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

gost.e-ecolog.ru

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 госсанэпиднадзора, 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

Ионохроматографические измерения массовых концентраций чистящего средства «Comet» по основному компоненту кальция карбонату (углекислому кальцию) в воздухе рабочей зоны

Методические указания МУК 4.1.1360—03

1. Область применения

Настоящие методические указания устанавливают количественный ионохроматографический анализ воздуха рабочей зоны на содержание кальция карбоната в диапазоне концентраций 3—50 мг/м^3.

2. Характеристика вещества

2.1. Эмпирическая формула $CaCO_3$.

2.2. Молекулярная масса 100,09.

2.3. Регистрационный номер CAS 104-78—9.

2.4. Физико-химические свойства.

Кальция карбонат (мел природный, известняк) – кристаллический порошок, без запаха, не растворим в воде, растворим в азотной кислоте.

В воздухе находится в виде аэрозоля.

2.5. Токсикологическая характеристика.

«Comet» обладает слабораздражающим действием.

Класс опасности – 3.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) препарата «Comet» в воздухе рабочей зоны 6 мг/м^3.

3. Погрешность измерений

Методика обеспечивает выполнение измерений кальция карбоната с погрешностью, не превышающей ± 18,0 %, при доверительной вероятности 0,95.

4. Метод измерений

Измерение массовой концентрации кальция карбоната выполняют методом хроматографического определения ионов Ca^{2+}.

Отбор проб проводят с концентрированием.

Нижний предел измерения содержания кальция карбоната в анализируемом объеме пробы – 0,3 мкг.

Нижний предел измерения концентрации кальция карбоната в воздухе 3 мг/м^3 (при отборе 15 дм^3 воздуха).

Метод селективен в условиях производства чистящего средства «Comet».

Определению не мешают ионы Na^+, K^+, Mg^{2+}.

5. Средства измерений, вспомогательные устройства, материалы, реактивы

При выполнении измерений применяют следующие средства измерений, вспомогательные устройства, материалы и реактивы.

5.1. Средства измерений, вспомогательные устройства, материалы

Хроматограф ионный Biotronik YC-2000 (Германия) с кондуктометрическим детектором	
Аналитическая колонка – одноколоночная схема анализа с катионообменной разделяющей колонкой ВТ-VIII-КА-Р длиной 50 мм и внутренним диаметром 4,6 мм	
Аспирационное устройство, марка 822	ГОСТ 2.6.01—86
Фильтродержатель	ТУ 95-72-05—77
Фильтры АФА-ХП-20	ТУ 95-743—80
Весы аналитические лабораторные ВЛА-200	ГОСТ 24104—88Е
Колбы мерные, вместимостью 25 см^3, 100 см^3, 1 000 см^3	ГОСТ 1770—74Е
Пипетки, вместимостью 1,5 и 10 см^3	ГОСТ 29227—91

Стаканы химические, вместимостью 25 см^3	ГОСТ 23932—79
Мембранный фильтр с диаметром пор 0,45 мкм	
Концентрирующий патрон Диапак-С16, производство АО «Биохиммак»	ТУ 4215-002-054-51-931—94

5.2. Реактивы, растворы

Кальция карбонат, хч, с содержанием основного вещества не менее 99 %	ГОСТ 4530—76
Азотная кислота, чда 65 % d = 1,37 г/см^3, 0,1 М раствор	ГОСТ 4461—77
BT-VIII-ER – концентрат для приготовления элюента (производство фирмы Biotronik –Германия)	
Вода дистиллированная	ГОСТ 6709—72

Допускается применение иных средств измерений, 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 легко воспламеняющимися веществами по ГОСТ 12.1.005—88.

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

6.3. При выполнении измерений с использованием ионного хроматографа соблюдать правила электробезопасности в соответствии с ГОСТ 12.1.1.019—79 и инструкцией по эксплуатации прибора.

7. Требования к квалификации операторов

К выполнению измерений и обработке их результатов допускают лиц с высшим и среднеспециальным образованием, прошедших обучение работе с ионным хроматографом.

8. Условия измерений

8.1. Процессы приготовления растворов и подготовки проб к анализу проводят в нормальных условиях при температуре воздуха (20 ± 5) °С, атмосферном давлении 84—106 кПа и влажности воздуха не более 80 %.

8.2. Выполнение измерений на ионном хроматографе проводят в условиях, рекомендованных технической документацией к прибору.

9. Подготовка к выполнению измерений

Перед выполнением измерений проводят следующие работы: приготовление растворов, подготовку ионного хроматографа, установление градуировочной характеристики, отбор проб.

9.1. Приготовление растворов

9.1.1. Основной стандартный раствор кальция карбоната с концентрацией 200 мкг/см^3 готовят растворением 20 мг кальция карбоната в мерной колбе вместимостью 100 см^3 в 0,1 М растворе азотной кислоты.

9.1.2. Градуировочные растворы с концентрацией кальция карбоната от 6 мкг/см^3 до 100 мкг/см^3 готовят соответствующим разбавлением основного стандартного раствора 0,1 М раствором азотной кислоты, согласно табл. 1.

Растворы устойчивы в течение месяца.

9.1.3. 0,1 М раствор азотной кислоты готовят следующим образом: в мерную колбу вместимостью 1 000 см^3 вносят 4,6 см^3 65 %-ный азотной кислоты, объем доводят до метки водой.

9.1.4. Состав элюента: ВТ-VIII-ER: вода = 1 : 200 (по объему).

9.2. Подготовка прибора

Подготовку к работе ионного хроматографа проводят в соответствии с руководством по его эксплуатации.

9.3. Установление градуировочной характеристики

Градуировочную характеристику кальция карбоната устанавливают методом абсолютной градуировки по градуировочным растворам, согласно табл. 1.

Таблица 1

Растворы для установления градуировочной характеристики при определении кальция карбоната

№ раствора	Основной стандартный раствор, 200 мкг/см³ см³	Азотная кислота, 0,1 М раствор, см³	Концентрация кальция карбоната, мкг/см³	Содержание кальция карбоната в градуировочном растворе, мкг
1	0	25,0	0	0
2	0,75	24,25	6	0,3
3	1,25	23,75	10	0,5
4	2,5	22,5	20	1,0
5	5,0	20,0	40	2,0
6	6,25	18,75	50	2,5
7	12,5	12,5	100	5,0

По 50 мм³ каждого градуировочного раствора вводят в хроматограф.

9.3.1. Условия анализа:

скорость потока элюента 1 см³/мин;

самописец TZ-4620, шкала измерения 0,5-2V;

объем вводимой пробы – 50мм³;

время удержания ионов Ca^{2+} – 5 мин 20 с;

скорость диаграммной ленты 0,3 см/мин.

9.3.2. Градуировочный график строят в координатах: количество карбоната кальция (мкг) – высота пика (мм).

Градуировку выполняют по 6 точкам, проводят 5 параллельных измерений для каждой концентрации.

9.3.3. Проверку градуировочного графика проводят не реже 1 раза в месяц и при изменении условий анализа.

9.4. Отбор проб воздуха

Воздух с объемным расходом 3 дм³/мин аспирируют через фильтр АФА-ХП-20, помещенный в фильтродержатель. Для измерения $^1/_2$ ПДК необходимо отобрать 15 дм³ воздуха.

Пробы хранятся в бюксах с притертыми пробками не более 7 суток.

10. Выполнение измерения

Фильтр с отобранной пробой помещают в химический стакан и дважды обрабатывают по 7,5 см³ 0,1 М раствора азотной кислоты.

Экстраты объединяют, фильтруют через мембранный фильтр, после чего раствор пропускают через концентрирующий патрон Диапак С16 (для очистки раствора от присутствия органических примесей). Степень десорбции кальция карбоната с фильтра – 98 %. 50 мм³ полученного раствора вводят в хроматограф. Измеряют высоту полученного пика и по градуировочному графику находят количество кальция карбоната (мкг) в анализируемом объеме раствора пробы.

11. Вычисление результатов измерений

Массовую концентрацию кальция карбоната С в воздухе (мг/м³) вычисляют по формуле:

$$C = \frac{a \cdot B}{б \cdot V}, \text{ где}$$

а – содержание кальция карбоната в анализируемом объеме пробы, найденное по градуировочному графику, мкг;

б – объем раствора пробы, взятой для анализа, см³;

В – общий объем раствора пробы, см³;

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

12. Оформление результатов анализа

Результат количественного анализа представляют в виде:

$$C \pm 0{,}01 \cdot \delta_{\Sigma} \cdot C, \text{ мг/м}^3, \ P = 0{,}95, \text{ где}$$

δ_{Σ} – характеристика погрешности.

С – значение массовой концентрации анализируемого компонента в пробе.

13. Контроль погрешности методики КХА

Таблица 2

Значение погрешности, норматива оперативного контроля погрешности и норматива оперативного контроля воспроизводимости

Диапазон определяемых массовых концентраций кальция карбоната, мг/м³	Наименование метрологической характеристики		
	границы относительной погрешности $\pm \delta_{\Sigma}$ %, P = 0,95	норматив оперативного контроля воспроизводимости, D, %, (P=0,95) m=2	норматив оперативного контроля погрешности, К, % (P=0,90) m=3
3—50	18,0	21,4	21,5

Метрологические характеристики приведены в виде зависимости от значения массовой концентрации анализируемого компонента в пробе (С).

13.1. Оперативный контроль воспроизводимости

Образцами для контроля являются реальные пробы воздуха рабочей зоны. Объем отобранной для контроля пробы должен соответствовать удвоенному объему, необходимому для проведения анализа по методике. После отбора пробы экстракт с фильтра делят на две равные части и анализируют в точном соответствии с прописью методики, максимально варьируя условия проведения анализа, т. е. получают два результата анализа в разных лабораториях или в одной, используя при этом разные наборы мерной посуды, разные партии реактивов. Два результата анализа не должны отличаться друг от друга на величину, превышающую допускаемые расхождения между результатами анализа:

$$2|C_1 - C_2| < 0{,}01D \cdot |C_1 + C_2|, \text{ где}$$

C_1 – результат анализа рабочей пробы;

C_2 – результат анализа этой же пробы, в условиях межлабораторной воспроизводимости;

D – допустимые расхождения между результатами анализа одной и той же пробы, табл. 2.

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

13.2. Оперативный контроль погрешности

Оперативный контроль погрешности выполняют в одной серии с КХА рабочих проб.

Образцами для контроля являются реальные пробы воздуха рабочей зоны. Объем отобранной для контроля пробы должен соответствовать удвоенному объему, необходимому для проведения анализа по методике. После отбора пробы экстракт с фильтра делят на две равные части, первую из которых анализируют в точном соответствии с прописью методики и получают результат анализа исходной рабочей пробы (C_1). Вторую часть разбавляют соответствующим растворителем в два раза и снова делят на две равные части, первую из которых анализируют в точном соответствии с прописью методики, получая результат анализа рабочей пробы, раз-

бавленной в два раза (C_2). Во вторую часть делают добавку анализируемого компонента (X) до массовой концентрации исходной рабочей пробы (C_1) (общая концентрация не должна превышать верхнюю границу диапазона измерения) и анализируют в точном соответствии с прописью методики, получая результат анализа рабочей пробы, разбавленной в два раза, с добавкой (C_3). Результаты анализа исходной рабочей пробы (C_1), рабочей пробы, разбавленной в два раза (C_2) и рабочей пробы, разбавленной в два раза, с добавкой (C_3) получают по возможности в одинаковых условиях, т. е. их получает один аналитик с использованием одного набора мерной посуды, одной партии реактивов и т. д.

Решение об удовлетворительной погрешности принимают при выполнении условия:

$$|C_3 - C_2 - X| + |2C_2 - C_1| < 0{,}01\ K \cdot C_1, \text{ где}$$

C_1 – результат анализа рабочей пробы;

C_2 – результат анализа рабочей пробы, разбавленной в два раза;

C_3 – результат анализа рабочей пробы, разбавленной в два раза, с добавкой анализируемого компонента;

X – величина добавки анализируемого компонента;

K – норматив оперативного контроля погрешности, табл. 2.

14. Нормы затрат времени на анализ

Для проведения серии анализов из 6 проб требуется 1 ч 30 мин.

Методические указания разработаны: НИЦ «ЭКОС», Москва (В. А. Минаев).

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^3;

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.

Коэффициенты для приведения объема воздуха к стандартным условиям

	Давление Р, кПа/мм рт. ст.									
° С	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

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 диаллиловый эфир	121
10. углекислый кальций	78
11. хлорфасинон	163
12. цианГуанидин	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

gost.e-ecolog.ru