МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
СССР

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по организации контроля за содержанием канцерогенных полициклических ароматических углеводородов в атмосферном воздухе населенных мест

Москва - 1987 г.

gost.e-ecolog.ru

Настоящие "Методические указания по организации контроля за содержанием канцерогенных полициклических ароматических углеводородов в атмосферном воздухе населенных мест" разработаны в соответствии с приказом Минздрава СССР № 1346 от 10.10.86г. "Об утверждении плана внедрений важнейших достижений науки в практику здравоохранения на XII пятилетку", Приложение - том 2 "Перспективные предложения по разделу гигиены", п.2.142, стр. 295. Они предназначены органам санитарно-эпидемиологической службы, научно-исследовательским институтам и кафедрам мединститутов гигиенического и онкологического профиля, занимающихся исследованием химических канцерогенов, управлениям гидрометеорологии и контроля природной среды, отделам охраны окружающей среды промышленных предприятий.

Методические указания подготовлены под руководством и при участии д.м.н., профессора Н.Я.Янышевой коллективом авторов: д.м.н. И.С.Киреевой, к.м.н. Ю.А.Черниченко (Ордена Трудового Красного Знамени Киевский НИИ общей и коммунальной гигиены им.А.Н.Марзеева), к.м.н. Н.Н.Литвиновым, д.м.н., профессором М.А.Пинигиным, к.м.н. Н.Н.Скворцовой (Ордена Трудового Красного Знамени НИИ общей и коммунальной гигиены им. А.Н.Сысина АМН СССР), к.б.н. Г.А.Смирновым, д.б.н. А.Я.Хесиной (Всесоюзный онкологический научный центр АМН СССР).

ВВЕДЕНИЕ

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), образование которых связано с наиболее распространенными антропогенными процессами – сжиганием и термической переработкой различных видов топлива и многими природными явлениями, постоянно обнаруживаются в окружающей человека среде, в том числе в атмосферном воздухе.

В настоящее время известно несколько десятков активных канцерогенов класса ПАУ. В атмосферном воздухе наиболее часто определяются высокоактивные соединения – бенз/а/пирен, дибенз/а,*h*/-антрацен, дибенз/а,*l*/пирен, бенз/*b*/флуорантен, а также относительно слабые канцерогены – бенз/а/антрацен, бенз/е/пирен, хризен, дибенз/а,с/антрацен, индено/1,2,3-*cd*/пирен и другие.

Наиболее часто в атмосферном воздухе определяется высокоактивный, распространенный и стабильный представитель этого класса соединений – бенз/а/пирен (БП). Для БП – единственного из канцерогенов класса ПАУ разработаны предельно допустимые концентрации в атмосферном воздухе населенных мест.

Сложившаяся в нашей стране практика исследований БП в атмосферном воздухе населенных мест характеризуется значительным разнообразием используемых методических приемов, в особенности, начального этапа исследований – отбора проб атмосферных загрязнений.

Теория и практика гигиены атмосферного воздуха, а также специальные наблюдения в отношении поведения БП в воздушной среде свидетельствуют о большой значимости этого этапа исследований и необходимости его унификации. Однако до сих пор это не получило достаточного отражения в существующих методических документах.

Включение БП в число ингредиентов, изучаемых в пунктах наблюдения общегосударственной службы контроля загрязнения атмосферы ряда городов страны с особой остротой ставит вопрос об унификации методов их исследования и учете гигиенических требований для получения информации, адекватной задачам, решаемым гигиенистами и практической санитарной службой.

Настоящие методические указания рассмотрены и одобрены на пленуме Секции "Гигиена атмосферного воздуха" Проблемной комиссии союзного значения "Научные основы гигиены окружающей среды" (Тбилиси, 1985 г.) и рекомендованы Минздраву СССР к утверждению.

2. Цель и задачи исследования канцерогенных ПАУ в атмосферном воздухе населенных мест

Исследования канцерогенных углеводородов в атмосферном воздухе населенных мест осуществляются с целью:

- определения диффузного загрязнения воздушного бассейна населенных мест;
- выявления влияния промышленных источников, автотранспорта, отопительных и энергетических установок на уровень загрязнения атмосферного воздуха и обоснование гигиенических требований к его оздоровлению;
- проверки эффективности осуществляемых мероприятий по снижению выбросов канцерогенных углеводородов;
- определения реальных аэрогенных нагрузок канцерогенов, воздействующих на различные контингенты населения;
- оценки влияния атмосферных канцерогенов на уровень заболеваемости населения злокачественными новообразованиями органов дыхания и других органов и систем.

В зависимости от поставленной цели организация исследова-

ний канцерогенных ПАУ может осуществляться на различных уровнях:
- централизованная система контроля - для получения информации о степени загрязнения воздуха в различных экономико-географических районах страны, условиях рассеивания и переноса загрязнителей, а также разработки прогнозов на перспективу;
- районная система контроля - для наблюдений в масштабах городов и промышленных районов;
- местный контроль - для выявления загрязнения атмосферного воздуха в районах размещения отдельных источников выбросов с целью разработки конкретных оздоровительных мероприятий.

С позиций гигиенической оценки влияния атмосферных канцерогенов на здоровье населения наиболее актуальной на современном этапе следует считать организацию исследований в масштабах городов и промышленных районов.

Приоритетными для изучения канцерогенных ПАУ следует считать города с крупными предприятиями черной металлургии и коксохимии, нефтеперерабатывающей, нефтехимической, алюминиевой и электродной, сланцеперерабатывающей промышленности, крупными теплоэнергетическими объектами, которые являются значительными источниками выбросов этих соединений в атмосферу.

Крайне важны также исследования канцерогенных ПАУ в атмосферном воздухе городов с высокой насыщенностью автотранспортными средствами, с крупными железнодорожными станциями и аэропортами.

Количественный аспект изучения канцерогенов в окружающей среде требует проведения такого рода исследований также в средних, малых городах и сельских населенных пунктах.

В зависимости от конкретных задач исследования и практических возможностей их выполнения изучаются либо весь спектр ПАУ,

доступный для анализа современными методами, либо их отдельные представители.

В частности, для оперативного решения практических задач по охране атмосферного воздуха от загрязнения канцерогенными ПАУ целесообразно проводить исследование только БП как их лимитирующего показателя.

При разработке вопросов о реальных аэрогенных нагрузках атмосферных канцерогенов на население и оценке их влияния на уровень онкологической заболеваемости необходимо углубленное изучение содержания канцерогенных ПАУ в воздушном бассейне населенных мест. При этом исследования должны быть направлены, в первую очередь, на определение высокоактивных канцерогенных соединений – бенз/а/пирена, дибенз/*a*,*h*/антрацена, дибенз/*a*,*i*/пирена, бенз/*b*/флуорантена.

3. Общие требования к организации исследований канцерогенных ПАУ в атмосферном воздухе населенных мест

Исследования канцерогенных ПАУ в воздушном бассейне населенных мест следует осуществлять в соответствии с общими принципами и методическими требованиями организации санитарного контроля за состоянием загрязнения атмосферного воздуха, изложенными в официальных документах (Руководство по контролю загрязнения атмосферы. – Л.: Гидрометеоиздат, 1979; Методические указания по организации санитарного контроля за состоянием атмосферного воздуха. – В кн.: Гигиенические аспекты охраны окружающей среды. – М., 1981, ГОСТ 17.2.3.01-77 "Охрана природы". Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов).

При организации исследований канцерогенных ПАУ в атмосфере рекомендуется два вида наблюдений:

I) стационарные круглогодичные наблюдения за диффузным загрязнением воздушного бассейна города;

2) зональные наблюдения в районе размещения отдельных источников выбросов канцерогенов в течение определенного периода времени.

Исследования следует проводить путем организации постоянных круглогодичных (стационарных) или временных пунктов наблюдения.

При выборе мест для размещения стационарных пунктов следует:

- предварительно ознакомиться с санитарной ситуацией города (района), его планировкой, собрав при этом данные о промышленных предприятиях и отопительных энергетических установках, являющихся источниками выбросов канцерогенных ПАУ, их размещении, мощности и количестве выбросов; размещении основных транспортных магистралей, интенсивности движения автомашин; размещении железнодорожных станций и аэропортов;
- при наличии данных о содержании канцерогенных ПАУ (БП) в выбросах предприятий провести расчет полей их приземных концентраций в соответствии с СН 369-74;
- изучить рельеф местности и метеорологические особенности района, могущие оказывать влияние на распространение канцерогенов в атмосфере.

Выбранные места должны отвечать следующим требованиям:

- отражать характерное для данного города (района) состояние загрязнения атмосферы канцерогенными ПАУ;
- располагаться на территориях, не подвергающихся влиянию местных источников выбросов канцерогенных ПАУ;

– находиться на открытых, хорошо проветриваемых площадках с ненарушенным покрытием (газон, асфальт, твердый грунт).

Размещать пункты целесообразно на территории учреждений санэпидслужбы и других медицинских учреждений, стационарных постов и метеоплощадок гидрометеослужбы, насосных станций службы городского водопровода и т.п.

Схема стационарного пункта показана на рис. I.

Для отбора проб атмосферных загрязнений на канцерогенные углеводороды рекомендуется применять высокообъемную электроаспирационную установку, смонтированную на основе электроручного вентилятора ЭРВ-49, производительностью до 250 $м^3$/час. Электромотор установки имеет мощность 0,27-0,4 квт и подключается к электролинии с напряжением 380 в.

Установка позволяет отбирать представительную пробу воздуха для определения не только БП, но и других ПАУ, характеризуется стабильным расходом воздуха и большой надежностью эксплуатации при длительном отборе проб воздуха.

Для улавливания атмосферных аэрозолей используются фильтры из ткани ФПП-I5, изготовленные в виде конуса диаметром 30 см и площадью около I400 $см^2$. Удельная скорость просасывания воздуха через фильтр составляет до 3 л/мин/$см^2$, что обеспечивает практически полное (до 84%) улавливание мелкодисперсной пыли.

При организации наблюдений важным является установка защитной аппаратуры, предохраняющей воздухозаборную воронку от атмосферных осадков и прямого солнечного облучения, которое может приводить к деградации канцерогенных ПАУ.

Для отбора проб воздуха на канцерогенные углеводороды может быть использована и другая воздухозаборная аппаратура, отве-

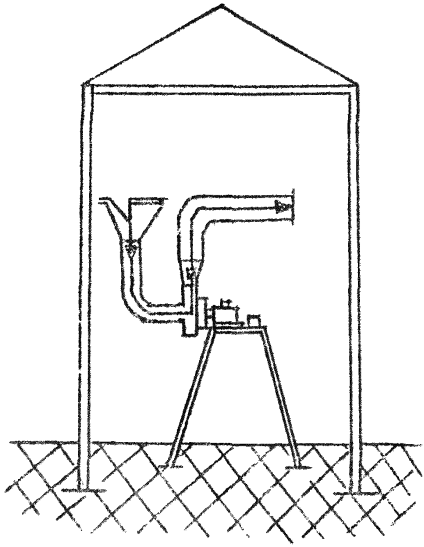

Рис. I. Схема стационарного пункта для круглосуточного отбора проб атмосферного воздуха на канцерогенные ПАУ:

I – высокообъемная электроаспирационная установка для отбора суточных проб атмосферного воздуха;

2 – устройство для защиты воздухозаборной аппаратуры от атмосферных осадков и солнечной радиации

чающая приведенным выше требованиям и позволяющая отбирать в течение заданного периода времени достаточное для анализа количество материала.

Минимальный объем пробы при этом может быть определен по формуле*):

$$\frac{\text{IOх аналитическая чувствительность (в мг)}}{\text{официальный стандарт (в мг/м}^3\text{)}},$$

что применительно к БП в оптимальном диапазоне его определения будет составлять:

$$\frac{\text{IOх 0,OI мкг}}{\text{0,OOI мкг/м}^3} = \text{IOO м}^3.$$

Целесообразно использование воздухозаборной аппаратуры, которая могла бы обеспечить круглосуточный отбор проб воздуха на канцерогенные углеводороды (главным образом БП) с производительностью IO–30 м^3/час. В таком диапазоне может производиться отбор проб воздуха с помощью электроаспиратора для отбора среднесуточных проб пыли ЭА-2С.

Для обеспечения адекватной оценки состояния загрязнения воздушной среды продолжительность отбора проб атмосферных загрязнений на БП должна соответствовать временной размерности действующей в нашей стране среднесуточной ПДК его для атмосферного воздуха населенных мест.

В соответствии с этим отбор проб атмосферных загрязнений на канцерогенные ПАУ, в частности БП, должен быть ориентирован на определение суточных концентраций его в атмосферном воздухе.

При этом возможны два варианта режима отбора проб:

I) круглосуточный, который является более экономичным и до-

*) – Методы установления допустимых уровней воздействия профессиональных вредностей: Доклад Комитета экспертов ВОЗ. – Женева: ВОЗ, 1978, сер. техн. докл. № 60I. – 7I с.

ступным, что особенно важно при длительных (круглогодичных) наблюдениях, хотя может быть связан с несколько большими потерями канцерогенов, главным образом, в летнее время;

2) многократный отбор проб в течение суток через равные промежутки времени (например, 4-кратный по 2 часа каждая проба в сроки наблюдения, установленные для постов общегосударственной службы контроля за загрязнением атмосферы – 1, 7, 13, 19 ч. по местному времени) с последующим определением среднесуточных концентраций. Этот способ отбора проб целесообразно использовать при высоких уровнях загрязнения воздуха канцерогенными углеводородами и необходимости выявления динамики их показателей в течение суток; он может снизить потери канцерогенов в процессе их отбора, но значительно усложняет и удорожает исследование.

При выполнении круглогодичных наблюдений минимальное количество суточных проб воздуха для вычисления среднегодовой концентрации канцерогена должно составлять не менее 200.

Определение среднегодовых концентраций в качестве объективного показателя состояния загрязнения атмосферы канцерогенными ПАУ имеет принципиально важное значение. Это связано, во-первых, со значительной динамичностью как суточных, так и среднемесячных концентраций канцерогена, в частности БП, в атмосферном воздухе в течение годового цикла. Во-вторых, – с необходимостью учета ингалируемых доз канцерогенов (как высококумулятивных соединений) в течение длительного периода времени, что наиболее достоверно может быть осуществлено на основании среднегодовых показателей.

При выполнении других исследований наблюдения целесообразно осуществлять в два сезона года – зимний и летний, при этом в каждом пункте следует отбирать по 25 суточных проб.

При постановке ряда специальных задач, например, оценки санитарной ситуации в районе размещения конкретного источника, зональные исследования могут быть осуществлены в наиболее неблагоприятний по метеорологическим условиям период. При этом в каждой зоне наблюдения должно быть отобрано не менее 25 проб.

Характеристика основных метеофакторов (температуры, влажности воздуха, скорости и направления ветра, барометрического давления, количества осадков и др.) по среднесуточным их показателям за периоды проведения исследований может быть получена в городских гидрометеостанциях или центрах по контролю природной среды Госкомгидромета СССР.

4. Организация исследований диффузного загрязнения воздушного бассейна канцерогенными ПАУ

Исследование диффузного загрязнения атмосферного воздуха канцерогенными ПАУ проводится с целью:

- определения степени загрязнения канцерогенами воздушного бассейна города и его отдельных районов для выявления связи с онкозаболеваемостью населения, в первую очередь частотой рака легкого;
- определения реальной аэрогенной нагрузки канцерогенних ПАУ на население;
- определения фонового содержания БП и других ПАУ в воздухе города для решения вопросов перспективного промышленного строительства;
- составления прогноза загрязнения на перспективу.

Основним видом исследований являются стационарные наблюдения. Для получения объективной информации о пространственной структуре загрязнения необходимо выбирать репрезентативные для данного города или его районов пункты наблюдения.

Стационарные пункты рекомендуется устанавливать в жилых районах города – в его центральной части, в зоне влияния наиболее значительных источников выбросов канцерогенных ПАУ и в относительно "чистом" районе города. В связи с большими методическими трудностями проведения исследований канцерогенных углеводородов можно ограничиться организацией 3 стационарных пунктов с полной программой наблюдений (в течение года) и ряда дополнительных пунктов с сокращенной программой наблюдений (по сезонам).

Общее количество пунктов для наблюдения за содержанием канцерогенных ПАУ в атмосферном воздухе определяется теми же требованиями, что и в отношении измерительных постов для других атмосферных загрязнителей: в городах с населением до 50 тыс. – 1, до 100 тыс. – 2, до 200 тыс. – 3, до 500 тыс. – 5, до 1 млн. – 10, до 2 млн. – 15, более 2 млн. – 20.

5. Организация исследований канцерогенных ПАУ в районе размещения промышленных предприятий и теплоэнергетических объектов

Исследования проводятся для:

– определения степени влияния промышленных объектов или их комплексов на состояние загрязнения воздушного бассейна канцерогенными ПАУ и обоснования необходимых оздоровительных мероприятий;

– обоснования размеров санитарно-защитных зон для промышленных предприятий, где канцерогены класса ПАУ, в частности БП, является лимитирующим по вредности загрязнителем атмосферного воздуха;

– оценки эффективности внедряемых на производстве мероприятий по снижению выбросов канцерогенных углеводородов.

Сложность изучения загрязнения атмосферного воздуха канцерогенными ПАУ в районе размещения промышленных источников свя-

зана со значительными колебаниями концентраций канцерогенов, обусловленными изменчивостью направления ветра и факела выбросов предприятия.

Исследования рекомендуется проводить в периоды максимальной производительности предприятия в условиях, наименее благоприятных для рассеивания выбросов (осенне-зимний сезон, периоды температурных инверсий, туманов).

Для проведения зональных исследований вокруг промышленного предприятия или теплоэнергетического объекта следует организовать ряд временных пунктов наблюдения с учетом преимущественного направления ветра в период выполнения исследований.

Отбор проб воздуха осуществляют на расстоянии 0,2-0,5, 1, 2, 3, 4, 5 км и более в зависимости от характера и мощности источников выбросов предприятия. При решении специальных задач наблюдения могут быть проведены в меньшем количестве пунктов, - например, в зоне максимального приземления факела выбросов, на границе санитарно-защитной зоны, в зонах проживания обследуемых контингентов населения и т.п.

6. Организация исследований канцерогенных ПАУ на автомагистралях

Автомагистрали городов являются зонами постоянного и высокого загрязнения воздушной среды канцерогенными ПАУ, содержащимися в выбросах автотранспорта.

Контроль за содержанием канцерогенных ПАУ в воздухе автомагистралей проводится с целью:

- определить уровни загрязнения воздушной среды автомагистралей и обосновать необходимые оздоровительные мероприятия;
- установить зависимость между уровнем загрязнения автомагист-

ралей канцерогенными ПАУ (БП) и интенсивностью транспортного потока для прогнозирования состояния загрязнения канцерогенами городской сети улиц;

- оценить гигиеническую эффективность планировочных решений и застройки примагистральных районов в отношении защиты населения от влияния канцерогенов, содержащихся в выбросах автотранспорта.

Исследования могут быть осуществлены двумя способами:

- путем организации пунктов наблюдения на наиболее характерных автомагистралях городского значения с круглосуточным отбором проб атмосферных загрязнений в различные сезоны года;

- путем организации наблюдения по специальной программе

Последние в зависимости от задач исследования могут проводиться на автомагистралях с различной интенсивностью движения транспорта - до 500, 500-1000, 1000-1500, 1500-2000 и свыше 2000 машин в час, а также в примагистральных жилых районах. Отбор проб воздуха проводится синхронно в различных пунктах наблюдения в течение суток.

В комплекс наблюдений при этом включается определение интенсивности движения транспорта в соответствии с ГОСТом ("Потоки транспортные в населенных пунктах. Метод определения шумовой характеристики". ГОСТ 20444-75. М., 1975) и регистрация метеофакторов.

7. Методы определения канцерогенных ПАУ в пробах атмосферного воздуха

Анализ проб атмосферных загрязнений на содержание канцерогенных ПАУ включает следующие этапы:

- экстрагирование с помощью органических растворителей (для фильтров из ткани ФПП-15 - петролейного эфира, для ФПА-15 - бен-

зола) из отобранных проб смолистых веществ, являющихся носителями ПАУ;

- хроматографическое фракционирование в тонком слое смолистых веществ, имеющих целью разделить исходный материал на индивидуальные соединения; хроматография ведется в незакрепленном слое окиси алюминия с использованием в качестве подвижной фазы петролейного эфира с добавлением циклогексана и бензола в соотношении 5 : I;

-качественное определение в полученных фракциях БП и других ПАУ по спектрам люминесценции при температуре жидкого азота (БП - на спектрографе ИСП-5I с фотоэлектрической приставкой ФЭП-I, других канцерогенных ПАУ - на спектрофлуориметре МРР-44а фирмы Перкин-Элмер (Швеция) или спектрофлуориметре "Элюмин" отечественного производства);

- количественный анализ БП и других ПАУ по методу внутреннего стандарта или комбинированному методу добавок и внутреннего стандарта; чувствительность метода определения для БП $I \cdot IO^{-IO}$ г/мл (оптимальный диапазон $I \cdot IO^{-8}$ г/мл) погрешность не более I2%;для других канцерогенных ПАУ - $I \cdot IO^{-8}$ г/мл - $I \cdot IO^{-9}$ г/мл.

Методические приемы подготовки и анализа проб атмосферных загрязнений на канцерогенные ПАУ детально изложены в Руководстве по контролю загрязнения атмосферы (М.: Гидрометеоиздат, I979), справочном пособии "Лабораторные исследования внешней среды" (Киев: Здоров'я, I978; раздел Санитарный контроль за содержанием канцерогенных веществ в окружающей среде), методических указаниях по определению канцерогенных полициклических ароматических углеводородов, в частности бенз/а/пирена, в различных промышленных и природных продуктах (М.: МЗ СССР, I972).

8. Оценка результатов наблюдений

В настоящее время до установления нормативов канцерогенных ПАУ для атмосферного воздуха оценка состояния загрязнения воздушного бассейна населенных мест этими соединениями проводится по содержанию БП. В качестве критерия оценки используется среднесуточная ПДК БП в атмосферном воздухе населенных мест - I нг/м^3 (или 0,I мкг/I00 м^3).

Обработка результатов наблюдений проводится с использованием обычных вариационно-статистических методов, включая определение среднего значения концентрации канцерогена для изучаемой серии проб, стандартного отклонения, стандартной ошибки среднего величины, а также процента проб, превышающих ПДК.

УЧАСТОК МНОЖИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ ВОНЦ АМН СССР

ПОДП. К ПЕЧАТИ 17.11.87 Л - 85252 ЗАК. 797 ТИРАЖ 100

gost.e-ecolog.ru