0,9921	0,9974	1,0000	1,0053
+22	0,9539	0,9592	0,9645	0,9696	0,9749	0,9800	0,9853	0,9906	0,9932	0,9985
+24	0,9475	0,9527	0,9579	0,9631	0,9683	0,9735	0,9787	0,9839	0,9865	0,9917
+26	0,9412	0,9464	0,9516	0,9566	0,9618	0,9669	0,9721	0,9773	0,9799	0,9851
+28	0,9349	0,9401	0,9453	0,9503	0,9555	0,9605	0,9657	0,9708	0,9734	0,9785
+30	0,9288	0,9339	0,9391	0,9440	0,9432	0,9542	0,9594	0,9645	0,9670	0,9723
+34	0,9167	0,9218	0,9268	0,9318	0,9368	0,9418	0,9468	0,9519	0,9544	0,9595
+38	0,9049	0,9099	0,9149	0,9199	0,9248	0,9297	0,9347	0,9397	0,9421	0,9471

МУК 4.1.1352—4.1.1370—03

## Приложение 3

**Указатель основных синонимов, технических, торговых  
и фирменных названий веществ**

	стр.
1. азаметиофос	54
2. 1-амидогуанидиний гидрокарбонат	37
3. боран-диметилсульфидный комплекс	129
4. бродифакум	15
5. бромадиалон	6
6. клотримазол	155
7. септабик	45
8. тексанол-эфирный спирт	137
9. триметилолпропан диглоловый эфир	121
10. углекислый кальций	78
11. хлорфасинон	163
12. циангуганидин	62
13. эсбиотрин	95
14. эток	104

## Приложение 4

**Вещества, определяемые по ранее утвержденным методическим  
указаниям по измерению концентраций вредных веществ  
в воздухе рабочей зоны**

Название вещества	Опубликованные методические указания
1	2
Желатин	МУ № 1719—77 «Методические указания на гравиметрическое определение пыли в воздухе рабочей зоны и в системах вентиляционных установок». – Вып. 1—5. – М., 1981. – 235 с.
Крахмал	_____ » _____ » _____ » _____
Сахарная пудра (сахароза)	_____ » _____ » _____ » _____

**Измерение концентраций вредных веществ  
в воздухе рабочей зоны**

**Методические указания  
МУК 4.1.1352—4.1.1370—03**

**Выпуск 41**

**Редакторы Аванесова Л. И., Кожока Н. В.,  
Кучурова Л. С., Максакова Е. И.  
Технический редактор Климова Г. И.**

**Подписано в печать 30.12.05**

**Формат 60x88/16**

**Печ. л. 11,0**

**Тираж 500 экз.**

**Заказ 6471**

**Федеральная служба по надзору  
в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека  
127994, Москва, Вадковский пер., д. 18/20**

**Оригинал-макет подготовлен к печати издательским отделом  
Федерального центра гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора  
117105, г. Москва, Варшавское ш., 19а.**

**Отделение реализации печатной продукции, тел. 952-50-89**

**Отпечатано в филиале Государственного ордена  
Октябрьской революции, ордена Трудового Красного Знамени  
Московского предприятия «Первая Образцовая типография»  
Федерального агентства по печати и массовых коммуникаций  
115114, г. Москва, Шлюзовая наб., 10. Тел. 235-20-30**