

научно-практический  
журнал

# Гигиена и Санитария



«ИЗДАТЕЛЬСТВО "МЕДИЦИНА"»

4  
2011

- Гигиена окружающей среды и населенных мест
- Гигиена труда
- Гигиена питания
- Гигиена детей и подростков
- Профилактическая токсикология и гигиеническое нормирование

Профилактическая токсикология и гигиеническое нормирование	
<i>Ракитский В. Н., Синицкая Т. А., Батищев И. С.</i> Обоснование гигиенических регламентов применения нового смешанного гербицида антидота . . . . .	73
Методы гигиенических исследований	
<i>Зайцева Н. В., Уланова Т. С., Карнажицкая Т. Д., Антипова М. В., Кислицына А. В.</i> Определение фталевого ангидрида в атмосферном воздухе методом высокоэффективной жидкостной хроматографии . . . . .	77
<i>Мальшева А. Г., Абрамов Е. Г., Неженцев К. Н.</i> Определение аммиака в воздухе методом ионной хроматографии . . . . .	81
Знаменательные события и даты	
<i>Рахманин Ю. А., Луцевич И. Н., Завьялов А. И., Елисейев Ю. Ю., Алексева Н. И.</i> Профессор В. А. Арнольд — врач-гигиенист, ученый и университетский преподаватель, подвижник санитарного дела в России (к 150-летию со дня рождения) . . . . .	83
Наталья Ювенальевна Тарасенко (к 100-летию со дня рождения) . . . . .	87
<i>Миннибаев Т. Ш., Тимошенко К. Т.</i> Вклад профессора Л. А. Сыркина в разработку методических основ антропометрических исследований детей и подростков . . . . .	88
<i>Кузыбаева М. П.</i> Всероссийские гигиенические выставки и музеи . . . . .	91
Некролог	
Памяти профессора Валерия Георгиевича Маймулова . . . . .	94
Рецензии	
<i>Русаков Н. В., Стародубова Н. Ю.</i> Рецензия на монографию Щербо А. П. Захарий Григорьевич Френкель. Жизнь длиною в век. — СПб.: Издательство СПбМАПО, 2009 . . . . .	96

Preventive Toxicology and Hygienic Standardization	
<i>Rakitsky V. N., Sinitskaya T. A., Batishchev I. S.</i> Rationale for hygienic regulations for the use of a new mixed herbicide antidote . . . . .	73
Methods of Hygienic Studies	
<i>Zaitseva N. V., Ulanova T. S., Karnazhitskaya T. D., Antipova M. V., Kisitsina A. V.</i> Determination of phthalic anhydride in ambient air by high performance liquid chromatography . . . . .	77
<i>Malysheva A. G., Abramov E. G., Nezhentsev K. N.</i> Determination of ammonia in ambient air by ion chromatography . . . . .	81
Important Events and Dates	
<i>Rakhmanin Yu. A., Lutsevich I. N., Zavyalov A. I., Yeliseyev Yu. Yu., Alekseyeva N. I.</i> Professor V. A. Arnoldov is a hygienist, scientist, and university teacher, and initiator of sanitation (on the occasion of the 150th anniversary of his birth) . . . . .	83
Nataliya Yuvnalyevna Tarasenko (on the occasion of the 100th anniversary of her birth) . . . . .	87
<i>Minnibayev T. Sh., Timoshenko K. T.</i> Professor L. A. Syrian's contribution to the development of methodical bases for anthropometric studies in children and adolescents . . . . .	88
<i>Kuzybayeva M. P.</i> All-Russian hygienic exhibitions and museums . . . . .	91
Obituary	
In memory of Valery Georgiyevich Maimulov . . . . .	94
Book Reviews	
<i>Rusakov N. V., Starodubova N. Yu.</i> A review of A. P. Shcherbo's monograph "Zakhary Grigoryevich Frenkel. His century-long life. Saint Petersburg: SPbMAPE Publishers, 2009. . . . .	96

**Статьи, опубликованные в журнале "Гигиена и санитария", индексируются в:**

*Index Medicus;*  
*Abstracts on Hygiene and Communicable Diseases;*  
*Analytical Abstracts;*  
*Biological Abstracts;*  
*Chemical Abstracts;*  
*CIS Abstracts (Centre International d'Information de Securite et Hygiene du Travail);*  
*Current Work in the History of Medicine;*  
*Dairy Science Abstracts;*  
*Field Crop Abstracts;*  
*Food Science and Technology Abstracts;*  
*Index to Dental Literature;*  
*Index Veterinarius;*

*INIS Atomindex (International Nuclear Information System);*  
*International Aerospace Abstracts;*  
*Irrigation and Drainage Abstracts;*  
*Nutrition Abstracts and Reviews;*  
*Packaging Science and Technology Abstracts;*  
*Pollution Abstracts;*  
*Potato Abstracts;*  
*Soils and Fertilizers;*  
*Soyabean Abstracts;*  
*Tropical Diseases Bulletin;*  
*Veterinary Bulletin;*  
*World Bibliography of Social Security;*  
*W. R. C. Information (Water Research Centre);*  
*Ulrich's International Periodicals Directory*

обеспечивающие предупреждение неблагоприятного воздействия на работающих и население.

#### Литература

1. Аникина Л. В., Глушков В. А., Вихарев Ю. Б. и др. // Хим.-фарм. журн. - 2009. - № 11. — С. 16—19.
2. Велихов В. Г. Фармацевтическая химия. — М., 2007.
3. Гигиенические нормативы содержания пестицидов в объектах окружающей среды, ГН 1.2.2701-10 от 20.08.2010. — М., 2010.
4. Гигиенические требования к безопасности процессов испытаний, хранения, перевозки, реализации, применения, обезвреживания и утилизации пестицидов и агрохимикатов. Санитарные правила и нормы. СанПиН 1.2.2584-10. — М., 2010.
5. Духанин А. С., Северин С. Е., Хомяков Ю. Н. и др. // Вопр. биол., мед. и фарм. химии. — 2001. — № 2. — С. 14—21.
6. Земцова М. П., Зимичев А. В., Трахтенберг Л. Л. // Хим.-фарм. журн. - 2009. — № 1. — С. 12-13.
7. Катухов В. Ю., Порошенко Н. В., Кузнецов С. Л. и др. // Вопр. биол., мед. и фарм. химии. — 1998. — № 1. — С. 25—30.
8. Метод оценки риска воздействия пестицидов на работающих: Метод, рекомендации № 2001/73. — М., 2001.
9. Методическими рекомендациями по гигиенической оценке новых пестицидов № 4263-87. — Киев, 1988.
10. Методические рекомендации по использованию поведенческих реакций животных в токсикологических исследованиях для целей гигиенического нормирования // Киевский НИИ ГТ и ПЗ / Сост. Буркацкая Е. Н. и др. — Киев, 1980.
11. Мозожкина Г. Н., Соколова Г. Б., Куничан А. Д., Шапатава М. Н. // Антибиотики и химиотер. — 1996. — Т. 41, № 4. — С. 51-53.
12. Обоснования гигиенических нормативов химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования: Метод, указания (МУ 2.1.5.720-98). - М., 1998.
13. Попова Н. И., Мороков В. С., Попов А. Ф. и др. // Мед. паразитол. - 2002. — № 1. — С. 28-29.
14. Ракитский В. Н. // Здравоохран. Рос. Федерации. — 2008. — № 1.
15. Ракитский В. Н. // Сборник науч. трудов "Гигиенические аспекты охраны окружающей среды и здоровья населения". - М., 1999.
16. Чарушин В. Н., Мокрушина Г. А., Сидорова Л. П. и др. // Хим.-фарм. журн. - 2000. — № 1. — С. 20-23.
17. Acetic acid, [(5-chloro-8-quinolinyl) oxy]-, 1-methylhexyl ester (Cloquintocel — mexyl); Pesticide Tolerance. Environmental Protection Agency. Federal Register. — 2005. — Vol. 70, N 214.
18. Notice of Filing a Pesticide Petition to Establish a Tolerance for Certain Pesticide Chemicals in or on Food. Environmental Protection Agency. Federal Register. — 2000. — Vol. 65, N 76.
19. The Pesticide Manual. 15-th Ed. - 2009. — N 174. - P. 226-227.

Поступила 12.01.11

## Методы гигиенических исследований

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2011

УДК 614.72-074:543.544.45

Н. В. Зайцева, Т. С. Уланова, Т. Д. Карнажицкая, М. В. Антипыева, А. В. Кислицына

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФТАЛЕВОГО АНГИДРИДА В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ МЕТОДОМ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ ЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

ГУЗ Пермский краевой научно-исследовательский клинический институт детской экопатологии

*В статье рассмотрен вопрос количественного определения фталевого ангидрида в атмосферном воздухе методом высокоэффективной жидкостной хроматографии.*

*Описаны условия отбора проб воздуха и анализа уровня фталевого ангидрида в присутствии сопутствующих компонентов его производства (фталевой и малеиновой кислот, малеинового ангидрида и др.) на жидкостном хроматографе с УФ-детектором.*

*Методика апробирована при оценке качества атмосферного воздуха на границе санитарно-защитной зоны производства фталевого ангидрида, а также при анализе атмосферного воздуха на территории промышленной площадки. В результате натурных исследований обнаружено присутствие фталевого ангидрида в воздухе на территории предприятия в концентрации 0,017—0,115 мг/дм<sup>3</sup>. На границе действующей санитарно-защитной зоны фталевый ангидрид определялся в единичных случаях в концентрации 0,001—0,0021 мг/дм<sup>3</sup>. Методика рекомендована для измерения массовых концентраций аэрозоля и паров фталевого ангидрида в атмосферном воздухе на уровне референтной концентрации.*

**Ключевые слова:** фталевый ангидрид, высокоэффективная жидкостная хроматография

N. V. Zaitseva, T. S. Ulanova, T. D. Karnazhitskaya, M. V. Antipyeva, A. V. Kislitsina. — DETERMINATION OF PHTHALIC ANHYDRIDE IN AMBIENT AIR BY HIGH PERFORMANCE LIQUID CHROMATOGRAPHY

*The paper considers the measurement of phthalic anhydride in the ambient air samples by high performance liquid chromatography. It describes conditions for air sampling and analysis of phthalic anhydride levels in the presence of concomitant components of its production (phthalic and maleic acids, maleic anhydride, etc.) on a liquid chromatograph with an UV detector. The procedure was tested, by estimating the quality of ambient air at the border of a sanitary protection zone of phthalic anhydride production and when analyzing the air in the industrial area. Field studies detected the concentrations of phthalic anhydride in the air of an enterprise area, which were equal to 0.017-0.115 mg/dm<sup>3</sup>. Phthalic anhydride was detectable at a concentration of 0.001-0.0021 mg/dm<sup>3</sup> at the border of the existing sanitary protection zone in single cases. The procedure has been recommended to measure the mass concentrations of phthalic anhydride aerosol and vapors in ambient air at the reference concentration.*

**Key words:** phthalic anhydride, high performance liquid chromatography

Проблема неблагоприятного влияния загрязнения окружающей среды на состояние здоровья населения с каждым годом приобретает все большую актуальность [8]. Одним из ведущих факторов антропогенного воздействия на здоровье человека является загрязнение атмосферного воздуха токсичными веществами, присутствующими в выбросах предприятий химической промышленности [6, 7]. К веществам, представляющим потенциальный риск здоровью человека, относится фталевый ангидрид, который широко используется в производстве товаров промышленного и бытового назначения [4].

Фталевый ангидрид (ангидрид бензол-орто-дикарбоновой кислоты) представляет собой белые чешуйчатые кристаллы со слабым острым запахом. Температура плавления 130,8°C, температура кипения 284,5°C. Легко возгоняется, труднорастворим в холодной воде, хорошо — в горячей, растворим в сероуглероде, спирте, эфире, бензоле [12].

Фталевый ангидрид токсичен, отнесен ко 2-му классу опасности, вызывает раздражение кожи, слизистых оболочек глаз и носа, аллергические реакции, повреждает клетки печени; его длительное воздействие может спровоцировать бронхиальную астму [4, 14]. Предельно допустимая концентрация (ПДК<sub>м.г.</sub>) фталевого ангидрида в атмосферном воздухе 0,1 мг/м<sup>3</sup> (пары и аэрозоль), референтная концентрация 0,02 мг/м<sup>3</sup> [9].

Основными источниками загрязнения объектов окружающей среды (атмосферный воздух, вода водоемов, почва) парами и аэрозолем данного ангидрида являются предприятия по производству фталевого ангидрида. Крупнейшие производители фталевого ангидрида на территории России — ОАО "Камтекс-Химпром" (Пермь), ОАО "Салаватнефтеоргсинтез" (Салават, Башкортостан), ОАО "Западно-сибирский металлургический комбинат" (Новокузнецк, Кемеровская область). В промышленности фталевый ангидрид получают парофазным каталитическим окислением о-ксилола, нафталина или их смеси с использованием стационарных или псевдооживленных катализаторов [12]. В современном производстве фталевый ангидрид получают из о-ксилола путем его парофазного каталитического окисления кислородом воздуха в присутствии ванадиевого катализатора. При этом образуется ряд побочных продуктов: малеиновый ангидрид, о-толуиловый альдегид, бензальдегид, бензойная кислота [1]. В выбросах могут присутствовать примеси фталевой, малеиновой, фумаровой и о-толуиловой кислот, фталида, цитраконового ангидрида, орто-ксилола.

Дополнительным источником возможного поступления фталевого ангидрида в окружающую среду являются химические предприятия, использующие фталевый ангидрид для производства лакокрасочной продукции, фталевого пластификатора, необходимого при изготовлении эластичного поливинилхлорида, алкидных смол, ненасыщенных полуэфиров, фталоциановых пигментов, дубильных веществ, отвердителей, растворителей, парфюмерной продукции, репеллентов и многих других продуктов, а также разнообразных промежуточных химических соединений [4].

Для изучения степени воздействия и контроля содержания фталевого ангидрида в атмосферном воздухе в зоне влияния производства и применения фталевого ан-

гидрида необходимо использовать селективный и чувствительный метод анализа.

Известные методики определения концентрации фталевого ангидрида в воздухе представлены в основном спектрофотометрическими и хроматографическими методами [3, 5, 10, 13, 15]. Так, Л. П. Славгородский предлагает спектрофотометрическое определение уровня фталевого ангидрида в атмосферном воздухе. Отбор проб проводят на последовательно соединенные фильтр ФПА-15 и два поглотителя с этиловым спиртом. Чувствительность данной методики составляет 2,5 мкг/мл. Метод неспецифичен, так как позволяет определять лишь сумму ангидридов или суммарное содержание ангидрида и кислоты [10].

Э. А. Круглов и соавт. описывают газохроматографический метод определения состава сложной смеси кислот и ангидридов, в том числе фталевой кислоты и фталевого ангидрида; суть этого метода в последовательном переводе в одной и той же пробе кислот в метиловые эфиры, ангидридов — в этиловые эфиры с последующим хроматографическим разделением полученных эфиров на хромосорбе  $W \pm 6\% SE-30$ . Анализ проводят на газовом хроматографе с пламенно-ионизационным детектором при программировании температуры колонок от 80 до 260°C со скоростью 8 град/мин. Вместе с тем авторы отмечают, что диэтилфталат (дерибат фталевого ангидрида) в продуктах реакции не обнаруживается [3].

Авторы R. Geyer и G. Saunders отбирали фталевый ангидрид на фильтры из стекловолокна и экстрагировали водным раствором гидроксида натрия. Анализ проводили методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) на обращенной фазе [13]. Поскольку фталевый ангидрид в процессе экстракции превращается во фталевую кислоту, то ее присутствие в воздухе мешает разделению определению уровня фталевого ангидрида. Кроме того, фильтры не эффективны при улавливании паров ангидрида, которые образуются в процессе производства при высоких температурах.

Автор Yihlin Chan предлагает проводить определение содержания фталевого ангидрида методом ВЭЖХ в виде деривата — полуамида фталевой кислоты. Отбор проб воздуха производят на фильтры из стекловолокна, обработанные 3,4-диметоксифенилэтиламинем (вератриламином), при взаимодействии которого с фталевым ангидридом образуется полуамид фталевой кислоты. Реакция является быстрой и количественной. Фталевая кислота не образует это производное, поэтому не мешает селективному определению уровня ангидрида. После отбора фталевый ангидрид экстрагируют с фильтра смесью ацетонитрила и диметилсульфоксида в объемном соотношении 90:10. Анализ осуществляют на колонке Nova-пак C<sub>18</sub>, элюент: смесь воды, ацетонитрила и фосфорной кислоты в соотношении 73:27:0,1 (по объему), время удерживания 5,8 мин, длина волны УФ-детектора 200 нм. Нижний предел определения 0,048 мг/м<sup>3</sup> [15]. Изучение концентрации фталевого ангидрида данным методом в воздухе невозможно на уровне референтной концентрации.

Газохроматографическая методика определения содержания фталевого, малеинового и цитраконового ангидридов, о-ксилола о-толуилового ангидрида в отходящих газах производства фталевого ангидрида заключается в сорбции компонентов отходящих газов пропиленкарбонатом и последующем хроматографическом разделении уловленных компонентов на насадочной колонке с хроматоном N-AW-HMDS, обработанным ПФМС-4, или на капиллярной колонке, обработанной SPB TM-1, с регистрацией детектором ионизации в пламени. Температура термостата колонок 200°C, испарителя 250°C, детектора 240°C. Селективному определению уровня фталевого ангидрида мешает фталевая кислота, которая при нагревании выше 200°C превращается в ангидрид [5].

Зайцева Н. В. — дир., чл.-кор. РАМН, д-р мед. наук, проф.; Уланова Т. С. — зав. химико-аналитическим отд., д-р биол. наук, проф.; Карнажицкая Т. Д. — зав. лаб. жидкостно-хроматографического анализа, канд. биол. наук; Антипова М. В. — ст. науч. сотр. лаб. жидкостно-хроматографического анализа; Кислицына А. В. — науч. сотр. лаб. жидкостно-хроматографического анализа

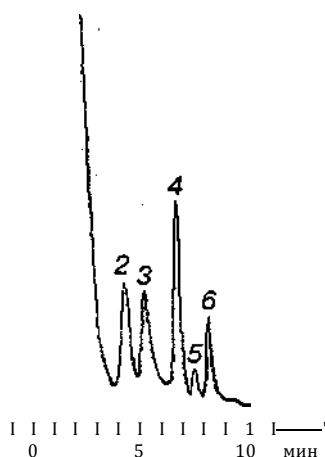


Рис. 1. Хроматограмма искусственной смеси фталевого ангидрида и сопутствующих компонентов.

1 — о-ксилол; 2 — бензальдегид; 3 — цитраконовый ангидрид; 4 — фталевый ангидрид; 5 — фталид; 6 — малеиновый ангидрид.

Таким образом, при реализации существующих методик анализа содержания фталевого ангидрида в воздухе не достигается одновременной селективности и чувствительности определения на уровне референтной концентрации.

Проведены исследования по разработке метода определения концентрации фталевого ангидрида в воздухе на жидкостном хроматографе с насосом высокого давления НРР-1 и УФ-детектором на колонке с прямой фазой.

Экспериментально подобраны оптимальные условия для определения уровня фталевого ангидрида методом ВЭЖХ: качественный и количественный состав элюента и скорость движения элюента, при которых наблюдалось эффективное разделение фталевого ангидрида и сопутствующих компонентов (малеиновый ангидрид, фталевая, малеиновая, фумаровая, бензойная, о-толуиловая кислоты, цитраконовый ангидрид, фталид, орто-ксилол, бензальдегид), длина волны УФ-детектора для чувствительного определения микроконцентрации фталевого ангидрида.

Определение степени разделения фталевого ангидрида и сопутствующих компонентов проводили на смесях растворителей этилацетата и гептана в разных количественных отношениях. Показатель эффективности разделения веществ (K) рассчитывали как отношение разности времен удерживания фталевого ангидрида и сопутствующих веществ к сумме полуширот хроматографических пиков. Оптимальные условия для разделения фталевого ангидрида и сопутствующих соединений были достигнуты при использовании в качестве элюента смеси этилацетата и гептана в соотношении 5:2 и скорости потока элюента 0,4 см<sup>3</sup>/мин. Время выхода фталевого ангидрида в оптимальных условиях на колонке, заполненной сепароном SGX (3,3 x 150 мм), 7,1 ± 0,1 мин. Хроматограмма фталевого ангидрида в смеси сопутствующих соединений представлена на рис. 1.

Фталевая, малеиновая, фумаровая, бензойная и о-толуиловая кислоты, присутствующие в стандартном растворе в концентрации 100—500 мкг/см<sup>3</sup>, не адсорбируются на колонке с сепароном SGX. Время выхода выше-

перечисленных кислот в указанных условиях элюирования составляет 2—3 мин и совпадает с выходом орто-ксилола (см. рис. 1). В выбранных хроматографических условиях определению содержания фталевого ангидрида не мешают малеиновый ангидрид, фталевая, малеиновая, фумаровая, бензойная, о-толуиловая кислоты, цитраконовый ангидрид, фталид, орто-ксилол, бензальдегид, нитробензол и ароматические амины.

Для определения максимума поглощения фталевого ангидрида в УФ-свете в диапазоне длин волн 190—360 нм снимали спектр поглощения изучаемого соединения в среде гептанэтилацета = 5:2. Максимальный отклик детектора получен при длине волны  $\lambda = 253$  нм (рис. 2). В дальнейших исследованиях в качестве опорной использовали длину волны  $\lambda = 254$  нм, при которой чувствительность определения уровня фталевого ангидрида составила 0,003 мкг в анализируемом объеме пробы (10 мкл).

Важным этапом в разработке данного метода является выбор условий отбора и подготовки пробы к анализу, который должен учитывать агрегатное состояние и физико-химические свойства исследуемого вещества, его концентрацию в воздухе, эффективность улавливания, длительность хранения отобранных проб и т. д. В большинстве случаев именно отбор и подготовка пробы к химическому анализу лимитируют надежность и качество получаемых результатов, а также трудоемкость и длительность аналитического цикла. Погрешность при пробоподготовке и отборе пробы часто обуславливает общую ошибку метода определения уровня исследуемого компонента [2, 11].

Фталевый ангидрид присутствует в воздухе в виде твердого аэрозоля и паров, в связи с этим изучена эффективность концентрирования паров фталевого ангидрида из воздуха на твердые сорбенты (активированный уголь, силикагель, полимерный сорбент) и в жидкие среды (пропиленкарбонат, бутилацетат). Эффективность улавливания определяли экспериментально (анализ атмосферного воздуха на промплощадке) по количеству ангидрида, обнаруживаемого в отобранной пробе и в дополнительно присоединенном к пробоотборному устройству вторым поглотителем с поглотительным раствором или в сорбционной трубке с 50 мг сорбента, которые анализировали отдельно от отобранной пробы. Максимальная эффективность сорбции установлена при улавливании паров фталевого ангидрида на полимерный сорбент Тепах.

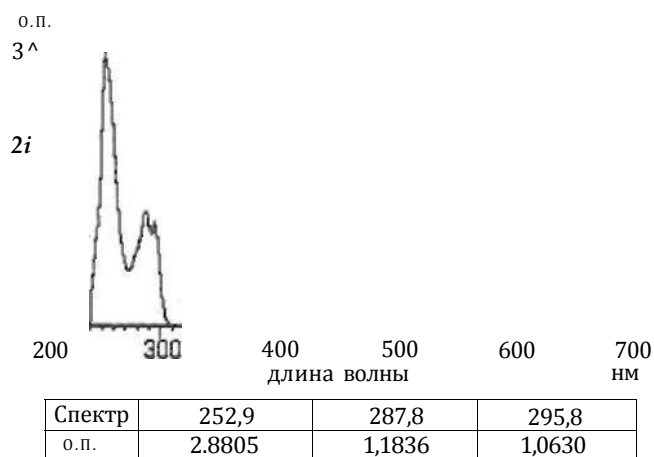


Рис. 2. Спектр поглощения стандартного раствора фталевого ангидрида в смеси гептана и этилацетата (5:2), снятый на спектрофотометре "СФ-2000".

По оси абсцисс — длина волны (в нм).

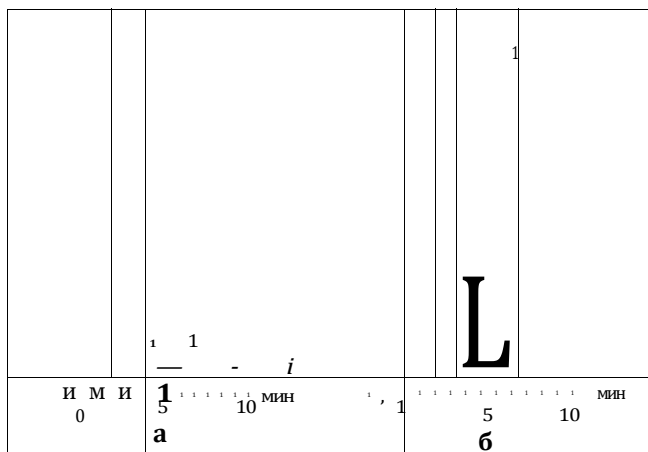


Рис. 3. Хроматограммы анализа атмосферного воздуха на содержание фталевого ангидрида (I) методом ВЭЖХ.

а — на границе санитарно-защитной зоны ( $C = 0,0021 \text{ мг/м}^3$ ); б — на территории промышленной площадки ( $C = 0,068 \text{ мг/м}^3$ ).

Результаты проведенных исследований позволили рекомендовать для концентрирования аэрозоля фталевого ангидрида фильтры аналитические аэрозольные АФА-ХП-20-2 (фильтрующий материал НЭЛ-3), выдерживающие высокую воздушную нагрузку, для улавливания паров — пористый полимерный сорбент Тепах ГС, используемый при анализе высококипящих органических соединений. Для отбора исследуемый воздух аспирировали через последовательно соединенные фильтр АФА-ХП-20-2 и сорбционную трубку (12 x 70 мм), содержащую 100 мг сорбента Тепах ГС, в течение 30 мин со скоростью 20 дм<sup>3</sup>/мин.

Важным моментом в процессе подготовки отобранной пробы к анализу является извлечение анализируемой примеси с сорбента. Десорбцию фталевого ангидрида с Тепах проводили методом экстракции растворителем. В качестве десорбента использовали смесь растворителей гептана и этилацетата в соотношении 5:2. Эффективность десорбции фталевого ангидрида данной смесью при его содержании 0,2—0,6 мг в отобранной пробе составляет 85—89%, при низком содержании (0,6—10 мкг) эффективность экстракции достигает 95%. При обработке результатов измерения массовой концентрации фталевого ангидрида в атмосферном воздухе рассчитывали коэффициент, учитывающий степень десорбции ангидрида с Тепах и фильтра. Коэффициент устанавливали в результате расчета отношения между хроматографическими пиками, полученными при анализе аттестованного образца до и после экстракции.

Количественное определение проводили методом абсолютной калибровки. Диапазон определяемых концентраций составляет 0,001—1 мг/м<sup>3</sup>. Относительная погрешность равна 24% при вероятности  $p = 0,95$ . Методика метрологически аттестована и внесена в Федеральный реестр методик выполнения измерений.

Разработанный метод использовали при оценке качества атмосферного воздуха на границе санитарно-защитной зоны производства фталевого ангидрида, а также при анализе атмосферного воздуха на территории промышленной площадки (рис. 3).

В результате натурных исследований обнаружено присутствие фталевого ангидрида в воздухе на территории предприятия в концентрации 0,017—0,115 мг/дм<sup>3</sup>. На границе действующей санитарно-защитной зоны фталевый ангидрид определялся в единичных случаях в концентрации 0,001—0,0021 мг/дм<sup>3</sup>.

Таким образом, разработана чувствительная и селективная методика определения концентрации паров и аэрозоля фталевого ангидрида в атмосферном воздухе методом ВЭЖХ. Исключение температурного фактора, при котором происходит превращение фталевой кислоты в ангидрид, устраняет ее мешающее влияние при определении уровня фталевого ангидрида, а высокая чувствительность УФ-детектора позволяет определять микроколичества фталевого ангидрида на уровне 0,003 мкг. Диапазон определяемых концентраций фталевого ангидрида в атмосферном воздухе составляет 0,001—1 мг/м<sup>3</sup> при относительной погрешности 24%. Методика использована при анализе атмосферного воздуха на границе между санитарно-защитной зоной производства фталевого ангидрида и населенными пунктами. Результаты натурных исследований показали, что фталевый ангидрид определялся в 11 % проанализированных проб в концентрациях, которые на порядок меньше референтной концентрации.

#### Литература

1. Гуревич Д. А. Производство фталевого ангидрида. — М., 1968.
2. Другое Ю. С., Родин А. А., Кашмет В. В. Пробоподготовка в экологическом анализе. — М., 2005.
3. Круглое Э. А., Цытышева Л. Г., Харлампович Г. Д., Портнова Т. В. И Журн. аналит. химии. — 1980. — Т. 35, вып. 1. — С. 122-126.
4. Лазарев Н. В. Вредные вещества в промышленности. Т. 2. — Л., 1976.
5. Методика выполнения измерений массовых концентраций компонентов отходящих и хвостовых газов производства фталевого ангидрида. Инструкция № 69-2003 ОАО "Салаватнефтеоргсинтез". — 2003. — С. 1—16.
6. Научно-методические аспекты обеспечения гигиенической безопасности населения в условиях воздействия химических факторов / Онищенко Г. Г., Рахманин Ю. А., Зайцева Н. В. и др. — М., 2004.
7. Рахманин Ю. А., Иванов С. И., Новиков С. М. // Гиг. и сан. — 2007. — № 5. — С. 5-7.
8. Рахманин Ю. А. // Здравоохран. Рос. Федерации. — 2008. — № 1. — С. 12-13.
9. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. — М., 2004.
10. Славгородский Л. П. // Гиг. и сан. — 1965. — № 2. — С. 59-62.
11. Уланова Т. С. Научно-методические основы химико-аналитического обеспечения гигиенических и медико-биологических исследований в экологии человека: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. — М., 2006.
12. Химическая энциклопедия / Под ред. А. П. Горкина. — М., 1999. — Т. 5. — С. 378-379.
13. Ceyer R., Saunders G. A. // J. Liq. Chromatogr. — 1986. — Vol. 9, N 10. — P. 2281-2290.
14. Kedderis G. L. // Toxicol. Pathol. — 1996. — Vol. 24. — P. 77-83.
15. Yihlin Chan. Organic Methods Evaluation Branch OSHA. Salt Lake Technical Center, Salt Lake City, UT 84165-0200. Method Xs 90. October, 1991. <http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/organic/org090/org090>.

Поступила 23.12.10