

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ НАУКИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства»
(ПГУАС)

В.С. Янин

ОСНОВЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ТОКСИКОЛОГИИ

Четвертое издание, исправленное и дополненное

Рекомендовано Редсоветом университета
в качестве учебного пособия
для студентов, обучающихся по направлениям
20.03.01, 20.04.01 «Техносферная безопасность»,
23.03.03, 23.04.03 «Эксплуатация транспортно-технологических
машин и комплексов», 27.03.01 «Стандартизация и метрология»,
23.03.01 «Технология транспортных процессов»,
08.03.01 «Строительство»

Пенза 2014

УДК 615.91; 613.63
ББК 28.071.081; Р284
Я62

Рецензенты: доктор технических наук, профессор зав. кафедрой "Техносферная безопасность" Пензенского государственного университета Н.Н. Вершинин;
доктор технических наук, профессор зав. кафедрой "Управление качеством и технология строительного производства" ПГУАС В.И. Логанина

Янин В.С.

Я62 Основы экологической токсикологии: учеб. пособие / В.С. Янин. – 4-е изд., испр. и доп. – Пенза: ПГУАС, 2014. – 196 с.

Рассмотрены токсическое и вредное воздействие в целом на организм человека и экосистемы наиболее распространенных в практике загрязняющих веществ, ионизирующих излучений и других негативных факторов, основные антропогенные источники их образования и поступления в окружающую среду и гигиеническое нормирование. В отдельных случаях изложены особенности трансформации токсикантов в природных условиях и в организмах, описана необходимая первая помощь при острых отравлениях и даны общие рекомендации по снижению токсической нагрузки в экологически неблагоприятных условиях.

Учебное пособие подготовлено на кафедре "Инженерная экология" и предназначено для студентов и аспирантов, для студентов, обучающихся по направлениям 20.03.01, 20.04.01 «Техносферная безопасность» при изучении дисциплин "Основы токсикологии", "Основы медицинских знаний", "Промэкология", "Промсанитария", "Приборы и методы контроля окружающей среды и экологический мониторинг"; 08.03.01 "Строительство", 27.03.01 «Стандартизация и метрология», 23.03.03, 23.04.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», 23.03.01 «Технология транспортных процессов», 08.03.01 «Строительство» при изучении дисциплин "Безопасность жизнедеятельности", "Нормативы по защите окружающей среды", "Сертификация продукции", а также при разработке раздела "Экологичность и безопасность" выпускной квалификационной работы. Может быть полезно для широкого круга читателей, интересующихся влиянием загрязнения окружающей среды на здоровье человека и возможностями снижения токсической нагрузки.

© Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства, 2014
© Янин В.С., 2014

ПРЕДИСЛОВИЕ

Обеспечение экологической безопасности в условиях непрерывного роста техногенной и антропогенной нагрузки на биосферу в целом становится все более актуальной задачей. Анализ влияния факторов окружающей на здоровье человека и экосистемы непрерывно углубляется с развитием научных исследований, установлением новых фактов и уточнением ранее выявленных обстоятельств.

Среда обитания человека быстро изменяется вследствие внедрения в практику новых веществ, материалов и технологий. Происходит быстрый рост уровня физических загрязнений, прежде всего в виде электромагнитных излучений (ЭМИ), акустических и вибрационных воздействий. Стремительно увеличивается информационное загрязнение, использование генно-модифицированных организмов и продукции на их основе. В пищевом рационе людей все больше преобладает продукция с многочисленными неблагоприятными для здоровья добавками. Истощение почв, применение индустриальных технологий производства сельскохозяйственных культур и животных с применением широкого спектра пестицидов, гормональных препаратов, антибиотиков, антидепрессантов и прочих биохимических добавок приводит к чрезмерному загрязнению продуктов питания с потенциально высокой угрозой для здоровья человека и нарушению равновесия в экосистемах. Содержание биологически активных компонентов в продуктах питания, в особенности антиоксидантов и витаминов, снизилось за последние 60-70 лет примерно на 80 %. Применение искусственных витаминно-минеральных комплексов не решает проблемы, так как в последние годы выявлены серьезные отсроченные проблемы в виде сокращения продолжительности жизни при их систематическом применении.

Все более значительным становится негативное влияние автотранспорта на окружающую среду и здоровье человека.

Перечисленные выше обстоятельства, а также положительный опыт использования предыдущего 3-го издания учебного пособия «Основы экологической токсикологии», изданного в 2007 г, требуют определенного дополнения и некоторых исправлений с учетом изменившейся нормативной базы и новой информации.

Автор надеется, что предлагаемое 4-е издание будет полезным для студентов и магистров, обучающихся по различным направлениям подготовки при изучении таких обязательных дисциплин, как «Экология» и «Безопасность жизнедеятельности», а также более специальных – для направлений: «Техносферная безопасность» («Основы токсикологии», «Основы медицинских знаний», «Экологическое право» и др.), «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» («Экологические требования к предприятиям автотранспортного комплекса», «Системы защиты окружающей среды и безопасность жизнедеятельности на транспорте») и направления «Технология транспортных процессов». В целом, информация о влиянии различных видов загрязнений окружающей среды на здоровье человека и рекомендации по снижению негативных воздействий даны в доступной и краткой форме и представляют несомненный интерес для широкого круга читателей.

ВВЕДЕНИЕ

Неуклонное снижение уровня здоровья людей вызывает серьезное беспокойство и, как следствие этого, пристальное внимание к причинам, порождающим эту тенденцию. Среди множества причин, несомненно, одной из важнейших является непрерывное ухудшение состояния окружающей среды вследствие ее массированного химического, физического, биологического и радиоактивного загрязнения, которое в целом, по мнению большинства ученых, приняло угрожающий характер из-за стремительного роста численности людей на планете (примерно в 6 раз за последние 150 лет) и быстрого увеличения индивидуального уровня потребления в большинстве стран. На этом фоне возникла тенденция нарушения иммунитета и неуклонного роста многих видов заболеваний, в том числе аллергических, генетических дефектов у новорожденных (до 9,8–10 % в Санкт-Петербурге, Лос-Анджелесе и других крупных городах). Успехи медицины в работе по снижению детской смертности приводят к выживанию значительной доли детей со значительными генетическими дефектами. При уровне генетических дефектов 12 % и более популяция вымирает. Генетическое утомление человеческой популяции вызывает у научной общественности самое серьезное беспокойство.

Экология как многоотраслевая наука, обобщающая знания различных научных дисциплин, оказалась на переднем крае решения многих острых и болезненных проблем.

При любом подходе к содержательной стороне современной экологии и обеспечению техносферной безопасности обязательным, на наш взгляд, является анализ и решение трех основных задач:

- 1) выявление источников и объемов поступления в окружающую среду различных видов загрязнений, негативных воздействий в целом;
- 2) установление характера вредного воздействия загрязнений на здоровье человека и экосистемы, особенностей их трансформации в природных условиях;
- 3) уменьшение количества загрязнений, вредных воздействий в местах их образования и ограничение их движения, а следовательно, и негативных последствий в биосфере.

Предлагаемое учебное пособие ориентировано на рассмотрение второй из трех перечисленных задач, то есть на анализ воздействия вредных, наиболее распространенных и опасных видов химического, физического, радиоактивного и радиационного загрязнений окружающей среды на здоровье человека. При этом указываются наиболее важные источники поступления в окружающую среду того или иного экотоксиканта, негативного фактора, механизмы их воздействий на организм и санитарно-токсикологические характеристики и нормативы. В отдельных случаях приводятся необходимые меры срочной неотложной помощи. Даются некоторые рекомендации по снижению токсической нагрузки в экологически неблагополучных регионах. Перечень рассматриваемых токсичных и опасных загрязняющих веществ ограничен наиболее распространенными на практике.

1. ОСНОВНЫЕ ГРУППЫ ИСТОЧНИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ИХ ВОЗДЕЙСТВИЯ

За последние 50–60 лет произошло резкое возрастание загрязнения окружающей среды в подавляющем большинстве стран. При этом, кроме традиционных загрязняющих веществ (пыль, угарный газ, углеводороды, оксиды серы и азота, некоторые органические и радиоактивные вещества), стало возрастать поступление в окружающую среду соединений многих тяжелых и цветных металлов, ряда токсичных неметаллов, а также органических веществ – ксенобиотиков (чужеродных для биосферы). В результате вредное токсическое воздействие указанных загрязнений постепенно выдвинулось на первые позиции, так как их удаление из окружающей среды (почвы, донных отложений, подземных и поверхностных вод) происходит чрезвычайно медленно, и токсическая нагрузка на все живые организмы растет из-за непрерывного вовлечения в пищевые цепи, то есть воздействие становится хроническим.

По причине демографического взрыва, роста индивидуального уровня потребления, развития сферы производства и услуг массовое поступление загрязняющих веществ в окружающую среду резко возросло по сравнению с природным. Во многих регионах сложились антропогенные геохимические аномалии, то есть образовались участки, территории, значительно отличающиеся по химическому составу почв и других объектов окружающей среды по сравнению с природными фоновыми.

Основные группы источников загрязнения окружающей среды приведены на схеме 1.



Схема 1. Основные группы источников химического и микробиологического загрязнения окружающей среды, распространение загрязняющих веществ и последствия их воздействия

В большинстве случаев геохимические аномалии характеризуются накоплением высоко- и сверхтоксичных элементов и их соединений. В результате вредного комплексного действия токсикантов происходит неуклонный рост заболеваемости населения, так как большинство тяжелых металлов и других загрязняющих веществ вызывают ослабление иммунитета, генетические изменения, аллергизацию организма и рост заболеваемости традиционными болезнями (рис. 1.1; 1.2).

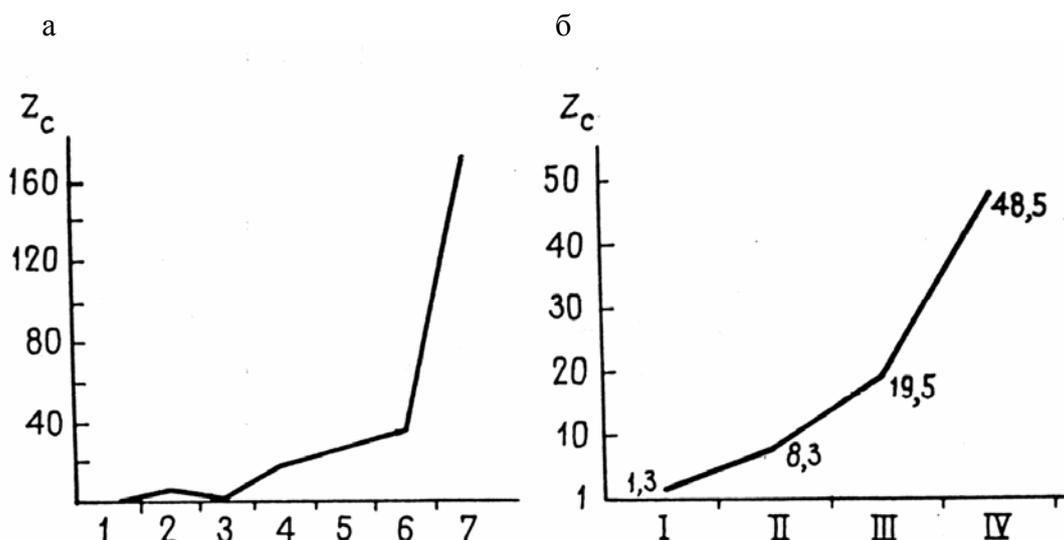


Рис. 1.1. Уровни загрязнения почв (а) и строительных материалов (б) в различные исторические эпохи:
 1–7 – почвы разного возраста:
 1 – ранее культурного слоя;
 2 – I в. до н.э. – VI в. н.э.;
 3 – XIII в.;
 4 – XIII – XVI вв.;
 5 – XVII–XVIII вв.;
 6 – XIX – XX вв.;
 7 – XX в.;
 I – IV строительные материалы разного возраста:
 I – известняк XVI в.;
 II – кирпич XV–XVIII вв.;
 III – кирпич XX в.;
 IV – бетон XX в.

Стремительный рост численности автотранспортных средств в конце XX века дополнительно увеличил токсическую и иные виды нагрузок на организм человека, что, в свою очередь, привело к значительному повышению числа различных видов заболеваний, росту интегрального риска ухудшения здоровья (рис. 1.3–1.6).

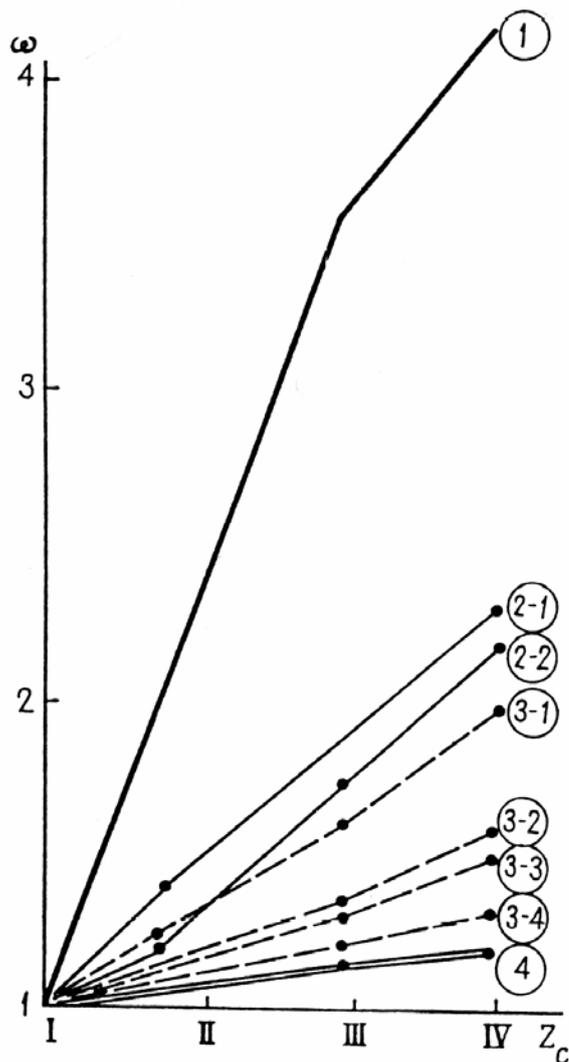


Рис. 1.2. Эколого-геохимическая модель «среда-здоровье» – зависимость частоты отклонения состояния здоровья детей (ω) от интенсивности загрязнения почв Z_c :

I–IV – уровни загрязнения почв (кратность превышения природного фонового содержания); I < 16; II – 16-32;
III – 32–64; IV – 64–128

Цифры в кружках – виды заболеваний:

- 1 – изменения показателей иммунной системы; 2 – заболевания органов дыхания (2-1 – острые фарингит и тонзиллит; 2-2 – острый бронхит);
3 – функционально-морфологические отклонения (3-1 – увеличение количества лейкоцитов; 3-2 – нарушение физического развития; 3-3 – функциональные отклонения сердечно-сосудистой системы; 3-4 – снижение гемоглобина); 4 – хронические заболевания

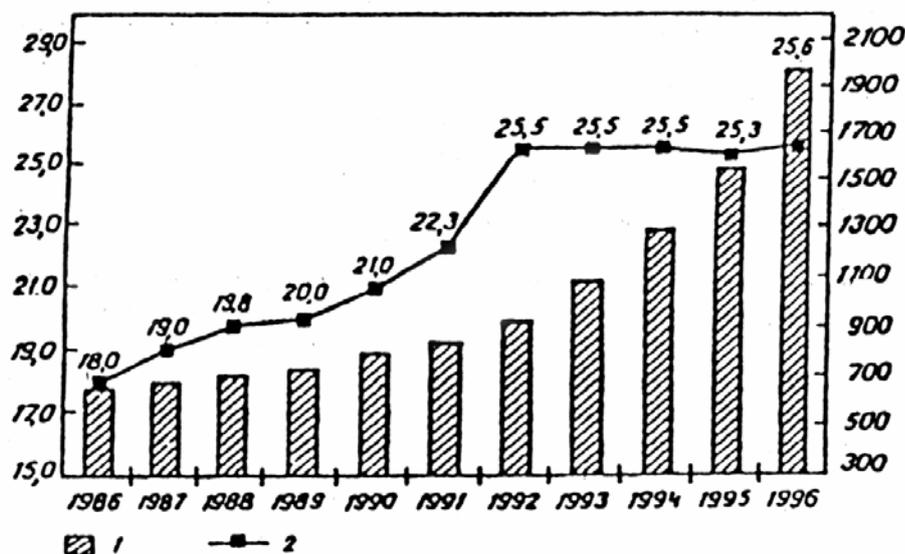


Рис. 1.3. Динамика заболеваемости населения ишемической болезнью сердца в связи с увеличением количества автотранспортных средств в г. Москве: 1 – количество автотранспорта; 2 – заболеваемость

На рис. 1.3: по оси абсцисс – годы наблюдения, по оси ординат: левая ось – показатель заболеваемости на 1000 человек населения, правая ось – количество автотранспортных средств в тысячах единиц.

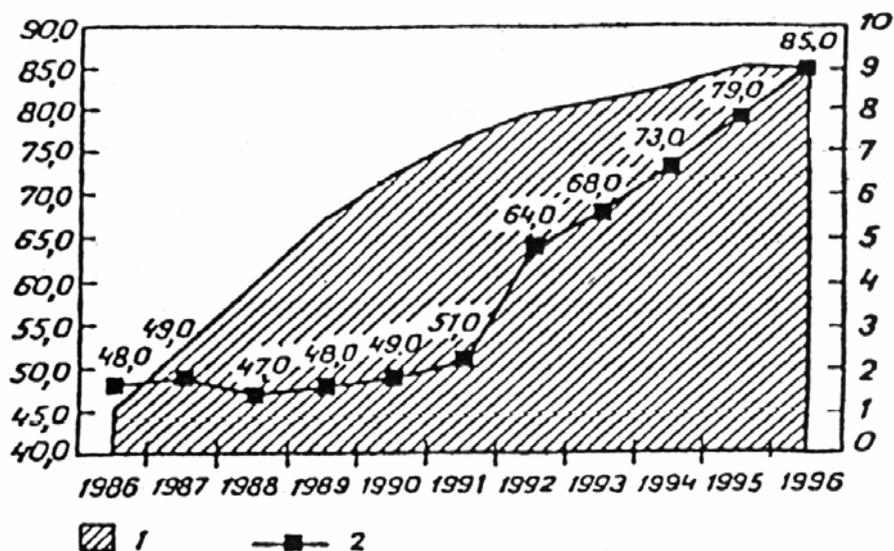


Рис. 1.4. Динамика заболеваемости населения хроническим бронхитом в связи с увеличением количества автотранспортных средств в г. Москве: 1 – автотранспорт; 2 – заболеваемость

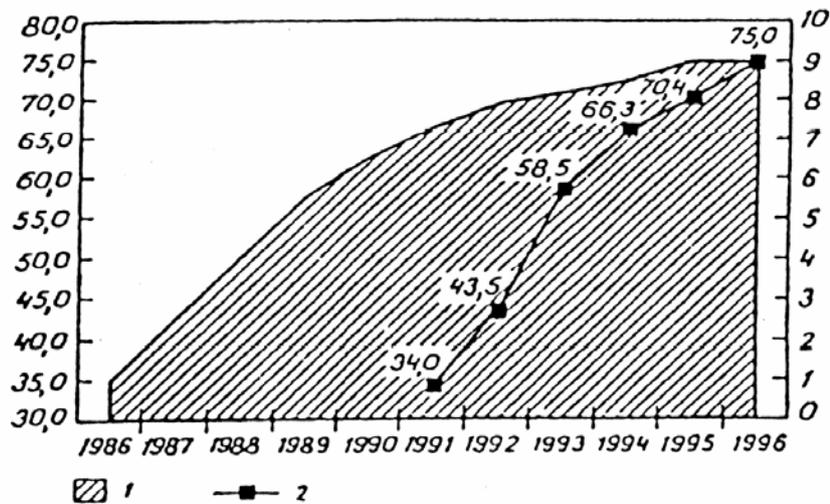


Рис. 1.5. Динамика заболеваемости детей первого года жизни врожденными пороками развития в связи с ростом индекса загрязнения атмосферного воздуха в г. Москве

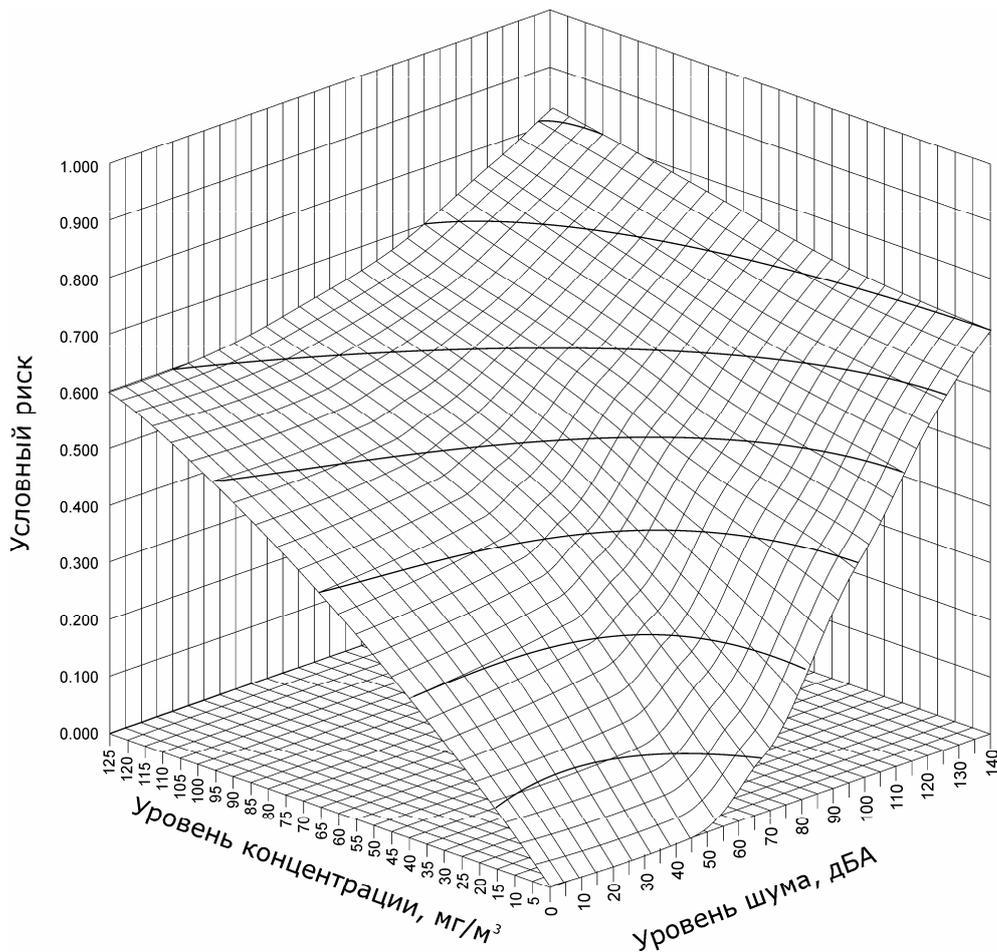


Рис. 1.6. Интегральная оценка условного риска ухудшения здоровья от химического и шумового загрязнения воздушной среды

Результатом антропогенной деятельности является повсеместное поступление токсичных веществ с воздухом, отходами, водой и по пищевым цепям, причем, в последнем случае часто наблюдается концентрирование загрязнения в организме в сотни и тысячи раз. В итоге, по оценкам заболеваемости детей за 2002 г. из 400 тысяч человек примерно 230 тысяч заболели из-за загрязнения окружающей среды.

По оценке исследователей, ухудшение состояния окружающей среды является причиной 20-40% заболеваний от их общей численности в большинстве регионов РФ.

Вопросы для самопроверки

1. Каковы особенности и изменения в загрязнении окружающей среды (ОС) произошли во второй половине XX в.?
2. Укажите основные источники загрязнения ОС.
3. Каковы основные санитарно-гигиенические последствия поступления загрязняющих веществ (ЗВ) в атмосферный воздух?
4. Каковы основные последствия поступления в ОС загрязняющих веществ от стоков и утечек из инженерных сетей?
5. Каковы последствия загрязнения ОС отходами и средствами химизации сельского хозяйства?
6. Как влияет загрязнение ОС на здоровье человека?

2. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И РАЗДЕЛЫ ТОКСИКОЛОГИИ

2.1. Основные понятия. Задачи токсикологии

Токсикология – от греческого (toxin – яд и logos – учение) – наука, изучающая законы взаимодействия живого организма и ядов.

В качестве яда может выступать множество веществ. Врач средних веков Парацельс (1493–1541 гг.) считал: " Все есть яд, и ничто не лишено ядовитости. Яд от лекарства отличается дозой".

Патологическое состояние, развивающееся вследствие взаимодействия яда с организмом, называется *интоксикацией (отравлением)*.

Экологическая токсикология – раздел токсикологии, анализирующий влияние различных видов загрязнений окружающей среды и радиационных воздействий на здоровье человека и экосистемы.

Необходимым аспектом экологической токсикологии, на наш взгляд, является выявление основных источников негативных воздействий на окружающую среду и здоровье человека, и выработка решений по снижению токсических эффектов.

Первой и наиболее важной задачей экологической токсикологии является обнаружение и характеристика токсических свойств химических веществ, а также условий, при которых эти свойства проявляются.

Взаимодействие яда с организмом изучается в двух аспектах:

- *токсикодинамика* – как это вещество влияет на организм;
- *токсикокинетика* – что происходит с ядовитым веществом в организме.

Второй задачей является определение зоны токсического действия изучаемого вещества (*токсикометрия*). При этом основными токсикометрическими характеристиками являются:

– *порог однократного острого действия токсичного вещества* Lim_{ac} – минимальная пороговая доза, вызывающая изменения показателей жизнедеятельности организма, выходящие за пределы физиологических приспособительных реакций;

– *среднесмертельная* DL_{50} ($ЛД_{50}$) и *смертельная* DL_{100} ($ЛД_{100}$) *дозы*, вызывающие гибель 50% (100%) подопытных животных при наблюдении в течение двух недель после поступления, мг/кг живого организма;

– *среднесмертельные и смертельные концентрации* токсического вещества CL_{50} ($ЛК_{50}$) и CL_{100} ($ЛК_{100}$), вызывающие гибель 50% (100%) подопытных животных при двух-, четырехчасовом ингаляционном воздействии изучаемого вещества, $мг/м^3$; мг/л.

Токсическая опасность химических веществ определяется отношением DL_{50} к Lim_{ac} . Чем больше это отношение, то есть чем меньше Lim_{ac} , тем менее опасно это вещество, так как организм бурно отреагирует на это вещество задолго до смертельной дозы.

Большое значение для оценки опасности загрязняющих веществ имеют более доступные в практической деятельности санитарно-гигиенические показатели, такие, как предельно допустимые концентрации (ПДК):

- максимальные разовые – ПДК_{м.р};
- среднесуточные или населенных мест – ПДК_{с.с} (ПДК_{нас.мест});
- рабочей зоны – ПДК_{р.з};
- в воде водоемов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования – ПДК_в;
- в воде водоемов рыбохозяйственного назначения ПДК_{в.р};
- в почвах – ПДК_п, в том числе остаточные допустимые количества (ОДК), ПДК и ориентировочно допустимые уровни содержания загрязняющих веществ (ОДУ) в пищевых продуктах и т.п.

В соответствии с нормативными документами содержание указанных гигиенических нормативов раскрывается в их определениях:

ПДК_{м.р} – концентрация загрязняющего вещества (ЗВ), мг/м³, при ингаляционном поступлении которого в течение 20 мин в организме не наблюдается рефлекторных реакций (аллергическая сыпь, рвота, кашель, слезотечение, расстройство желудочно-кишечного тракта и т.д.):

ПДК_{с.с}, ПДК_{нас.мест} – концентрация ЗВ, мг/м³, при действии которого в течение сколь угодно длительного времени (годы) в организме человека не происходит необратимых изменений и не наблюдается негативных последствий для его потомства;

ПДК_{р.з} – концентрация ЗВ в воздухе рабочей зоны (в ряде стран – среднесменная ПДК), мг/м³, при действии которого в течение 8 ч ежедневно (но не более 42 ч в неделю) в организме взрослого человека и его потомстве не наблюдается необратимых изменений.

ПДК_в (для воды водных объектов хозяйственно-бытового и культурно-бытового назначения) – максимальная концентрация вещества в воде, которая при поступлении в организм в течение всей жизни не должна оказывать прямого или опосредованного влияния на здоровье населения в настоящем и последующем поколениях, в том числе в отдаленные сроки жизни, а также не ухудшать гигиенические условия водопользования.

Аналогичны по смыслу и другие гигиенические нормативы: ПДК_в, ПДК_{в.р}, ПДК_п, ПДК_{пищ.п}, а также остаточные допустимые количества (ОДК) вредных веществ в пищевых продуктах; ориентировочно безопасные уровни воздействия на организм вредных веществ (ОБУВ); ориентировочно допустимые уровни воздействия вредных факторов (ОДУ), предельно допустимые уровни воздействия вредных факторов (ПДУ) и т.д. При этом часть гигиенических нормативов (ПДК_{в.р}, ПДУ и др.) устанавливается не только для человека, но и для водных и почвенных организмов, животных, растений и т.д.

ОБУВ и ОДУ носят временный характер (обычно 2 года), т.е. действуют до момента установления и утверждения соответствующих ПДК и ПДУ.

Важную роль играют и другие характеристики ЗВ, особенно при оценке экологической опасности отходов. Наиболее часто используются следующие:

- CL_{50} – средняя смертельная концентрация вещества, мг/л, мг/м³, вызывающая гибель 50 % всех взятых в опыт лабораторных животных при однократном ингаляционном введении в унифицированных условиях;

- канцерогенность (способность вызывать рак и другие опухоли);
- $\lg(S/\text{ПДК}_в)$, где S – растворимость компонента отхода (вещества) в воде при 20 °С;
- $\lg(C_{\text{нас}}/\text{ПДК}_{р.з})$, где $C_{\text{нас}}$ – насыщающая концентрация вещества в воздухе при 20 °С и нормальном давлении;
- $CL_{50(W)(96 \text{ ч})}$ – средняя смертельная концентрация вещества в воде, мг/л, вызывающая гибель 50 % всех взятых в опыт гидробионтов (дафний, рыб) через 96 ч;
- $\lg(C_{\text{нас}}/\text{ПДК}_{с.с})$;
- коэффициент возможности ингаляционного отравления (КВИО) – отношение концентрации насыщения вещества в воздухе ($C_{\text{нас}}$) к CL_{50} лабораторных животных при ингаляционном поступлении в унифицированных условиях (20 °С, экспозиция: 2 ч – мыши, 4 ч – крысы);
 - персистентность (трансформация в окружающей среде);
 - биоаккумуляция (поведение в пищевой цепочке, накопление в пищевых звеньях);
 - тератогенность (повреждающее действие на зародыш);
 - мутагенность (способность веществ и других агентов вызывать мутации в живых организмах и у человека).

По степени воздействия на организм вредные вещества подразделяются на четыре класса опасности (ГОСТ 12.1.007-76*):

- 1-й – вещества чрезвычайно опасные;
- 2-1 – вещества высокоопасные;
- 3-1 – вещества умеренно опасные;
- 4-1 – вещества малоопасные.

Класс опасности вредных веществ устанавливают в зависимости от норм и показателей, указанных в таблице.

| Наименование показателя | Норма для класса опасности | | | |
|---|----------------------------|----------|------------|-------------|
| | 1-го | 2-го | 3-го | 4-го |
| Предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг/м ³ | Менее 0,1 | 0,1-1,0 | 1,1-10,0 | Более 10,0 |
| Средняя смертельная доза при введении в желудок, мг/кг | Менее 15 | 15-100 | 151-5000 | Более 5000 |
| Средняя смертельная доза при нанесении на кожу, мг/кг | Менее 100 | 100-500 | 501-2500 | Более 2500 |
| Средняя смертельная концентрация в воздухе, мг/м ³ | Менее 500 | 500-5000 | 5001-50000 | Более 50000 |
| Коэффициент возможности ингаляционного отравления (КВИО) | Более 300 | 300-30 | 29-3 | Менее 3 |
| Зона острого действия | Менее 6,0 | 6,0-18,0 | 18,1-54,0 | Более 54,0 |
| Зона хронического действия | Более 10,0 | 10,0-5,0 | 4,9-2,5 | Менее 2,5 |

Третья задача токсикологии в целом – изучение патологических и патоморфологических признаков отравления при различных путях

поступления яда в организм, а также установление специфического действия с целью разработки антидотов, то есть веществ, нейтрализующих вредное действие.

Четвертая задача – разработка основ экстраполяции на человека результатов экспериментальных исследований на подопытных животных. В частности результаты испытаний на крысах совпадают с действием на человека менее чем в 35 % случаев, на собаках – 53 %. Обычно действие токсикантов экстраполируют на человека по результатам испытаний на четырех видах животных (мыши, крысы, морские свинки, кролики). Если эти результаты различаются между собой не более чем в 3 раза, то это соответствует 70 % вероятности воздействия на человека.

2.2. Основные разделы токсикологии

1. Теоретическая токсикология

Занимается экспериментальным моделированием с целью установления токсикокинетики и токсикодинамики.

2. Профилактическая (гигиеническая) токсикология.

В экологическом отношении это один из самых важных разделов, так как устанавливает круг вредных веществ по соответствующим направлениям деятельности:

- коммунальной;
- промышленной;
- сельскохозяйственной;
- пищевой;
- бытовой и др.

3. Клиническая токсикология.

Изучает острые и хронические болезни при отравлениях (химические, лекарственные болезни, токсикомания).

4. Специальные виды токсикологии:

- военная;
- судебная;
- авиационно-космическая;
- подводная и т.д.

2.3. Пути поступления токсикантов в организм и их особенности

Основными путями поступления ядов в организм в практике человеческой деятельности являются:

- ингаляционный;
- пероральный;
- чрескожный (кожно-резорбтивный).

Другие пути поступления (внутривенный, внутримышечный, подкожный, внутриполостной и т.п.) носят специфический, часто криминальный характер.

Особенностью ингаляционного поступления яда являются его быстрое внедрение в кровь легких с установлением определенного соотношения между концентрациями яда в воздухе и в крови, при этом в крови концентрация тем выше, чем выше растворимость яда в воде. Часть яда выдыхается с воздухом обратно. В первую очередь поражаются почки (рис. 2.1).

При пероральном поступлении из желудочно-кишечного тракта яды поступают в кровь и быстро в печень, поражая ее. Часть яда поступает в желчь и с желчью в кишечник, иными словами – наблюдается возврат яда в пищевые массы и новое его всасывание, то есть циркуляция. При этом значительно поражаются многочисленные кишечные железы.

При поступлении через кожу (чрескожное, кожно-резорбтивное поступление) токсичные вещества частично растворяются в жировой клетчатке (жирорастворимые), но значительно чаще поступают в межклеточную жидкость, а потом во внутриклеточную, поражая клеточные мембраны и другие структуры, затем – в кровь и поражают почки, в меньшей степени – печень (см. рис. 2.1).

Общая пространственная схема движения ядов в организме (см. рис. 2.1) не раскрывает всей сложности движения токсических веществ, обладающих различными физико-химическими свойствами, при их прохождении через многокомпонентные системы организма.

Различные токсические вещества и их метаболиты транспортируются кровью в разных формах. Для многих чужеродных соединений характерна связь с белками плазмы, преимущественно с альбуминами. Вид связи определяется сродством данного токсиканта с белками и осуществляется ионными, водородными и ван-дер-ваальсовыми силами. Белки плазмы обладают способностью образовывать с металлами комплексы. Считается, что любые поступившие в организм металлы (за исключением щелочных) образуют соединения с белками, ферментами, витаминами, липопротеидами. В дальнейшем возможно их перераспределение. Например, транспорт железа осуществляется β -глобулином, а 90–96 % меди циркулирует в организме в виде комплекса с глобулинами церулоплазмينا.

Для некоторых металлов и металлоидов имеет значение транспортирование клетками крови, главным образом эритроцитами. Например, более 90 % поступившего в организм мышьяка или свинца циркулирует в эритроцитах.

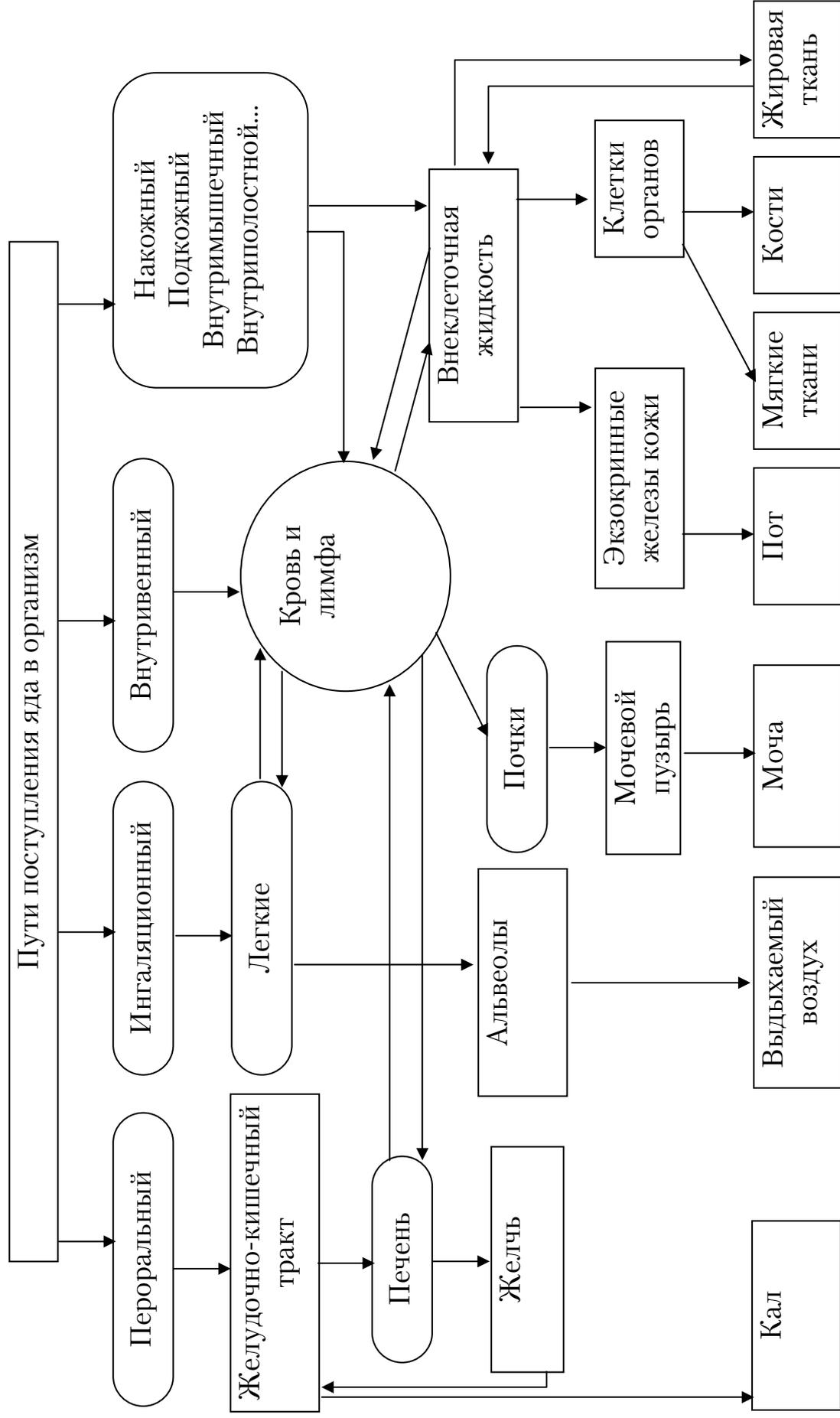


Рис. 2.1. Схема поступления токсических веществ в организм и выведения их во внешнюю среду

Токсичные вещества – неэлектролиты частично растворяются в жидкой части крови и частично проникают в эритроциты, где сорбируются, по-видимому, на молекуле гемоглобина. Таким образом, белки крови, способные связываться с токсичным веществом, помимо транспортной функции, выполняют роль своеобразного защитного барьера, препятствующего до определенной степени непосредственному контакту токсического вещества с рецептором токсичности.

В целом, токсическая нагрузка на организм при любых путях поступления токсикантов носит комплексный, сложный характер, особенно на более поздних стадиях, поэтому отмеченные особенности преимущественного поражения почек (нефротоксическое действие), печени (гепатотоксическое действие), нервной системы (нейротоксическое действие) кишечных желез и других органов и тканей более характерно для начальных стадий отравлений и, в определенной степени, условно.

Вопросы для самопроверки

1. Укажите основные пути поступления токсикантов в организм и их особенности.
2. Какова роль белков, ферментов, липопротеидов и других биологически активных веществ при движении токсикантов в организме?
3. В чем заключаются особенности ингаляционного поступления токсикантов в организм?
4. Каковы особенности перераспределения и движения токсикантов в организме при пероральном и чрескожном поступлениях?
5. Как классифицируются вещества по степени воздействия на организм человека?
6. Укажите основные токсикологические и санитарно-гигиенические показатели вредных веществ.

3. МЕТАБОЛИЗМ ЯДОВ И КЛАССИФИКАЦИЯ ОТРАВЛЕНИЙ

3.1. Метаболизм ядов в организме

Все токсичные вещества в организме претерпевают большие или меньшие изменения, при этом часть токсичных веществ накапливается в тех или иных тканях или органах в неизменном или частично измененном виде (депонируется). Часть токсичных веществ за счет обменных процессов, как правило, в сильно измененном виде выводится из организма соответствующими системами, но часть – достигает "рецепторов токсичности", то есть тех структур или веществ в организме и в клетках, которые поражаются данным токсикантом в наибольшей степени (рис. 3.1). Инактивация токсичных веществ в организме осуществляется за счет многих процессов связывания токсикантов с белками и ферментами, с гемоглобином, веществами клеточных мембран, а также окисления или восстановления токсикантов с переводом их в водорастворимую форму и последующим выведением выделительными системами.

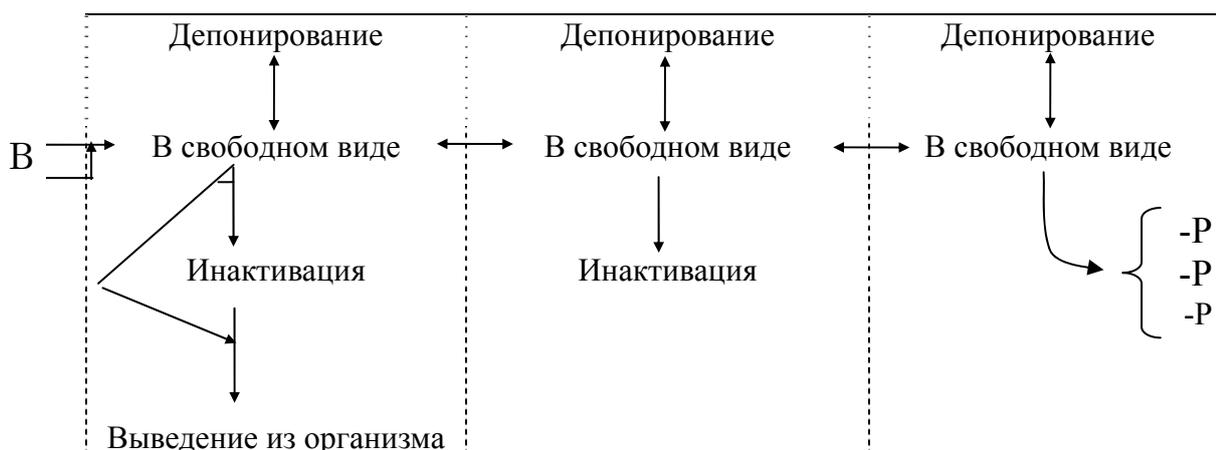


Рис. 3.1. Принципы поступления, распределения, выведения ядов из организма:

- В – токсичное вещество, поступающее в организм;
- Р – рецепторы токсичности;
- – барьеры (кожный покров, слизистые, альвеолы, ЖКТ, клеточные стенки и пр.)

Чаще всего протекают реакции гидроксилирования при участии ферментов N и других агентов А:

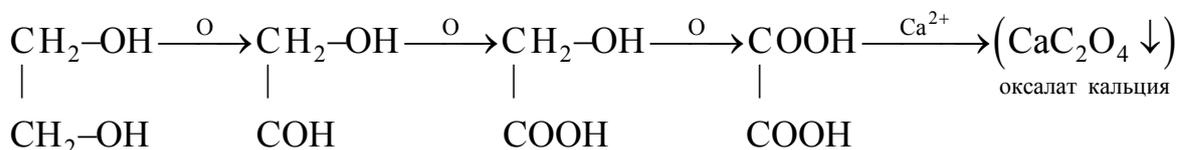


Этот процесс в основном протекает в печени за счет реакций на специальном белке (цитохром Р-450), содержащем, кроме белковой части, химически многофункциональную и активную стероидную часть.

Связывание (конъюгация) измененного или не измененного токсиканта в организме происходит с глюкуроновой кислотой, с глицерином, с сульфатной группой, с введенными лекарственными препаратами (сульфаниламидами, салициловой кислотой, унитолом и т.д.); далее эта водорастворимая форма выводится с калом, мочой, в меньшей степени – с потом. Депонированная часть токсиканта в свою очередь подвергается медленной инактивации и обратному вовлечению в общий процесс токсического действия. При этом вторичные отравления, например свинцом, депонированным в костях, носят устойчивый и выраженный характер.

Рецепторами токсичности могут быть такие структуры, как синаптическая щель, дыхательные и другие ферменты клеток, липопротеиды мембран клеток и органы в целом, например печень, почки и т.д.

Большинство промышленных токсикантов поражает, как правило, сразу несколько систем организма, то есть картина отравления носит неспецифический, не избирательный характер; кроме того, подавляющее большинство промышленных токсикантов оказывает дополнительно канцерогенное, мутагенное, тератогенное действия. Некоторые токсиканты при метаболизме в организме становятся еще более токсичными, чем первичный токсикант (*летальный синтез*). Это характерно для многих спиртов, превращающихся в более токсичные альдегиды и карбоновые кислоты; для многих ядохимикатов и для некоторых лекарственных средств. Например, этиленгликоль



образует щавелевую кислоту (летальная доза – 8 г/чел.), которая в свою очередь образует малорастворимый оксалат кальция в виде игольчатых, ежевикоподобных кристаллов в почках, травмирующих кровеносные сосуды с глубоким воспалительным поражением почек. Метаболизм метанола (древесный спирт) приводит к промежуточному образованию формальдегида и некоторых производных, поражающих зрительный нерв. Пестицид ДДТ превращается в значительно более токсичное и канцерогенное вещество – ДДЕ и т.д.

3.2. Классификация отравлений

Отравления классифицируют по многим признакам. Для практических целей наиболее важным является деление на:

- острые;
- хронические;
- подострые.

Острые отравления. Развиваются при однократном и значительном поступлении токсиканта в организм.

Отравление протекает бурно и на первом этапе специфично (токсикогенная фаза), т.е. картина отравления достаточно ясна и хорошо диагностируется. На более поздних этапах (соматогенная фаза) картина становится неспецифичной и диагностика затруднена (рис. 3.2) из-за множества осложнений.

Основные факторы, определяющие развитие острого отравления: R – пространственный; C – концентрационный; t – временной (рис. 3.2);

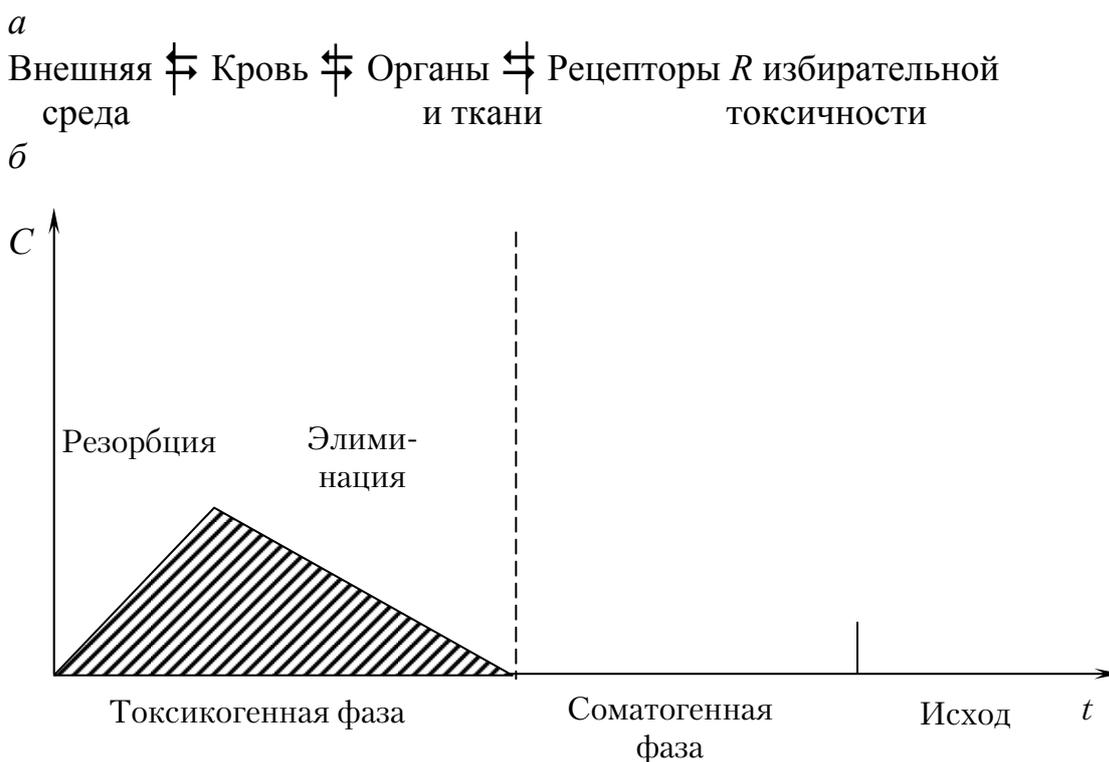


Рис. 3.2. Схема пространственных (а) и временных (б) факторов при острых отравлениях

В токсикогенной фазе идентификация отравлений достаточно устойчива, определена и вовремя начатое лечение дает, как правило, положительный результат.

В соматогенной фазе картина отравления сильно изменяется за счет развития вторичных процессов отравления (некроз тканей, вторичное токсическое поражение продуктами некроза, воспалительные процессы пораженных систем: почек, печени, кишечных и слюнных желез и т.д.), поэтому идентификация отравлений в этой фазе резко осложняется и поздно начатое лечение сильно снижает шансы на благоприятный исход.

Острые отравления на производстве достаточно редки (при ремонтах специального оборудования и несоблюдении техники безопасности, при отравлении суррогатами алкоголя, при аварийных выбросах и сбросах). Более характерны – при суицидных отравлениях.

Хронические отравления. Развиваются при постепенном (небольшими дозами) поступлении токсиканта на протяжении длительного времени.

Картина отравления неспецифическая, трудно идентифицируется (из-за стертости симптомов), развивается медленно, с устойчивым поражением систем организма и, как правило, своевременно не лечится. Хронические отравления составляют основную группу отравлений. Из-за трудностей диагностирования многие производственные заболевания не попадают в соответствующую статистику профзаболеваний и заболеваний населения по причине чрезмерного загрязнения окружающей среды.

Подострые отравления. Развиваются при однократном поступлении несмертельной дозы, но протекают бурно и с достаточной специфичностью картины отравления на начальном этапе. На более поздних этапах диагностирования сопутствующая аллергизация организма делает картину отравления стертой и назначение правильного лечения становится более затруднительным. Своевременная диагностика и лечение дают почти всегда положительный результат.

Особо опасными являются канцерогенное и остронаправленное действия. Эти воздействия склонны к биоаккумуляции, накоплению токсического эффекта в организме с соответствующим быстрым падением уровня здоровья. Перечни наиболее опасных веществ и иных агентов даны в прил. 1-6.

3.3. Классификация ядов

Классификация ядов весьма разнообразна и проводится по многим признакам:

- химической природе токсикантов (органические, неорганические, элементоорганические);
- характеру биологического действия (очень разнообразна);
- практической (по цели применения);
- гигиенической (по степени токсичности);
- степени канцерогенной активности и др.

Практическая классификация.

Предусматривает деление токсичных веществ на:

- промышленные яды;
- ядохимикаты, пестициды:
 - инсектициды;
 - дератизаты;
 - бисеканты;
 - дефолианты;
 - фунгициды;
 - альгициды;

- лекарственные средства (с собственной классификацией);
- бытовые химикаты;
- биологические (растительные и животные яды);
- боевые отравляющие вещества (БОВ);
- другие.

Гигиеническая классификация.

Отражает степень опасности ядов (табл. 3.1).

Таблица 3.1

Гигиеническая классификация токсикантов

| Степень (разряды) токсичности веществ | Пути поступления ядов | | |
|--|--------------------------------------|------------------------|--------------------------|
| | ингаляционный | | энтеральный |
| | CL ₅₀ , мг/м ³ | ПДК, мг/м ³ | DL ₅₀ , мг/кг |
| I. Чрезвычайно токсичные | < 1,0 | < 1,0 | <15 |
| II–III. Высокотоксичные | 1–10 | < 10,0 | 15–150 |
| IV–V. Умеренно токсичные | 11–40 | < 100,0 | 151–1500 |
| VI–VIII. Малотоксичные | > 40 | > 100,0 | >1500 |

Токсикологическая классификация.

Эта классификация отражает преимущественный характер токсического действия (табл. 3.2).

Таблица 3.2

Токсикологическая классификация токсикантов

| Общий характер токсического воздействия | Характерные представители |
|---|--|
| I. Нервно-паралитическое действие (бронхоспазм, удушье, судороги, параличи) | Фосфорорганические ядохимикаты и БОВ (V-х – газы, зарин, зоман) |
| II. Кожно-резорбтивное действие (местные воспалительные и некротические изменения) с общетоксическими явлениями | Галогенсодержащие органические вещества, кислоты, щелочи, мышьяк и его соединения, ртуть (сулема), БОВ (иприт, люизит), уксусная эссенция (80 % и более концентрированных) |
| III. Общетоксическое действие (гипоксические судороги, кома, отек мозга, параличи) | Синильная кислота и ее производные, угарный газ, алкоголь и его суррогаты, БОВ (хлорциан) |
| IV. Удушающее действие (токсический отек легких) | Оксиды азота (NO ₂ , N ₂ O ₄ , ...), сернистый ангидрид SO ₂ , фосген, дифосген |
| V. Слезоточивое и раздражающее действие | Хлорпикрин, БОВ (Си-Эс, адмсит и др.), пары крепких кислот, щелочей |
| VI. Психотропное действие (нарушение активности сознания) | Наркотики (кокаин, опий), атропин, БОВ (ЛСД, В-Z, лизергиновая кислота) |

Многие применяемые в практике ядовитые вещества обладают, как правило, широким спектром токсического действия и данная в табл. 3.2

классификация отражает только преимущественные и наиболее характерные для рассматриваемого токсиканта токсические действия.

Вопросы для самопроверки

1. Каковы механизмы инактивации токсичных веществ в организме?
2. Летальный синтез и особенности депонирования токсичных веществ в организме.
3. Острые, подострые и хронические отравления и их особенности.
4. Виды классификации ядов. Гигиеническая и практическая классификации токсичных веществ.
5. Основные представления о рецепторах избирательной токсичности в организме.
6. Принципы поступления, распределения и выведения ядов из организма.
7. Мутагенное, канцерогенное и тератогенное действия токсичных веществ.

4. ХАРАКТЕРИСТИКА ТОКСИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ НАИБОЛЕЕ ОПАСНЫХ И РАСПРОСТРАНЕННЫХ НА ПРАКТИКЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

4.1. Характеристика токсического действия ртути и ее соединений

Основные источники поступления ртути в окружающую среду

Ртуть, вследствие высокой летучести и нестойкости соединений, непрерывно поступает в окружающую среду за счет испарения из гранитного слоя мантии земли (более 14 тыс. т/год). Другими крупными источниками являются: выбросы с вулканическими газами и пеплом, выветривание месторождений, вымывание осадками и грунтовыми водами из месторождений. В целом природное поступление ртути составляет 70–100 тыс. т/год. С речным стоком выносятся примерно 2,6 тыс. т/год. В результате соединения и пары ртути содержатся во всех природных средах, поступают во все живые организмы, накапливаются в угле, нефти и других органических отложениях.

Но содержание ртути очень невелико: в гранитном слое – $3,3 \cdot 10^{-6} \%$, в почве – $1 \cdot 10^{-6} \%$, в каменном угле – $20 \cdot 10^{-6} \%$, в золе растений – $25 \cdot 10^{-6} \%$, в атмосфере – $(0,4-1) \cdot 10^{-9} \text{ г/м}^3$ (над сушей в 10 раз больше, чем над океаном), в морской воде – $0,03 \text{ мг/м}^3$.

Ртуть легко мигрирует в водных объектах (коэффициент миграции в водных объектах $K_{\text{в}} = 17,58$), хорошо накапливается в растениях (коэффициент накопления в растениях по отношению содержания в почвах $K_{\text{раст}} = 7,58$), многие водоросли обладают способностью накапливать ртуть из окружающей среды, особенно бурые водоросли: $K_{\text{вод}} \approx 200$. Она прочно фиксируется почвой за счет образования комплексных соединений с гуминовыми кислотами, поэтому аккумулируется в почвах.

Основными антропогенными источниками поступления ртути в окружающую среду являются: пирометаллургические предприятия, выбросы при сжигании органического топлива (средняя ТЭС выбрасывает – 2,5 кг/сут); ртуть поступает также при использовании жидких ртутных электродов при производстве хлора и щелочи (более 1 г ртути на 1 т продукта), при эксплуатации различных электротехнических устройств, содержащих ртуть, термометров, ртутьсодержащих приборов, люминесцентных ламп, содержащих от 4-6 до 700-1200 мг ртути соответственно в компактных люминесцентных (энергосберегающих) лампах и ртутных лампах уличного освещения, медицинских препаратов (ртутные мази, сулема и др.). Весьма много ртути поступает с ядохимикатами (гранозан, димелртуть и др.) и при использовании боеприпасов, так как входит в состав капсулей-воспламенителей в виде гремучей ртути $\text{Hg}(\text{CNS})_2$. В сумме за год

антропогенные источники приводят к поступлению 10–15 тыс. т ртути. Критическим порогом антропогенного поступления ртути является примерно 40 тыс. т/год. Однако поступающие 10–15 тыс. т, в основном в районах плотного заселения промышленно развитых стран, находятся в наиболее опасной и подвижной форме, так как при попадании ртути в водоемы в любых формах она преобразуется бактериями в высоко подвижную метилртуть. поэтому хроническое отравление ртутью носит весьма распространенный характер.

Токсическое действие ртути

Ртуть относится к супертоксикантам, так как оказывает токсическое действие в ничтожно малых количествах и токсична для подавляющего большинства живых форм.

В малых количествах ртуть присутствует практически в каждом организме и они к ней адаптировались; более того, в малых количествах ртуть полезна, так как активизирует иммунитет, но даже незначительное превышение этого порогового содержания приводит к отравлению с различными последствиями.

Для растений токсичность ртути проявляется при концентрациях 0,1–1 мкг/л, происходит нарушение фотосинтеза и ускоренное старение с замедлением роста из-за нарушения фиксации азота и фосфора.

При концентрациях больше 5–10 мкг/л нарушается жизнедеятельность рыб, сильно замедляется их рост. В целом необходимо отметить, что в рыбе и других гидробионтах ртуть накапливается в значительных количествах. Например, щуки, выловленные у побережья Швеции, содержали до 5,7 мг/кг метилртути, что вызывало гибель кошек, которым их скармливали, через 2-3 месяца. Содержание ртути в 20 мг/кг является для рыб летальным. Содержание ртути в печени птиц из прибрежных районов Швеции и Нидерландов составляет до 25 – у ястребов, пустельги – до 41 и кряквы – до 80 мг/кг!

Для животных и человека ртуть наиболее токсична. При этом основным механизмом токсического действия является связывание ионов ртути с функциональными группами транспортной РНК, ферментами и белками (–аминогруппами; –SH; –COOH и др.). В результате такого блокирующего взаимодействия происходят сбои в работе многих систем организма и основное токсическое и вредное действие ртути проявляется в:

- поражении почек;
- нейротоксичности;
- поражении слюнных и кишечных желез;
- поражении генетических структур клеток;
- гонадотоксичности;
- эмбриотоксическом и тератогенном действиях.

Острые отравления

На практике, как правило, острые отравления весьма редки и наблюдаются при ремонте химической аппаратуры, а также при суицидных отравлениях.

Клиническая картина отравления, развивающаяся в течение 8–24 часов, представлена общей слабостью, головной болью, болями при глотании, повышенной температурой, катаром верхних дыхательных путей, затем возникают болезненность десен, воспалительный процесс в полости рта (ртутный стоматит) с язвенным процессом на деснах, боли в животе, тошнота, рвота, часто жидкий стул с кровью, признаки поражения почек, дрожание рук.

При пероральном отравлении сильнее проявляется расстройство желудочно-кишечного тракта (ЖКТ), появляется темная кайма по краю десен (HgS), возникает рвота с кровью, наблюдаются тяжелое поражение почек (сулемовая почка), обильное слюноотделение (саливация), схваткообразные позывы (тенезмы), возникают множественные язвенные образования на слизистой желудка.

В сравнительно легких случаях выздоровление наступает через 2–3 недели, в тяжелых – через 5–6 недель, возможна смерть из-за сплошного некроза извитых канальцев почек.

Хронические отравления ртутью и ее соединениями

Хронические отравления ртутью весьма распространены на практике, так как она оказывает вредное воздействие в ничтожных концентрациях. При этом выраженность отравления зависит от многих причин:

- 1) индивидуальных особенностей организма;
- 2) концентрации ртути и ее соединений;
- 3) формы, в которой ртуть находится.

Нерезко выраженная интоксикация наблюдается при концентрации 0,2–1,3 мг/м³ при стаже до полугода и при концентрации 0,035 мг/м³ – при стаже 3 года. Начальные признаки интоксикации развиваются при концентрациях 0,01–0,06 мг/м³.

В зависимости от концентрации и длительности воздействия развивается так называемый *меркуриализм*, а при концентрации ниже 0,01 мг/м³ – *микромеркуриализм*, при котором картина отравления носит более скрытый, невыраженный характер.

Характерные признаки меркуриализма: повышенная утомляемость, слабость, сонливость, апатия, эмоциональная неустойчивость, несдержанность, головные боли, головокружение (ртутная неврастения), развивается ртутный тремор: сначала дрожание рук, языка, век, а в тяжелых случаях – всего тела. При общем уровне повышенной застенчивости, робости, пугливости, общей подавленности наблюдается повышенная возбудимость.

При прогрессировании процесса – крайняя раздражительность, угрюмость, плаксивость, ослабление памяти, гиперсаливация (обильное слюноотделение), нарушение секреторной деятельности желудка, потливость, что является результатом поражения вегетативной нервной системы ртутью, боли в конечностях, нередко наблюдается поражение тройничного нерва, в результате чего возникает асимметрия лица.

Важным признаком ртутного отравления является ослабление мышц – разгибателей кистей рук. Часто наблюдаются нарушение менструального цикла, повышенная частота выкидышей, задержка околоплодных вод и скрытые отеки у новорожденных, а также нарушения, врожденные пороки и недостаточность защитных механизмов. В целом, тератогенное и мутагенное действия являются наиболее опасными последствиями отравления ртутью.

Поступление в организм, распределение и выведение ртути

Среднее содержание ртути в организме человека составляет несколько миллиграммов. На производстве преобладают ингаляционные отравления. При этом при концентрации до $0,25 \text{ мг/м}^3$ вся ртуть задерживается в дыхательных путях. Депонирование ртути происходит в мозге, почках, печени и сердце. Основными депо являются почки и селезенка, где ртуть обнаруживается даже при однократной заправке в течение не менее 7,5 недель, то есть выделение ртути происходит очень медленно. При этом оно осуществляется примерно: почками – 40 %, железами толстого кишечника – 30–35 % и слюнными железами – 20–25 %. По этой причине наблюдается хронический "ртутный стоматит" и хроническое поражение почек и желез толстого кишечника.

Показателем отравления ртутью может служить ее содержание примерно $1 \text{ мкг} \%$ в моче и примерно 10 мг/кг в волосах.

Гигиенические нормативы

Ртуть и ее соединения относятся к первому классу опасности и гигиенические нормативы для них чрезвычайно жесткие:

$$\text{ПДК}_{\text{р.з}}(\text{Hg}) = 0,01 \text{ мг/м}^3;$$

$$\text{ПДК}_{\text{р.з}}(\text{соед.}) = 0,05 \text{ мг/м}^3 \text{ (в пересчете на металл);}$$

$$\text{ПДК}_{\text{с.с}}(\text{Hg и соед.}) = 0,0003 \text{ мг/м}^3;$$

$$\text{ПДК}_{\text{в}} = 0,0005 \text{ мг/л};$$

$$\text{ПДК}_{\text{в.р}} = 0,001 \text{ мг/м}^3;$$

$$\text{ПДК}_{\text{п}}(\text{Hg}) = 2,1 \text{ мг/кг};$$

$$\text{ПДК}_{\text{пищ.п}}, \text{ мг/кг:}$$

$$\text{– рыбные} = 0,5;$$

$$\text{– мясные} = 0,03;$$

$$\text{– молочные} = 0,005;$$

$$\text{– хлеб, овощи, фрукты, соки} = 0,01\text{–}0,05.$$

Из-за высокой склонности к концентрированию ртути и других токсичных металлов в пищевых цепях в скандинавских странах не рекомендуется употреблять рыбу чаще двух дней в неделю.

Работа с ртутью и ее соединениями тщательно регламентируется нормативными документами, в которых описаны не только меры безопасности при работе, но и порядок учета и сдачи отработанных приборов, реагентов, устройств, например, люминесцентных ламп, ртутных термометров, автоматических отсекателей тока и т. д.

Нормативных документов много. Основные:

- ГОСТ 12.3.031–83. Работа с ртутью. Требования безопасности;
- Порядок накопления, транспортировки, обезвреживания и захоронения токсичных отходов. – М., 1985.

Контроль содержания ртути проводят лаборатории Роспотребнадзора и другие сертифицированные лаборатории. При загрязнении помещений ртутью делают демеркуризацию концентрированным раствором FeCl_3 или коллоидно-дисперсной серой с последующей тщательной уборкой. Крупные капли пролитой ртути собирают в стальные емкости, а оставшиеся мелкие капли поглощают очищенной и травленной в азотной кислоте медной пластинкой. При этом капли ртути поглощаются вследствие образования сплава с медью (амальгаму). Неисправные люминесцентные лампы и отходы ртути сдают в специализированные организации, которые имеют лицензию на утилизацию опасных видов отходов.

4.2. Токсическое действие свинца и его соединений

Основные источники загрязнения окружающей среды свинцом и его соединениями

Свинец, наряду со ртутью и другими элементами, относится к высокотоксичным веществам, составляющим основную экологическую проблему при загрязнении окружающей среды неорганическими соединениями, так как его антропогенное поступление за последние 100 лет возросло более чем в 10000 раз и только с речным стоком ежегодно сбрасывается свыше 460000 тонн; кроме того, огромное количество свинца поступило в окружающую среду с выхлопными газами двигателей, при использовании этилированного бензина. Основными источниками загрязнения, кроме автотранспорта, являются все металлургические предприятия, большинство гальванических производств, а также экранирование телефонных и других кабелей, производство боеприпасов и взрывчатых веществ, сплавы (баббиты – для подшипников, сплавы с оловом для пайки), производство свинцовых электрических аккумуляторов, а также хрусталя, специальных стекол и лакокрасочных средств.

Массовое применение соединений свинца в бензинах началось с 1923 года с целью повышения октанового числа бензина, то есть уменьшения скорости горения бензиновоздушной смеси при увеличении степени сжатия и температуры (предотвращение детонации). Для этого в бензин добавляют $Pb(C_2H_5)_4$ – тетраэтилсвинец (ТЭС) и другие вещества в сумме от 0,15 до 1,1 г/кг.

Вследствие чрезвычайной токсичности все этилированные бензины окрашены в разные цвета. Планировалось с 2000 года прекратить выпуск этилированного бензина, однако из-за экономических и технологических трудностей в России доля этилированного бензина до настоящего времени составляет до 20 % в зависимости от региона. В странах ЕЭС и США использование этилированных бензинов запрещено с 2002 г.

Природными источниками поступления соединений свинца являются его месторождения – за счет выветривания и вымывания. В целом фоновое содержание свинца в почвах за счет природного поступления не превышает 14 мг/кг.

Токсическое действие свинца и его соединений

Для растений свинец малотоксичен. Для гидробионтов и большинства наземных животных – сильно токсичен. Обладает способностью легко мигрировать, особенно водными путями, и аккумулироваться по пищевым цепям. Наиболее токсичен для млекопитающих.

Токсическое действие связано со способностью ионов свинца взаимодействовать со всеми металлоферментами, витаминами, а так же, как и ионы ртути, – с веществами клеточных мембран, белками и нуклеиновыми кислотами. В результате спектр токсического действия свинца очень широкий и при действии его соединений наблюдаются:

- нарушения обмена веществ и работы эндокринной системы;
- двигательные расстройства и нарушения в работе ЦНС в целом;
- нарушения в желудочно-кишечном тракте.;
- развитие атеросклероза

Кроме того, как и для большинства тяжелых металлов, для свинца характерны мутагенное, канцерогенное и тератогенное действия.

Острые отравления

Острые отравления наблюдаются, когда нарушается техника безопасности при пайке оловянно-свинцовыми припоями, плавке сплавов, вдыхании пыли пигментов красок, сварке цветных металлов, при работе с этилированными бензинами. При острых отравлениях возникают "свинцовая колика" (приступообразные боли в желудке), запор, общая слабость, головокружение, боли в конечностях и пояснице, бледность с землистым оттенком кожных покровов, желтушность склер, серая кайма на деснах (PbS), болезненность в области печени. Описаны острые отравления при

использовании соков, полученных на оборудовании с применением свинцово-оловянных паяных соединений, а также отравления консервами и соками, находящимися в жестяных банках с запаянными крышками. Распространены острые отравления при использовании кустарных керамических изделий, которые часто глазируют оксидом свинца. Нередки отравления за счет поступления свинца из хрустальной посуды при длительном хранении в ней пищи.

При пероральных отравлениях рекомендуется обильное промывание желудка с последующим введением медицинских препаратов, активно взаимодействующих с ионами тяжелых металлов (унитол, сукцимер и др.).

Хронические отравления

Хронические отравления являются распространенными, и нарушения в системах организма зависят от поступивших доз и продолжительности действия.

Поражение нервной системы в начальных стадиях проявляется функциональным расстройством центральной нервной системы (головной болью, ухудшением сна, большой раздражительностью, мышечной слабостью, повышенной потливостью). При более серьезных отравлениях развивается воспаление мозговой оболочки (энцефалопатия), головные боли становятся сильными с головокружением и эпилептиформными припадками, часто возникают "свинцовая мания" и депрессия. При прогрессировании отравления может развиваться церебральный паралич и атеросклероз. При хронических отравлениях очень часто появляются полиневриты (отмирание нервных волокон, вплоть до формирования "висячей кисти" или "стопы"). Нередко отравления сопровождаются судорожными сокращениями мышц гортани, подергиванием глазного яблока, очень важным признаком является сужение поля зрения.

Обменные и эндокринные нарушения

При обменных и эндокринных нарушениях сильно изменяется состав мочи. В частности, в ней значительно повышается содержание дельта-аминолевулиновой кислоты (до 2 мг %), что является надежным признаком отравления соединениями свинца. Увеличивается содержание железа в моче и сильно снижается количество аскорбиновой кислоты, что связывают с образованием соли свинца (аскорбат свинца).

У работников производства, связанного со свинцом, в возрасте 21–24 лет при стаже до шести и более лет отмечены нарушения менструального цикла и общее нарушение детородной функции, которые проявляются в повышении процента преждевременных родов, выкидышей, внутриутробной гибели плода.

Новорожденные дети медленнее растут, высока их смертность, при этом наибольшую опасность представляет интоксикация в первые месяцы беременности, которая возможна при концентрации свинца в крови матери примерно 30 мкг/л, что характерно при содержании свинца в воздухе – 5 мкг/л. Такая концентрация свинца в воздухе наблюдается вдоль дорог с неинтенсивным движением, а вдоль оживленных магистралей она повышается в 10 раз. У детей с концентрацией свинца в крови 250–550 мкг/л имеют место нарушения в поведении и умственная отсталость, а при 600 мкг/л – дебильность.

У рабочих-мужчин заводов цветной металлургии, работников типографий и аккумуляторных производств наблюдается содержание свинца в крови до 410–745 мкг/л и обнаружено прямое действие на гонады (внутренние нарушения предстательной железы), у женщин – тератогенное действие и резкое снижение качества яйцеклеток).

Депонирование свинца происходит в основном в костях и хорошо обнаруживается при рентгеноскопии. В результате накопления значительных количеств свинца наблюдаются повторные (вторичные) интоксикации за счет его обратного поступления в кровеносную систему и желудочно-кишечный тракт. Высока способность свинца накапливаться в волосах и зубах. В среднем у жителей сельской местности содержание свинца в волосах достигает 20 мкг/г, у городских – 60 мкг/г. Очень высок процент накопления свинца в грибах и лишайниках.

На практике наиболее массовыми являются хронические отравления соединениями свинца, поступающими с отработавшими газами двигателей внутреннего сгорания (ДВС), со свинецсодержащей пылью от осыпающейся краски и с соединениями свинца, поступающими по пищевым цепям, главным образом, с продукцией, выращенной в санитарно-защитных зонах оживленных магистралей (рис. 4.1) и многих металлургических производств. Велика опасность отравления свинцом от несанкционированных свалок отработавших аккумуляторов.

Исследования в США показали, что наибольшую опасность представляет применение свинецсодержащих красок, которыми в этой стране покрыты более 40 тысяч зданий. Приемлемой технологии снятия и обезвреживания этих красок разработать не удалось, поэтому производится плановый снос таких зданий с захоронением строительных остатков. В США свинецсодержащие лакокрасочные материалы были запрещены, а в России продолжают производиться (свинцовые белила, сурики, фасадные краски), кроме того, доля этилированного бензина по-прежнему высока и составила в 2002 г. примерно 35–40 % от всего объема произведенного бензина, а в настоящее время, несмотря на запрет его применения с 2003 г. – более 10%..

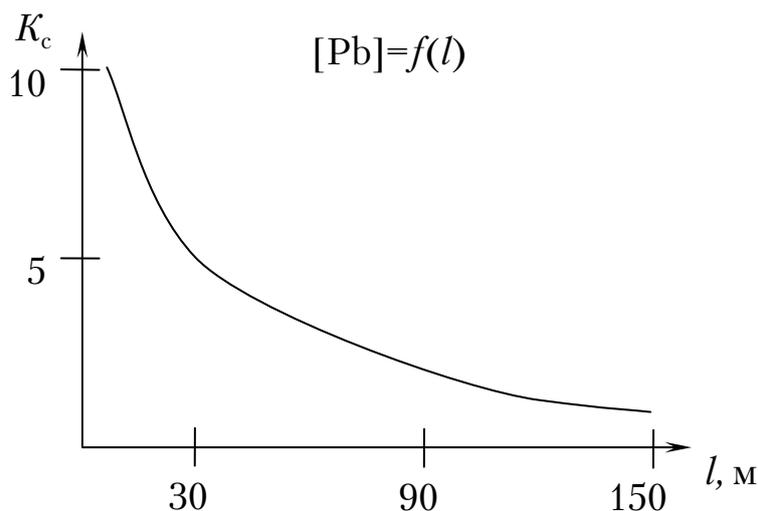


Рис. 4.1. Схема распределения свинца в почвах вдоль автомагистралей с интенсивным движением (K_c – коэффициент превышения фоновой концентрации)

Гигиенические нормативы

Соединения свинца тем более опасны, чем выше их растворимость и токсичность аниона кислоты, т.е. нитраты токсичнее хлоридов, а хроматы и арсенаты – токсичнее нитратов, несмотря на низкую растворимость. Даже малорастворимые соединения ($PbSO_4$, PbS , PbO , $Pb_3(PO_4)_2$) в организме переходят в более растворимые и являются высокотоксичными.

Соединения свинца и сам свинец относятся к I и II классам опасности. Их содержание в различных средах жестко регламентируется:

$$ПДК_{p,z} = 0,01 \text{ мг/м}^3;$$

$$ПДК_{с.с} = 0,003 \text{ мг/м}^3 \text{ (Pb)}; 0,0003 \text{ мг/м}^3 \text{ – для соединений};$$

$$ПДК_{в} = 0,03 \text{ мг/л};$$

$$ПДК_{п} = 20,0 + 12 \text{ (фоновое содержание)}, \text{ т.е. } 32 \text{ мг/кг};$$

$$ПДК_{\text{молочных прод}} = 0,05 \text{ мг/кг};$$

$$ПДК_{\text{мясных прод}} = 0,5 \text{ мг/кг};$$

$$ПДК_{\text{рыбных прод}} = 1,0 \text{ мг/кг};$$

$$ПДК_{\text{хлебопрод}} = 0,2 \text{ мг/кг};$$

$$ПДК_{\text{соков, вин}} = 0,4 - 0,5 \text{ мг/л}.$$

Работа со свинцом и его соединениями регламентируется множеством ведомственных и отраслевых документов, например:

- Санитарные правила для предприятий цветной металлургии. – 1983.
- ОСТ 11091.430.16-83. Применение стеклокристаллического цемента и композиционных материалов на его основе.
- ОСТ 4Г 0.033.200-86. Производство стеклянной массы. Общие требования безопасности.

Не рекомендуется рытье колодцев, выпас скота и ведение сельского хозяйства на расстоянии менее 100 м от автомагистралей. Запрещается чистка и хранение загрязненной спецодежды в производственных помещениях.

До 1960 г. свинец и его соединения считались малотоксичными, поэтому свинецсодержащие материалы получили широкое распространение, однако накопление информации и тщательное исследование токсичности свинца, особенно обнаружение его высокой терато- и мутагенности, резкого повышения уровня умственной отсталости у детей, привели к быстрому ужесточению гигиенических нормативов и интенсификации работ по замене свинца и его соединений на менее токсичные.

4.3. Характеристика токсического действия меди и ее соединений

Основные источники поступления меди в окружающую среду

Медь и ее соединения на практике применяются чрезвычайно широко: в виде чистого металла, разнообразных сплавов (латуни, бронзы и т.д.), а также в виде широкого спектра соединений (сульфаты, хлориды и нитраты – в гальванических цехах, гидроксохлориды и соединения с органическими веществами – в качестве пестицидов (хлорокись меди, купрозан, бордоская смесь и т.д.)). Поэтому хронические, а иногда и острые отравления медью и ее соединениями довольно распространены. Основными поставщиками меди и ее соединений в окружающую среду являются:

- предприятия цветной металлургии, производство меди и ее сплавов;
- стоки гальванических производств;
- препараты сельхозхимии;
- сварка, полировка, шлифовка в машиностроении;
- некоторые лакокрасочные материалы (бронзовая краска) и т.д.

Суммарное поступление меди от антропогенных источников с речным стоком составляет 53 тыс. т/год, фоновое содержание меди в почве – от 10 до 20 мкг/кг; содержание в атмосферном воздухе в виде мелкодисперсной пыли, в основном карбонатов и оксидов, составляет 10–100 нг/м³ – в зависимости от региона. Доля антропогенного поступления меди составляет до 70–80 % от общего природного поступления.

Наиболее загрязненными соединениями меди являются районы интенсивного сельского хозяйства (садоводства, виноградарства и овощеводства) и донные отложения всех рек промышленной зоны. В частности, Горьковское водохранилище содержит от 10 до 30 ПДК в пересчете на медь во взвешенном и растворенном виде и до 100 ПДК – в донных отложениях.

Медь в микроколичествах участвует в жизнедеятельности всех организмов и растений. Входит в состав различных биологически активных структур, у высших животных обнаружена в некоторых элементах крови и металло-

ферментах. Достаточно легко мигрирует по пищевым цепям, особенно в слабокислых и нейтральных сферах, и в значительных количествах накапливается в органических остатках. Например, каменный и бурый уголь содержат примерно 25 мг/кг меди.

В теле человека средней массы содержится 5–7 мг меди. Необходимое ежедневное поступление – 2–5 мг/сутки, примерно поровну с пищей и водой.

Токсическое действие меди и ее соединений

Превышение нормального поступления меди в организм приводит к развитию хронических отравлений. При этом в основе токсического действия меди лежит высокое химическое сходство с серой, что приводит к блокированию сульфидных групп (R–SH), белков и, в меньшей степени, – ферментов.

Медь токсична для всех водных организмов. По этой причине медный купорос $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ применяется в качестве альгицида, т.е. для уничтожения водорослей из расчета 1–3 мг/л. Токсичное воздействие на водные организмы начинает проявляться при концентрации ниже 0,01 мг/л. Большинство видов рыб гибнет при концентрациях 0,02–0,5 мг/л. Растения в основном устойчивы к соединениям меди, но ее избыточное поступление приводит к задержке роста и нарушению фотосинтеза. Все животные высокочувствительны к соединениям меди.

Острые отравления

Острые отравления наблюдаются при вдыхании металлической пыли меди и ее сплавов в процессе шлифовки и сварки, а также порошков бронзовой краски. Возможны острые отравления растворами медного купороса, купрозана и других ядохимикатов. При ингаляционных острых отравлениях поступление в трахею примерно 20 мг пыли чистой меди приводит к гибели всех подопытных животных. Ингаляционное введение меди по 2,0 мг 2 раза в сутки приводит к гибели до 50 % подопытных животных в течение двух недель. При этом наблюдаются острый бронхит, катарально-гнойное воспаление легких, изменения в легких и печени.

Сходные изменения наблюдаются при вдыхании пыли соединений меди: малахитовой, сульфатной, в меньшей степени сульфидной. В частности, малахитовая пыль в количестве 10,0 мг вызывала гибель 20% подопытных крыс.

При острых отравлениях людей (концентрация меди до 14 мг/м³) наблюдаются раздражение слизистых оболочек, сладкий вкус во рту, через несколько часов – головная боль, слабость, особенно в ногах, покраснение зева, конъюнктивиты, тошнота, боль в мышцах, разбитость, температура 38–39°. Через день – температура нормальная, но чувствуется слабость.

При сухой протравке зерна фунгицидом, содержащим карбонат и сульфат меди, через несколько часов наблюдаются: температура 39° и выше, озноб, проливной пот, общая разбитость, ноющие боли в мышцах, раздражение слизистых гортани и глотки, кашель с зеленой мокротой, часто бронхит.

При пероральных отравлениях (как правило, в суицидных случаях) – тошнота, рвота, часто с кровью, боль в животе, нарушение координации движений, разрушение гемоглобина, обнаружение билирубина в моче. Смерть – за счет поражения печени и кровоизлияний в желудке и печени. Зарегистрирован смертельный случай в течение 3-х суток при отравлении ребенка, однократно вдохнувшего пыль бронзовой краски.

Хронические отравления

Как пероральные, так и ингаляционные отравления сопровождаются разрушением гемоглобина крови, нарастает печеночная недостаточность, поражается периферийная нервная система, выражены мутагенные действия, достоверна повышенная частота выкидышей, аллергические дерматиты, изъязвления роговицы глаза, при этом возникает конъюнктивит, глазное яблоко часто окрашивается в зеленовато-желтый цвет, но основное неблагоприятное действие происходит из-за разрушения клеток крови и печени.

При пероральных отравлениях рекомендуется срочное промывание желудка и кишечника, применение металлосвязывающих препаратов типа унитол и др.

Гигиенические нормативы

Мелкодисперсная медь относится к III классу опасности. Большинство соединений меди принадлежат ко II классу, а хромофосфат – к I классу. Гигиенические нормативы:

- ПДК_{р,з} = 0,02–0,5 мг/м³ (в зависимости от вида химических соединений в пересчете на Cu);
- ПДК_{с,с} = 0,001–0,002 мг/м³;
- ПДК_{пищ,п} = 5–10 мг/кг;
- ПДК_{в (во взвеш. сост.)} = 0,01 мг/л;
- ПДК_{в,р} = 0,001 мг/л.

Наибольшую опасность в быту представляет применение бордосской смеси и медного купороса на приусадебных и дачных участках, в частности, при борьбе с фитофторозом помидоров и картофеля, а также при обработке деревьев и кустарников, так как происходит массовое загрязнение участков и продукции соединениями меди.

В отличие от остальных тяжелых металлов медь наиболее сильно действует на лейкоциты крови и гемоглобин, вызывая их разрушение.

4.4. Характеристика токсического действия цинка и его соединений

Основные источники поступления цинка в окружающую среду

Цинк принадлежит к рассеянным элементам с небольшим содержанием в земной коре ($7 \cdot 10^{-3} \%$) и в то же время относится к наиболее токсичным элементам крупномасштабного загрязнения мирового океана. В частности, в поверхностном слое океана (60–100 мкм) концентрация цинка составляет 1,02 мг/л, в то время как верхним порогом экологической устойчивости (толерантности) для океанов и внутренних морей принято считать концентрацию 0,05 мг/л. Среднее содержание цинка в морской воде составляет 0,01 мг/л.

Массовое поступление цинка связано с резким увеличением антропогенной деятельности. Из годового выноса цинка речным стоком (740 000 т/год) примерно 334 тыс. т – вследствие антропогенной деятельности. Средняя концентрация цинка в речных водах – 0,02 мг/л, среднее содержание в почвах мира – 5 мг/кг. Цинк очень легко мигрирует водными путями, легко захватывается фитомассой растений и биосом океана. Коэффициент бионакопления на суше $K_6 = 19,6$. Вместе с медью и свинцом занимает первое место среди рассеянных элементов по интенсивности поглощения биомассой океана. Растениями – индикаторами атмосферного загрязнения цинком могут служить мхи. В частности, вокруг предприятий цветной металлургии мхи накапливают цинк до 0,86 мг/г.

Основными сферами применения и антропогенного поступления цинка в окружающую среду являются:

- производство гальванических элементов и аккумуляторов;
- нанесение защитных покрытий на сталь (оцинкованная сталь);
- производство различных сплавов (латунь, нейзильбер);
- применение соединений цинка в качестве катализаторов синтеза и пигментов;
- использование при производстве стекла, керамики, спичек, косметических и медицинских средств.

Особую группу составляют цинксодержащие пестициды. Значительное количество соединений цинка применяется в гальванических производствах (цинкование деталей), при производстве люминофоров и фотосопровителений.

Основными антропогенными источниками загрязнений окружающей среды цинком являются все высокотемпературные технологические процессы в металлургии и стройиндустрии. Например, с 1963 по 1975 годы от них в атмосферу поступило 500 тыс. т цинка. При сжигании каменного угля в 1980 году было выброшено 173,5 тыс. т, в 2000 году примерно

218,8 тыс. т. Вокруг заводов по вторичной переработке цветных металлов в атмосферном воздухе наблюдается следующая концентрация цинка:

- в радиусе 300 м – 0,35 мг/м³;
- в радиусе 500 м – 0,28 мг/м³;
- в радиусе 1000 м – 0,148 мг/м³.

С атмосферными осадками выпадает 72 кг/км² цинка в год – это в 3 раза больше, чем свинца и в 12 раз больше, чем меди. Сточные воды многих предприятий различных отраслей содержат значительное количество цинка, особенно стоки химических, деревоперерабатывающих, текстильных, производства цемента и бумаги, а также стоки рудников, плавильных и металлургических предприятий.

При содержании в стоках 5–10 мг/л цинка эффективность очистных сооружений снижается на 5%. С поверхности оцинкованных труб с горячей водой уносится 1,2–2,9 мг цинка с 1 дм² поверхности трубы в год.

Характеристика токсического действия цинка и его соединений

Цинк умеренно токсичен для растений, более токсичен для микроорганизмов почвы и высокотоксичен для водных организмов.

В частности, концентрация 15 мг/л вызывает смерть всех видов рыб за 8 часов действия за счет разрушения эпителия жабр. Для ценных видов рыб смертельная концентрация еще ниже – 0,8–1 мг/л. Одновременное присутствие в воде соединений меди и никеля резко повышает токсичность цинка.

В основе токсического действия на теплокровных животных лежат способность цинка конкурировать с другими микро- и макробиогенными элементами, а также общие способности всех тяжелых металлов к взаимодействию с функциональными группами белков, ферментов и веществ мембран клеток. Например, у рабочих – плавильщиков цинка и у упаковщиков выявлено значительное снижение уровня кальция в крови, в костях, нарушение усвоения фосфора, в результате чего возникает остеопороз (размягчение и разрыхление костной ткани). Цинк и его соединения оказывают гонадотоксическое действие, особенно на мужские органы.

Острые отравления

Острые отравления происходят при вдыхании пыли оксидов, паров и аэрозолей цинка и его соединений. Отравления сопровождаются, как правило, возникновением *"литейной лихорадки"*: сладковатый вкус во рту (во время работы), после работы – давящая боль в груди, сонливость, сухой кашель, боль и отечность в суставах, затем в течение 1–5 часов – сухой кашель с резким ознобом, температура повышается до 38–40° и держится несколько часов, при этом – расширение зрачков, покраснение конъюнктивы лица, в моче – сахар и вещества, характерные при поражении печени. Болезненное состояние наблюдается 2–3 дня. При летальном исходе – отек

легких у погибших. После излечения, при возобновлении контакта с соединениями цинка часты повторные подострые заболевания. Острые заболевания наблюдаются у сварщиков и литейщиков при концентрации цинка 18–58 мг/м³; у работников других производств, связанных с оксидом и солями, острые отравления происходят при концентрации 20–100 мг/м³. При контакте с солями цинка характерно возникновение одышки, непрерывного надрывного кашля, химической пневмонии и отека легких.

При пероральных отравлениях цинк менее токсичен. Острые отравления наблюдаются при приеме 1–2 г: возникает тошнота, рвота, понос с болезненными позывами. При смертельных исходах – тяжелые повреждения слизистой оболочки желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) вплоть до некроза и признаки нарушения кровообращения головного мозга.

Хлорид цинка обладает выраженным раздражающим действием на все слизистые и кожу, очень сильным гепато- и нефротоксическим действием.

Хронические отравления

Сопровождаются бессонницей, ухудшением слуха, шумом в ушах, расстройствами ЖКТ, катарам верхних дыхательных путей, изменениями в тканях легких, пониженным содержанием сахара в крови, нарушением функции печени. Для работающих с цинксодержащими удобрениями и ядохимикатами характерна сухость в носу, кашель, шум в ушах, общая слабость, хронические воспаления верхних дыхательных путей вплоть до прободения носовой перегородки, часты язвы желудка. Выводятся соединения цинка в основном через кишечник.

Гигиенические нормативы

Оксид и фосфаты цинка относятся ко II классу опасности, остальные соединения – к III классу.

ПДК_{р.з} = 0,5–6 мг/м³;

ПДК_{с.с} = 0,05 мг/м³;

ПДК_в = 1 мг/л;

ПДК_{в.р} = 0,01 мг/л.

В продуктах питания ПДК находятся в пределах от 5,0 (молочные) до 40 мг/кг (рыбные).

Неотложная помощь

При литейной лихорадке, после острого отравления парами или пылью больному надо обеспечить доступ свежего воздуха или кислорода, щелочные ингаляции, внутривенно – препараты для нормализации давления. В угрожающих случаях – пенициламин, далее антибиотики и кортикостероиды.

При пероральных отравлениях – срочное промывание желудка 0,5% раствором танина, затем применяют яичное молоко, активированный уголь, подкожно – унитол. Иногда требуется противошоковая терапия.

4.5. Характеристика токсического действия кадмия, ванадия, никеля и хрома

Кадмий и его соединения

Кадмий – один из наиболее редких, рассеянных элементов, поэтому в почве и воде его содержание ничтожно мало (например в воде в среднем 0,0013 мг/л). Основное поступление в окружающую среду происходит преимущественно вследствие антропогенной деятельности. Основными сферами применения в практике и одновременно источниками поступления кадмия в окружающую среду являются:

- щелочные кадмий-никелевые аккумуляторы;
- разнообразные люминофоры;
- катализаторы органического синтеза, в том числе катализаторы вулканизации;
- окрашивающие вещества для специальных стекол и керамики;
- производство специальных легкоплавких сплавов;
- гальваническое производство;
- минеральные удобрения, в частности, суперфосфат и др.

Токсическое действие кадмия и его соединений отличается широким спектром и в целом кадмий относится к высокоядовитым веществам (особо токсичным) 1 класса опасности. В первую очередь, они вызывают поражение органов дыхания и ЖКТ. Кроме этого, поражают нервную систему, сердце, печень, почки, скелетную мускулатуру и сами кости. Кадмий легко замещает кальций в биологических структурах и костях. Кости катастрофически теряют прочность (возможны переломы при кашле и чихании), кроме того, кадмий обладает канцерогенным, гонадотоксическим и тератогенным действиями. Пероральный прием 30 мг/кг сульфата кадмия вызывает смерть через 20 мин, реже – через 1–1,5 ч.

При хроническом отравлении симптомы сходны с симптомами отравления цинком, однако часто возникает золотисто-желтая кайма по краю десен и происходит серьезное изменение структуры костей, появляются борозды на лопатках и берцовых костях. Хронические отравления аэрозольными соединениями кадмия в течение 4–8 лет (17–46 мг/м³) приводят к летальному исходу. Даже при прекращении поступления остаточное токсическое действие сохраняется и приводит к инвалидности.

В связи с чрезвычайной токсичностью и способностью к биоаккумуляции в странах ЕЭС запрещено применение кадмия и его соединений в широкой практике, а в тех случаях, когда без него нельзя обойтись, фирма обязана гарантировать сбор отработавших или вышедших из строя изделий, содержащих кадмий, с целью переработки и утилизации токсичных компонентов.

Ванадий и его соединения

Ванадий – рассеянный элемент, однако в почвах его содержание наблюдается в заметных количествах ($1 \cdot 10^{-2} - 3 \cdot 10^{-3} \%$). По пищевым цепям мигрирует удовлетворительно. Наибольшую опасность представляют антропогенные источники загрязнения окружающей среды. Главные из них – металлургические предприятия, производящие выбросы ванадия – ценнейшей легирующей добавки к сталям и чугунам, но значительно больше оксидов ванадия поступает при сжигании угля и мазута.

Токсическое действие связано с поступлением преимущественно оксидов ванадия (V_2O_3 и V_2O_5) через органы дыхания. Эти соединения поражают органы дыхания, пищеварения, систему кровообращения, нервную систему, вызывают воспалительные и аллергические заболевания кожи. Оксид ванадия (V) V_2O_5 значительно более токсичен и опасен за счет выраженного канцерогенного действия.

При острых и длительных хронических отравлениях возможен непрерывный надрывный кашель (пароксизмальный), который может привести к смертельному кровотечению. Из-за широкого спектра токсичного и канцерогенного действия соединения ванадия относятся к I классу опасности.

Токсическое действие хрома и его соединений

Соединения хрома оказывают на организм человека общетоксическое, раздражающее, аллергенное, канцерогенное, мутагенное и кумулятивное действия. С учетом того, что соединения хрома высокотоксичны для гидробионтов, среднетоксичны для растений и токсичны для многих видов животных, а также в связи с их массированным поступлением в окружающую среду от антропогенных источников, проблема экологической опасности хрома является весьма острой.

Основными источниками сбросов и выбросов соединений хрома являются машиностроительные, металлургические, автомобилестроительные, авиа- и судостроительные, текстильные, лакокрасочные, стекольные, керамические, химико-фармацевтические, кожевенные, спичечные, бумагоделательные производства и многие другие.

Наиболее опасными являются соединения хрома (VI) (CrO_3 , $K_2Cr_2O_7$, Na_2CrO_4 и др.), для которых характерно сильно выраженное канцерогенное, раздражающее и общетоксическое действие при способности сохраняться длительное время в природных водах.

Независимо от пути поступления соединений хрома в организм в первую очередь поражаются почки – сначала канальцы, затем сосудистая сеть с преимущественным поражением клубочков. Любые соединения хрома изменяют активность ферментов и угнетают тканевое дыхание. Аллергическое действие проявляется в приступах, сходных с бронхиальной астмой и появлением так называемых «хромовых экзем». У работников хромовых

производств более высока заболеваемость и смертность от рака органов дыхания и пищеварения.

Явления раздражения слизистой оболочки верхних дыхательных путей (гиперемия, риниты, фарингиты, бронхиты и т.д.) отмечаются при концентрациях в воздухе хроматов и дихроматов $0,1 \text{ мг/м}^3$ и выше (в пересчете на хром). При концентрациях триоксида хрома CrO_3 $0,2 \text{ мг/м}^3$ и выше поражения носовой полости встречаются у всех занятых в производстве. Пороговая концентрация раздражающего действия аэрозоля соединений Cr (VI) составляет $0,0025 \text{ мг/м}^3$. При повышенном содержании соединений хрома в воздухе в первые же дни появляются насморк, чихание, небольшие носовые кровотечения, затем развивается острый ринит, переходящий в атрофический, при этом часто происходят поражение придаточных полостей носа, прободение носовой перегородки, поражение зрительного нерва.

При хронических отравлениях характерны две формы – преимущественно легочная и преимущественно желудочная. В первом случае наблюдаются сухой кашель, бронхит, одышка, развитие пневмосклероза, изменения в миокарде с нарушением его сократительной способности. Во втором случае – тошнота, рвота, повышенное слюноотделение, поносы и запоры. От тяжести поражения зависит выраженность признаков отравления – от раздражения слизистой желудка до гастрита и язвенной болезни двенадцатиперстной кишки с угрозой ее прободения. Если не прервать контакт пострадавшего с соединениями хрома, то даже стационарное лечение не сможет гарантировать скорого и продолжительного выздоровления (ремиссии).

При обеих формах интоксикации наблюдается поражение печени, почек, поджелудочной железы. Излечение проходит медленно. Обязательным условием является прекращение контакта с хромом. Латентный (скрытый) период развития рака у рабочих хромовых рудников и хромового производства составляет в среднем 13–14,5 лет. В США смертность этого контингента от рака легких в 25–29 раз выше, чем других слоев населения.

Хромовые дерматиты при контакте кожи с соединениями хрома наблюдаются, как правило, на кистях рук и предплечьях, на лице и особенно на веках. Попадание соединений хрома на поврежденную кожу приводит к образованию типичных плохо заживающих язв округлой формы. Часто развивается повышенная чувствительность (сенсibilизация организма) к соединениям хрома.

Соединения Cr (VI) в организме частично восстанавливаются до Cr (III). Депонирование происходит в основном в легочной ткани, печени, поджелудочной железе, костном мозге. В легочной ткани хром обнаруживается через много лет после прекращения работы с ним, то есть выведение происходит медленно и преимущественно через почки.

Токсическое действие никеля и его соединений

Никель и его соединения столь же распространены в практике, как и хром, так как применяются, в основном, в тех же целях. Дополнительной сферой использования никеля является производство кадмиево-никелевых и железоникелевых щелочных аккумуляторов, что значительно увеличивает поступление никеля в окружающую среду. Кроме того, гальваническое никелирование более распространено в практике, чем хромирование, что также увеличивает сброс соединений никеля со сточными водами. В результате никель, как и хром, стал крупномасштабным загрязнителем окружающей среды.

Токсическое действие никеля и его соединений сходно с действием хрома и носит разнообразный характер, так как они влияют на широкий круг ферментов в организме. Особенностью действия соединений никеля по сравнению с соединениями хрома (Cr (VI)) является их более значительная канцерогенность. Например, рак придаточных полостей носа и легких у работников никелевых производств в Англии наблюдается в 150 раз чаще, чем у других групп населения. Среди рабочих, занятых электролизом и рафинированием никеля, 35,5 % всех смертей происходит вследствие заболеваний раком легких, желудка, носа и его придаточных полостей. Соединения никеля также обладают более выраженным сенсибилизирующим и алергизирующим действием на организм.

Санитарно-гигиенические нормативы

Вследствие высокой токсичности большинство соединений кадмия, ванадия, никеля и хрома относится к I классу опасности, то есть к «чрезвычайно опасным», и для них установлены жесткие гигиенические нормативы (табл. 4.1).

Т а б л и ц а 4 . 1

Гигиенические нормативы для соединений кадмия, ванадия, никеля и хрома

| Гигиенические нормативы | Соединения | | | |
|--|------------|--|---|---|
| | кадмия | ванадия | никеля | хрома |
| ПДК _{с.с.} , мг/м ³ | 0,0003 | 0,002 (V ₂ O ₅) | 0,001 (NiO) 0,0002 (Ni ²⁺) | 0,0015 (CrO ₃) 0,010 (Cr ³⁺) |
| ПДК _{р.з.} , мг/м ³ | 0,1–0,01 | 0,1 (V ₂ O ₅) 0,5 (V ₂ O ₃) | 0,05/0,005 | 0,01 (CrO ₃) 0,02 (Cr ³⁺) |
| ПДК _{в.} , мг/л | 0,001 | 0,1 | 0,1 | 0,05 (CrVI) 0,5 (Cr ³⁺) |
| ПДК _п *, мг/кг | 0,5–2,0 | 150 | 20–80 | 0,05 (CrVI) 6,0 (Cr ³⁺) |
| ПДК _{пищ.п (рыбн.)} , мг/кг | 0,1 | – | 0,5 | 0,3 |
| ПДК _{пищ.п (молочн.)} , мг/кг | 0,01 | – | 0,1 | 0,1 |
| ПДК _{пищ.п (хлеб, зерно)} , мг/кг | 0,02 | – | 0,5 | 0,2 |

*П р и м е ч а н и е . ПДК_п для разных типов почв даны по временным нормативам (ГН 2.1.7.020–94).

Соединения кадмия, никеля и хрома значительно снижают эффективность биологической очистки сточных вод, поэтому их содержание в сточных водах также регламентируется, при этом их концентрация не должна превышать 0,1–2,5 мг/л в зависимости от физико-химической формы и общей токсичности.

4.6. Характеристика токсического действия соединений алюминия, железа и марганца

Токсическое действие алюминия и его соединений

В природных водах содержание соединений алюминия колеблется от 0,001 до 1,0 мг/л в виде химически малоактивных, малорастворимых соединений. Техногенное загрязнение окружающей среды резко изменило ситуацию, т.к. вместо инертных соединений в природные водоемы, почву и атмосферный воздух стали в угрожающих количествах поступать хорошо растворимые коллоидно-дисперсные химически активные соединения алюминия, а в производственную сферу дополнительно – высокодисперсный порошок металлического алюминия. Вследствие химической активности и подвижности алюминия и его соединений быстро выросла токсическая нагрузка на человека и экосистемы. В частности, хорошо растворимые ацетаты, нитраты, сульфаты алюминия оказывают токсическое действие на организм человека при дозах 0,2–0,4 мг/кг массы, а гидроксид алюминия – при 3,7–7,3 мг/кг.

При пероральном поступлении наблюдается раздражение желудочно-кишечного тракта при умеренном общетоксическом воздействии.

При ингаляционном поступлении высокодисперсного алюминия и его соединений развивается так называемый алюминоз легких, проявляющийся в появлении сетчатого рисунка и затемнений (пятен) на рентгеновских снимках легких, одышки, кашля, хрипов в легких, похудании.

При производстве глинозема мокрым способом у рабочих в 5–10 раз повышается заболеваемость катаром верхних дыхательных путей. Высокодисперсная пыль при производстве абразивных материалов на основе оксида алюминия (корунд), а также при плавке алюминия вызывает диффузный фиброз легких (рост соединительной ткани) с разрушением ткани легких, что нередко приводит к летальному исходу.

Действие на кожу глинозема, пыли корунда и других соединений алюминия приводит к возникновению зуда, дерматитов, а иногда экзем.

Алюминий общетоксичный элемент (2-4 класс опасности). Естественное содержание алюминия в почве 5,0-6,5%. В организм человека алюминий поступает преимущественно с пищей растительного происхождения (7-500 мг/сут вместе с водой), причем происходит обогащение пищи алюминием при использовании алюминиевой посуды. Значительно мень-

шее количество алюминия человек может получить ингаляционным путем, суточная ингаляция составляет менее 0,1 мкг. Всасывание алюминия из пищи или растительных солей сравнительно невелико, но точных данных о его величине в литературе нет, и обычно величина всасывания алюминия в организме зависит от присутствия других веществ в пище. При поступлении через органы дыхания нерастворимые соединения ненадолго задерживаются в легких, растворимые соединения медленно поступают в кровь. Органом-мишенью воздействия алюминия является центральная нервная система. В последние годы описано новое заболевание, связанное с воздействием алюминия – «диализная энцефалопатия». Для этой формы энцефалопатии специфичны симптомы слабоумия, концентрация алюминия в головном мозгу, особенно в сером веществе, достигает больших значений. Поступающий с пищевым рационом алюминий выводится из организма преимущественно с фекалиями (до 97%) и незначительные количества с мочой. Время полувыведения из организма 550 дней. Некоторые авторы указывают на связь алюминия с развитием недостаточности внимания у детей и сенильной деменцией (синдром Альцгеймера) у взрослых.

Выведение алюминия и его соединений из организма происходит медленно, в основном через кишечник. Экологи и гигиенисты США склонны считать техногенные соединения алюминия аналогичными по степени опасности соединениям никеля, меди, марганца и мышьяка.

Токсическое действие железа и его соединений

Железо относится к достаточно распространенным химическим элементам, поэтому его содержание в природных водах заметно и составляет от 0,01 до 10 мг/л; в РФ в среднем – 10^{-2} мг/л.

В результате многие организмы достаточно устойчивы (толерантны) к соединениям железа. Однако, как и в случае с алюминием, техногенное поступление от многочисленных производств растворимых и коллоидно-дисперсных соединений железа, выделение аэрозолей и пыли железа при сварке, заточке инструмента, плавке многократно увеличило токсическую и экологическую нагрузку в целом в промышленно развитых регионах планеты.

В частности, при содержании химически активных форм соединений железа в воде более 0,2–0,7 мг/л гибнут многие виды рыб и другие гидробионты из-за обволакивания и разъедания жабр коллоидами гидроксидов железа. Форель, например, гибнет через 5 мин при концентрации в воде железа (Fe^{3+}) 10 мг/л.

При концентрации 5 мг/л резко снижается эффективность биологической очистки сточных вод из-за задержки развития активного ила и гибели части микроорганизмов.

Действие на человека проявляется в общетоксическом поражении и раздражении верхних дыхательных путей. В основном, происходят сбои в кроветворении из-за повышения содержания железа в эритроцитах, снижение

желудочной секреции, рост заболеваемости гастритом и дуоденитом, нарушается работа печени и вегетативной нервной системы. Повышенная пылевая нагрузка соединений железа приводит к изменениям в легких, стоматитам, росту заболеваемости раком легких. При содержании в водопроводной воде более 1 мг/л появляется зуд, сухость и шелушение кожи, ее раздражение и мелкие высыпания.

Токсическое действие марганца и его соединений

Применение марганца в гальванических элементах Лекланше, так называемых «батареях», и их огромная востребованность наряду с металлгидридными, литиевыми химическими источниками тока, а также широкое использование марганца при производстве сплавов, флюсов в сварочных электродах и других отраслях привели к массивному загрязнению им окружающей среды.

В природных водах фоновое содержание марганца невелико и составляет 0,001–0,16 мг/л, в почвах оно значительно больше – до 1000–1500 мг/кг.

Для водных организмов марганец малотоксичен. Наиболее токсичен хлорид марганца $MnCl_2$: концентрация 12 мг/л (Mn^{2+}) вызывает гибель большинства рыб.

Для растений токсическое действие проявляется при содержании растворимых соединений марганца в почвенных и грунтовых водах более 2 мг/л.

Для человека и большинства млекопитающих соединения марганца являются сильными ядами, так как поражают центральную нервную систему, вызывая в ней тяжелые органические изменения вплоть до возникновения паркинсонизма. Кроме того, для марганца возможно мутагенное и аллергенное действия, значительно возрастает частота заболеваний пневмонией при вдыхании пыли оксидов марганца.

При хронических отравлениях наблюдаются изменения артериального давления и нарушения деятельности сердца. Часты увеличение размеров и болезненность печени. При прекращении работы с соединениями марганца болезненное состояние, как правило, прогрессирует. Хронические отравления при ингаляционном воздействии развиваются при концентрациях соединений марганца в воздухе выше 2 мг/м³, что возможно при сварке в плохо проветриваемых помещениях. В Норвегии и Италии вблизи заводов, производящих сплавы марганца, заболеваемость воспалениями легких в 4 раза выше, чем по стране в целом.

Действие на кожу сопровождается дерматитами и воспалением лимфатических узлов из-за кожно-резорбтивного поступления соединений марганца. Выведение из организма зависит от многих факторов, средний период полувыведения – 40 дней. Накопление происходит в основном в печени, почках, железах внутренней секреции; меньше, но прочнее, в отдельных частях мозга.

Гигиенические нормативы

Большинство соединений алюминия и железа относятся к III и IV классам опасности, марганца – к I, II и III (табл. 4.2).

Таблица 4.2

Гигиенические нормативы для соединений алюминия, железа и марганца

| Гигиенические нормативы | Соединения | | |
|--|----------------------|-------------|------------------------------|
| | алюминия | железа | марганца |
| ПДК _{с.с.} , мг/м ³ | 0,01–0,001 (ОБУВ) | 0,004–0,007 | 0,001 |
| ПДК _{р.з.} , мг/м ³ | 2; 6 | 4; 6 | 0,05–0,3 (MnO ₂) |
| ПДК _{в.} , мг/л | 0,5; (1,5) | 0,3 | 0,1 |
| ПДК _{п.} , мг/кг | – | – | 1500 |
| ПДК _{пищ.п (рыбн.)} , мг/кг | 30 | 30 | – |
| ПДК _{пищ.п (молочн.)} , мг/кг | 1 | 3 | – |
| ПДК _{пищ.п (хлеб, зерно)} , мг/кг | 20 | 50 | – |

Сульфат алюминия широко применяется в качестве флокулянта при очистке природных вод, поэтому с учетом токсических свойств, его остаточная концентрация не должна превышать ПДК_{в.}, равную 0,5 мг/л. ПДК сульфата алюминия в сточных водах, поступающих на очистные сооружения, составляет 5 мг/л; для соединений железа ПДК рекомендована от 2 до 20 мг/л в зависимости от физико-химической формы, для марганца – 1 мг/л.

4.7. Характеристика токсического действия мышьяка и фторидов

Токсические свойства соединений мышьяка

Несмотря на низкое (10^{-4} %) содержание в земной коре, в природных водах мышьяк присутствует в заметных количествах. Например, в природных водоемах США его концентрация составляет 0,064 мг/л, что связано с удовлетворительной растворимостью многих природных соединений мышьяка, входящих в состав полиметаллических руд.

Основными антропогенными источниками поступления соединений мышьяка в окружающую среду являются металлургические, химико-фармацевтические, кожевенные, деревообрабатывающие и стекольные предприятия, производство полупроводников, керамики и разнообразных пестицидов.

Большую опасность представляют склады накопленных ранее боевых отравляющих веществ (БОВ) на основе люизита (хлорвиниларсинхлорида $\text{ClCH}=\text{CHAsCl}_2$) и места уничтожения устаревшего химического оружия на его основе, что характерно для окрестностей арсенала «Леонидовка» Пензенской области и полигонов Саратовской области.

Мышьяк и его соединения высокотоксичны. Минимальная летальная доза для человека – 130 мг. Соединения трехвалентного мышьяка более токсичны, чем пятивалентного.

Мышьяк высокотоксичен для большинства гидробионтов и растений.

Токсическое действие на организм человека разнообразно и обусловлено, в первую очередь, блокированием сульфгидридных групп ($-SH$) многих ферментов, белков и других биологически активных веществ. В наибольшей степени поражаются нервная система и стенки кровеносных сосудов. Резко возрастает проницаемость стенок капилляров, вследствие чего происходит отмирание нервов (нервно-трофические процессы) и развивается некроз (отмирание) печени, сердца, почек, кишечника, кожи. Нарушаются жировой и углеводный обмены, понижается скорость окислительных процессов в тканях и происходят сбои в биохимических циклах. Кроме того, мышьяк является антагонистом йода, селена и фосфора.

Соединения мышьяка обладают выраженным канцерогенным и тератогенным действием. Токсическое действие малорастворимых соединений мышьяка значительно ниже, чем соединений с заметной растворимостью, поэтому сам мышьяк и его сульфиды мало ядовиты.

Высокая токсичность многих соединений мышьяка и его широкое применение в практике значительно увеличивают экологический риск и требуют постоянного мониторинга.

Большинство соединений мышьяка относится к II классу опасности, а БОВ на его основе – к I классу и экосупертоксикантам.

Гигиенические нормативы для соединений мышьяка

| | |
|---|--|
| ПДК _{с.с} (неорг. соед. As), мг/м ³ | 0,003 |
| ПДК _{р.з} , мг/м ³ | 0,01/0,04 |
| ПДК _в , мг/л | 0,05 |
| ПДК _п , мг/кг | 2,0; 5,0; 10,0 (для кислых, нейтральных и щелочных почв) |
| ПДК _{пищ.п} , мг/кг (л) | 0,05–1,0 |
| ПДК в сточных водах, поступающих на биологическую очистку, мг/л | 0,1 |

Токсические свойства фторидов

Фториды относятся к распространенным загрязняющим веществам окружающей среды, так как содержатся в выбросах большинства предприятий, применяющих высокотемпературные процессы переработки минерального сырья: металлургических (особенно производство алюминия), строительных материалов и керамики, стекольных и многих других. Кроме того, многие предприятия сбрасывают сточные воды, содержащие значительное количество фторидов. В выбросах преобладает фторид водорода (HF), в сбросах – фториды металлов.

Фоновое содержание фтор-иона F^- в природных водах составляет 0,01–0,3 мг/л, в питьевой воде – в среднем 0,25 мг/л.

Фтор активно участвует в формировании костей, особенно эмали зубов. При низких концентрациях в природной и питьевой воде (менее 0,1 мг/л) происходит разрыхление эмали, при высоких (0,7–1,2 мг/л) эмаль становится хрупкой, приобретает желтовато-коричневый цвет и растрескивается, то есть развивается флюороз зубов.

Фториды относятся к протолитическим ядам, действуют преимущественно на ферменты, а также блокируют $-SH$ -группы. Энергичное взаимодействие фтор-иона с катионами магния, железа, марганца и другими биологически важными металлами приводит к нарушению обмена веществ, особенно углеводного. Осаждение малорастворимого фторида кальция приводит к нарушению кальциевого и фосфорного обменов в организме.

Острые отравления сопровождаются преимущественным поражением нервной системы, мускулатуры и раздражением желудочно-кишечного тракта.

При хронических отравлениях преобладают признаки поражения костей и зубов. Наряду с этим наблюдаются сосудистые нарушения, поражение верхних дыхательных путей, пищеварительного тракта и кожи. Тяжесть поражения зависит от растворимости фторидов и уменьшается в ряду $HF > NaF > AlF_3$.

Кроме того, для большинства фторидов характерна суммация действия и значительное увеличение токсичности вследствие наличия в их составе тяжелых металлов (BaF_2 , PbF_2 , CrF_3 и т.д.).

При острых отравлениях наблюдаются оцепенение и слабость, повышенное слюноотделение, слезотечение, учащение и углубление дыхания, судороги и подергивания мускулатуры, резко выраженные воспаления желудочно-кишечного тракта, паралич сосудодвигательного центра и смерть от остановки сердца.

При профессиональных хронических отравлениях преобладают воспаления глаз, верхних дыхательных путей, желудочно-кишечного тракта и кожи, возрастает кровоточивость десен, появляются носовые кровотечения, охриплость голоса, сухой удушающий кашель, общая слабость, головокружение, непостоянные боли в костях и суставах, чувство скованности в позвоночнике, судороги в мышцах конечностей, гастриты, нарушения в сердечно-сосудистой системе. Нередки поражения почек.

Действие на кожу сопровождается возникновением пузырькового дерматита на лице, шее, предплечьях. У населения, живущего вблизи алюминиевых заводов, на коже появляются серовато-буро-синие пятна диаметром 1–2 см, которые периодически исчезают и появляются в новых местах.

В обычных условиях человек получает с пищей и водой 4–5 мг фтора в сутки, в производственных условиях и в загрязненных районах повышен-

ное поступление фтора приводит к его депонированию преимущественно в костях и хроническому отравлению.

Гигиенические нормативы для соединений фтора

Большинство фторидов малотоксичных металлов относится к II классу опасности с достаточно жесткими гигиеническими нормативами.

| | |
|--|---------|
| ПДК _{с.с} (малораств. в пересчете на F ⁻), мг/м ³ | 0,03 |
| ПДК _{с.с} (хорошо раств. в пересчете на F ⁻), мг/м ³ | 0,01 |
| ПДК _{р.з} (HF), мг/м ³ | 1 |
| ПДК _в (F ⁻), мг/л (в зависимости от климатической зоны) | 0,7–1,2 |
| ПДК _{пищ.п} , мг/кг | 2,5 |

При пропитке древесины антисептиками, содержащими фториды (главным образом NaF), рекомендуется строго соблюдать требования инструкции. Первая помощь при пероральных острых отравлениях заключается в срочном промывании желудка через зонд 1 %-м раствором хлорида кальция или 2 %-м раствором соды. После промывания следует пить молоко с яичным белком, полезно применение слабительных солевых средств.

4.8. Общие механизмы токсического действия соединений металлов и особенности их трансформации в окружающей среде

Анализ токсического действия соединений металлов на организм человека и экосистемы в целом указывает на определенные общие закономерности. В частности, основой токсичности является способность ионов металлов и некоторых анионов энергично взаимодействовать с функциональными группами многих биологически активных веществ: белков, ферментов, ДНК, РНК, витаминов, липопротеидов и т.п. Образуются прочные химические связи ионов с карбоксильными, сульфгидрильными, гидроксильными группами, с аминогруппами, с ароматическими структурами нуклеиновых кислот и другими функционально активными структурами. В результате значительно изменяются биохимические процессы в клетках, механизмы передачи наследственных признаков, торможение или ускорение отдельных процессов; из-за нарушения транспорта ионов, тканевой и межтканевой жидкости меняется солевой обмен, происходит значительная деформация работы ферментов.

На протяжении многих миллионов лет эволюции живые организмы адаптировались к геохимической среде. В результате этой адаптации многие химические элементы в большей или меньшей степени участвуют в метаболизме, являясь макро- или микробиогенными элементами, необходимыми для жизнедеятельности организмов. Одни химические элементы, такие, как ртуть, требуются в ничтожных количествах; другие – медь, марганец, цинк, кобальт, молибден и т.д. – в более заметных; третьи – каль-

ций, калий, натрий, фосфор, железо и т.п. – в значительных. Биогенная роль других химических элементов либо не выявлена, либо установлена их токсичность и неостребованность организациями. Это касается таких элементов, как свинец, сурьма, никель, металлы платиновой группы, редкоземельные элементы и ряд других. Более однозначно подтверждена токсичность радиоактивных элементов, особенно плутония и радия. Недостаток тех или иных химических биогенных элементов вызывает угнетение жизнедеятельности и деформации развития. Например, из-за недостатка железа развивается анемия, из-за недостатка фтора и кальция происходит разрыхление костей и зубной эмали. Однако, избыточное поступление этих элементов приводит к росту токсической нагрузки, опасным деформациям метаболизма и гибели организмов. При этом большую роль играет вытеснение микробиогенными химическими элементами друг друга из металлоферментов и конкуренция с макробиогенными элементами. В результате кадмий замещает кальций, фтор – йод, бериллий – магний и другие элементы, цезий – натрий и калий и т.д.

Блокирование функциональных структур белков, ДНК, РНК, ферментов и т.д., вызываемое избытком большинства металлов, приводит к опасным мутагенным и канцерогенным действиям, вызывает тератогенные эффекты (повреждающие действия на плод), поражает кишечные железы, почки и печень. Другие токсичные воздействия более специфичны, носят более частный характер.

Накопленная в результате исследований информация о биогенной роли химических элементов дала возможность установить их ПДК в пищевых продуктах (табл. 4.3).

Таблица 4.3

ПДК химических элементов в пищевых продуктах, мг/кг

| Элемент | Вид продукта | | | | | | |
|---------|--------------|--------|----------|-------------|-------|--------|-------|
| | рыбные | мясные | молочные | хлеб, зерно | овощи | фрукты | соки |
| Al | 30 | 10 | 1 | 20 | 30 | 20 | 10 |
| Fe | 30 | 50 | 3 | 50 | 50 | 50 | 15 |
| J | 2 | 1 | 0,3 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Cd | 0,1 | 0,05 | 0,01 | 0,022 | 0,03 | 0,03 | 0,002 |
| Cu | 10 | 5 | 0,5 | 5,0 | 10 | 10 | 5 |
| As | 1,0 | 0,5 | 0,05 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| Ni | 0,5 | 0,5 | 0,1 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,3 |
| Sn | 200 | 200 | 100 | - | 200 | 100 | 100 |
| Hg | 0,5 | 0,03 | 0,005 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,005 |
| Pb | 1 | 0,5 | 0,05 | 0,2 | 0,5 | 0,4 | 0,4 |
| Se | 1 | 1 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| Sb | 0,5 | 0,1 | 0,05 | 0,1 | 0,3 | 0,3 | 0,2 |
| F | 10 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 |
| Cr(3+) | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,1 |
| Zn | 40 | 40 | 5 | 25 | 10 | 10 | 10 |

Антидотная терапия при отравлении соединениями металлов практически всегда ориентирована на скорейшее выведение их из организма. Для этого применяют унитиол, сукцимер, D-пеницилламин, витамины и другие препараты, содержащие активные функциональные группы, образующие прочные химические связи с ионами токсичных металлов и неметаллов и способствующие их выведению из организма. При этом неизбежен серьезный ущерб, который заключается в параллельном выведении других, крайне необходимых для жизнедеятельности организма биогенных элементов, поэтому излечение происходит медленно, с осложнениями.

Трансформация соединений металлов и неорганических загрязняющих веществ в целом имеет ряд особенностей.

Во-первых, многие металлы прочно фиксируются почвенными комплексами, гуминовыми кислотами, в результате чего загрязнения задерживаются в почвах на многие годы. Например, даже цезий, многие соединения которого хорошо растворимы, имеет период полувыведения из почвы около ста лет. Таким образом, в целом, происходит рост уровня загрязнения почвенных горизонтов с непрерывным вовлечением токсичных элементов в растения и пищевые цепи.

Во-вторых, неорганические загрязнения кроме оксидов серы, азота и некоторых других, в отличие от органических, не уничтожаются, не разрушаются в природе, поэтому экологические последствия извлечения из недр и рассеивания в окружающей среде многих тысяч тонн токсичных элементов представляют для человечества и биосферы в целом огромную потенциальную угрозу.

В третьих, основными депонирующими токсичные и опасные загрязнения средами являются почвы, природные воды и донные отложения. Данные объекты обеспечивают непрерывную циркуляцию токсичных элементов в биосфере с медленным их рассеиванием и одновременным накоплением в отдельных видах организмов (грибах, мхах, лишайниках, водорослях и т.д.).

Загрязнение прибрежного шельфа и мирового океана привело к значительному падению биопродуктивности. Многие гидробионты низовьев рек, водохранилищ, прибрежных зон содержат чрезмерные, сверх предельно допустимого уровня количества загрязняющих веществ. Например, донные отложения и вода Горьковского водохранилища содержат токсичные металлы в количествах, превышающих ПДК в десятки и сотни раз. Поступление токсичных веществ в водоемы происходит не только вследствие сброса недостаточно очищенных сточных вод, но и вследствие поверхностного смыва ливневыми и талыми водами, поэтому их сбор и очистка становятся актуальными проблемами.

Важной особенностью неорганических загрязняющих веществ является их способность к усилению токсического действия при совместном

поступлении в организм. Чрезмерное техногенное загрязнение мирового океана и вод суши, являющихся естественными бассейнами накопления загрязнений, приводит к неизбежному росту загрязнения рыб и других гидробионтов, поэтому ПДК в рыбе и других морепродуктах вынужденно повышенные (см. табл. 4.3).

Вопросы для самопроверки

1. Укажите основные источники природного и антропогенного поступления и характер токсического действия ртути и ее соединений.
2. Укажите техногенные источники поступления и характер токсического действия свинца и его соединений.
3. Каковы основные направления деятельности по снижению токсической нагрузки свинца и его соединений?
4. Укажите основные источники поступления в окружающую среду и токсическое действие меди и ее соединений.
5. Опишите особенности поступления в окружающую среду и токсическое действие цинка и его соединений. Что такое «литейная лихорадка»?
6. Укажите основные источники поступления в окружающую среду и характер токсического действия кадмия и его соединений.
7. Укажите основные антропогенные источники поступления в окружающую среду и характер токсического действия никеля и его соединений.
8. То же для хрома, ванадия, марганца, алюминия, железа и их соединений.
9. Дайте характеристику источников поступления в окружающую среду и токсического действия мышьяка и фторидов.
10. Укажите общие механизмы токсического действия металлов.
11. Назовите особенности трансформации в природных условиях и экотоксичности соединений металлов и других неорганических загрязняющих веществ.

5. ХАРАКТЕРИСТИКА ТОКСИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ОСНОВНЫХ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Самыми распространенными в строительной практике и на предприятиях стройиндустрии по производству строительных материалов и конструкций являются следующие неорганические материалы: кремнезем (SiO_2), известняк (CaCO_3), известь (CaO , Ca(OH)_2), строительные извести (сложные композиции), цементы (портланд-, роман-, шлакоцементы), гипс ($\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$), асбест, магнезиальные вяжущие и др., разные виды щебня и гравия.

При работе со строительными материалами выделяется много пыли, которая, в зависимости от своего состава, оказывает специфическое вредное действие на организм человека и природные объекты в целом.

5.1. Асбест и композиционные материалы на его основе

Природные или искусственные силикаты (хризотил-асбест, амфибол-асбест) ряда металлов имеют специфическую, нитевидную, спиралевидную кристаллическую структуру, состоящую из группировок:



Отдельные кристаллы образуют эластичные пакеты аналогичной структуры. Асбесты обладают уникальными свойствами: у них высокая теплостойкость (до 800°C) и хорошие тепло- и звукоизолирующие свойства, на чем основано их применение в качестве теплоизолирующих, химически стойких материалов. Вторая важная особенность – высокая прочность кристаллов. На этом основано применение асбестов для изготовления высокопрочных композиционных материалов:

- асбестоцементных (шифер, трубы и др.);
- асбестополимерных (асботекстолит и др.).

В целом, асбесты используют при производстве примерно 3000 видов изделий, однако в последние годы применение асбеста в развитых странах резко ограничено из-за выявившегося вредного воздействия на организм: асбестовая пыль состоит из мельчайших обломков нитевидных кристаллов размерами от долей до десятков микрон, которые легко проникают в легкие, частично из легких попадают в лимфу и кровь и оседают в разных органах, легко внедряются в кожу и слизистые оболочки, протыкая стенки клеток, при этом нитевидные кристаллы спиральной формы практически "намертво" застревают в клетках, поэтому из легких асбестовая пыль почти не элиминируется (не удаляется), оставаясь на десятилетия. В местах внедрения асбеста клетки разрастаются, превращаясь в так называемые

гигантские асбестовые клетки, которые вызывают специфическое заболевание – асбестоз легких. Гигантские клетки примерно в 15 % случаев перерождаются в злокачественные, поэтому асбестовая пыль относится к выраженным канцерогенам, из-за чего ПДК для этой пыли жесткие, а применение асбеста в чистом виде резко ограничено:

$$\text{ПДК}_{\text{р.з}} = 2,0 \text{ мг/м}^3;$$

$$\text{ПДК}_{\text{с.с}} = 0,04 \text{ мг/м}^3.$$

В развитых странах в случае использования асбестов в композитах применяют специальные поверхностные защитные покрытия из пленки полимеров (плакирование шифера, изделий из него и т.д.).

При длительном вдыхании пыли асбестоз легких приводит к разрастанию соединительной ткани, уменьшению дыхательной функции, повышенной частоте респираторных и легочных заболеваний. Повышенная частота онкологических заболеваний проявляется при стаже от 2 до 7,5 лет. В США считается, что 20% всех раковых заболеваний легких связаны с асбестом.

Использование чистого асбеста при строительстве жилых и общественных зданий запрещено.

5.2. Кремнезем

Кремнезем (диоксид кремния, SiO_2) является самым распространенным материалом, используемым не только в строительной индустрии, но и при производстве фарфора, фаянса, стекла, керамики и т.д. Кремнезем, в отличие от асбеста, имеет компактную кристаллическую форму, поэтому значительная доля пыли кремнезема (до 80 %) может быть элиминирована из легких. Однако важной особенностью кремнезема является высокая поверхностная энергия при дроблении кристаллов, что приводит к химическому взаимодействию силанольных групп с веществами стенок и мембран клеток. Вследствие этого микропыль кремнезема застревает в легких, образуя разрастающиеся силикозные узелки. Чем больше пыли накапливается в легких и чем длительнее процесс, тем крупнее становятся силикозные узелки. В связи с этим различают три стадии силикоза легких:

1 стадия. Узелки менее 1 мм, расположены отдельно, рентгенографически не диагностируются.

2 стадия. Размеры узелков превышают 1 мм, образуют отдельные скопления, которые на рентгеновских снимках дают области затемнения.

3 стадия. Наблюдается массовое разрастание соединительной (фиброзной) ткани, скопления захватывают отдельные части легких, наблюдаются значительный склероз легочной ткани, резкое снижение дыхательной функции, значительно повышается заболеваемость туберкулезом легких.

На предприятиях стройиндустрии распространенность силикоза составляет примерно 20 % среди работающих более 5 лет, причем заболеваемость 2 и 3 стадиями силикоза резко снижена из-за повсеместно проводимых мероприятий по уменьшению запыленности воздуха в рабочей зоне.

Санитарно-гигиенические нормативы

Т а б л и ц а 5 . 1

Предельно допустимые концентрации диоксида кремния и неорганической пыли, содержащей диоксид кремния

| Вид неорганической пыли, содержащей диоксид кремния | ПДК _{р,з} , мг/м ³ | ПДК _{с,с} , мг/м ³ |
|---|--|--|
| Кремния диоксид аморфный | 2 | 0,020 (ОБУВ) |
| Пыль неорганическая, содержащая менее 20 % SiO ₂ | 2 | 0,15 |
| Пыль неорганическая, содержащая 20–70 % SiO ₂ | 2 | 0,1 |
| Пыль неорганическая, содержащая более 70 % SiO ₂ | 1 | 0,05 |
| Пыль стекла кварцевого | 1 | – |

При постоянном действии пыли кремнезема значительно повышается частота заболеваемости бронхитом. По данным Международного агентства по изучению рака высокодисперсный кремнезем обладает канцерогенностью.

5.3. Известы

Действующим началом всех видов извести являются гашеные и негашеные известы: Ca(OH)₂ – пушонка и комовая, CaO – негашеная. Кроме них, в состав извести входят оксиды магния, железа и алюминия и примеси тяжелых цветных металлов, которые усиливают вредное воздействие извести и прежде всего повышают общую сенсibilизацию организма.

В виде пыли и капелек взвесей известь легко проникает в дыхательные пути и оказывает сильное прижигающее действие на кожные покровы и слизистые оболочки (как щелочь), что особенно опасно для глаз, так как щелочные свойства извести вызывают глубокие ожоги глазного яблока с образованием обширных рубцов и значительной потерей зрения. На слизистых рта и носа наблюдаются поверхностные изъязвления, иногда с прободением носовой перегородки. Вдыхание пыли извести резко повышает частоту заболевания пневмонией. Примерно у 1/3 работающих со строительной известью выявлены атрофические изменения слизистых верхних дыхательных путей, хронические бронхиты с развитием пневмосклероза легких. Часто наблюдаются язвы желудка и двенадцатиперстной кишки, которые связывают с действием Ca(OH)₂. Попадая на кожу, известь вызывает тяжелые ожоги с растрескиванием кожи, резко осложняющиеся вторичными воспалительными процессами. Характерным для поражения известью является образование округлых язвочек с глянцеватым дном и

здоровой кожей вокруг ("птичьи глазки"). Часто заболевания протекают с развитием экземы, особенно у лиц с повышенной потливостью.

При поражении глаз рекомендуется срочно промыть их водой в течение 10–15 минут, оставшиеся твердые частички удалить смесью глицерина с водой (1:3) мягким тампоном и закапать обезболивающие средства (дикаин и т.д.). Полезно промывание глаз 5%-м раствором NH_4Cl .

Работать со штукатурочными составами и известью рекомендуется в герметичных очках, рукавицах и одежде из плотной ткани.

$$\text{ПДК}_{\text{р.з}}(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 2 \text{ мг/м}^3;$$

$$\text{ПДК}_{\text{м.р}} = 0,03 \text{ мг/м}^3;$$

$$\text{ПДК}_{\text{с.с}} = 0,01 \text{ мг/м}^3.$$

5.4. Известняк

Известняк широко используется при производстве цементов, асфальтобетонных смесей, известей, стекла и т.д. Пыль известняка оказывает столь же вредное действие, как и известь, но дополнительно обладает значительным гепатотоксическим действием, вызывает развитие бронхитов часто астматического характера, атрофию верхних дыхательных путей; поражение легких зависит от содержания SiO_2 . Более широкий спектр токсического действия природного известняка, по сравнению с известью, связывают с большим содержанием разнообразных примесей:

$$\text{ПДК}_{\text{м.р}}(\text{CaCO}_3) = 0,5 \text{ мг/м}^3;$$

$$\text{ПДК}_{\text{с.с}} = 0,03 \text{ мг/м}^3.$$

5.5. Цементы

Цементы являются самым распространенным вяжущим строительным материалом. Их получают путем сухого помола клинкера, образующегося при обжиге сложных неорганических смесей (мергелей, глин, каолина, специальных химических добавок). Вредные действия цементов определяются содержанием в них свободного кремнезема (высокой дисперсности), свободной извести, соединений хрома, фторидов и следов тяжелых цветных металлов.

Вдыхание пыли цемента (до 300 мг/м^3) по 2 часа в день в течение 0,5–1 года вызывает умеренно выраженный медленно прогрессирующий узелковый пневмокониоз в сочетании с катаральным или гнойным бронхитом. С повышением содержания свободного SiO_2 в цементе нарастает развитие фиброза и силикоза легких. Рабочие цементных заводов, в том числе и с небольшим стажем (до одного года), жалуются на боль и тяжесть в груди, одышку, сухость, охриплость, понижение обоняния, носовые кровотечения.

В зависимости от химического состава пыли может развиваться типичный силикоз либо склероз легочной ткани. В ряде случаев образуются узелки на задней стенке глотки и миндалинах, часты воспаления гайморовых пазух, усиливается контрастность легочного рисунка на рентгенограммах, иногда возникает временная глухота.

Меры предосторожности те же, что и при работе с известью:

$\text{ПДК}_{\text{м.р}} = 0,3 \text{ мг/м}^3$;

$\text{ПДК}_{\text{с.с}} = 0,1 \text{ мг/м}^3$.

Регламентация работ в стройиндустрии есть в ряде ведомственных нормативных документов, предусматривающих защиту от вредных веществ в воздухе рабочей зоны при производстве цементов, известей, кирпича, керамзита и т.д.

Обязательны профилактические мероприятия и медосмотры 1–2 раза в год.

Вопросы для самопроверки

1. Укажите токсические и иные опасные свойства асбестов и асбестосодержащих композиционных материалов.
2. Назовите особенности токсического действия кремнезема (диоксида кремния).
3. Каково токсическое действие известей и известняка?
4. Назовите особенности токсического действия цементов.
5. Укажите основные гигиенические нормативы для пыли основных строительных материалов.

6. ХАРАКТЕРИСТИКА ТОКСИЧНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЯЖУЩИХ

К этим материалам относятся строительные материалы на основе битумов, асфальтов, а также дегтей. Получают их при переработке нефти, каменного угля, горючих сланцев и древесины, древесных отходов, в том числе путем пиролиза (нагревания с ограниченным доступом воздуха или в инертной атмосфере). Основная масса битумов расходуется на производство асфальтобетонных смесей и гидроизолирующих материалов: толя, рубероида, пергамина, гидроизола и мастик, в состав которых входят различные виды дегтей.

Производство битумов и асфальтобетонных смесей относят к экологически неблагоприятным, так как варка смесей в битумоокислительных агрегатах, котлах и т.п. сопровождается выбросом высокозагрязненных топочных газов, главными компонентами которых при использовании мазута являются: сажа, полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), альдегиды и другие продукты окисления органических веществ, непредельные углеводороды, оксид углерода, диоксид серы, диоксид азота, кремнезем.

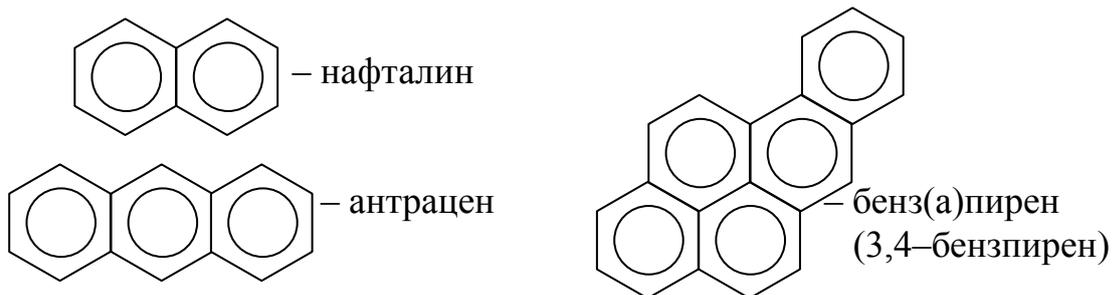
Процесс сжигания мазута на АБЗ проходит в режимах, далеких от оптимальных расчетных, поэтому содержание вредных компонентов, в том числе за счет выделения из нагретого битума, очень высоко.

Сажа представляет собой мельчайшие частицы (менее 1 мкм) малоупорядоченного углерода. Чистая сажа обладает умеренно выраженным токсическим действием на печень и селезенку из-за легкого проникновения в лимфу и кровь. Однако, вследствие высокодисперсной структуры, сажа адсорбирует на своей поверхности ПАУ и другие вредные вещества, приобретая в результате высокое канцерогенное и токсическое свойство. Как следствие, у человека развивается антракоз легких (обрастание частичек сажи в легких соединительной тканью):

$$\left. \begin{array}{l} \text{ПДК}_{\text{м,р}}(\text{сажа}) = 0,15 \text{ мг/м}^3; \\ \text{ПДК}_{\text{с,с}} = 0,05 \text{ мг/м}^3; \end{array} \right\} \text{ III класс опасности}$$

С ростом стажа работы и увеличением воздействия сажи, ПАУ быстро нарастает вероятность развития онкологических заболеваний ("болезнь трубочистов" – рак легких и рак кожи), в том числе в отдаленной перспективе (до 10–20 лет после прекращения контакта).

ПАУ представляют собой твердые кристаллические вещества разного цвета (от светло-серого до коричневого). По химической структуре – это конденсированные бензольные кольца.



Из исследованных ПАУ 46 обладают выраженным канцерогенным действием. Максимальную канцерогенную активность имеет бенз(а)пирен, содержание которого в дыме при сжигании мазута может достигать $0,5\text{--}1\text{ г/м}^3$, а в выделениях из разогретых асфальтов и битумов – до $1,5\text{ г/м}^3$ и более.

Из-за чрезвычайной канцерогенной опасности ПДК для бенз(а)пирена и многих других ПАУ очень жесткие:

$$\text{ПДК}_{\text{м.р.с.с}}(\text{бенз(а)пирен}) = 0,1\text{ мкг/100 м}^3.$$

Бенз(а)пирен содержится в отработавших газах всех двигателей внутреннего сгорания, продуктах сжигания угля и мазута, в копоти и продуктах термического разложения органических веществ, в частности жиров. Все копчености содержат бенз(а)пирен – более $1,5\text{ мкг/кг}$. По этой причине не рекомендуется злоупотреблять копченой, жареной и особенно пережаренной пищей.

Вопросы для самопроверки

1. Укажите основные природные органические вяжущие материалы и основные области их применения.
2. Каковы экологические особенности природных органических вяжущих материалов?
3. Какие токсические вещества входят в состав природных органических вяжущих и каково их действие на организм человека?
4. Укажите экологические особенности основных технологий переработки и использования органических природных вяжущих материалов.
5. Какие компоненты природных органических вяжущих обладают канцерогенностью?

7. ХАРАКТЕРИСТИКА ЭКОТОКСИЧНОСТИ СИНТЕТИЧЕСКИХ ПОЛИМЕРНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Изделия на основе синтетических полимеров применяются повсеместно и очень широко, особенно при строительстве в виде современных отделочных, ковровых, облицовочных и других материалов, в качестве покрытий для полов, тепло- и звукоизоляционных композиций, а также при производстве ДСП и пластиков, ДВП, в качестве клеев, лакокрасочных средств и сантехнической продукции.

В России наиболее распространенными синтетическими вяжущими являются:

- фенолформальдегидные смолы, лаки, клеи;
- карбамидоальдегидные смолы;
- полиуретаны;
- полиэтилен, полипропилен;
- поливинилхлорид (ПВХ);
- полистирол;
- резины и каучуки;
- поливинилацетат;
- эпоксидные смолы.

В целом, применяется несколько сотен полимерных материалов и их композиций. При этом самыми распространенными в практике являются фенолформальдегидные смолы, полистирол, ПВХ, полиэтилен, полипропилен, каучуки и резины.

В экологическом плане главной проблемой применения синтетических полимеров и пластиков на их основе является чрезвычайно медленная биодegradация и фотохимическая деструкция в окружающей среде, что приводит к стремительному росту отходов на основе синтетических полимеров, которые сохраняются на свалках десятилетиями.

Попытки увеличения способности к биодegradации полимеров еще не нашли широкого применения из-за потери эксплуатационных свойств и экономичности производства. Например, в Японии выпускается заметная доля полиэтилена с привитыми фрагментами кукурузного и картофельного крахмала. В результате биодegradация в природе происходит за 2–3 месяца.

Суммарное производство синтетических полимеров, материалов и композиций во всем мире составляет примерно 100 млн.т/год. Поэтому проблема загрязнения и засорения окружающей среды изделиями на основе синтетических полимеров начинает стремительно обостряться.

В европейских странах изготовителей пластмассовой тары и упаковочных материалов обязывают обеспечивать экологическую чистоту, то есть разворачивать пункты по приему использованных изделий с целью по-

вторной переработки. На таких изделиях стоит экологический значок (зеленый кружок, крестик или другие значки) с надписью «экологически чистый продукт». Этот знак относится только к упаковочному материалу и таре. Вторичная переработка пластика и пластмассы в России, главным образом полиэтилена и полипропилена, осуществляется на уровне менее 10 %.

В других развитых странах уровень вторичной переработки и утилизации составляет от 25–40 % в большинстве стран до 70–80 % в Германии и Японии.

Особую проблему представляют автошины и резинотехнические изделия, которые в России накапливаются на свалках. В Западной Европе и Америке налажена более полная их утилизация путем извлечения металлокорда и деполимеризации с последующей полимеризацией и производством резины, а также другими способами.

Нет ни одного изделия на основе синтетических полимеров, не содержащего мигрирующих летучих компонентов, из которых наиболее распространенными являются:

- остаточные мономеры (в линолеумах и пенополистироле до 0,3–0,5 %);
- пластификаторы (дибутилфталат (ДБФ), диметилфталат (ДМФ) и др.) (в линолеумах до 15 %, в других материалах – до 2–5 %);
- продукты химической и термической деструкции (альдегиды, фенолы, эфиры);
- стабилизаторы химической стойкости, красители, специальные добавки).

Практически все выделяющиеся компоненты (см. табл. 7.1) оказывают общетоксическое, раздражающее и аллергическое воздействие, а остаточные мономеры – винилхлорид, стирол и пр., помимо высокой гепатотоксичности, обладают канцерогенным действием.

Из наиболее массово применяемых фенолформальдегидных и мочевиноальдегидных (карбомидных) смол (ДСП, фанеры, ДВП) выделяются фенол и формальдегид. По этой причине в так называемых финских щитовых домах концентрация формальдегида превышает ПДК_{с.с} в 10 и более раз. Вследствие этого в европейских странах, Америке и Канаде указанные вяжущие заменяются на смолы из модифицированных полиэтилена и пропиленов, которые имеют меньшую токсичность.

Пищевые продукты не рекомендуется долго хранить в пластиковой таре. В ряде стран запрещена пластиковая тара для продуктов питания.

Новый линолеум следует выдерживать в хорошо проветриваемом помещении не менее 2–3 недель, а после настила обязательно проводить частые влажные уборки и проветривания.

При использовании лакокрасочных материалов, особенно паркетного лака, надо работать в хорошо проветриваемом помещении и использовать средства индивидуальной защиты.

Большинство указанных летучих веществ относятся ко II классу опасности с жесткими гигиеническими нормативами:

$\text{ПДК}_{\text{с.с}}(\text{стирол}) = 0,002 \text{ мг/м}^3$;

$\text{ПДК}_{\text{м.р}}(\text{стирол}) = 0,04 \text{ мг/м}^3$;

$\text{ПДК}_{\text{с.с}}(\text{винилхлорид}) = 0,01 \text{ мг/м}^3$;

$\text{ПДК}_{\text{м.р}}(\text{формальдегид}) = 0,035 \text{ мг/м}^3$;

$\text{ПДК}_{\text{с.с}}(\text{формальдегид}) = 0,003 \text{ мг/м}^3$;

$\text{ПДК}_{\text{с.с}}(\text{фенол}) = 0,003 \text{ мг/м}^3$;

$\text{ПДК}_{\text{с.с}}(\text{летучие компоненты эпоксидных смол}) \approx 0,2 \text{ мг/м}^3$;

$\text{ПДК}_{\text{с.с}}(\text{ДМФ}) = 0,007 \text{ мг/м}^3$.

Экологическая характеристика фанер, ДСП, ДВП

Фанеры изготавливают из древесного шпона (тонких слоев древесины) путем проклейки различными смолами или клеями с последующим прессованием при нагревании.

Характер смол отражается в марке фанеры:

ФСФ – фанеры, склеенные фенолформальдегидными смолами.

ФК – то же – карбамидными клеями.

ФБА – то же – альбумино-казеиновыми клеями.

ДФ – декоративные фанеры с покрытием из текстурированной бумаги или облицованные другими материалами с применением главным образом более стойких и с лучшим декоративным видом мочевино- и меламиноформальдегидных смол.

Автомобильные и авиационные фанеры (БПА, В, ВС-1, 5ПС-1В) изготавливают с применением бакелитовых смол.

Самые распространенные в практике марки фанер – ФСФ и ФК.

ДВП – древесно-волоконистые плиты получают из обработанных отходов древесины и коры разными химическими методами с последующим прессованием плит с применением или без применения синтетических вяжущих материалов.

В маркировке отражают характер плит:

М – мягкие.

ПТ – полутвердые.

Т – твердые.

СТ – сверхтвердые.

Мягкие и полутвердые ДВП имеют рыхлую структуру, применяются для тепло- и звукоизоляции. Твердые и сверхтвердые – для покрытия полов, потолков, стен и при изготовлении мебели.

Значительная часть сверхтвердых ДВП облицовывается лаками или пленочными материалами. В качестве органических вяжущих применяют небольшие добавки фенолформальдегидных смол и клеев.

ДСП – древесно-стружечные плиты (реже древесно-слоистые пластики) получают горячим прессованием предварительно обработанной мел-

кой стружки дерева, главным образом с применением фенолформальдегидных смол и клеев, реже – карбамидо-альдегидных и еще реже бакалитовых смол. В развитых западных странах чаще применяют смолу на основе модифицированного полиэтилена.

Перечисленные строительные материалы обладают комплексом ценных свойств, связанных с прочностью и эксплуатационными качествами, позволяют использовать древесину самых разных видов и сортов и имеют только один серьезный недостаток: при их эксплуатации происходит выделение в окружающую среду разных летучих органических веществ, основными из которых являются формальдегид и фенол.

Кроме того, формальдегид преобладает в веществах, выделяющихся из линолеумов, толя, рубероида, пергамина, пенопластов, минераловатных плит, синтетических материалов, и содержится в продуктах термического разложения большинства пластмасс.

Формальдегид вызывает общее токсическое поражение органов зрения, печени, почек, сильное раздражение дыхательных путей, а также является выраженным аллергеном с канцерогенным и мутагенным действием.

К сожалению, в большинстве зданий с массовым применением ДСП и фанер ПДК формальдегида многократно превышает, особенно в "финских" щитовых сборных домах.

Фенол обладает значительно меньшей летучестью и выделяется в заметных количествах не только из рассматриваемых изделий, из кровельных материалов, асфальтов и мастик, минераловатных плит, но и главным образом при производстве пластмасс, линолеумов, а также при шпалопродукционном производстве. Легко абсорбируется неповрежденной кожей, оказывает сильное общетоксическое действие, вызывая тошноту, рвоту, учащенное дыхание, судороги, поражение ЦНС, почек, печени и т.д., а также сильное общераздражающее и значительное канцерогенное действие.

Наиболее экологически безопасными органическими связующими для фанер являются альбумино-казеиновые клеи и в меньшей степени меламиноформальдегидные смолы.

ДСП и ряд мебельных фанер имеют дополнительную маркировку:

E0, E1, E2, E3, в которой с ростом числа отражается рост выделения летучих компонентов, поэтому детскую мебель рекомендуют изготавливать из материалов с маркировкой E0 (а лучше – из натуральной древесины).

Одним из приемов снижения токсической опасности ДВП и ДСП является применение поверхностных ламинирующих покрытий с включением веществ, поглощающих выделяющийся формальдегид за счет химического связывания. Но защитные функции этих покрытий исчерпываются через 7–8 лет эксплуатации. В дальнейшем необходимо применение либо специальных пленочных материалов, либо специальных красок.

С ростом срока эксплуатации ДСП, перепадов влажности и температур из ДСП начинают ускоренно выделяться продукты деструкции. Поэтому неприятный запах формируется быстрее и требуется частое проветривание помещений.

С учетом повышенной токсичности смол на основе формальдегида (особенно фенолформальдегида) в развитых странах в 1990-х годах произошло резкое сокращение их производства с заменой на смолы из модифицированного полиэтилена и полипропилена.

Наиболее распространенные токсичные вещества, выделяющиеся из широко применяемых в практике полимерных материалов, в том числе и при термическом воздействии, приведены в табл. 7.1.

Т а б л и ц а 7 . 1

Состав летучих продуктов, выделяющихся из полимерных материалов при разных температурах

| Полимерный материал | Температура, °С | Выделяющиеся вещества |
|--|-----------------|---|
| 1 | 2 | 3 |
| Полиэтилен | 400–500 | Этилен, углеводороды, альдегиды, кетоны, карбоновые кислоты |
| Сополимер | 100–200 | Альдегиды , карбоновые кислоты, непредельные углеводороды, СО |
| Полипропилен | 120–130 | Высокомолекулярные спирты, метанол, формальдегид, ацетальдегид, ацетон, СО |
| Полиизобутилен | 100–130 | Альдегиды , карбоновые кислоты |
| Полистирольная облицовочная плитка | Комнатная | Стирол, этилбензол, дивинилбензол, толуол, пропиловый спирт, этилацетат, бензальдегид, формальдегид, ацетальдегид, бензойная кислота, кумол |
| Сополимер стирола с метилметакрилатом | 260–330 | Стирол, метилметакрилат, метанол, формальдегид, угарный газ |
| Поливинилхлоридная пленка | 20 | Углеводороды, дибутилфталат, СО, СО ₂ |
| | 40 | То же + альдегиды |
| | 60 | То же + галогенопроизводные, НСl |
| | 100 | То же + винилхлорид и карбоновые кислоты |
| Поливинилхлоридный линолеум и плитка | 20–40 | НСl, галогенопроизводные, карбоновые кислоты, СО, СО ₂ винилхлорид, дибутилфталат, диизооктилфталат, формальдегид, непредельные углеводороды, фосген |
| Фенолформальдегидная смола с асбестом (асбо-текстолит и др.) | 250 | Фурфурол, метанол, формальдегид, ацетальдегид, синильная кислота, аммиак |
| ДСП | 20–60 | Фенол, формальдегид, метанол, ацетон, аммиак |

С ростом температуры количество токсичных веществ, в том числе и сверхтоксичных диоксинов, выделяющихся вследствие термодеструкции

полимеров, быстро возрастает, что является одной из основных причин гибели людей при пожарах в современных зданиях.

Пыль ДСП и древесная пыль твердых пород в целом обладают сильным аллергизирующим и заметным канцерогенным действием при концентрациях более 5 мг/м^3 . У значительной части работников мебельного производства наблюдаются хронические аллергические реакции и заболевания раком разной этиологии со скрытым периодом развития более 11 лет.

Вопросы для самопроверки

1. Укажите основные синтетические полимерные материалы, используемые в строительстве.
2. Какие компоненты полимерных материалов обладают токсичностью?
3. Укажите токсические свойства остаточных мономеров – винилхлорида (этиленхлорид) и стирола (этиленбензол).
4. Укажите основные токсические свойства пластификаторов и остаточных катализаторов полимеризации.
5. Какие токсические компоненты выделяются из основных синтетических полимерных материалов в процессе их эксплуатации и при термодеструкции?
6. Назовите особенности биотрансформации полимерных материалов в природных условиях.

8. ХАРАКТЕРИСТИКА ТОКСИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ КИСЛОТ И ЩЕЛОЧЕЙ

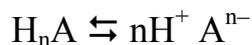
8.1. Действие кислот

Кислоты производят в больших количествах и применяют в самых различных отраслях и в быту. Больше других выпускают серную H_2SO_4 , ортофосфорную H_3PO_4 , соляную HCl , азотную HNO_3 и уксусную (CH_3COOH) кислоты. Суммарное производство кислот в РФ превышает 40 млн т/год.

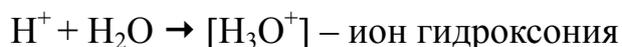
Из остальных кислот в заметных количествах производят и потребляют плавиковую (HF) и борную (H_3BO_3).

Основная масса кислот применяется при производстве удобрений, пластмасс, керамики и хрусталя (H_3BO_3 , HF , H_2SiF_6), в химическом синтезе однако на практике наибольший интерес, вследствие широкого применения, представляют серная, соляная, борная и азотная кислоты, так как серная кислота используется в электрических свинцовых кислотных аккумуляторах, при травлении деталей в гальваническом производстве, получении пластмасс, взрывчатых веществ и ракетного топлива и т.д.

Все кислоты объединяют по общему признаку – способности к диссоциации с образованием ионов гидроксония:



↓



Токсическое действие кислот определяется действием ионов водорода (гидроксония) и аниона кислоты. При этом токсичность аниона кислоты варьируется в очень широких пределах: от малотоксичных (Cl^- , SO_4^{2-}) до высокотоксичных (AsO_4^{3-} , AsO_3^{3-} , BO_3^{3-} , F^- , NO_2^- , CrO_4^{2-} и др.).

Ионы гидроксония энергично взаимодействуют с внутри- и межклеточной жидкостью с выделением значительного количества теплоты (теплота гидратации):



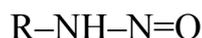
поэтому общим для всех кислот является химический ожог, тем более сильный, чем сильнее кислота, то есть выше концентрация ионов $[H_3O^+]$. При этом химический ожог носит поверхностный характер (до 2–4 мм) с образованием струпа и в последующем медленно заживающих язв.

Пероральные отравления редки, так как при проглатывании растворов кислот возникает сильный спазм гортани. Преобладают суицидные попытки отравления, в основном уксусной кислотой (CH_3COOH 80 % – уксусная эссенция, 100 % – ледяная уксусная кислота).

Токсическое действие кислот резко повышается при токсичности аниона. В частности, хромат- и дихромат-анионы (CrO_4^{2-} и $Cr_2O_7^{2-}$) приво-

дят к резкому возрастанию канцерогенного действия кислоты. Фторид-анионы вызывают поражение костной и зубной ткани, ортоборат-анионы поражают половую сферу (гонады) и обладают ярко выраженным мутагенным действием.

Нитрат- и нитрит-ионы (NO_3^- , NO_2^-) обладают сильным окислительным действием, денатурируют белок и при метаболизме в организме образуют высококанцерогенные нитрозосоединения и нитрозоамины:



Все сильные кислоты обладают канцерогенными свойствами. Концентрированная уксусная кислота отличается наиболее широким спектром вредного воздействия, вызывает гемолиз крови, сильную химическую травму всех тканей, поражает почки и печень.

Гигиенические нормативы

Большинство кислот относится ко II–III классам опасности и с учетом вредного действия анионов и молекулярных форм кислот их ПДК варьируются в достаточно широких пределах:

$$\text{ПДК}_{\text{м.р}} (\text{HF}) = 0,012 \text{ мг/м}^3;$$

$$\text{ПДК}_{\text{с.с}} (\text{HF}) = 0,0015 \text{ мг/м}^3;$$

$$\text{ПДК}_{\text{с.с}} (\text{H}_3\text{BO}_3) = 0,02 \text{ мг/м}^3;$$

$$\text{ПДК}_{\text{с.с}} (\text{HCl}, \text{H}_2\text{SO}_4) = 0,1 \text{ мг/м}^3;$$

$$\text{ПДК}_{\text{м.р}} (\text{HCl}, \text{H}_2\text{SO}_4) = 0,2 \text{ мг/л};$$

$$\text{ПДК}_{\text{р.з}} (\text{HCl}; \text{H}_2\text{SO}_4) = 2; 1 \text{ мг/м}^3.$$

Летальные дозы достаточно значительны:

$$\text{DL}_{50} (\text{CH}_3\text{COOH}) = 30\text{--}40 \text{ г};$$

$$\text{DL}_{50} (\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 8 \text{ г (щавелевая кислота)};$$

$$\text{DL}_{50} (\text{CrO}_3 [\text{H}_2\text{CrO}_4]) = 5 \text{ г}.$$

Неотложная помощь

При пероральном отравлении – срочное промывание желудка и верхнего отдела кишечника. Из-за сильного химического ожога пищевода и глотки зондовое промывание не рекомендуется. После обильного промывания – щелочное питье.

При попадании на тело сильные неорганические кислоты удаляют мягким тампоном, затем обильно промывают водой и обрабатывают 2–3 % раствором соды.

Химические язвы от ожога кислотами, несмотря на поверхностный характер, заживают трудно. Их рекомендуется продезинфицировать спиртом.

Многие органические кислоты имеют в среднем более жесткие значения ПДК, чем большинство неорганических из-за вовлечения в метаболизм и образования высокотоксичных продуктов (летальный синтез).

8.2. Характеристика токсического действия щелочей

Щелочи относятся к крупнотоннажным продуктам, так как широко применяются в самых различных отраслях и в быту, то есть относятся одновременно к промышленным и бытовым токсикантам. Наиболее широко используются: NaOH, KOH, LiOH – в электролитах для щелочных аккумуляторов, при обезжиривании деталей в гальванотехнике, при гидролизе жиров и производстве мыла, но более всего – в химической промышленности. В РФ производство наиболее широко применяемых щелочей составляет:

NaOH – около 11 млн т/год;

KOH – около 0,8 млн т/год;

LiOH – около 0,3 млн т/год.

CaO, Ca(OH)₂ – негашеная и гашеная известь – массово используются в качестве вяжущих строительных материалов. Кроме того, гашеная известь широко применяется при обработке сточных вод. Суммарное производство – более 20 млн т/год. Остальных щелочей в практике нет.

Широко применяются водный раствор аммиака (NH₃·H₂O), аммиачная вода и нашатырный спирт (10 %-й раствор NH₃) для медицинских целей. Аммиачная вода используется после разбавления как удобрение, а в концентрированном виде – при дегазации ОВ и приготовлении дезактивирующих растворов в зимнее время. Водный раствор аммиака относится к слабым основаниям.

Токсическое действие большинства щелочей определяется гидроксильными ионами:



Именно они вызывают гидролиз жиров, денатурацию белков, нарушают кислотно-щелочное равновесие в организме, энергично взаимодействуют с липопротеидами, разрушая мембраны клеток, а также взаимодействуют со многими биологически активными веществами клеток. Аммиак, несмотря на слабощелочную среду, оказывает не менее сильное токсическое воздействие из-за образования катиона аммония NH₄⁺ и продуктов метаболизма (образование высокотоксичных и канцерогенных нитрозо-аминов R–NH–N=O).

В отличие от кислот химические травмы от щелочей более глубокие, с нарушением структуры тканей до нескольких мм, с образованием некротических участков, крайне медленно заживающих, с грубыми рубцами. Глубокое проникновение щелочи в ткани связано прежде всего с хорошей жирорастворимостью. Поэтому при попадании на кожу щелочь необходимо как можно быстрее удалить.

При пероральных отравлениях преимущественно поражаются ротовая полость и пищевод, так как в желудке происходит быстрая нейтрализация присутствующей там соляной кислотой. Пищевод поражается всегда на большую глубину с чрезвычайно медленным заживлением (до 1,5 лет) и последующей инвалидностью из-за нарушения проходимости вследствие образования грубых рубцов. Особенно глубоко поражается глазное яблоко, всегда с большей или меньшей потерей зрения.

На производстве преобладают чрескожное и ингаляционное поступления пыли и тумана щелочей. При малых концентрациях резко увеличивается частота заболеваний кожи вследствие развития дерматитов и экзем. Ткани легких разрыхляются, нарастают изменения в составе крови, наблюдается высокая частота хронических заболеваний легких.

Неотложная помощь

Срочное и обильное промывание слизистых и поверхностей кожи (до исчезновения "скользкости") с наложением стерильной повязки и последующим продолжением лечения. При пероральных отравлениях, в том числе и нашатырным спиртом, – срочная госпитализация. Также срочно госпитализируют при ингаляционных отравлениях, так как летальная доза гидроксидов натрия и калия составляет от 10 до 20 мг/кг.

Гигиенические нормативы

Все щелочи, как и сильные кислоты, – выраженные канцерогены, поэтому, с учетом общей высокой токсичности, нормативы жесткие:

$$\text{ПДК}_{\text{с.с}} = 0,01 \text{ мг/м}^3;$$

$$\text{ПДК}_{\text{р.з}} = 2,0 \text{ мг/м}^3;$$

$$\text{DL}_{50} (\text{KOH}) = 4,95 \text{ мг/кг};$$

$$\text{DL}_{50} (\text{NH}_4\text{OH})_{10\%} = 40\text{--}70 \text{ мл.}$$

Кислоты и щелочи высокотоксичны для большинства живых организмов, поэтому не допускается сброс сильно закисленных или щелочных сточных вод, проводится их нейтрализация до $\text{pH}=6\text{--}9$ ед.

Вопросы для самопроверки

1. В чем заключаются сходство и различие в действии кислот и щелочей на организм человека?
2. Какие кислоты и щелочи наиболее широко распространены в практике?
3. Опишите токсическое действие кислот. Каково влияние состава аниона на общую токсичность кислоты?
4. Почему токсическая нагрузка при действии щелочей сопровождается глубоким поражением тканей?
5. Укажите основные меры предосторожности и первой помощи при работе с кислотами и щелочами.

9. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТОКСИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ОТРАВЛЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ

9.1. Основные сведения об отравляющих веществах и химическом оружии

Современный уровень развития химии и технологий в большинстве стран достаточен для развертывания производства широкого спектра высокотоксичных и чрезвычайно токсичных веществ, часть из которых обладает необходимым комплексом свойств, позволяющих применять эти вещества в качестве химического оружия. С учетом доступности сырья и технологий химическое оружие считают оружием массового поражения бедных стран. Контроль за производством высокотоксичных отравляющих веществ (ОВ) весьма затруднен, так как многие технологии и вещества имеют двойное назначение (гражданское и военное), а часть технологий, например используемых в производстве фосфорорганических ядохимикатов, может быть за короткий отрезок времени перепрофилирована на выпуск родственных по структуре и самых опасных ОВ – зарина, зомана и V-х-газов. В экологическом отношении применение химического оружия высоко опасно из-за отдаленных последствий действия ничтожных концентраций ОВ.

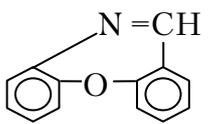
В настоящее время большинством стран подписана конвенция о запрещении и уничтожении химического оружия, но проблема контроля чрезвычайно сложна из-за возможности маскировки технологий.

Основными требованиями к ОВ и химическому оружию являются: достаточная летучесть и проникающая способность для оказания поражающего действия, а также стойкость к детонации и факторам окружающей среды. В большинстве индустриально развитых стран накоплены значительные запасы фосфорорганических ОВ, полицейских ОВ (хлорацетофенон, хлорпикрин (CCl_3NO_2) и др.), быстро разрабатываются и накапливаются арсеналы болевых ОВ и обессиливающих ОВ.

Основные ОВ, находящиеся в арсеналах, или производство которых может быть наиболее быстро налажено, приведены в табл. 9.1.

Таблица 9.1

Основные отравляющие вещества

| Название ОВ | Формула | Темпе- ратура кипения, °С | Темпе- ратура плавле- ния, °С | Плотность при 20 °С, г/см ³ | Летучесть при 20 °С, мг/л |
|------------------------------------|--|------------------------------------|--|--|---------------------------------|
| Смертоносные | | | | | |
| V-х-газы (Ви-газ) | $\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3 - \text{P} - \text{F} \\ \\ \text{S} - \text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_3)_2 \end{array}$ | > 300 | < -30 | 1,02–1,08 | 10 ⁻³ |
| Зарин | $\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3 - \text{P} - \text{F} \\ \\ \text{OCH}(\text{CH}_3)_3 \end{array}$ | 151,1 | -54 | 1,094 | 14,3 |
| Зоман | $\begin{array}{c} \text{O} \qquad \text{CH}_3 \\ \qquad / \\ \text{CH}_3 - \text{P} - \text{O} - \text{CH} \\ \qquad \backslash \\ \text{F} \qquad \text{C}(\text{CH}_3)_3 \end{array}$ | 190 | -80 | 1,013 | 3 |
| Иприт | $\text{S}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl})_2$ | 217 | 14,5 | 1,274 | 0,6 |
| Фосген | COCl_2 | 7,6 | -118 | 1,38 | 6370 |
| Хлорциан | ClCN | 12,6 | -6,9 | – | 3800 |
| Синильная кислота | HCN | 25,6 | -13,2 | 0,688 | 873 |
| Ирригаторы (раздражающее действие) | | | | | |
| Хлораце- тофенон | $\begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_5 - \text{C} - \text{CH}_2\text{Cl} \\ \\ \text{O} \end{array}$ | 245 | 50 | – | 0,11 |
| Дибензо- клазепин |  | 340 | 72 | – | 0,0012 |
| Адамсит | $\text{HN}(\text{C}_6\text{H}_4)_2\text{AsCl}$ | 410 | 195 | – | 2·10 ⁻⁵ |
| Дифенил- цианарсин | $(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{AsCN}$ | 346 | 31,5 | 1,32 | 6,8·10 ⁻⁴ |
| Психотропные | | | | | |
| VZ (Би-зет) | $(\text{C}_6\text{H}_5)_2(\text{COH})\text{C}(\text{O})\text{N} \begin{array}{c} \text{N} \\ \diagdown \\ \text{C} \\ \diagup \end{array}$ | ≈ 320 | 165 | – | 0,012 |

9.2. Характеристика токсического действия отравляющих веществ, состоящих на вооружении России и подлежащих уничтожению

Арсенал России составляет 40,5–43 тыс. т ОВ, рассредоточенных на семи базах химического оружия, три из которых – крупнейшие и в их состав входит база химического оружия в Леонидовке под Пензой. На этой базе (арсенале) находится около 7 тыс. т самых токсичных боевых отравляющих веществ: зарина, зомана и V-х-газов. Ранее там же находился и люизит, запасы которого были уничтожены под Леонидовкой путем сброса в болото с последующим подрывом, что привело к образованию очага, содержащего значительные количества соединений мышьяка, составляющих серьезную экологическую угрозу вследствие поступления их в грунтовые и подземные воды.

Зарин – изопропиловый эфир метилфторфосфоновой кислоты. Жидкость без цвета и запаха, неограниченно растворима в воде и органических растворителях. Обладает нервно-паралитическим действием, вызывает поражение при любом виде воздействия, но особенно быстро при ингаляционном поступлении. Первые признаки поражения: миоз (сужение) зрачков и затруднение дыхания проявляются при концентрации зарина 0,0005 мг/л через 2 минуты. При пероральном поступлении DL_{50} – 0,14 мг/кг, при попадании на кожу в жидком виде – 24 мг/кг – смерть в течение суток.

Зоман – пинаколиловый эфир метилфторфосфоновой кислоты. Бесцветная жидкость с запахом камфоры, с хорошей летучестью (3 мг/л при 20 °С); плохо растворяется в воде (1,5 %), легко – в спиртах, эфирах, кетонах и галогенпроизводных. Примерно в 3 раза токсичнее зарина. Наряду с зарином и V-х-газами относится к самым опасным БОВ нервно-паралитического характера. По сравнению с зарином опаснее не только из-за более высокой токсичности, но и способности накапливаться в организме (эффект кумулирования), отравление с трудом поддается излечению. Первые признаки ингаляционного поражения появляются при концентрации 0,0005 мг/л через минуту. Смертельная концентрация при вдыхании в течение 10 минут – 0,003 мг/л. Смертельная доза при резорбции через кожу – 2 мг/кг. Впервые синтезирован в 1944 г. в Германии.

V-х-газы – в отличие от зарина и зомана, характеризуются меньшей летучестью, но они значительно более стойкие, в зимний период сохраняют боевые свойства в малопрветриваемых зонах до нескольких месяцев. В летнее время – 7–10 дней. Чрезвычайно опасные при всех видах воздействия. Главным образом – через кожу. Смертельная доза при чрескожном поступлении – около 0,3 мг/кг. При концентрации в воздухе 0,0001 мг/л – сильный миоз, чувство страха и беспокойства, стеснение в груди и одышка.

Смертельная концентрация в воздухе при действии в течение 10 мин – 0,001 мг/л. Легко поглощается древесиной, одеждой и другими пористыми

материалами, сохраняя боеспособность в течение нескольких месяцев (вследствие обратной десорбции). V-х-газы при перемещении с воздушными массами по малопересеченной местности сохраняют боевые свойства на расстоянии до 30–50 км (при низкой скорости воздушных масс).

Все нервно-паралитические ОВ влияют на переход сигнала по нервам через синаптическую щель вследствие блокирования ацетилхолина. Смерть наступает от паралича.

Безопасными считаются концентрации $1 \cdot 10^{-6}$ мг/л. Однако исследования, проведенные по результатам войны "Буря в пустыне" в Кувейте, а также анализ профессиональных болезней рабочих на специальных производствах и обслуживающего персонала на базах и арсеналах показал, что зона "молчания" (нет проявления отравления) для организмов = 10^{-5} – 10^{-6} мг/л, а при концентрациях менее 10^{-6} мг/л через 5–6 лет развивается разновидность "болезни легионеров", которая характеризуется поражением ЦНС, невритами (отмиранием) периферийных нервов и поражением печени. Очень частый симптом – сильнейшие головные боли и снижение иммунитета. По этим причинам уничтожение химического оружия является серьезнейшей проблемой.

Иприт $S(CH_2CH_2Cl)_2$.

ОВ общеядовитого и раздражающего действия. Маслянисто-бурая жидкость с запахом прелого сена. Раздражающее действие проявляется при концентрации 0,001–0,002 мг/л, а при 0,015 мг/л смерть наступает через 1,5 часа ингаляционного поступления.

Летальная доза при чрескожном действии = 70 мг/кг. Иприт хорошо растворяется в жирах, поэтому на месте внедрения в кожу образуются глубокие химические язвы с отмиранием обширных участков. По эффективности действия иприт и его смеси с люизитом сильно уступают нервно-паралитическим БОВ, поэтому активно уничтожались в открытых средах в 1960-1982 гг.

Люизит $ClCH = CHAsCl_2$ – (α -люизит).

Бесцветная жидкость без запаха, температура плавления 2,4 °С, температура кипения 196,6 °С.

Технический люизит – бурая жидкость с запахом герани. Летучесть 4,41 мг/л. Плохо растворяется в воде, хорошо – во всех органических растворителях. При гидролизе, в том числе и в организме, образует высокотоксичные кислоты H_3AsO_4 и промежуточно – $ClCH=CHAs(OH)_2$. Является чрезвычайно токсичным ОВ общеядовитого и раздражающего действия, которое проявляется при концентрации $3 \cdot 10^{-4}$ мг/л. При концентрации 0,01 мг/л через 15 мин – конъюнктивит, отечность, поражение кожи (эритема). Летальная доза при 15-минутной ингаляции составляет 0,25 мг/л, чрескожно – 25 мг/кг.

Отравления люизитом и ипритом чрезвычайно трудно поддаются излечению. Уничтожение иприта и люизита путем гидролиза в заброшенных водоемах привело к опасному загрязнению окружающей среды мышьяком (H_3AsO_3 и ее соли) и продуктами частичного гидролиза иприта и люизита.

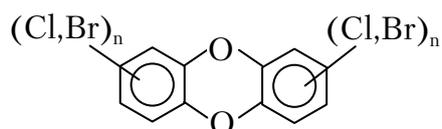
Отравляющие вещества психотропного действия (**BZ** и другие) избирательно блокируют нервные импульсы в головном мозге с длительным галлюциногенным действием и предназначены для временного выведения людей из строя. За последние годы синтезированы психотропные ОВ, вызывающие шизофрению и временное обездвиживание.

Почти все БОВ относятся к классу ксенобиотиков-эко супертоксикантов, то есть к веществам, чуждым для биосферы и обладающим сверхтоксичностью. ПДК_{с.с} для БОВ установлены в пределах от $2 \cdot 10^{-5}$ до $1 \cdot 10^{-7}$ мг/м³, поэтому уничтожение химического оружия связано с чрезвычайно высоким экологическим риском.

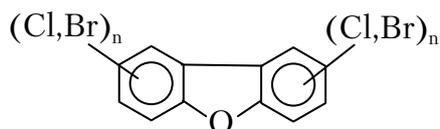
Кроме БОВ, к экологическим супертоксикантам относятся диоксины, некоторые компоненты ракетных топлив (гептил) и небольшая часть других веществ.

Диоксины образуются при производстве галогенсодержащих пластмасс, ядохимикатов, при сжигании многих галогенсодержащих органических соединений, входящих в состав мусора и других видов отходов. Большие количества диоксинов обнаруживаются в местах прежнего уничтожения устаревшего химического оружия на основе иприта, люизита и ряда других в том числе и в окрестностях арсенала «Леонидовка», где уничтожение проводилось до 1982 г.

Различают два ряда диоксинов: дибензодиоксины и дибензофураны:

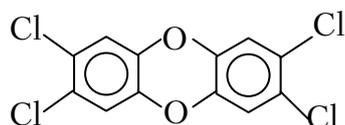


дибензодиоксины



дибензофураны

Наиболее токсичен 2,3,7,8-тетрахлордибензо-1,4-диоксин:



Для него ПДК_{с.с} составляет всего 0,5 пг/м³, ПДК_п – 0,133 пг/кг. Токсическое действие диоксинов определяется блокированием работы многих ферментов и участков ДНК, РНК и других биологически активных веществ клеток. В результате наблюдаются нарушение метаболизма, воспалительные заболевания кожи с последующим рубцеванием, пора-

жение печени и других органов, канцерогенные эффекты и т.д. Проблема диоксинов резко обозначилась после аварии на химическом заводе в г. Севезо (Италия, 1976 г.), когда произошел выброс 2–6 килограммов диоксинов, вызвавших тяжелые заболевания у нескольких сотен человек. В настоящее время во всех развитых странах проводится тщательный экологический мониторинг процессов и производств – потенциальных источников выбросов диоксинов, наиболее серьезными из которых являются мусоросжигательные заводы, получение полихлорированных бифенилов и других галогенированных углеводородов, пластимасс и химикатов. Значительно загрязнение экосупертоксиантами в окрестностях ракетных полигонов и космодромов.

В целом проблема экосупертоксиантов в настоящее время является острой в большинстве технически развитых стран и еще более обострится при проведении уничтожения химического оружия. По состоянию на начало 2014 г. РФ уничтожила более 80% БОВ и обязана окончательно уничтожить свои химические арсеналы до 2016 г. США закончили уничтожение своих арсеналов, а летом 2014 г. будет уничтожать запасы химического оружия Сирии.

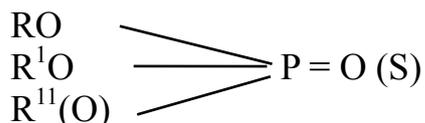
Вопросы для самопроверки

1. Какие загрязняющие вещества относят к экологически сверхтоксичным (экосупертоксиантам)?
2. Какие виды ОВ находятся на базах химического оружия РФ и подлежат обязательному уничтожению?
3. Укажите токсические и основные физико-химические свойства ОВ, находящихся в арсенале ХО «Леонидовка» (зарин, зоман и V-х-газы).
4. В чем заключаются экологические сложности уничтожения химического оружия?
5. Что такое диоксины? Укажите особенности их токсического действия на организм человека.

10. ХАРАКТЕРИСТИКА ТОКСИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ПЕСТИЦИДОВ

10.1. Действие фосфорорганических соединений

Синтезировано много классов ядохимикатов, однако основная масса, примерно 2/3 от всех производимых, приходится на фосфорорганические соединения (ФОС), являющиеся производными фосфорных и тиофосфорных кислот:



R, R¹, R¹¹ – различные органические радикалы и другие функциональные заместители.

Значительно реже из-за более высокой токсичности применяют производные фосфорной кислоты, в которой радикал, содержащий галоген, непосредственно связан с фосфором. Все ФОС обладают большей или меньшей токсичностью, так как взаимодействуют с ацетилхолином и нарушают передачу нервных импульсов (равновесие между ацетилхолином и холинэстеразой). Значительная часть ФОС, содержащих галогены, обладает сильным гепатотоксическим и канцерогенным действием (хлорофос). Кроме того, все ФОС сильно влияют на внутриклеточный метаболизм и оказывают общетоксическое действие. Легко проникают через кожу, ЖКТ и органы дыхания.

Острые отравления характерны при обработке сельскохозяйственных культур и при использовании в пищу плохо вымытых овощей и фруктов.

Основными признаками острого отравления ФОС являются: миоз, чувство страха и беспокойства, головная боль и тошнота, обильное потоотделение, саливация, стесненность в груди, непроизвольные судороги, выделение пенных масс из трахеи с последующим нарушением дыхания.

При сильном отравлении – развитие обширных судорог и паралича. При излечении возможны отдаленные серьезные последствия: невриты, повторяющиеся пневмонии, цирроз печени.

Хронические отравления также сопровождаются миозом, но в меньшей степени, больше характеризуются снижением умственных способностей, головной болью, нарушением координации, развитием невритов и полиневритов с параличом отдельных групп мышц. Из-за гепатотоксического действия нарушается функционирование печени.

Первая помощь и лечение

При острых отравлениях необходима скорейшая госпитализация. При выделении пены следует производить ее аспирацию из трахеи. При пероральном поступлении – срочное обильное промывание желудка до исчезновения

запаха ФОС. При лечении обязательна очистка крови посредством ее пропускания через активированный уголь (гемосорбция), затем очистка на полупроницаемых мембранах (гемодиализ) до прекращения обнаружения ФОС в крови по результатам анализов. При хронических отравлениях – исключить поступление новых порций ФОС, обеспечить витаминную диету, достаточный водный режим и парную.

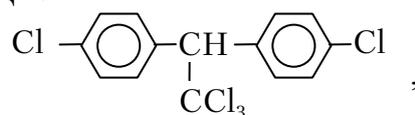
Примерно 1/3 ФОС обладает способностью к кумуляции. Многие ФОС или их метаболиты – канцерогены.

Вследствие высокой опасности ФОС их применение в развитых странах резко ограничено, однако производство не свернуто – их поставляют в бедные и развивающиеся страны. В развитых странах ФОС заменяют на производные пириметринового ряда, которые легко разрушаются в природе и менее токсичны (децис, фьюри, банкол, актара и т.п.). В целом, подавляющее большинство пестицидов разных классов имеет период полураспада в биосфере более 1 года. Кроме того, существует серьезная экологическая проблема роста невосприимчивости, например насекомых, к пестицидам. Число таких видов на начало 1990-х годов составляет более 500.

10.2. Характеристика токсического действия галогенсодержащих ядохимикатов и растворителей

Галогенсодержащие производные органических соединений применяются для самых различных целей – от обеззараживания почвы (фумиганты – бромпроизводные низших алканов) до гербицидов (хлорпроизводные: 2-4 Д, 2-4-аминная соль) и инсектицидов (ДДТ, гексахлоран). В природе хлорпроизводные органических соединений в заметном количестве образуются при лесных пожарах, однако основная масса, около 90 %, имеет антропогенное происхождение.

Галогенсодержащие ядохимикаты и растворители обладают, как правило, большим периодом полураспада в природе (от нескольких месяцев до нескольких десятков лет), поэтому происходит накопление ядохимикатов в океане и во многих других средах. По этой причине большинством стран в 2004 г. была ратифицирована Международная конвенция по прекращению производства и применения трудно разрушаемых пестицидов и других веществ. РФ, к сожалению, не подписала конвенцию и по-прежнему широко использует высоко опасные пестициды. Например, печально известный ДДТ:



имеет период полураспада в зависимости от климатических условий от 8–10 до 90 лет, относится к прекрасным инсектицидам. В 50-е – начале 60-х годов ДДТ находил массовое применение во многих регионах Земли и в

настоящее время нет ни одного организма на Земном шаре, не содержащего его. Однако с накоплением информации выяснилось, что ДДТ относится к выраженным канцерогенам, обладает высоким гепатотоксическим действием и вызывает многие нарушения обменных процессов в организме, поэтому в 1954 г. решением ООН было рекомендовано резко ограничить применение ДДТ. В СССР наметили отменить препарат с 1964 г., но это решение вступило в силу только с 1972 г., однако и в конце 70-х годов ДДТ широко и тайно применялся для борьбы с малярийным комаром в Сибири и для окулирования зернохранилищ.

Канцерогенное и гепатотоксическое действия характерны практически для всех бром- и хлорсодержащих соединений, поэтому, несмотря на высокую эффективность и низкую себестоимость, эти ядохимикаты жестко ограничивают в применении, а производство экологически чистой продукции предусматривает полный запрет использования ядохимикатов (только биологические и агротехнические методы борьбы с вредителями).

Так как применение ядохимикатов различных классов неизбежно, то главным экологическим требованием является строгое соблюдение норм использования и техники безопасности при работе с ними. При этом долгоживущие, трудноразрушаемые ядохимикаты практически повсеместно запрещают. Строгие ограничения устанавливаются для ряда опасных галогенсодержащих растворителей: тетрахлорметана, дихлорэтана, хлорбензолов и т.п. В частности, в странах ЕЭС содержание опасных растворителей, в том числе и галогенсодержащих, в составе лакокрасочных средств не должно превышать 25 %.

Ориентировочно допустимые концентрации пестицидов в почвах составляют от минимальных 0,01 мг/кг (Промед) до максимальных 0,9-1,0 мг/кг (Ялон, Ленацил) значений. Санитарно-гигиенические нормативы части галогенсодержащих растворителей приведены в прил. 3.

Вопросы для самопроверки

1. Укажите наиболее распространенные в практике классы ядохимикатов (пестицидов) и их экологические особенности.
2. Опишите токсические свойства фосфорорганических пестицидов.
3. Укажите особенности токсического действия галогенсодержащих пестицидов и растворителей на организм человека.
4. Какую первую помощь следует оказывать при острых отравлениях пестицидами?
5. Каковы возможности замены опасных видов ядохимикатов на менее опасные?
6. Что такое «экологически чистые» продукты питания? Каковы возможности расширения их производства?

11. ХАРАКТЕРИСТИКА ТОКСИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ УГАРНОГО ГАЗА, ОКСИДОВ СЕРЫ, АЗОТА И ВЫБРОСОВ АВТОТРАНСПОРТА. СМОГ

Из пяти важнейших, загрязняющих атмосферный воздух веществ техногенного происхождения (пыль, оксид углерода, диоксид серы, оксиды азота и углеводороды) основная масса приходится на выбросы оксида углерода (около 400 млн. т/год), диоксида серы (более 100 млн. т/год) и оксида азота (около 100 млн. т/год). Выбросы твердых частиц составляют около 140 млн. т/год, а углеводородов – около 60 млн. т/год. (Данные за 1998 г.) Более половины из указанных загрязнений приходится на выбросы автотранспорта.

С учетом природных источников общие валовые выбросы перечисленных загрязняющих веществ возрастают примерно вдвое, поэтому суммарная токсическая нагрузка на экосистемы и здоровье человека указанных токсикантов представляет серьезную экологическую проблему.

Выбросы оксидов серы и азота приводят к закислению атмосферных осадков вследствие образования соответствующих кислот. В результате происходит гибель или угнетение жизнедеятельности многих видов наземных организмов и гидробионтов, особенно в водоемах с малым содержанием веществ, нейтрализующих кислоты.

Выбросы оксида углерода менее токсичны для растительного мира и гидробионтов, но обладают высокой токсичностью для многих наземных животных.

Характеристика токсического действия угарного газа

Оксид углерода (угарный газ CO) является причиной значительной доли летальных исходов при отравлениях в быту и на производстве.

Угарный газ – вещество без цвета и запаха, без вкуса, немного легче воздуха, образуется во всех процессах неоптимального горения, т.е. при неполном сгорании органических веществ. Особенно много угарного газа выделяется с отработавшими газами автомашин – до 395 г/(т·км пути). По этой причине на перекрестках и вдоль оживленных магистралей повсеместно наблюдается значительное превышение ПДК CO .

При среднегодовом пробеге автомобиля ≈ 15 тыс. км он обедняет атмосферу на 4350 кг O_2 и обогащает ее 530 кг CO . Содержание CO в выхлопных газах двигателей может достигать 12%, причем в их состав входит еще около 200 химических соединений, и в совокупности с ними CO оказывает гораздо более выраженный токсический эффект, чем при изолированном действии. Отравления водителей CO в ряде случаев являются причинами дорожно-транспортных происшествий. В зависимости от режима работы двигателя выброс CO при сжигании 1 кг бензина

колеблется от 150 до 800 г. При плохом покрытии дорог на уклонах содержание СО в выхлопных газах увеличивается. На перекрестках, вследствие работы двигателя на малых оборотах или холостом ходу, торможения или ускорения концентрации СО в 2,5-4 раза выше, чем на перегоне, причем это увеличение находили на расстоянии до 500 м вдоль магистрали и до 150 м – поперек, вглубь жилых построек. Летом СО накапливается в зеленых зонах перед домами, обрамляющими магистраль, в закрытых, плохо проветриваемых дворах. Самоочищение воздуха магистральных улиц от выбросов автотранспорта происходит при скорости ветра выше 3 м/с. Средние концентрации СО на магистральных улицах 6-57 мг/м³, максимальные 170-230 мг/м³; в тоннелях они могут достигать 290-600 мг/м³. Гаражи, особенно многоэтажные, с принудительной вентиляцией могут быть источниками больших выбросов СО, концентрации которого достигают 2000 мг/м³ вблизи вентиляционных решеток. В наземных гаражах в часы выезда концентрация СО может достигать 170-200 мг/м³, в подземных средняя концентрация 112 мг/м³, максимальная – 570 мг/м³.

Угарный газ вызывает острую гипоксию (кислородное голодание), так как энергично взаимодействует с гемоглобином и дыхательными ферментами клеток:



при этом образуется устойчивый комплекс – карбоксигемоглобин, примерно в 30 раз более прочный, чем комплекс гемоглобина с кислородом, поэтому в крови любого человека присутствует определенная концентрация СОHb (до 5 %).

Из-за гипоксии страдает в первую очередь ЦНС, отравление происходит незаметно и, в зависимости от концентрации СОHb в крови, различают три стадии отравления:

- 1 – легкая (СОHb менее 20 %);
- 2 – средней тяжести (СОHb примерно 20–40 %);
- 3 – тяжелая (СОHb более 40–60 %).

При первой стадии отравления наблюдается пульсация крови в висках, эффект сдавливающего голову обруча, шум в ушах, головная боль, незначительное нарушение координации движения. Потери сознания не наблюдается.

При второй стадии перечисленные симптомы более выражены, значительно возрастает потеря координации движений, и происходят кратковременные потери сознания.

При третьей стадии – потеря сознания, нарушение дыхания и сердечной деятельности, затем остановка дыхания, паралич и смерть.

Карбоксигемоглобин СОHb, затрудняет процесс газообмена клеток всех органов тканей, что приводит к кислородному голоданию особенно

опасному для нервной системы. При отравлении окисью углерода происходят нарушения в центральной нервной системе, ухудшаются память, внимание, возможны кровоизлияния в сетчатку глаз, паралич и смерть.

СО снижает порог фибрилляции желудочков сердца, оказывает кардиодепрессивное действие, повышает свертываемость крови и проницаемость стенок сосудов, увеличивает выделение эритропоэтина почками и стимулирует эритропоэз. Особо чувствительны молодые люди и беременные женщины. Тяжело переносят отравление алкоголики, курящие и лица с заболеваниями системы кровообращения и др. При резкой анемии возможна смерть.

Легкие отравления протекают без потери сознания или с кратковременным обмороком, могут сопровождаться сонливостью, тошнотой, иногда рвотой. Отравления средней тяжести характеризуются более или менее длительной потерей сознания; после выхода из этого состояния сохраняется общая слабость, могут быть провалы памяти, двигательные расстройства, судороги. При тяжелых отравлениях потеря сознания длится более 2 ч, развиваются клонические или тонические судороги непроизвольное мочеиспускание и дефекация. У лиц в коматозном состоянии или умирающих от острого отравления в крови обычно не менее 50 % СОНб, хотя встречаются случаи гибели при меньшем его содержании. Однако, несмотря на довольно большую индивидуальную чувствительность к СО, которую связывают с генетическими факторами, уровень СОНб в крови дает ориентировочное представление о тяжести отравления.

При вдыхании не слишком больших концентраций (до 1000 мг/м³) – тяжесть и ощущение сдавливания головы, сильная боль во лбу и висках, головокружение, шум в ушах, покраснение и жжение кожи лица, дрожь, чувство слабости и страха, жажда, учащение пульса, пульсация височных артерий, ощущение недостатка воздуха, тошнота, рвота. В дальнейшем при сохранении сознания — оцепенелость, слабость и безучастность (или даже ощущение приятной истомы), из-за которых вскоре человек не может выйти из опасной зоны; затем нарастают сонливость и оцепенение или же спутанность сознания и опьянение; может повышаться температура тела до 38–40°. В типичных случаях отравившийся теряет сознание. Кома длится часто 1–2 дня. В редких случаях при тяжелых отравлениях сознание сохраняется до смерти. Одышка может длиться часами и даже сутками и заканчивается смертью от остановки дыхания. Сутками (в единичных случаях даже неделями) может длиться и потеря сознания. Встречаются атипичные формы: иногда отравившийся теряет сознание и мгновенно падает; в редких случаях наблюдаются острые психические расстройства. Иногда наблюдается двухфазное течение острого отравления: после начальных симптомов интоксикации и последующих 2–3 недель нормализации, состояние внезапно ухудшается и развиваются тяжелые нейropsychические нарушения (дезориентация, апатия, неадекватное

поведение). Прогноз в таких случаях неблагоприятный. В редких случаях после короткой потери сознания наступает быстрое и, по-видимому, полное выздоровление.

Но не всегда однократное острое отравление проходит бесследно. Последствиями острого отравления могут быть продолжительные головные боли и головокружения. В тяжелых случаях через некоторое время после выздоровления повторяющиеся обмороки, энцефалопатии, глубокий ступор и кома. Иногда возникают психозы. Известны тяжелые поражения нервной системы с явлениями нарушения движений и паркинсонизма, параличи черепно-мозговых нервов и парезы конечностей. Нарушения функции кишечника и мочевого пузыря проходят очень медленно. В молодом возрасте последствием могут быть хореоидные гиперкинезы, в пожилом – депрессия, деменция, амнезия и прогрессирующая кахексия. Причиной повреждения нервной системы являются нарушения кровообращения мозга, непосредственное токсическое действие СО на нервную ткань, а также увеличение проницаемости гематоэнцефалического барьера. Со стороны периферической нервной системы отмечаются двигательные, чувствительные и трофические расстройства, которые иногда длятся годами; наряду с параличами развиваются поли- и мононевриты (отмирание нервов), нейродистрофические артриты, радикулиты, парестезии, повышение или отсутствие чувствительности отдельных участков кожи. Страдают органы чувств, в особенности зрение. Даже однократное легкое отравление снижает точность и скорость зрительного восприятия пространства, цветовое и ночное зрение. Наблюдаются также ухудшение остроты слуха, нарушение функции вестибулярного аппарата, трофические расстройства кожи, волос, ногтей, поражение органов дыхания, мышц, суставов; отмечаются гипотония, лабильность и учащение пульса, экстрасистолия, стенокардические явления, преходящие нарушения проводимости. Инфаркт миокарда может развиваться после острого отравления, перенесенного даже без видимых последствий. Как последствия острого отравления описаны также заболевания щитовидной железы и усиление активности ее функции, поражение печени, нарушение ее антитоксических функций, увеличение селезенки, особенно у лиц пожилого возраста и у астеников, нарушения функции надпочечников, изменения со стороны почек (нефроз и очаговый нефрит), желудочно-кишечные заболевания, понижение сопротивляемости по отношению к инфекциям. Изменения в обмене веществ: исхудание, повышение в крови содержания сахара, молочной кислоты, ацетоновых тел, холестерина, мочевины, нарушение азотистого обмена; уменьшение активности аминотрансферазы в тканях мозга, печени, почек и резкое увеличение в сыворотке крови, понижение щелочного резерва, нарушение водно-солевого обмена, сахар в моче.

Токсические концентрации и симптомы при отравлении людей СО приведены в табл. 11.1.

Таблица 11.1

| Концентрация СО, мг/м ³ | Длительность воздействия | Содержание СОНб, % | Симптомы отравления |
|---------------------------------------|-----------------------------|-----------------------|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 6 | 25 мин | - | Снижение цветовой и световой чувствительности глаз |
| 11-12 | 5 ч | 3,8 | Нарушение точности оценки временных интервалов |
| 13 | 7-8 мин | 1,6 | Изменение биохимических и физиологических показателей |
| 31 | 3 ч | - | Снижение точности зрительного восприятия пространства и ночного зрения |
| 33 | 3 ч | 3,5-4 | Уменьшение содержания О ₂ в крови |
| | 6-8 ч | - | Снижение слуха. Изменения ЭЭГ |
| 50-60 | 2 ч | - | Ухудшение выполнения психологических тестов |
| | 5 ч | 2,1-3,8 | - |
| 55 | 1-3 ч | - | Увеличение латентного периода при восприятии сигналов |
| | 6 ч | 5 | Уменьшение содержания кислорода в крови |
| | 8 ч | 5-9 | Увеличение порога зрительного восприятия |
| 57 | - | 2,5-3 | Приступы стенокардии при физической нагрузке у больных ишемической болезнью сердца |
| 60 | 5 ч | 4,7 | - |
| | 6 ч | - | Изменение ЭЭГ и частоты сердечных сокращений |
| 80-110 | 3,5-5 ч | 7-10 | Снижение скорости зрительного восприятия, ухудшение выполнения психологических и психомоторных тестов, координации мелких точных движений и аналитического мышления |
| 220 | 1-3 ч | 6-10 | Легкая боль в области лба |
| | 3 ч | 14 | Нарушение работоспособности |
| | 6 ч | 17 | - |
| 230 | 6 ч | 16-20 | Боль в области лба, ощущение давления на лоб, быстро исчезающие на свежем воздухе; расширение кожных кровеносных сосудов; снижение физической работоспособности |
| 230-340 | 5-6 ч | 23-30 | Головная боль. Ощущение пульсации в висках. Головокружение |
| 1760 | 20 мин | - | Головная боль, головокружение, тошнота |
| | 2 ч | - | Потеря сознания, коллапс |

Окончание табл. 2.1

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|-----------|-----------|-------|--|
| 1800-2300 | 1-1,5 ч | 61-64 | То же. Ослабление дыхания и сердечной деятельности. Может наступить смерть |
| 2000 | 12-35 мин | 50 | Кома, судороги. Смерть |
| 3000 | 1 ч | 64-68 | Потеря сознания, коллапс. Может наступить смерть |
| 2300-3400 | 30-45 мин | - | Головная боль, головокружение |

При хроническом отравлении СО характерно многообразие жалоб, из которых как основные выделяют физическую и психическую астению, головные боли и головокружение. Обычно через 2—3 мес. после начала контакта с СО появляются шум в голове и головные боли, особенно во время работы и по утрам, головокружение, ощущение угара, жалобы на утомляемость, ослабление памяти и внимания, апатию и лабильность настроения, шум в ушах, повышенную чувствительность к звуковым раздражителям, тошноту, исхудание, отсутствие аппетита, плохую переносимость алкоголя, поносы, бессонницу ночью и сонливость днем, бледность, сероватый цвет кожи, навязчивый страх, одышку, сердцебиения, боли в области сердца, в подложечной области, в суставах, невралгические боли, потливость, учащенные позывы к мочеиспусканию, иногда – на обморочное состояние.

Грозный признак при отравлении – появление повышенной температуры, что свидетельствует об отеке мозга.

При выходе из тяжелых отравлений – частая рвота, потеря ориентации в пространстве и во времени. Иногда – помрачнение сознания и шизоидные проявления. При потере сознания люди могут оказаться в самых неудобных позах, при этом наблюдается сдавливание отдельных частей тела и, в зависимости от продолжительности, в дальнейшем часто происходит некроз тканей. Продукты некроза резко осложняют лечение и вызывают сильные поражения печени и почек.

При средних и тяжелых отравлениях самыми опасными осложнениями являются отдаленные невриты и потеря памяти.

Выкуривание одной сигареты или папиросы приводит к связыванию 3–5 % гемоглобина крови; у человека, выкуривающего одну пачку сигарет за сутки, концентрация карбоксигемоглобина в крови снижается на 18–20 %. Новорожденные дети курящих матерей испытывают сильную гипоксию, физически ослаблены и медленнее развиваются.

Первая помощь

Если человек отравился угарным газом, его следует вывести или вынести на свежий воздух, освободить от стесняющей одежды, согреть, укрыть одеялом или чем-нибудь теплым, дать крепкий сладкий чай или кофе. При тяжелых отравлениях необходима срочная госпитализация с обя-

зательной оксигенацией, т.е. помещением в барокамеру с подачей кислорода (до 8 мин за процедуру – несколько раз в сутки). При осложнениях – поддерживающая терапия сердца и почек.

Гигиенические нормативы

$$\text{ПДК}_{\text{р.з}}(\text{CO}) = 20 \text{ мг/м}^3;$$

$$\text{ПДК}_{\text{м.р}}(\text{CO}) = 5 \text{ мг/м}^3;$$

$$\text{ПДК}_{\text{с.с}}(\text{CO}) = 3 \text{ мг/м}^3.$$

Концентрация CO на перекрестках и оживленных магистралях составляет до 290 мг/м^3 , что является причиной примерно 25 % дорожно-транспортных происшествий.

Характеристика токсического действия оксидов серы, азота и продуктов неполного сгорания топлива. Смог

Сернистый ангидрид (диоксид серы, SO_2) является сильным раздражающим действием на слизистые оболочки органов системы дыхания из-за образования сернистой кислоты.

Раздражающее действие SO_2 вызывает рост респираторных заболеваний, катаров, бронхитов, а при длительном контакте и при значительной концентрации ($\sim 50 \text{ мг/м}^3$) провоцирует химическую пневмонию и отек легких.

Оксиды азота NO и NO_2 образуются при высоких температурах (более $800 \text{ }^\circ\text{C}$) вследствие взаимодействия азота воздуха с кислородом, оказывают разнообразное вредное воздействие. При низких концентрациях (менее 10 мг/м^3) более токсичен NO, чем NO_2 . При этом поражение направлено прежде всего на клетки и фрагменты крови вплоть до гемолиза. Значительно также нейротоксичное действие.

При средних и высоких концентрациях (более $5\text{--}20 \text{ мг/м}^3$) токсичнее NO_2 , который вызывает бронхопневмонию, сильное раздражение органов дыхания, а при высоких концентрациях – отек легких.

Для NO также характерно заметное мутагенное действие из-за образования нитрозосоединений и нитрозоаминов в организме (R-N=O и R-NH-N=O).

Важной особенностью диоксида азота NO_2 , который легко образуется из NO при облучении светом, является последующее образование в нижних слоях атмосферы радикальных частиц и озона – так называемых фотохимических смогов (Лос-Анджелесского типа) – в жаркую солнечную погоду при застое загрязненного воздуха у поверхности земли.

Появление озона в присутствии диоксида азота при высоких концентрациях угарного газа вследствие выброса отработавших газов автомобилей резко усиливает токсическое действие на животных и растения, урожайность понижается более чем на 50 %. Резко усиливается раздражающее общетоксичное действие, увеличивается число бронхопневмоний и отеков легких.

В большинстве крупных городов и промышленных центров главным источником выбросов оксидов азота и серы является автотранспорт. Например, в Москве его доля составляет 82 %, в Мехико – примерно 80 %.

Кроме фотохимического смога Лос-Анджелесского типа, преобладающего в солнечную и жаркую погоду, в районах высокого загрязнения атмосферного воздуха часто формируется смог классического, Лондонского типа, при котором преобладает вредное действие промышленной и транспортной пыли, ПАУ, оксидов серы, оксида азота (NO), угарного газа и сажи. В результате резко возрастает число катаров верхних дыхательных путей, бронхитов, обострений астмы и общетоксическое действие в целом.

Смог классического типа состоит преимущественно из частичек пыли, тумана, других аэрозольных и газообразных загрязнений, поэтому представляет собой пелену темных, часто серо-синих оттенков. Фотохимический смог формируется преимущественно в виде желтоватой пелены из-за преобладания диоксида азота, углеводородов и продуктов их частичного окисления. Существует, также смог аляскинского типа, характерного для Якутии и других морозных регионов.

Помимо угарного газа неполное сгорание моторных топлив приводит к образованию более 200 видов других токсичных веществ. Часть из них представлена альдегидами, эфирами, кетонами и другими кислородсодержащими веществами, придающими выхлопным газам резкий запах. Другую, большую часть, составляют остатки бензина и дизельного топлива. При этом несгоревшее моторное топливо претерпевает в двигателе внутреннего сгорания (ДВС) глубокие изменения, в значительной мере превращаясь в ароматические углеводороды (бензол и стирол) и полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), из которых наиболее опасным является бенз(α)пирен (3,4-бензпирен).

Из альдегидов наиболее токсичным является акролеин. *Акролеин* (простейший непредельный альдегид-пропеналь) содержится в токсичных выбросах двигателей внутреннего сгорания. Вызывает сильные раздражения верхних дыхательных путей и приводит к воспалению слизистых оболочек глаз. Концентрацию акролеина в воздухе 7 мг/м^3 человек может перенести в течение не более 1 мин.

Бензин оказывает наркотическое действие. Может вызывать острые и хронические отравления с поражением печени, ЦНС, щитовидной железы, коры надпочечников. Возможно развитие анемии, нарушения в пищеварительной системе, раздражения кожных покровов. Высокая концентрация паров бензина в воздухе может привести к потере сознания человеком и даже к смерти.

Стирол (винилбензол) обладает раздражающим, мутогенным канцерогенным действием, поражает нервную систему, кроветворение, пищеварительный тракт, нарушает обмен веществ, имеет резкий неприятный запах,

характерен для ОГ дизельных моторов, содержится во многих видах выбросов и табачном дыме.

Бенз(а)пирен поступает в воздух рабочей зоны с отработавшими газами, в значительных количествах содержится в нагарах и отработанных маслах. Обладает канцерогенным действием. Попадая в организм человека, он, как и другие полициклические ароматические углеводороды, постепенно накапливается до критических концентраций и вызывает образование злокачественных опухолей. В значительных количествах бензпирен и другие ПАУ накапливаются в нагарах и моторных маслах.

Из-за канцерогенных компонентов выхлопные газы дизельных двигателей решением МАИР (международное агентство по изучению рака) отнесены к канцерогенным факторам (прил. 3).

Гигиенические нормативы, мг/м³

ПДК_{с.с}(SO₂) = 0,050; ПДК_{м.р}(SO₂) = 0,5; ПДК_{р.з}(SO₂) = 0,5;
ПДК_{с.с}(NO) = 0,060; ПДК_{с.с}(NO₂) = 0,04; ПДК_{р.з}(NO₂) = 5;
ПДК_{с.с}(сажа) = 0,050; ПДК_{м.р}(сажа) = 0,15; ПДК_{р.з}(сажа) = 4;
ПДК_{с.с}(бензин) = 0,05–1; ПДК_{м.р}(бензин) = 0,05–5,0; (сланцевый и нефтяной, соответственно);
ПДК_{р.з}(бензин) = 100;
ПДК_{с.с}(озон) = 0,03 (I класс опасности); ПДК_{м.р}(озон) = 0,16; ПДК_{р.з}(озон) = 5.
ПДК_{с.с}(стирол) = 0,002; ПДК_{м.р}(стирол) = 0,04;
ПДК_{с.с}(бензол) = 0,1; ПДК_{м.р} = 0,5

Вопросы для самопроверки

1. Укажите основные источники выбросов оксидов углерода, азота и серы и оцените их вклад в валовые выбросы техногенных источников.
2. В чем заключается неблагоприятное воздействие оксидов серы и азота на экосистемы?
3. Опишите характер токсического действия оксида углерода (угарного газа) на организм человека.
4. Укажите особенности токсического действия оксидов азота на организм человека.
5. Опишите токсическое действие диоксида серы (сернистого ангидрида) на организм человека.
6. Что такое смог? Укажите особенности токсического действия классического и фотохимического смогов.
7. Каковы гигиенические нормативы для оксидов углерода, серы, азота и других компонентов смогов?
8. Укажите токсические свойства продуктов неполного сгорания моторных топлив.

12. ХАРАКТЕРИСТИКА ТОКСИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ РАДИОАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ И ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ В ЦЕЛОМ

Биосфера Земли формировалась на протяжении примерно 3,5 млрд лет в условиях непрерывного радиационного воздействия естественных фоновых источников ионизирующих излучений – космических лучей, радиоактивных изотопов, рассеянных в земной коре и на других объектах окружающей среды, и излучения Солнца. Повреждающие излучения Солнца («солнечный ветер» – поток заряженных частиц, жесткий и средний ультрафиолет (УФ)) задерживаются соответственно магнитным полем Земли и озоновым слоем атмосферы. К основным видам природных ионизирующих излучений относятся:

- α -лучи (поток ядер гелия, ${}^4_2\text{He}$ или α -частиц);
- β -лучи (поток электронов, e^- , β -частиц);
- γ -лучи (электромагнитные излучения высоких энергий, $h\nu$);
- протонное (p^+) и нейтронное (n^0) излучения;
- средний и жесткий ультрафиолет;
- осколки деления и ядра отдачи.

Другие виды природных ионизирующих и повреждающих излучений играют меньшую роль (позитронное β^+ , рентгеновское, нейтронное и т.д.).

Протонное излучение преобладает (до 90 %) в космических лучах, остальные виды основных ионизирующих излучений возникают при распаде ядер радиоактивных изотопов (радионуклидов). Облучение подразделяют на внешнее и внутреннее, когда радиоактивный распад изотопов происходит внутри организмов. В связи с этим сильно изменяется повреждающее действие излучений. В частности, α - и β -излучения при внешнем облучении обладают малой проникающей способностью, поэтому их действие, в основном, локализуется в тонком поверхностном слое из-за быстрого торможения заряженных частиц в воздухе и других средах. При внутреннем облучении практически вся энергия заряженных частиц идет на разрушение окружающих молекул внутриклеточной среды, мембран и стенок клеток органов и тканей, поэтому повреждающее действие таких излучений намного опаснее γ -излучений и действия нейтронов и рентгена.

Уровень радиационного фона радионуклидов характеризуется их активностью в Беккерелях (Бк) и Кюри (Ки):

1 Бк = 1 распад/с;

1 Ки = $2,7 \cdot 10^{11}$ Бк,

а также поверхностной (Бк/м², Ки/км²) и удельной (Бк/кг, Ки/кг) активностью.

Большую роль в оценке радиационной нагрузки играют такие понятия, как «Поглощенная доза» (Грей):

1 Гр = 1 Дж/кг; 1 Гр = 100 рад
и «Эквивалентная эффективная доза» (Зиверт):
1 Зв = 100 бэр.

Бэр – биологический эквивалент рентгена – учитывает особенности повреждающего действия излучений на биологические объекты.

Поглощенная доза – средняя энергия, переданная ионизирующим излучением единице массы облучаемого вещества.

Эквивалентная доза – поглощенная доза в органе или ткани, умноженная на соответствующий взвешивающий коэффициент для данного излучения. (Для γ -излучения взвешивающий коэффициент принят равным 1, так же, как и для нейтронов средних энергий и β -излучений низких энергий. Для протонного излучения – до 10; для β -лучей высоких энергий – до 5; для α -лучей и осколков деления – до 20–30).

Коллективная эффективная доза – величина, определяющая полное воздействие излучения на группу людей.

Природный радиационный фон на территории РФ до техногенного воздействия составлял в среднем 4–8 мкР/ч (микрорентген в час), что соответствует годовой эквивалентной дозе 2 мЗв. При этом от 30 до 50 % дозы приходится на действие радиоактивного газа радона (Rn^{222} и Rn^{220}).

Ядерные испытания, аварии на АЭС и предприятиях ядерного топливного цикла, а также широкое применение искусственных радионуклидов в медицине и промышленности значительно изменили состав радионуклидов и радиационную нагрузку в целом. В среднем она возросла до 12 и более мкР/ч (более 2,5 мЗв в год). Авария на Чернобыльской АЭС в 1986 г. привела к сильному загрязнению опасными радионуклидами значительных территорий 10 субъектов РФ, в том числе и в Пензенской области. На этих территориях уровень излучений достигает 25–30 мкР/ч и более.

В целом, радиационная нагрузка на население РФ приведена в табл. 12.1.

В основе поражающего действия всех видов ионизирующих излучений лежит их способность возбуждать электронные оболочки атомов, входящих в состав биологических структур. При этом химические связи в молекулах разрушаются и идет образование ионов и радикалов.

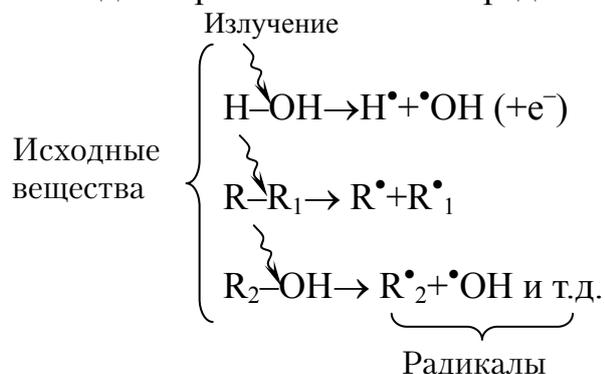
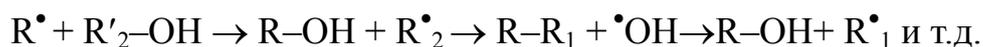


Таблица 12.1

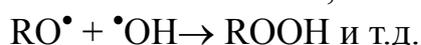
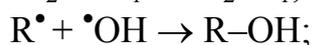
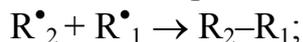
Основные источники облучения населения России
и обусловленные ими эффективные эквивалентные дозы (1993 г.)

| Источники излучений | Средняя ЭЭД, мЗв/год |
|--|----------------------|
| Естественный и техногенно измененный фон | 2,37 |
| в том числе: | |
| – космическое излучение | 0,32 |
| – природные радионуклиды | 2,05 |
| в том числе: | |
| – при внутреннем облучении | 0,37 |
| – при внешнем облучении | 1,68 |
| в том числе: | |
| – радон | 1,20 |
| – другие радионуклиды | 0,48 |
| Техногенные источники | 1,83 |
| в том числе: | |
| – медицинского назначения | 1,69 |
| – угольная энергетика | 0,02 |
| – ядерная энергетика | 0,002 |
| – авария на ЧАЭС | 0,024 |
| – ядерные испытания | 0,02 |
| – профессиональное облучение | 0,006 |
| – прочие источники | 0,05 |
| И т о г о : | 4,2 |

Образовавшиеся первичные радикалы (химически активные осколки молекул), в том числе и вследствие взаимодействия веществ с активными ионами энергично взаимодействуют с другими молекулами, вызывая цепные радикальные реакции:



В результате длительных цепных радикальных реакций происходит быстрое разрушение и изменение генетически важных структур: ДНК, РНК, хромосом в целом, ферментов, липопротеидов мембран клеток, то есть накапливаются серьезные нарушения в клетках и других структурах. Столкновение радикалов друг с другом приводит к обрыву цепной реакции с образованием перекисных соединений и молекул-химер, не характерных для организма (рекомбинация радикалов):



При средних уровнях интенсивности излучений происходит, как правило, быстрая рекомбинация радикалов. Опаснее более высокие и низкие уровни излучения. При более высоких уровнях излучения масса

нарушений приводит к развитию лучевой болезни. При низких уровнях излучения – примерно от 4–5 до 50–100 фоновых уровней – концентрация радикалов низкая, их рекомбинация становится маловероятной и поражающее действие продолжается длительное время. После Чернобыльской аварии эта особенность получила массовое подтверждение, что полностью изменило отношение к низким уровням радиации.

Статистически достоверно – рост хромосомных нарушений (хромосомные аберрации) происходит на уровне 1–3 % при радиоактивном загрязнении ≥ 35 –40 мкР/ч, т.е. наблюдается повышенная частота мутаций и онкологических заболеваний, в особенности щитовидной железы.

В Пензе и большинстве районов области, особенно после Чернобыльской аварии, радиоактивный фон вырос и составляет 16–24 мкР/ч (примерно 0,8–1 Ки/км²).

Хромосомные нарушения значительно повышают риск мутации от поколения к поколению и приводят к росту онкологических заболеваний. В частности, во всех регионах, подвергшихся загрязнению после аварии на ЧАЭС более 1 Ки/км², устойчиво фиксируется рост онкологических заболеваний в 1,3–3 раза, а доля детей с врожденными пороками сердца выросла с 4–6 % до 10–14 %.

Исследования показали, что первичное энергетическое воздействие смертельных доз радиации не может привести к летальному исходу. Так, например, при дозе 6 Гр общего облучения организма в 1 см³ ткани повреждается одна молекула из 10 млн. Следовательно, основной причиной летального исхода являются вторичные свободно-радикальные цепные процессы. При низком фоновом уровне облучения защитные иммунные силы организма эффективно прерывают цепные реакции вследствие нейтрализации радикалов, активных форм кислорода (O_2^{\bullet} , $HO-O^{\bullet}$) и образующихся перекисных соединений типа $R-O-O-R$, $R-O-O-H$, $HOOH$.

В результате блокируются мутагенные, хромосомные повреждения и канцерогенные эффекты. При уровнях радиации, значительно превышающих фоновый, защитные силы не справляются с повреждениями, а самопроизвольная рекомбинация радикалов и нейтрализация перекисных соединений происходят медленно, поэтому быстро возрастают мутагенные и канцерогенные воздействия. По этой причине из 860 000 человек, участвовавших в ликвидации аварии на Чернобыльской АЭС, к апрелю 2000 г. умерло 55 000 чел., в том числе 15 000 в РФ. Причиной смерти стали, главным образом, онкологические заболевания и нарушения процессов кроветворения. При исследовании биохимических показателей сыворотки крови у 13 % московских и 27 % белорусских ликвидаторов обнаружены изменения, выражающиеся в ослаблении противоопухолевого и противомикробного иммунитета, в нарушении обмена железа, холестерина, углеводов и пр.

Воздействие более высоких уровней радиации (обычно свыше 0,5–1,5 Р/ч) приводит к развитию лучевой болезни. В зависимости от поглощенной дозы у человека возможны молниеносная, острая, подострая и хроническая формы болезни.

К признакам лучевой болезни относятся: чувство слабости и недомогания, головные боли и головокружение, повышенная возбудимость нервной системы, бессонница. Нарушается пищеварение в виде потери аппетита и диспепсических жалоб (тошнота, рвота, тяжесть и боль под ложечкой, кишечные колики, нарушение стула), особенно у лиц пожилого возраста. Часто наблюдается падение веса. Возможны функциональные расстройства деятельности сердечно-сосудистой системы, снижение кровяного давления, нарушение работы почек, печени, повышение температуры, кровотечения.

Важно отметить, что ионизирующее излучение не воспринимается органами чувств человека: мы не видим его, не слышим и не чувствуем воздействия на наше тело.

Действие ионизирующих излучений радиоактивных изотопов на биологические объекты в большой степени зависит от периода полураспада $T_{1/2}$, физиологической роли и скорости обмена веществ в организме. Кроме того, при α - и β -распадах образуются новые химические элементы, радиоактивные и/или нерадиоактивные, но с иной физиологической ролью и другой токсической нагрузкой.

Согласно закону радиоактивного распада за промежуток времени, равный двум периодам полураспада, количество оставшихся ядер уменьшится и составит $(1/2)^2$ часть, а за $10T_{1/2} - (1/2)^{10} = 1/1024$ часть. К этому времени оставшееся количество ядер составит менее 0,1 %. Считают, что через десять периодов полураспада сохранится одна тысячная часть первоначальной активности и радионуклид становится практически неопасным.

Для определения длительности вредного воздействия радионуклида после попадания в организм человека установлен так называемый биологический период полувыведения, в течение которого половина поглощенного радиоактивного изотопа покинет организм вследствие процессов метаболизма.

С помощью биологического периода полувыведения $T_{\text{биол}}$ и физического периода полураспада $T_{\text{физ}}$ можно вычислить средний эффективный период воздействия излучения на организм или какой-либо орган: $T_{\text{эфф}}$ характеризует промежуток времени, в течение которого ткани организма подвергались облучению за счет распада поглощенного радионуклида:

$$T_{\text{эфф}} = \frac{T_{\text{биол}} T_{\text{физ}}}{T_{\text{биол}} + T_{\text{физ}}}.$$

В табл. 12.2 приведены значения $T_{\text{физ}}$, $T_{\text{биол}}$ и $T_{\text{эфф}}$ для некоторых радионуклидов.

Т а б л и ц а 1 2 . 2

Периоды полураспада, полувыведения и эффективного воздействия некоторых важнейших радионуклидов

| Радионуклид | $T_{\text{физ}}$ | $T_{\text{биол}}$ | $T_{\text{эфф}}$ | Вид излучения |
|-----------------|-----------------------|-------------------|------------------|--------------------|
| Тритий H-3 | 12,26 года | 19 дней | 19 дней | β^- |
| Углерод C-14 | 5730 лет | 35 дней | 35 дней | β^- |
| Фосфор P-32 | 14,3 дня | 10 лет | 14,1 дня | β^- |
| Калий K-40 | $1,28 \cdot 10^9$ лет | 37 дней | 37 дней | β^-, β^+ |
| Кальций Ca-45 | 165 дней | 50 лет | 163,5 дней | β^- |
| Стронций Sr-90 | 28,1 года | 11 лет | 7,9 года | β^-, γ |
| Иод I-131 | 8,07 дня | 138 дней | 7,6 дня | β^-, γ |
| Цезий Cs-137 | 30,23 года | 70 дней | 69,6 дня | β^-, γ |
| Барий Ba-137 | 12,8 дня | 200 дней | 12 дней | β^-, γ |
| Радон Rn-222 | 3,824 дня | – | – | α |
| Радий Ra-226 | 1600 лет | 55 лет | 53,2 года | α, γ |
| Уран U-233 | $1,62 \cdot 10^5$ лет | 300 дней | 300 дней | α, γ |
| Плутоний Pu-239 | $2,44 \cdot 10^4$ лет | 120 лет | 120 лет | α, γ |

Выбросы при аварии на ЧАЭС содержат значительные количества средне- и долгоживущих изотопов, прочно фиксируемых почвенными комплексами, поэтому экологические проблемы радиоактивного загрязнения обширных территорий носят долговременный характер. Например, только по цезию-137 десять периодов полураспада составляют 302 года!

Отдельная острая экологическая проблема – возможное загрязнение вод Мирового океана техногенным радионуклидом – плутонием (Pu^{239}), входящим в состав ядерных боеприпасов затонувших атомных подводных лодок. Плутоний, вероятно, относится к самым токсичным веществам, созданным человечеством, наряду с диоксинами, некоторыми компонентами ракетных топлив (например гептилом), боевых ОВ и рядом других экологически сверхопасных веществ (эко-супертоксикантов). ПДК для этих веществ установлены на уровне нано- и пикомг/м³ (кг), т.е. 10^{-9} – 10^{-12} мг/м³ (кг, л).

Значительна радиационная нагрузка при рентгеновских и радиологических обследованиях, радиологическом лечении (см. табл. 12.1). По этой причине беременным женщинам и детям до 12 лет не рекомендуются рентгеновские обследования.

Из естественных источников ионизирующего излучения примерно две трети радиационной нагрузки приходится на радиоактивный газ радон. Самым опасным изотопом радона является радон с массой 222, относящийся к α -излучателям с периодом полураспада $T_{1/2}$, равным 3,8 суток. Радон непрерывно выделяется из мантии Земли вследствие радиоактивного распада урана и тория, причем больше всего его поступает из разломов и трещин земной коры.

Внедрение энергосберегающих технологий строительства и уменьшение газообмена в помещениях приводят к быстрому накоплению радона внутри зданий на нижних этажах и соответственно к росту радиационной нагрузки. Впервые эта проблема обострилась в скандинавских странах в конце XX в., где после энергетического кризиса 1972–1974 гг. началось массовое внедрение энергосберегающих технологий. В то же время поступление радона в Скандинавии – одно из самых высоких на земном шаре из-за близости залегания гранитов, базальтов и других основных пород.

В результате обобщения накопленного опыта были разработаны гигиенические нормативы и рекомендации, направленные на интенсификацию газообмена, проветриваемости помещений и снижение радиационной нагрузки, в том числе и вследствие тщательной изоляции цокольных этажей.

Все водные источники, особенно подземные, содержат значительное количество растворенного радона. При пользовании душем концентрация радона в ванной комнате быстро возрастает (табл. 12.3).

Т а б л и ц а 1 2 . 3

Изменение уровня радиоактивности воздуха в ванной комнате после включения душа из-за поступления радона

| Время, прошедшее с момента включения душа, мин | Концентрация радиоактивных нуклидов в воздухе, Бк/м ³ |
|--|--|
| 0 | 146 |
| 2 | 850 |
| 4 | 1040 |
| 6 | 1890 |
| 8 | 2070 |
| 10 | 2740 |
| 18 | 3520 |
| 22 | 5550 |

В основе профилактики радиационных поражений находятся различные рекомендации. Самыми доступными и эффективными являются рекомендации диетического питания. Для снижения риска поражения радионуклидами необходимо увеличивать в рационе морковь, растительное масло, нежирный творог, препараты кальция. В то же время на загрязненных радиоактивными изотопами территориях ограничивают потребление холодца, костного жира, абрикосов, сливы, говядины, вареных яиц, так как перечисленные продукты являются наиболее загрязненными. Особо полезно увеличение в рационе свежих ягод, фруктов, овощей и зеленого чая, эффективно нейтрализующих радикалы и перекисные соединения.

Санитарно-гигиенические требования к обеспечению радиационной безопасности персонала и населения, методы обеспечения основных дозовых пределов и некоторые производные нормативы (мощности эквивалентной

дозы, допустимые уровни поверхностного загрязнения, допустимые удельные активности радионуклидов в различных средах) изложены в Санитарных правилах 2.6.1.9612—10, Основных санитарных правилах обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/10), Санитарных правилах 2.6.1.799—99, Нормах радиационной безопасности НРБ—99/2009 и других документах. К сожалению, в НРБ—99/2009 по сравнению с НРБ—96 допустимый фоновый уровень радиации повышается до 20–25 мкР/ч, что является отражением повсеместного увеличения радиационного загрязнения окружающей среды.

Отдельные вопросы обеспечения радиационной безопасности при транспортировании радиоактивных веществ, обращении с радиоактивными отходами, при использовании ионизирующих излучений в отдельных отраслях производства, науки и медицины регламентированы несколькими десятками санитарно-гигиенических правил, норм и ведомственных гигиенических нормативов.

Вопросы для самопроверки

1. Укажите виды ионизирующих повреждающих излучений в целом.
2. Назовите природные и техногенные радиоактивные изотопы и их особенности.
3. Что такое природный и техногенно измененный радиационный фон? Укажите способы его измерения.
4. Что такое поглощенная, эквивалентная и коллективная дозы?
5. Укажите основные источники облучения населения РФ и общую эквивалентную эффективную дозу за год.
6. В чем заключается механизм поражающего действия ионизирующих излучений на биологические объекты?
7. Укажите основные последствия действия ионизирующих излучений на биологические объекты.
8. Как влияют величина периода полураспада $T_{1/2}$ и периода биологического полувыведения на токсическую нагрузку радиоактивных веществ?
9. Каковы особенности радиационной нагрузки от радона и способы ее снижения?
10. Укажите особенности токсической нагрузки от ультрафиолетового и мягкого рентгеновского тормозного излучений.
11. Укажите основные оздоровительные мероприятия по снижению действия ионизирующих излучений на организм.
12. Назовите особенности внешнего и внутреннего облучений.

13. ХАРАКТЕРИСТИКА ВРЕДНОГО ДЕЙСТВИЯ РАСПРОСТРАНЕННЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

Наиболее распространенными физическими факторами, оказывающими негативное влияние на экосистемы и здоровье человека являются электромагнитные поля (ЭМП), акустические излучения и вибрации.

13.1. Влияние электромагнитных полей

Электромагнитное загрязнение окружающей среды стремительно увеличивается с середины XX века. Это связано с ростом энергонасыщенности производственной, транспортной и бытовой сфер деятельности человека. Происходит непрерывное уплотнение электрических сетей, но особенно бурно произошло увеличение численности транспортных средств, мобильной связи, компьютерной техники и периферийных устройств к ней, повсеместное использование микроволновых печей, электробытовой техники и прочей электронной и электротехнической продукции.

Отдельную экологическую проблему представляют искажения геомагнитного поля Земли под воздействием зданий, металлических конструкций и сооружений, линий электропередач (ЛЭП), воздействий на ионосферу Земли.

Исследования воздействия электромагнитных полей на организм человека активно начались в 60-х годах XX века.

Был накоплен большой клинический материал о неблагоприятном действии магнитных и электромагнитных полей, было предложено ввести новое нозологическое заболевание «Радиоволновая болезнь» или «Хроническое поражение микроволнами». В дальнейшем, работами ученых России и других стран было установлено, что, во-первых, нервная система человека особенно чувствительна к ЭМП, и, во-вторых, что ЭМП обладает т.н. информационным действием при воздействии на человека при интенсивности ниже пороговой величины теплового эффекта. О не тепловом или информационном характере воздействия принято говорить при относительно низком уровне ЭМП (к примеру, для радиочастот выше 300 МГц это менее 1 мВт/см^2).

Варианты воздействия ЭМП на биообъекты, включая человека, разнообразны: непрерывное и прерывистое, общее и местное, комбинированное от нескольких источников и интегрированное с другими неблагоприятными факторами среды и т.д.

На биологическую реакцию влияют следующие параметры ЭМП:

- интенсивность ЭМП (величина);
- частота излучения;
- продолжительность облучения;
- модуляция сигнала;

- сочетание частот ЭМП;
- периодичность действия;

Нервная система человека является одной из наиболее чувствительных систем в организме к воздействию ЭМП. На уровне нервной клетки, структурных образований по передаче нервных импульсов (синапсе), на уровне изолированных нервных структур возникают существенные отклонения при влиянии ЭМП малой интенсивности. У людей, имеющих контакт с ЭМП, изменяется высшая нервная деятельность, память. Эти лица имеют склонность к развитию стрессорных реакций. Определенные структуры головного мозга обладают повышенной чувствительностью к ЭМП. При действии ЭМП, как правило, происходит стимуляция гипофизарно-адреналиновой системы, что сопровождается увеличением содержания адреналина в крови, активацией процессов свертывания крови. Было признано, что одной из систем, рано и закономерно вовлекающей в ответную реакцию организма на воздействие различных факторов внешней среды, является система гипоталамус-гипофиз-кора надпочечников.

Особо высокую чувствительность к ЭМП проявляет нервная система эмбриона. Также накоплено достаточно данных, указывающих на отрицательное влияние ЭМП на иммунологическую реактивность организма. Результаты исследований дают основание считать, что при воздействии ЭМП нарушаются процессы иммуногенеза, чаще в сторону их угнетения. Кроме того, установлено, что у животных, облученных ЭМП, изменяется характер инфекционного процесса – течение инфекционного процесса отягощается. Возникновение аутоиммунитета связывают не столько с изменением антигенной структуры тканей, сколько с патологией иммунной системы, в результате чего она реагирует против нормальных тканевых антигенов. В свою очередь, нарушения половой функции обычно связаны с изменением ее регуляции со стороны нервной и нейроэндокринной систем. Многократное облучение ЭМП вызывает понижение активности гипофиза. Известно, что ЭМП могут вызывать уродства, воздействуя в различные сроки беременности. Наиболее уязвимыми периодами являются обычно ранние стадии развития зародыша, соответствующие периодам имплантации и раннего органогенеза.

Биологический эффект ЭМП в условиях длительного многолетнего влияния накапливается, в результате возможно развитие отдаленных последствий, включая дегенеративные процессы центральной нервной системы, гормональные и онкологические заболевания.

В последние годы имеются весьма важные указания о наличии т.н. резонансных эффектов при воздействии ЭМП на биобъекты, о роли в биоэффектах некоторых форм модуляции; показано наличие т.н. частотных и амплитудных окон, обладающих высокой биологической активностью на клеточном уровне, а также при влиянии ЭМП на центральную нервную и

иммунную системы. Известны данные о неадекватных патологических реакциях людей на модулированные электромагнитные поля.

Электромагнитные поля (ЭМП) переменных характеристик образуются вокруг всех приборов, машин и устройств, работающих на электрическом токе, а так же ЛЭП. С ростом их количества, плотности возникла проблема *электромагнитного смога*, то есть человек и экосистемы в целом стали подвергаться всё более опасному воздействию ЭМИ. При этом магнитное излучение значительно опаснее электрического (табл. 13.1, рис. 13.1).

Т а б л и ц а 13.1

Характеристики некоторых источников магнитного поля

| Источник магнитного поля | Расстояние от источника, м | Уровень магнитного поля, мкТл* |
|-------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| Транспорт | | |
| Троллейбус | | 30 |
| Пригородная электричка | | 20 |
| Поезда метро | | 50-200 |
| Бытовые электроприборы | | 100 |
| Пылесос | 0,3 | 8 |
| Электродуховка | 0,3 | 1-3 |
| Электродуховка | 0,2-0,3 | 0,7 |
| Стиральная машина | 0,5 | 0,6 |
| Электрический чайник | 0,2 | |
| Городской фон магнитного поля | | 0,1 |
| Безопасный уровень | | 0,2 |

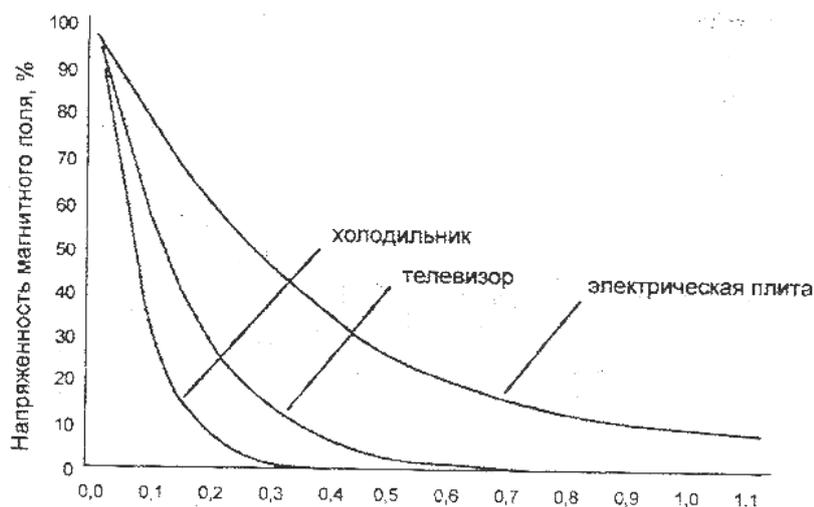


Рис. 13.1. Изменение уровня магнитного поля промышленной частоты 50 Гц бытовых электроприборов в зависимости от расстояния (м)

Особенностью ЭМП и ЭМИ в настоящее время стало преобладание высокочастотных излучений от 2-400 кГц – ПЭВМ; 870/900 – 1800/1900 МГц – систем специальных устройств военного и гражданского назначения.

Действие на организм человека высокочастотных излучений в значительной степени отличается от действия низкочастотных, так как с ростом частоты ЭМИ растёт уровень поглощения энергии излучения биологическими тканями, достигая максимума в микроволновых печах. Однако, кроме теплового повреждения тканей, особенно мозга, преобладает «информационное» действие магнитных составляющих излучений на генетические структуры и действие на клеточные мембраны, в том числе, излучений низкой частоты. В результате выявляется всё больше данных о канцерогенном и мутагенном действии ЭМИ. В частности, слабоинтенсивные ЭМИ высокой частоты МГц – диапазона значительно повышают заболеваемость населения онкологическими заболеваниями. Кроме того, выявлено канцерогенное и мутагенное действие излучений высоковольтного оборудования промышленной частоты. По данным Американского общества врачей частоты онкологических заболеваний у электриков, обслуживающих высоковольтное оборудование и ЛЭП в 7,5 превышает средние показатели по работникам других отраслей.

В последнее время растёт количество отклонений в здоровье активных пользователей Wi-Fi системы беспроводного общения, подвергающихся длительному воздействию ЭМИ частотой 1900 МГц – наблюдаются нарушения сна, головные боли, беспокойства, страх (фобии), брадикардия и др.

Нормирование электромагнитных воздействий производится в середине 20 в. Основными показателями предельно допустимых уровней (ПДУ) ЭМП являются плотность потока энергии ППЭ Вт/(м²с), напряжённость электрического поля Е (В/м), плотность магнитного потока Н (нТл, мкТл; А/м: 1А/м = 1,256 мкТл или 1 мкТл = 0,8 А/м); напряжённость электростатического поля (В/м, кВ/м).

Для территории жилой застройки в РФ ПДУ для магнитных полей установлен равным 100 мкТл; в Швеции и других Скандинавских странах – 0,3 мкТл, ПДУ ЭМП ЛЭП напряжением менее 330 кВ в РФ практически не нормируется. В то же время, даже электропроводка с напряжением 220 В характеризуется магнитным потоком до 100 мкТл на расстоянии 3 см и до 4 мкТл на расстоянии 30 см. Большинство электробытовой техники и электроинструмента также характеризуется опасным для здоровья уровнем магнитного излучения на расстоянии 3 см: фены – от 6 до 2000 мкТл, пылесосы – от 200 до 800 мкТл, переносные электрообогреватели 10-180 мкТл, электроутюги до 30 мкТл.

Для ПЭВМ и видеомониторов ПДУ напряжённости электрического поля в низкочастотном диапазоне от 5 Гц до 2 кГц установлен равным (СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 и СанПиН 2.2.2/2.4.2198-07) 25 В/м; в диапазоне 2 кГц – 400 кГц. Плотность магнитного потока – 250 нТл (0,25 мкТл) при низких частотах 5 Гц – 2 кГц и 25 нТл в диапазоне 2 кГц – 400 кГц, а

напряженность электростатического поля – 15кВ/м; для природных условий – до 500 В/м.

Указанные нормативы для ПЭВМ в низкочастотном интервале целесообразны для ПДУ в жилых районах и помещениях.

Гигиенические нормативы ГН 2.1.8./2.2.4.2262-07 ПДУ магнитных полей частотой 50 Гц установлены для жилых помещений 5 мкТл; для сельских территорий -10мкТл, что, однако более чем в 10 раз превышает нормативы стран ЕЭС и российские нормативы при работе на ПЭВМ. Нормирование ЭМП в значительной степени отстает от складывающейся реальной ситуации.

Геомагнитное поле Земли (ГМП) характеризуется уровнем магнитной индукции, зависящей от географической широты и местных условий, связанных, главным образом, с наличием месторождений железных руд. Величина индукции постоянного ГМП на поверхности Земли находится в пределах от 26 до 68 мкТл, на территории РФ 45-55 мкТл, а в районе курской магнитной аномалии до 190 мкТл. ГМП характеризуется периодическими вариациями: длительными вековыми периодами (8000, 600 лет) и более короткими (60, 22, 11 лет), а также короткими, большей частью, устойчивыми, суточными вариациями от единиц до сотен нТл (менее 1 мкТл), сильно влияющими на биологические ритмы живых организмов.

В период возмущений (магнитных бурь) наблюдается глобальное возбуждение микропульсаций, и тогда они могут регистрироваться десятки часов по всему земному шару. Магнитные бури являются результатом проникновения в атмосферу летящих от Солнца со скоростью 1000-3000км/с заряженных частиц, т.н.солнечного ветра интенсивность которого обусловлена солнечной активностью (солнечными вспышками и др.). Период устойчивых колебаний геомагнитного поля определяется также величиной межпланетного магнитного поля, а их интенсивность –его направлением.

Свой вклад в формирование естественного электромагнитного фона Земли вносит мировая и локальная грозовая активность. Пространство между хорошо проводящей поверхностью Земли и ионосферой представляет собой своеобразный сферический резонатор, возбуждаемый разрядами молний. Возникающие при этом квазисинусоидальные колебания (их частоты приблизительно равны 8,14,20,26,32 Гц) получили название «шумановские резонансы», по имени своего первооткрывателя, и существуют практически всегда. Они относятся к «привычным» электромагнитным сигналам, к которым, по-видимому, у живых организмов выработалась определенная адаптация.

Возможно, что своеобразной реакцией организма на «шумановские резонансы» является наличие α - и β -ритмов головного мозга, совпадающих с первым вторым резонансными тонами. Можно предположить, что

естественные ЭМП в этом диапазоне могут служить своеобразными регуляторами некоторых биологических периодических колебательных процессов, поскольку эти частоты являются резонансными для ряда из них. ЭМП, происхождение которых обусловлено мировой и локальной грозовой активностью, наблюдается и на более высоких частотах – 0,1-15кГц(так называемые атмосферерики).

В процессе эволюции организм человека постоянно приспосабливался к ритмике внешней среды. И какие-то особо устойчивые ритмы могли быть «записаны» в нем на уровне характерных частот протекания внутренних процессов. Отсюда можно сделать вывод, что смена привычной частотной обстановки внешних воздействий (появление или исчезновение характерных частот) может вызвать десинхронизацию, что ведет к дисфункции систем органов. В частности, это может быть одной из причин длительной адаптации при переезде на большие расстояния. При этом отрицательные эффекты в самочувствии должны усугубляться при увеличении широтной разницы между пунктами пребывания. Действительно, каждой широте присущ свой набор частот. Например, интенсивность вариаций геомагнитного поля максимальна в высоких широтах и минимальна в низких и т.д. Поэтому длительность адаптации может определяться тем, насколько основательна частотная перестройка организма. Этим же, по-видимому, может объясняться реакция людей и животных на магнитные бури. То есть организм реагирует не на скачок геомагнитного поля, с которым ассоциируется буря, а на появление или исчезновение резонансных для него частот непосредственно до начала магнитной бури или во время ее развития.

Геомагнитное поле как экологический фактор привлекает все более пристальное внимание исследователей. Показано, что у различных организмов (от бактерий до человека) выявляется целый ряд реакций со стороны различных систем организма на изменение ГМП. Накоплено значительное количество данных, которые не только подтверждают чувствительность организмов к геомагнитному полю, но и не исключают у многих из них способности воспринимать содержащуюся в нем пространственно-временную информацию. Это свидетельствует о том, что геомагнитное поле является существенным компонентом среды обитания. Наличие в некоторых органах у различных живых организмов (пчелы, голуби, моллюски, человек) биогенного магнетита, позволяет сделать заключение о возможности прямой магнитоцепции, в отличие от косвенной, осуществляемой посредством наведенных электрических полей. Изучение магнитоцепции у человека дало основание считать что она представлена как в структурах мозга, так и в надпочечниках.

Следует отметить, что на состояние организма могут оказывать влияние не только колебания величины ГМП под влиянием вспышек на Солнце (магнитные бури), но и его аномалии земного происхождения.

В ГУ НИИ медицины труда РАМН, начиная с 1989 г. По настоящее время проводятся комплексные исследования, включающие в себя оценку эколого-гигиенической значимости естественных ЭМП, гигиенический анализ факторов производственной среды в экранированных сооружениях, изучение распространенности гипогеомагнитных условий (ГГМУ) на производстве и в быту, клинико-физиологическое обследование состояния здоровья и эпидемиологические исследования распространенности отдельных форм хронической патологии у лиц, работающих в ГГМУ, экспериментальное изучение влияния гипогеомагнитных полей на животных, разработку методики гигиенического контроля и медикотехнических требований к средствам измерения ГМП.

На основании проведенных исследований впервые показана гигиеническая значимость ослабления геомагнитного поля – одного из факторов естественной электромагнитной среды и научно обоснован принцип его регламентации в производственных условиях, разработан гигиенический норматив- временный допустимый уровень ослабления ГМП на рабочих местах, включенный в СанПин 2.2.4.1191-03 «Электромагнитные поля в производственных условиях» и ГОСТ Р51724-2001 «Экранированные объекты, помещения, технические средства. Поле гипогеомагнитное. Методы измерений и оценки соответствия уровней полей техническим требованиям и гигиеническим нормативам.»

Нормируется коэффициент ослабления интенсивности ГМП ($K_0^{\text{ГМП}}$), который равен отношению напряженности ГМП открытого пространства (H_0) к его напряженности внутри помещения (H_B):

$$K_0^{\text{ГМП}} = H_0 I / H_B I,$$

где $H_0 I$ -модуль вектора напряженности магнитного поля в открытом пространстве; $H_B I$ -модуль вектора напряженности магнитного поля в помещении.

Определяющим при расчете $K_0^{\text{ГМП}}$ является минимальное из всех зарегистрированных в каждой точке помещения значение напряженности ГМП.

Временный допустимый уровень (ВДУ) ослабления ГМП на рабочих местах не должен превышать двух ($K_0^{\text{ГМП}} \leq 2$).

Продолжительная работа в помещениях с коэффициентом ослабления геомагнитного поля, превышающим установленный гигиенический норматив, на фоне комплекса факторов производственной среды (техногенные ЭМП, отсутствие естественного освещения, низкие концентрации аэроионов и др.), оказывает выраженное влияние на функциональное состояние центральной нервной, сердечно-сосудистой, иммунной систем и системы крови.

Выявлен высокий относительной риск развития артериальной гипертензии и ишемической болезни сердца и формирование этих форм патоло-

гии в более молодом возрасте у персонала, подвергающегося воздействию ЭМИ СВЧ диапазона в сочетании с гипогеомагнитными условиями .

У лиц, работающих в ГГМУ, по данным гематологических и иммуноцитохимических исследований, выявлены изменения, свидетельствующие о нарушении неспецифических факторов защиты и иммунологической реактивности организма с формированием количественно-функционального иммунодефицита.

Отмечен рост заболеваемости у лиц, длительное время работающих в ГГМУ. При этом показано, что частота заболеваний, входящих в синдром иммунологической недостаточности среди обследованных лиц составляют 40,5%, что существенно превышает частоту данных заболеваний среди практически здоровых лиц (не более 10%).

Неблагоприятные последствия для здоровья человека происходят при ослаблении 2 МП более чем в 2 раза. Такие условия характерны для зданий с использованием железобетонных конструкций и возведенных по технологии «монолит – кирпич» (ослабление 2 МП в 1,3-2,5 раза), кабин и салонов автобусов, троллейбусов, поездов, легковых автомобилей (ослабление 2 МП в 1,2-4 раза) и во многих производственных условиях.

Наложение техногенных ЭМИ значительно усугубляет ситуацию, поэтому контроль ЭМП в ОС носит востребованный актуальный характер.

13.2. Характеристика вредного действия акустических и вибрационных воздействий

Акустические воздействия включают не только слышимые звуки, то есть собственно шум, но и действие ультразвука и инфразвуков.

Шум – это совокупность любых, прежде всего нежелательных звуков.

Слух относится к важнейшим «дежурным» органам чувств. Это означает, что мозг непрерывно анализирует звуки независимо оттого, что спит человек или бодрствует, адаптировался к шуму, и якобы его не замечает. или вслушивается и, более того, прикрыл он уши или нет, так как до 28-30% звуков поступает в слуховые анализаторы через кости черепа. В результате шум, даже когда он невелик, создает значительную нагрузку на нервную систему человека, оказывая на него психологическое воздействие. Это особенно часто наблюдается у людей, занятых умственной деятельностью. Слабый шум различно влияет на людей. Причиной этого могут быть: возраст, состояние здоровья, вид труда. Воздействие шума зависит также и от индивидуального отношения к нему. так, шум, произведенный самим человеком, не беспокоит его, в то время как небольшой посторонний шум может вызвать сильный раздражающий эффект.

Отсутствие необходимой тишины, особенно в ночное время, приводит к преждевременной усталости. Шумы высоких уровней могут явиться

хорошей почвой для развития стойкой бессонницы, неврозов и атеросклероза. Под воздействием шума от 85 до 95 дБ снижается слуховая чувствительность на высоких частотах. Долгое время человека жалует на недомогание. Симптомы – головная боль, головокружение, тошнота, чрезмерная раздражительность. Все это результат работы в шумных условиях. Влияние шума на человека до некоторых пор не было объектом специальных исследований. ныне воздействие звука, шума на функции организма изучает целая отрасль науки – аудиология. Было установлено, что шумы природного происхождения (шум морского прибоя, листья, дождя, журчание ручья и др.) благотворно влияют на человеческий организм, успокаивают его, навевают целительный сон.

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) безвредным является уровень шума до 30 дБА (децибел), что соответствует шуму листвы, тиканью часов, журчанию ручья. С ростом уровня шума более 35 дБА (бытовые электроприборы) при длительном воздействии возникают нарушения сна, усталость, понижение работоспособности. Обычный городской фоновый шум (40-50 дБА) вызывает изменения в вегетативной нервной системе; шум спокойных городских улиц (50-65 дБА) – нарушает коммуникацию людей, трудности в обучении и концентрации внимания. Шум шоссейной дороги со средней интенсивностью движения (более 250 авт/ч) примерно в 40 м от человека характеризуется уровнем 70-75 дБА и вызывает нарушения нормального речевого общения, при длительном воздействии – расширение зрачков, нарушение сердечного ритма с преобладанием брадикардии, нарушение моторики ЖКТ, нарушения в работе эндокринной системы.

Шум с уровнем 80-85 дБА, характерный для метрополитена, вокзалов, аэропортов, смещает порог слышимости, вызывает сужение кровеносных сосудов, изменения функционального состояния лейкоцитов крови.

При 90 дБА, характерных для городского транспорта в час пик, работе тяжёлой техники, при длительном воздействии может привести к необратимой потере слуха, нарушению работы вестибулярного аппарата, неврозу, повышению артериального давления, стойкой сосудистой гипотонии, заболеваниям нервной системы, расстройствам работы ЖКТ.

Воздействие шума с уровнем 100-110 дБА, наблюдающегося на дискотеках и рок-концертах, углубляет поражения систем человеческого организма, отмеченные при шуме в 90 дБА.

Шум пневматических молотков (120 дБА) может вызвать потерю слуха при кратковременном воздействии.

По данным исследований врачей-физиологов США, шум является ведущим фактором развития нервной депрессии у 62% взрослого населения мегаполисов старше 40 лет.

Были изучены последствия влияния шума на здоровье европейцев в 2003 г. Оказалось, что кроме сердечных заболеваний, шумовое загрязнение вызывает у 2% жителей Европы опасные нарушения сна, а у 15% - другие негативные эффекты. Постоянное воздействие дорожного шума является причиной 3% случаев заболевания, которое выражается в постоянном ощущении шума в ушах.

Опубликованные в последние годы исследования показывают, что шум способен увеличивать содержание в крови таких гормонов стресса, как кортизол, адреналин и норадреналин – даже во время сна. Чем дольше эти гормоны присутствуют в кровеносной системе, тем выше вероятность, что они приведут к опасным для жизни физиологическим проблемам. Сильный стресс способен вызвать сердечную недостаточность, приступ стенокардии, высокое кровяное давление и проблемы с иммунитетом. По данным за 2010 г. шум приводит к сокращению продолжительности жизни жителей стран ЕЭС на 150 млн чел.·дн. за год.

Гигиенические нормативы безопасных уровней шума, установленные в XX в., в том числе и в СССР, для жилых массивов – 45 дБА днем и 35 дБА ночью оказались невыполнимыми для большинства стран, поэтому современными нормами установлены соответственно, 55 и 45 дБА, однако и эти повышенные нормативы в большинстве городов РФ превышаются. Таким образом, большинство городского населения живёт в экологически неблагоприятных по шуму условиях. Мониторинг шумовых воздействий в РФ стал развиваться в начале XXI в. в Петербурге и постепенно внедряется в практику других городов с целью составления карт районов, отражающих их шумовые характеристики с целью разработки защитных решений.

Вибрации и инфразвуки обладают столь же неблагоприятным действием, что и шум, поэтому при мониторинге шумов одновременно проводится измерение их параметров. В результате значительно повышается качество экологических исследований и оценок в мониторинге физических загрязнений в целом. Источниками инфразвуков (звуков с частотой ниже 20 Гц), оказывающих неблагоприятное действие на альфа- и бета-ритмы мозга, кровеносную систему, внутренние органы, суставы и мышечную ткань являются аэродинамические шумы транспортных систем, железнодорожные составы и автопоезда, двигательные установки с турбонадувом, газовые горелки, воздухопроводы и вентиляционные системы в целом, ветроэнергетические установки и ряд других объектов. Особенностью инфразвуков является их низкое поглощение поверхностью земли и большинством строительных материалов, а также резонансное взаимодействие с пустотными плитами перекрытий и другими элементами зданий и сооружений, что значительно обостряет экологическую ситуацию.

Главными источниками вибрации в окружающей среде являются транспортные системы. Вибрации от полотна дороги, поездов легко

передаются через грунты на основания зданий и сооружений и, как следствие, на все помещения и объекты в них. Постоянное раздражение тактильных анализаторов приводит к истощению нервной системы и системным поражениям организма человека и животных.

Повышение уровня шума и инфразвуков негативно влияет и на представителей флоры и фауны. В частности, по данным исследований шведских учёных, шум мотонарт, вездеходов и низко пролетающих вертолётов вызывают у 80% северных оленей истощение нервной системы и язвенную болезнь желудка. У растений шум и инфразвуки замедляют рост, ухудшают плодоношение, нарушают контакт корневой системы с почвой и понижают устойчивость к заболеваниям.

По указанным причинам в большинстве стран ЕЭС, в США и Японии проводится постоянный мониторинг уровня шума в городах и, особенно, в мегаполисах, на основе которого разрабатываются практические решения по снижению шумовых нагрузок (применение звукопоглощающих экранов вдоль авто- и железнодорожных магистралей, использование специальных шумопоглощающих покрытий зданий и автодорог), всё жестче нормируются шумовые характеристики автомобилей, самолётов и других транспортных средств. Нормативно снижен допустимый уровень звука аудиоплеера до 75 дБа.

Ультразвук (звуки с частотой выше 18000 Гц) широко применяются в промышленности (для очистки поверхностей, дробления и перемешивания материалов, для дефектоскопии и локации), а также в медицине и в быту. В медицинской практике ультразвук (УЗ) используют в диагностике (УЗИ) и при дроблении камней почек и других конкреций. В быту нашли применение ультразвуковые стиральные машины и УЗ-излучатели для отпугивания грызунов, собак.

С ростом частоты увеличивается энергия акустических колебаний, следовательно, возрастает их повреждающее действие на биологические объекты, поэтому работа с УЗ-установками строго регламентируется. УЗ нарушает структуру элементов крови и клеток органов и тканей в целом, поэтому категорически не разрешается опускать руки и другие части тела зона действия УЗ-излучателя.

УЗИ в медицинской практике проводят с использованием УЗ минимальной мощности и в целом считается безвредными, что является весьма условным, поэтому ультразвуковое обследование на ранних сроках беременности (менее 4-х недель) не рекомендуется из-за вероятности выкидыша. На более поздних сроках рекомендуется не злоупотреблять УЗИ. Телесъемка поведения плода при УЗИ показала его паническое беспокойство и стремление к перемещению от зоны действия УЗ-излучателя.

Вибрация это процесс распространения механических колебаний в твердых телах, находящихся под воздействием переменного физического

поля, то есть упругие колебания механических систем, передающиеся контактирующим объектам и средам. Вибрацию вызывают неуравновешенные силовые воздействия, возникающие при работе различных машин и механизмов.

Вибрация является физическим фактором, действие которого определяется передачей человеку механической энергии от источника колебаний.

Согласно современным представлениям вибрация воспринимается многочисленными механорецепторами, заложенными в коже, мышцах человека. Пороги вибрационной чувствительности повышаются при охлаждении, ишемии и динамической нагрузке; повышается порог чувствительности и с возрастом.

Вибрация относится к факторам, обладающим высокой биологической активностью. Выраженность ответных реакций обуславливается главным образом силой энергетического воздействия и биохимическими свойствами человеческого тела как сложной колебательной системы. Мощность колебательного процесса и его частоты в зоне контакта являются главными параметрами, определяющими развитие вибрационных патологий, структура которых зависит от частоты и амплитуды колебаний, продолжительности воздействия, места приложения и направления оси вибрационного воздействия, демпфирующих свойств тканей, явлений резонанса и других условий.

Между ответными реакциями организма и уровнем воздействующей вибрации нет линейной зависимости. Причину этого явления видят в резонансном эффекте. При повышении частот колебаний более 0,7 Гц возможны резонансные колебания в органах человека. Резонанс человеческого тела, отдельных его органов наступает под действием внешних сил при совпадении собственных частот колебаний внутренних органов с частотами внешних сил. Область резонанса для головы в положении сидя при вертикальных вибрациях располагается в зоне между 20...30 Гц, при горизонтальных – 1,5...2 Гц.

Особое значение резонанс приобретает по отношению к органу зрения. Расстройство зрительных восприятий проявляется в частном диапазоне между 60 и 90 Гц, что соответствует резонансу глазных яблок. Для органов, расположенных в грудной клетке и брюшной полости, резонансными являются частоты 3...8 Гц. Для всего тела в положении сидя резонанс наступает на частотах 4...6 Гц.

В производственных условиях вибрационная патология стоит на втором месте (после пылевых) среди профессиональных заболеваний. Рассматривая нарушения состояния здоровья при вибрационном воздействии, следует отметить, что частота заболеваний определяется величиной дозы, а особенности клинических проявлений формируются под влиянием

спектра вибраций. Выделяют три вида вибрационной патологии от воздействия общей, локальной и толчкообразной вибраций.

При действии на организм общей вибрации страдает в первую очередь нервная система и анализаторы: вестибулярный, зрительный, тактильный. Вибрация является специфическим раздражителем для вестибулярного анализатора, причем линейные ускорения – для отолитового аппарата, расположенного в мешочках преддверия, а угловые ускорения – для полукружных каналов внутреннего уха.

У рабочих вибрационных профессий отмечены головокружения, расстройство координации движений, симптомы укачивания, вестибуловегетативная неустойчивость. Нарушение зрительной функции проявляется сужением и выпадением отдельных участков полей зрения, иногда до 40 %, субъективно – потемнения в глазах. Под влиянием общих вибраций отмечается снижение болевой, тактильной и вибрационной чувствительности. Особенно опасна толчкообразная вибрация, вызывающая микротравмы различных тканей с последующими реактивными изменениями. Общая низкочастотная вибрация оказывает влияние на обменные процессы, проявляющиеся изменением углеводного, белкового, ферментного, витаминного и холестерина обмена, биохимических показателей крови.

Вибрационная болезнь от воздействия и толчков регистрируется у водителей транспорта и операторов транспортно-технологических машин и агрегатов, на заводах железобетонных изделий. Для водителей машин, трактористов, бульдозеристов, машинистов экскаваторов, подвергающихся воздействию низкочастотной и толчкообразной вибраций, характерны изменения в пояснично-крестцовом отделе позвоночника. Рабочие часто жалуются на боли в пояснице, конечностях, в области желудка, на отсутствии аппетита, бессонницу, раздражительность, быструю утомляемость. Картина воздействия общей вибрации выражается вегетативными расстройствами с периферическими нарушениями, преимущественно в конечностях, снижением чувствительности.

Локальной вибрации подвергаются главным образом люди, работающие с ручным механизированным инструментом. Локальная вибрация вызывает спазмы сосудов кисти, предплечий, нарушая снабжение конечностей кровью. Одновременно колебания действуют на нервные окончания, мышечные и костные ткани, вызывают снижение кожной чувствительности, отложение солей в суставах пальцев, деформируя и уменьшая подвижность суставов. Колебания низких частот вызывают резкое снижение тонуса капилляров, а высоких частот – спазм сосудов.

Сроки развития периферических расстройств зависят в основном от дозы (эквивалентного уровня) вибрации в течении рабочей смены. Преимущественное значение имеет время непрерывного контакта с вибрацией и суммарное время воздействия вибрации за смену. У работников, подвер-

гающихся среднечастотному спектру вибраций заболевания развиваются через 8...10 лет работы. Обслуживание инструмента ударного действия, генерирующим вибрацию среднечастотного диапазона (30...125 Гц), приводит к развитию сосудистых, нервно-мышечных, костно-суставных и других нарушений через 12...15 лет. При локальном воздействии низкочастотной вибрации, особенно при значительном физическом напряжении, рабочие жалуются на ноющие, ломящие, тянущие боли в верхних конечностях, часто по ночам. Одним из постоянных симптомов локального и общего воздействия является расстройство чувствительности. Наиболее сильно изменяется вибрационная, болевая и температурная чувствительность.

К факторам производственной среды, усугубляющим вредное воздействие вибраций на организм, относятся чрезмерные мышечные нагрузки, неблагоприятные микроклиматические условия, особенно пониженная температура, шум высокой интенсивности, психоэмоциональный стресс. Охлаждение и смачивание рук значительно повышает риск развития вибрационной болезни за счёт усиления сосудистых реакций. При совместном действии шума и вибрации наблюдается взаимное усиление эффекта в результате его суммации, а возможно, и потенцирования.

Длительное систематическое воздействие вибрации приводит к развитию вибрационной болезни (ВБ), которая включена в список профессиональных заболеваний. Эта болезнь диагностируется, как правило, у работающих на производстве; в условиях населенных мест ВБ не регистрируется, несмотря на наличие многих источников вибрации (наземный и подземный транспорт, промышленные источники и др.). Лица, подвергающиеся воздействию вибрации окружающей среды, чаще болеют сердечно-сосудистыми и нервными заболеваниями (табл. 13.2).

Т а б л и ц а 13.2

Влияние вибрации на организм человека

| Амплитуда колебаний, мм | Частота вибрации, Гц | Воздействие на человека |
|-------------------------|----------------------|--|
| До 0,015 | Различная | Не влияет на организм |
| 0,016 – 0,050 | 40 – 50 | Вызывает нервное возбуждение с депрессией |
| 0,051 – 0,100 | 40 – 50 | Вызывает изменения в центральной нервной системе, сердце и органах слуха |
| 0,101 – 0,300 | 50 – 150 | Возможно заболевание |
| 0,101 – 0,300 | 150 – 250 | Вызывает виброболезнь |

Нормативные требования по защите от вибраций установлены ГОСТ 12.1.012–04 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования» и Санитарными нормами СН 2.2. 4/2.1.8.566–96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий». Эти доку-

менты устанавливают классификацию вибраций, методы гигиенической оценки, нормируемые параметры и их допустимые значения.

Вопросы для самопроверки

1. Почему шум является одним из основных факторов вызывающих истощение нервной системы?

2. Укажите основные виды вредного действия шума на организм человека.

3. Каковы особенности вредного действия вибрации на здоровье человека?

4. как влияют на здоровье человека инфра- ультразвуки?

5. «Информационные» и тепловые эффекты действия ЭМП на биологические объекты.

6. Укажите основные источники ЭМП.

7. Нормативные требования к ПДУ шума, вибрации и ЭМП.

8. Особенности действия на организм человека магнитного поля Земли. Каковы виды и причины возникновения изменений магнитного поля Земли?

9. Влияние изменение геомагнитного поля на здоровье человека.

14. ОСОБЕННОСТИ ТОКСИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА ОРГАНИЗМ В БЫТОВЫХ УСЛОВИЯХ

Токсическая нагрузка в бытовых условиях определяется многими причинами, значительна по величине и непрерывно изменяется.

Основными источниками поступления токсичных веществ и вредных воздействий в быту являются загрязненные и некачественные продукты питания и вода, многочисленные средства бытовой химии (моющие и чистящие средства, средства для ухода за обувью, мебелью, паркетом), косметические средства, пищевые добавки (консерванты, красители, вкусовые добавки и т.д.), разнообразные лакокрасочные средства и растворители, ядохимикаты для борьбы с насекомыми, плесенью, гнилостными бактериями, вредные выделения из синтетических отделочных и интерьерных материалов в целом (линолеумов, драпировочных материалов, мебели, ковровина и т.д.), недоброкачественные, фальсифицированные или просроченные, а также избыточно принимаемые лекарственные средства, ядовитые грибы, животные яды и т.д.

Общей проблемой токсикологии и экологии в целом является низкий уровень изученности токсических свойств многих широко используемых в практике веществ (рис. 14.1), что значительно увеличивает риск для здоровья человека и экологического равновесия.

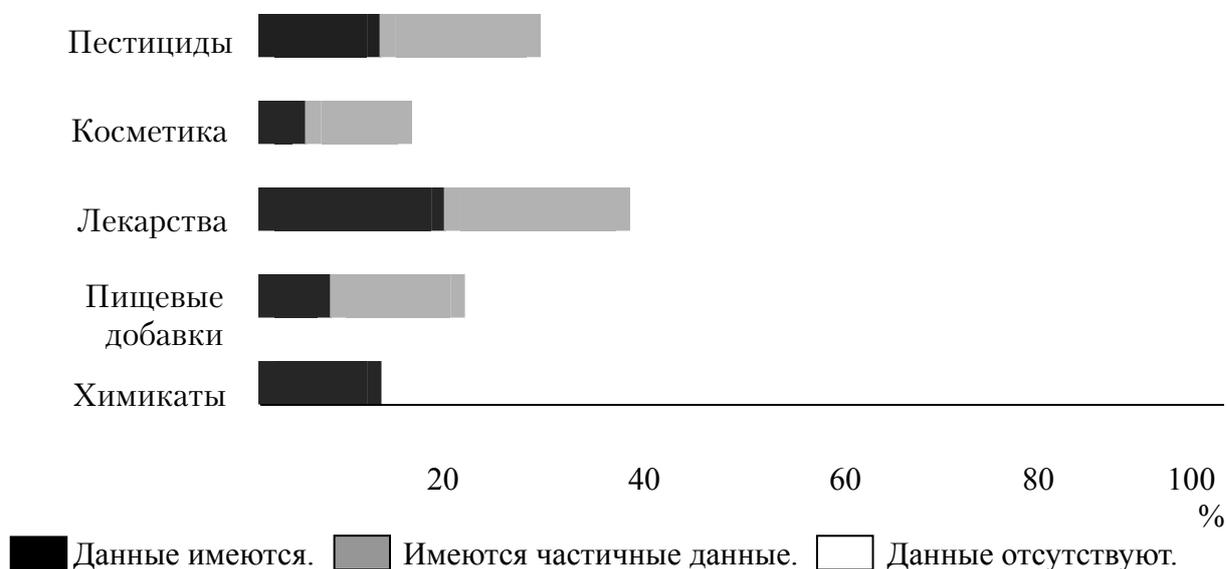


Рис. 14.1. Данные токсичности по группам химических веществ (по данным ЮНЭП)

Отдельную и серьезную проблему представляют электромагнитные излучения (ЭМИ) и электромагнитные поля (ЭМП) от средств мобильной связи, ПЭВМ, теле- и радиоаппаратуры, многочисленной бытовой техники, линий электропередач (ЛЭП) и сетевого электроснабжения, электризующихся синтетических материалов.

Острой проблемой является алкоголизм и потребление суррогатов алкоголя, наркотических средств, табакокурение и токсикомания.

В итоге бытовая токсическая нагрузка является значительной по величине, разнообразной и серьезно влияющей на здоровье людей.

Загрязнение продуктов питания и воды вредными веществами происходит вследствие массового применения пестицидов и других ядохимикатов, загрязненных тяжелыми металлами удобрений, общего загрязнения окружающей среды, а также вследствие применения многочисленных препаратов в животноводстве (гормонов роста, антибиотиков, избыточных доз витаминов и минералов, транквилизаторов для подавления стресс-реакций у птиц и животных в условиях скученного содержания и при забое и т.д.)

Значительный вклад в загрязнение продуктов питания вносят различные технологии пищевой промышленности (копчение, обжарка, сушка в топочных газах, применение синтетических пищевых добавок, упаковочных материалов и тары и т.п.).

Пестициды – ядохимикаты сельскохозяйственного назначения – представлены многими классами органических и элементоорганических соединений. Однако в продуктах питания, в том числе и в животноводческой продукции, из-за накопления по пищевым цепям преобладают трудноразрушаемые галогенсодержащие органические соединения, производные ароматических углеводородов и циклогексана, в меньшей степени – фосфорорганические производные. Остаточные количества пестицидов в продуктах питания оказывают сильное токсическое действие на печень (гепатотоксичность), желудочно-кишечный тракт (канцерогенное и раздражающее), а также могут вызвать аллергию.

Содержание токсичных металлов в продуктах питания и соответствующая нагрузка на организм зависят от характера техногенных геохимических аномалий на соответствующих территориях суши и акваториях Мирового Океана (в промысловых зонах), поэтому варьируют в широких пределах. Загрязнение продуктов питания соединениями металлов приводит к росту онкологических заболеваний, тератогенным, мутагенным эффектам, токсической нагрузке на печень, ЖКТ и нервную систему. Особенно опасно загрязнение ртутью, кадмием, свинцом и мышьяком.

Антибиотики, гормоны роста, транквилизаторы и другие препараты, загрязняющие животноводческую продукцию, действуют преимущественно на иммунную систему человека, желудочно-кишечную микрофлору, гормональную и нервную системы и в итоге вызывают аллергические реакции, общее снижение иммунитета, сбои в работе желез внутренней секреции, сенсбилизацию организма в целом, к повышению устойчивости патогенных микроорганизмов к лекарственным и обеззараживающим средствам.

Пищевые добавки (консерванты, красители, эмульгаторы, вкусовые добавки и т.п.) оказывают разнообразные токсические действия на организм: от изменения артериального давления и кишечных расстройств до инициирования онкологических заболеваний. В целом, преобладают сенсibilизация организма и аллергические заболевания. Российское экологическое объединение "КЕДР" еще в 2000 г. на основе анализа и обобщения собранной информации опубликовало сводные данные о характере вредного действия большой группы пищевых добавок (табл. 14.1). В последующие годы перечень вредных пищевых добавок, из разрешенных к применению (СанПиН 2.3.2.1293-03; 2.3.2.1078-01), многократно расширен. Стремление бизнеса у максимальной прибыльности привело к резкому снижению качества продуктов питания в целом, к увеличению сроков реализации продукции в десятки и сотни раз. по сравнению с натуральными. Для этих целей применяются крайне опасные консерванты, в том числе из группы хлорированных ароматических соединений с выраженным канцерогенным действием. Условно безопасными являются лишь такие консерванты, как соль, уксус, сахар, молочная кислота. Вторыми по степени опасности являются синтетические красители, подсластители и технологические добавки (табл. 14.2).

Т а б л и ц а 14.1

Характеристика токсического действия некоторых пищевых добавок на организм человека

| Обозначение добавки на упаковке | Вредное воздействие |
|---------------------------------|---------------------|---------------------------------|---------------------|---------------------------------|---------------------|---------------------------------|---------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| E102 | О | E180 | О | E280 | Р | Б463 | РЖ |
| E103 | З | E201 | О | E281 | Р | E465 | РЖ |
| E104 | П | E210 | Р | E282 | Р | Б466 | РЖ |
| E105 | З | E211 | Р | E283 | Р | E477 | П |
| E110 | О | E212 | Р | E310 | С | E601 | О |
| E111 | З | E213 | Р | E311 | С | E602 | О |
| E120 | О | E214 | Р | E312 | С | E503 | О |
| E121 | З | E215 | Р | E320 | Х | E510 | ОО |
| E122 | П | E216 | Р | E321 | Х | E513 | ОО |
| E123 | ОО, З | E219 | Р | E330 | Р | E527 | ОО |
| E124 | О | E220 | О | E338 | РЖ | E620 | О |
| E125 | З | E222 | О | E339 | РЖ | E626 | РК |
| E126 | З | E223 | О | E340 | РЖ | E627 | РК |
| E127 | О | E224 | О | E341 | РЖ | E628 | РК |
| E129 | О | E228 | О | E343 | РЖ | E629 | РК |
| E130 | З | E230 | Р | E400 | О | E630 | РК |
| E131 | Р | E231 | ВК | E401 | О | E631 | РК |
| E141 | П | E232 | ВК | E402 | О | E632 | РК |
| E142 | Р | E233 | О | E403 | О | E633 | РК |

Окончание табл. 14.1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|------|--------|------|---------------------|------|----|-------|----|
| E150 | П | E239 | ВК | E404 | О | E634 | РК |
| E151 | ВК | E240 | Р | E405 | О | E636 | РК |
| E152 | З | E241 | П | E450 | РЖ | E636 | О |
| E153 | Р | E242 | О | E451 | РЖ | E637 | О |
| E154 | РК, РД | E249 | Р | E452 | РЖ | E07 | С |
| E155 | О | E250 | РД | E453 | РЖ | E951 | ВК |
| E160 | ВК | E251 | РД | E454 | РЖ | E952 | З |
| E171 | П | E252 | Р | E461 | РЖ | E954 | Р |
| E173 | П | E270 | Опасно для детей | E462 | РЖ | E1105 | ВК |

Примечание. Условные обозначения вредных воздействий добавок: О – опасная (токсическое действие); Р – канцерогенная; РЖ – вызывающая расстройство желудка; РК – вызывающая кишечные расстройства; Х – повышающая уровень холестерина; РД – вызывающая повышение артериального давления; З – запрещенная; ВК – вредна для кожи; П – подозрительная на мутагенное и канцерогенное воздействия.

В ЕС и США идёт постоянный пересмотр добавок, периодически некоторые из них запрещаются. В 2005 г. запретили консерванты E216 и E217, которые ухудшали качество спермы и гормональный фон у мужчин. В ЕС, а затем и у нас запретили краситель E128. На очереди целая группа красителей, влияющих на психику детей. Можно не сомневаться, их запретят под напором общественности. Но на подходе новые скандалы, связанные с многими пищевыми добавками.

В итоге к 2011 г. дополнительными постановлениями Государственного санитарного врача РФ были запрещены еще несколько десятков разных пищевых добавок. Однако, до настоящего времени размещены и используются более 430 видов пищевых добавок (прил.7), 70-75% из которых недостаточно изучены по токсическим свойствам (см. рис. 14.1). Производители обязаны указывать добавки в составе продуктов соответствующими индексами (E100-E199 – красители, E200-E299 – консерванты, ..., E600-E699 – усилители вкуса и т.д.). Часто добавки маскируются под обозначениями «идентичные натуральным», химическими названиями, «вкусовая добавка» или «улучшитель вкуса». С сожалением следует констатировать, что подавляющее большинство пищевых добавок, кроме натуральных, опасны для здоровья, особенно для здоровья детей, но неизбежны в современных условиях индустриального производства продуктов питания, реализации их в торговых сетях и из-за высокой стоимости и дефицитности качественного продовольственного сырья.

Таблица 14.2

Пищевые добавки, разрешенные в России, но запрещенные в других странах

| Название | Где запрещена | Для чего используется | Чем опасна | В каких продуктах используют |
|--------------------------|---|-----------------------|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Тартразин | Норвегия, Австрия | Краситель | Приступы астмы, ложная аллергия. Возможно, способствует развитию опухолей щитовидки и вызывает повреждение хромосом | Кондитерские изделия, мороженое, напитки, газировки |
| Желтый хинолиновый | США, Норвегия | Краситель | При нанесении на кожу может вызывать дерматит | Кондитерские изделия, мороженое, напитки |
| Желтый 2G | США, Австралия | Краситель | Способствует гиперактивности у детей, приступы астмы, ложная аллергия | |
| Желтый «Солнечный закат» | Норвегия | Краситель | Гиперактивность, ложная аллергия, повреждение хромосом | Кондитерские изделия, мороженое, напитки, лосось, креветки |
| Азорубин, кармуазин | США, Швеция, Норвегия, Австрия | Краситель | Приступы астмы, ложная аллергия | Кондитерские изделия, мороженое, напитки, пудинги, десерты, фруктовые консервы |
| Понсо 4R, пунцовый 4R | США, Норвегия | Краситель | Гиперактивность у детей. Приступы астмы, ложная аллергия | Кондитерские изделия, мороженое, напитки, пудинги, десерты, фруктовые консервы, рыбные продукты |
| Red 2G | США, Австралия, Европа. В России запрещён только с 3 сентября 2007 г. | Краситель | Канцероген | Колбасы и изделия из мяса |

Продолжение табл. 14.2

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---------------------------------------|--|-----------|--|--|
| Красный очаровательный, Аллора ред АС | Дания, Бельгия, Франция, Германия, Швейцария, Швеция, Австрия и Норвегия | Краситель | Гиперактивность у детей | Кондитерские изделия, напитки |
| Синий патентованный V | США, Австралия, Норвегия | Краситель | Аллергические реакции | Кондитерские изделия, напитки, десерты |
| Индиго-кармин | Норвегия | | Аллергические реакции | Кондитерские изделия, ликёры, десерты, мороженое |
| Синий блестящий FCF | Бельгия, Франция, Германия, Швейцария, Швеция, Австрия, Норвегия | Краситель | Аллергические реакции, гиперактивность у детей | Кондитерские изделия, напитки, десерты |
| Зеленый S | США, Швеция, Канада, Япония и Норвегия. | Краситель | | Кондитерские изделия |
| Черный блестящий VN | США, Дания, Бельгия, Франция, Германия, Швейцария, Швеция, Австрия, Норвегия | Краситель | Аллергические реакции, гиперактивность у детей | Кондитерские изделия, напитки |
| Уголь растительный | США | Краситель | Возможно канцерогенное действие | Драже, оболочка для сыра |
| Коричневый NT | США, Дания, Бельгия, Франция, Германия, Швейцария, Швеция, Австрия, Норвегия | Краситель | Приступы астмы | Кондитерские изделия |

Окончание табл. 14.2

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|-------------------|--|---|--|
| Консерванты на основе гидроксибензойной кислоты | Во многих странах | Краситель | Аллерген | Молочные десерты, оболочки мясных продуктов и сыров, кондитерские изделия, выпечка |
| Муравьиная кислота | Во многих странах | Консервант | Хроническое токсическое действие. Повреждение мочевыводящих путей | Продукты из фруктов, дезинфекция бочек для пива и вина, квашеные и консервированные овощи, рыбные маринады и кислые рыбопродукты |
| Гескаметилентетрамин | Во многих странах | Консервант | Канцероген | Икра, рыба, моллюски, сыры |
| Гидроскиды натрия, калия, аммония, магния | Во многих странах | Регуляторы кислотности | Раздражающее действие | Применяют при изготовлении рафинированных масел и для снятия кожицы с овощей, корнеплодов и фруктов |
| Оксид магния | Во многих странах | Препятствует слеживанию и комкованию | Раздражающее действие | Сухие молоко и сливки |
| Синтетический силикат магния | Во многих странах | Используется при производстве карамели | Возможно токсическое действие | Карамель и прочие кондитерские изделия с блестящей поверхностью |
| Цикламаты, цикламат, цикламатовая кислота | США | Подсластитель | Канцероген | Напитки, кондитерские изделия, жевательная резинка, продукты для больных диабетом |

* Соответствующее обозначение индексами Е см. в прил. 7.

Наиболее широко применяются такие добавки, как глутаматы (E621...), позволяющие придать необходимый мясной и другой приятный вкус соевому белку и другим некачественным компонентам; аспартам (E951), цикламаты (E952) – подсластители, заменители сахара; синтетические красители; консерванты на основе производных бензойной кислоты (E210; E211 ...). Все перечисленные добавки обладают заметным канцерогенным и общетоксическим действием. Еще более широко применяются фосфорная кислота (E338) и ее производные – фосфаты (E339...E343) – в качестве регуляторов кислотности, влагоудерживающих компонентов, улучшителей, текстураторов, стабилизаторов и комплексообразователей в самых разных многочисленных продуктах – от газированных напитков и хлеба до мясных и рыбных. Избыточный фосфор вызывает изменение обмена кальция и фосфора в организме и, как следствие, ослабление костей (остеопороз), отложение плотных как кость бляшек на внутренней стенке кровеносных сосудов (кальцификация) со значительным ростом рисков инфарктов и смертности от сердечно-сосудистых заболеваний. Кроме того, во время беременности приводит к неправильному развитию легких и печени у плода. Особенно много фосфатов содержится в сосисках, в дешевых колбасах, копченых продуктах, что весьма заметно по их водянистой структуре. Кола и другие газированные напитки содержат большие количества фосфорной кислоты в качестве подкислителя. У любителей колы и газировок переломы костей наблюдаются более чем в 3 раза чаще.

Наиболее значительные количества вредных пищевых добавок содержат джин-тоники, газированные напитки, многие виды нектаров и соков, большинство сортов пива, колбасные изделия и консервы, майонезы. Например, большая часть копченых колбас, особенно сорт "Салями", содержит добавки нитритов и нитратов натрия от 0,5–0,7 до 1,2 и более г/кг, в то время как их допустимое количество не должно превышать 30–50 мг/кг из-за значительной канцерогенности.

В развитых странах с высоким качеством жизни снижение уровня загрязнения продуктов питания достигается различными путями. Наиболее распространенным является введение в действие более жестких санитарно-гигиенических нормативов по содержанию вредных веществ в пищевых продуктах с обязательным контролем соответствующих служб. Например, в результате такого контроля в Нидерландах в 2001–2002 гг. было забраковано и запрещено к реализации около 10 млн декалитров пепси-колы, содержащей повышенное количество консервантов и других опасных веществ, а в 2011 г. – 2 тыс. т китайского чая из-за высокого содержания пестицидов.

Некачественное питание является причиной многих заболеваний и низкого уровня здоровья в целом. За последние годы быстро увеличивается смертность от онкологических заболеваний, которые занимают в настоящее время третье место среди всех причин летальных исходов. В свою очередь,

питание и пищевые добавки составляют более 31% среди причин вызывающих онкологические заболевания (табл. 14.3). Доля пищевых добавок среди этих причин составляет от 1 до 3%, следовательно, определяющими являются другие факторы питания. Среди этих факторов исследователи называют акриламид, образующийся при термической обработке пищи и изготовлении полуфабрикатов; продукты, полученные из генномодифицированных организмов (ГМО); трансжиры, образующиеся при получении гидрогенизацией твердых жиров из жидких растительных масел (маргарин, кулинарные жиры, компоненты ряда майонезов ...); бензпирен и другие канцерогены, образующиеся при обжарке и копчении, загрязненность заплесневелого зерна и орехов, афлотоксинами; использование тефлоновых антипригарных покрытий, из которых в пищу поступает крайне токсичное и опасное вещество – фтороктановая кислота и др.

Т а б л и ц а 14.3

Смертность от злокачественных новообразований, обусловленных различными группами канцерогенных факторов

| Причина | % всех случаев смерти среди онкологических больных |
|-----------------------------------|--|
| Табак | 30 |
| Питание | 30 |
| Образ жизни | 5 |
| Производственные факторы | 5 |
| Хронические инфекции | 5 |
| Генетические факторы | 5 |
| перинатальные факторы | 5 |
| Репродуктивные факторы | 3 |
| Потребление алкоголя | 3 |
| Социоэкономический статус | 3 |
| Загрязнений окружающей среды | 2 |
| Солнечная и ионизирующая радиация | 2 |
| Медицинские препараты и процедуры | 1 |
| Пищевые добавки | 1 |

Акриламид образуется из продуктов гликолиза белков, крахмала и сахаров при нагревании выше 100°C, поэтому содержится во всех кондитерских и хлебобулочных изделиях, в обжаренном мясе, рыбе, чипсах, сухариках, сухом молоке и сливках и т.д. Содержание акриламида сильно зависит от продолжительности нагревания и температуры. В чипсах и сухариках содержится акриламид до нескольких тысяч ПДК, в печенье и других кондитерских изделиях от десятков до сотен ПДК в зависимости от содержания сахаров и белков; в хлебобулочных – до десятков ПДК. Наличие акриламида в сухом молоке привело к резкому снижению его использования в странах ЕЭС и соответствующему росту экспорта в РФ и другие страны...

Трансжиры трудно вовлекаются в метаболизм организма, что приводит к их накоплению, то есть к ожирению, оказывают канцерогенное действие. Их потребление в РФ весьма высоко из-за использования маргарина, кулинарных жиров и в составе многих видов масла, в гамбургерах и чизбургерах. Большинство исследований указывает на значительную роль трансжиров в росте ожирения населения. В частности, РФ с 2010 г. занимает первое место в Европе по ожирению женщин.

Посуда с противопригарным тефлоновым покрытием (фирмы Тефаль и др.) запрещены в странах ЕЭС с 2011 г., но ее выпуск не прекращен из-за недобросовестных поставок в РФ и другие страны с низким уровнем контроля безопасности. По заключению экспертов ООН фтороктановая кислота, выделяющаяся из тефлона при нагревании выше 180°C, отнесена в 2010 г. к группе из 28 крайне опасных веществ, созданных человеком.

Из нескольких видов афлотоксинов афлотоксин В₁ относится к самым сильным природным микотоксинам. Он производится рядом плесневых грибов и обладает канцерогенным, тератогенным и мутагенным действием. В Китае установлена прямая связь первичного рака печени с афлотоксином В₁. В наибольших количествах афлотоксины содержатся в заплесневевшем арахисе и других масличных культурах, но также характерны для зерна и мака.

Афлотоксины обнаруживаются в почти 20% проб хлебобулочных изделий; содержание менее токсичного фузаритоксина обнаруживается в 60-80% проб пшеницы. Низкая технологическая дисциплина на большинстве зернохранилищ и пекарен – главная причина загрязнения хлебобулочных изделий микотоксинами. ПДК афлотоксина В₁ составляет всего 5 мкг/кг.

ГМО – это организмы, в ДНК которых встроены заведомо чужеродные фрагменты. Например ген белка в ДНК картофеля, что делает его несъедобным для колорадского жука. Дополнительно встраивают гены, повышающие устойчивость к высоким дозам пестицидов, повышающие продуктивность организмов с увеличением, например, в мясе прожилок жира (так называемое «мраморное мясо»), придания скороспелости и других, часто неожиданных свойств. В США разработано более 150 видов ГМО, из которых до 70 широко внедряется в практику по возможности большего числа стран. Долгое время объективная информация о действии продукции из ГМО замалчивалась или фальсифицировалась. Лишь с 2010 г. стали появляться сведения о некоторых опасных свойствах указанной продукции. Наиболее квалифицированные исследования были проведены под руководством международного эксперта по продовольственной и экологической безопасности, доктора биологических наук Ермаковой И., а также большой группы зарубежных ученых-биотехнологов из Великобритании и Франции.

В корм подопытным самкам крыс добавляли генетически модифицированную сою – ту, что используют в мясной, молочной, хлебной, конди-

терской промышленности. Более половины крысят в первом поколении погибли, а выжившие не оставили потомства. Аналогичные опыты с хомячками поставили ученые Института проблем экологии и эволюции РАН – результаты столь же удручающи.

Названные животные, как и люди, – млекопитающие. В наших организмах взятый из ГМ-сои основной носитель наследственности точно так же переваривается не до конца, отдельные молекулы могут попадать из кишечника в лимфатическую и кровеносную системы, оттуда – в клетки печени, селезенки, почек, в половые клетки. И возникают бесплодие, онкология, преждевременное старение, генетические уродства и другие не известные пока болезни.

С 2013 г. в США резко ограничено применение «мраморной» говядины после выявления ее повышенной канцерогенной опасности. В результате ЕЭС резко ограничило импорт ГМ-сои, кукурузы, картофеля и запретило подавляющее большинство из 33, ранее поставляемых в Европу. Полностью запретили использование ГМО Австрия, Швейцария, Польша, Венесуэла, Германия и Франция.

К сожалению, надежных способов уберечься от ГМО нет. Ведь, к примеру, ГМ-сою могут добавлять в котлеты и пельмени, кормить ею коров и кур, вот мы и засоряем организмы неведомо чем. Но можно соблюдать несколько простых правил, чтобы, по крайней мере, минимизировать вред:

- не употреблять фастфуд: чем дешевле продукты, тем вероятнее добавление в них ГМО;
- не покупать продукты и семена, привезенные из США, Канады, Бразилии и Аргентины – основных стран-поставщиков ГМ-пищи;
- внимательно читать, что написано на упаковке, и выбирать продукты, на которых написано «Нет ГМО».

Другим перспективным направлением является производство "экологически чистой продукции", когда запрещается использование пестицидов, загрязненных и избыточных удобрений (в растениеводстве), гормонов, стимуляторов роста, антибиотиков и других нежелательных препаратов (в животноводстве), а также предусматривается применение безвредных упаковочных материалов и технологий переработки. Экологически чистая продукция имеет себестоимость в 10–100 раз выше обычной, реализуется в специализированных магазинах и отделах супермаркетов и пока доступна только людям с высоким уровнем доходов. На российском рынке доля экологически чистой импортной и отечественной продукции не превышает 1–2 %.

Необходимо также отметить серьезную экологическую проблему, связанную с интенсивным производством продовольственного сырья. В частности, отсутствие или ограничение севооборота (смены выращиваемых культур) из-за роста населения и сокращения пахотных земель, а тем более применение гидропоники, как в Израиле (капельный

полив питательными химическими растворами растений, выращиваемых на песке и других инертных носителях) привели к резкому уменьшению (на 80 %) содержания биологически активных веществ – антиоксидантов, витаминов, микроэлементов и др. Также неблагоприятно стойловое содержание животных, которое резко снижает качество молока, мяса, яиц птиц, рыбы – при садковом выращивании.

При этом необходимо знать, что импортная продукция с экологическими значками (зеленый кружок или крестик, замыкающиеся по кругу стрелки и др.) или надписью «Экологически чистый продукт» не обязательно является таковой, так как обозначения часто относятся не к самому продукту, а только к упаковке, и обозначают, что фирма гарантирует повторное использование и переработку упаковочных материалов.

Компенсация низкого качества продуктов питания и, прежде всего, полуфабрикатов, фастфудов, других продуктов быстрого приготовления, восстановленных соков и т.д., систематическим приемом витаминно-минеральных комплексов приводит к осложнениям здоровья и сокращению продолжительности жизни на 4-8,5 лет.

Повышение качества упаковочных материалов является дополнительным важным направлением работ по снижению загрязнения пищевой продукции и напитков. В этой области достигнуты значительные успехи вследствие внедрения металлизированных, фольгированных пленочных материалов, а также пластмасс и клеевых композиций с пониженным выделением вредных веществ. Важную роль здесь играют ограничения сроков хранения продуктов в полимерной упаковке. Экологически чистая продукция расфасовывается в металлическую фольгу, специальные виды бумаги и картона, в стеклянную, реже в фаянсовую, и другие виды тары, из которых вредные вещества либо не выделяются, либо поступают в ничтожно малых количествах. Пластиковая посуда характеризуется выделением веществ сильно влияющих на репродуктивную систему человека и увеличивает общетоксическую нагрузку в целом.

Большую роль в токсической нагрузке на человека в быту играет качество воды. Из-за повышенного загрязнения природных водоемов, из которых производится водозабор, и недостаточной очистки на станциях водоподготовки подаваемая в водопроводные сети вода является недостаточно очищенной по ряду компонентов, особенно от фенола и соединений металлов. Хлорирование воды с целью обеззараживания приводит к ее дополнительному загрязнению хлорфенолами и другими хлорированными органическими загрязнениями (до шестидесяти разных производных), которые оказывают сильное гепатотоксическое и раздражающее ЖКТ действие. Кроме того, при кипячении хлорированной воды с остаточным активным хлором происходит образование сверхтоксичных диоксинов, вызывающих сбои в работе многих ферментов и генетических

структур клеток, поэтому доочистка воды на специальных фильтрах-очистителях необходима во многих регионах РФ. Более экологичное обеззараживание воды озоном и другие методы (облучение ультрафиолетом, электронным пучком и т.д.) внедряются медленно из-за экономических трудностей и плохого состояния водопроводных сетей, обуславливающих вторичное микробиологическое и химическое загрязнение.

Исследования пыли в жилых помещениях, проведенные в конце XX века, дали несколько неожиданные результаты. В частности, в этой пыли велика доля останков микроскопических клещей и других загрязнений белковой природы, обладающих сильным аллергическим эффектом. Широкое использование электризующихся ковровых покрытий, паласов и т.п. приводит к накоплению пыли и ее длительному хроническому воздействию на иммунную систему человека, особенно детей. Значительная часть пыли высокодисперсна и плохо удаляется пылесосами, поэтому необходимы частые влажные уборки помещений.

Компоненты лакокрасочных средств, растворителей и разбавителей представлены в основном эфирами, кетонами, ароматическими и предельными углеводами, галогенсодержащими производными углеводородов. Эфиры и кетоны обладают значительной нейротоксичностью и раздражающим действием, остальные компоненты, помимо раздражающего действия, имеют высокую общую токсичность, гепатотоксичность, а ароматические углеводороды (толуол, ксилол, бензол и т.д.) и галогенсодержащие производные углеводородов (дихлорэтан, тетрахлорэтилен, перхлорэтилен и др.) характеризуются заметной канцерогенностью (см. табл. 14.4; прил. 3). Ароматические и галогенсодержащие производные углеводородов, по возможности, ограничивают для применения. В частности, в странах ЕЭС их содержание в ЛКС и растворителях не должно превышать 25 %. Высокоопасны некоторые компоненты эпоксидных ЛКС и клеев, а также компоненты для получения твердых пен.

Для снижения токсической нагрузки при работе с ЛКС, клеями, мастиками и растворителями необходимо строго выполнять требования инструкций по их применению, работать в хорошо проветриваемых помещениях, защищать органы дыхания и кожу, так как многие растворители и токсичные компоненты легко проникают и через неповрежденную кожу.

Алкогольная токсическая нагрузка является одной из наиболее распространенных. В 2003 г. в РФ от алкогольных отравлений (в основном суррогатами) умерло более 52 тыс. чел. Суррогаты алкоголя изготавливаются на основе синтетического и гидролизного спиртов и содержат высокотоксичные трудноудаляемые загрязнения, поэтому, кроме высокой нейротоксичности, характерной для пищевого этилового спирта, резко возрастает общетоксическое, гепатотоксическое действие, происходит дистрофия мышц, наблюдаются поражения поджелудочной железы и

других органов. Основными примесями в суррогатах алкоголя являются метанол, этиленгликоль, бутанол и сивушные масла, которые в организме превращаются в еще более токсичные вещества (летальный синтез). По сведениям прокуратуры доля суррогатов в алкогольной продукции составляет от 30 до 70 % в зависимости от региона и вида алкогольных напитков (сидры, джин-тоники, настойки, наливки, ликеры и т.п.), в которых трудно обнаружить посторонние примеси как на вкус, так и по результатам анализов. Помимо нейро- и общетоксического действия алкоголь и особенно его суррогаты обладают мутагенным и тератогенным действием, что приводит к врожденным уродствам и умственной отсталости (так называемые «алкогольные дети»). Распространенными признаками «алкогольных детей» являются склонность к ожирению, неустойчивое внимание и память, трудное усвоение информации (скрытая дебильность). Вероятно, в экологическом плане мутагенные деформации в человеческой популяции из-за загрязнения окружающей среды по масштабам уступают алкогольным.

Продажа поддельных и просроченных лекарственных средств по прибыльности сравнима с торговлей алкогольными суррогатами и, вероятно, наркобизнесом, поэтому является причиной дополнительной токсической нагрузки так же, как и бесконтрольная (без рецептов) продажа и потребление лекарств. Бесконтрольный прием антибиотиков и других антибактериальных средств приводит к изменению кишечной микрофлоры, развитию патогенных организмов, серьезному снижению и деформации иммунитета, особенно у детей младшего возраста, что влечет различные неприятные последствия, среди которых самой распространенной является аллергизация организма. Исследования, проведенные в Японии в 1980-х годах, показали, что если потребление антибиотиков превышает 10 т на 100 млн. жителей в год, то такие антибиотики становятся неэффективными или малоэффективными, а их применение вредно. В РФ такими являются почти все антибиотики, производимые на отечественных предприятиях медбиопроба (пенициллинового, тетрациклинового, стрептомицинового, цефалоспоринового и др. типов), что представляет чрезвычайную экологическую угрозу здоровью населения и качеству потомства. При острой необходимости лучше применять значительно более эффективные импортные антибиотики 6-7-го поколений.

По мнению ученых, деформация кишечной микрофлоры является одной из ведущих причин деградации здоровья и быстрого старения организма, так как резко возрастает токсическая нагрузка на иммунную систему от токсинов патогенной микрофлоры и, кроме того, происходит значительная деформация метаболизма из-за отсутствия или недостаточности полезной микрофлоры.

Кроме поддельных лекарств значительную опасность могут представлять повышенные дозы привычных, давно применяемых препаратов. Например, проведенные в 2010-2011 гг. исследования, проведенные в 22 странах по применению парацетамола при лечении 226 тыс. детей выявили развитие аллергии, астмы у 20-40%, принимавших парацетамол в единичных случаях и у 80% – у применявших его несколько раз в год. Указанные осложнения проявлялось к 5-8-летнему возрасту. Передозировка легко возникает из-за наличия парацетамола в нескольких противостудных препаратах. Часть препаратов (табл. 14.4) обладает выраженным канцерогенным действием.

Т а б л и ц а 14.4

Доказанные канцерогены для человека
(группа 1 по классификации МАИР) и органы-мишени,
в отношении которых имеются убедительные эпидемиологические данные *

| № | Наименование фактора | Органы-мишени |
|------------------------------|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| <i>Химические соединения</i> | | |
| 1 | 4-Аминобифенил | Мочевой пузырь |
| 2 | Бензидин | Мочевой пузырь |
| 3 | Бензол | Кровеносная система |
| 4 | Бериллий и его соединения | Легкие |
| 5 | Бис(хлорметил)эфир и технический хлорметиловый эфир | Легкие |
| 6 | Винилхлорид | Печень, кровеносные сосуды (мозг, легкие, лимфатическая система)* |
| 7 | Горчичный газ (сернистый иприт) | Глотка, гортань, легкие |
| 8 | Кадмий и его соединения | Легкие, предстательная железа |
| 9 | Каменноугольные пеки | Кожа, легкие, мочевой пузырь (гортань, полость рта) |
| 10 | Каменноугольные смолы | Кожа, легкие (мочевой пузырь) |
| 11 | Минеральные масла (неочищенные) | Кожа (легкие, мочевой пузырь) |
| 12 | Мышьяк и его соединения | Легкие, кожа |
| 13 | 2-Нафтиламин | Мочевой пузырь, (легкие) |
| 14 | Никель и его соединения | Полость носа, легкие |
| 15 | Сланцевые масла | Кожа (желудочно-кишечный тракт) |
| 16 | 2,3,7,8-Тетрахлоридибензо- <i>p</i> -диоксин (TCDD) | Легкие (подкожная клетчатка, лимфатическая система) |
| 17 | Хром шестивалентный и его соединения | Легкие (полость носа) |
| 18 | Этиленоксид | Кровотворная и лимфатическая системы |
| <i>Хронические инфекции</i> | | |
| 19 | <i>Helicobacter pylori</i> | Желудок |
| 20 | <i>Shistosoma haematobium</i> | Мочевой пузырь (шейка матки) |
| 21 | <i>Opisthorchis viverrini</i> | Желчные пузырь и протоки (печень) |
| 22 | Вирус гепатита В | Печень |

Продолжение табл. 14.4

| 1 | 2 | 3 |
|-----------------------------------|---|---|
| 23 | Вирус гепатита С | Печень |
| 24 | Вирус иммунодефицита человека (HIV-1) | Лимфатическая система |
| 25 | Вирус папилломы человека (HPV) 16 и 18 типов | Шейка матки |
| 26 | T-клеточный лимфотропный вирус человека (HTLV-1) | Лимфатическая и кроветворная системы |
| 27 | Вирус Эпштейн-Барра | Лимфатическая система |
| <i>Индустриальные процессы</i> | | |
| 28 | Аурамин (производство) | Мочевой пузырь (предстательная железа) |
| 29 | Газификация угля | Кожа, легкие, мочевой пузырь |
| 30 | Гематит с экспозицией к радону (подземная добыча) | Легкие |
| 31 | Чугун и сталь (выплавка) | Легкие, (желудочно-кишечный тракт, кроветворная система, мочеполовая система) |
| 32 | Изопропиловый спирт (производство, сильно кислотные процессы) | Полость носа, гортань |
| 33 | Пошив и ремонт обуви | Полость носа, кроветворная система (глотка, легкие, печень, желудочно-кишечный тракт, мочевой пузырь) |
| 34 | Производственное воздействие аэрозолей, содержащих серную кислоту | Полость носа, гортань, легкие |
| 35 | Производство алюминия | Легкие, мочевой пузырь, лимфатическая система |
| 36 | Производство кокса | Кожа, легкие, почки |
| 37 | Производство мебели | Полость носа |
| 38 | Производство художественных красок и экспозиция к ним | Легкие |
| 39 | Резиновая промышленность | Мочевой пузырь, кроветворная система (легкие, желудочно-кишечный тракт, кожа, лимфатическая система) |
| 40 | Фуксин (производство) | Мочевой пузырь |
| <i>Бытовые привычки</i> | | |
| 41 | Алкогольные напитки (бытовое потребление) | Глотка, пищевод, печень, гортань, полость рта (молочная железа) |
| 42 | Жевательный бетель с табаком | Полость рта, глотка, пищевод |
| 43 | Табак (курение, табачный дым) | Легкие, мочевой пузырь, пищевод, гортань (поджелудочная железа) |
| 44 | Табачные продукты, бездымные | Полость рта, глотка, пищевод |
| <i>Пыли и минеральные волокна</i> | | |
| 45 | Асбест | Легкие, плевра, брюшина (желудочно-кишечный тракт, гортань) |
| 46 | Древесная пыль | Полость носа и параназальные синусы |
| 47 | Кремний, кристаллический | Легкие |

Окончание табл. 14.4

| 1 | 2 | 3 |
|--|--|---|
| 48 | Сажи | Кожа, легкие |
| 49 | Тальк, содержащий асбестовые волокна | Легкие |
| 50 | Эрионит | Плевра, брюшина |
| <i>Пищевые продукты и пищевые контаминанты</i> | | |
| 51 | Афлатоксины | Печень (легкие) |
| 52 | Соленая рыба, приготовленная китайским способом (потребление) | Носоглотка (желудок, пищевод) |
| 53 | Радон и продукты его распада | Легкие |
| 54 | Солнечная радиация | Кожа |
| <i>Медицинские препараты и методы лечения</i> | | |
| 55 | Азатиоприн | Гепатобиллиарная и лимфатическая системы, кожа, мезенхима |
| 56 | Анальгетические смеси | Мочевой пузырь, почки содержащие фенацетин |
| 57 | 1,4-Бутаподиол диметан-сульфонат (Милеран) | Кроветворная система |
| 58 | N,N-Бис(2-хлорэтил)-2-нафтиламин (Хлорнафазин) | Мочевой пузырь |
| 59 | Диэтилэтилбэстрол | Шейка матки/влагалище, яички, молочная железа (матка) |
| 60 | Контрацептивы пероральные, применяемые циклически | Матка |
| 61 | Контрацептивы пероральные, комбинированные | Печень |
| 62 | Мелфалан | Кроветворная система |
| 63 | 8-Метоксипсорален (Метоксален) в сочетании с УФ-облучением | Кожа |
| 64 | МОРР (комбинированная терапия с азотистым ипритом, винкристином, прокарбазином, преднизолоном) | Кроветворная система |
| 65 | Тамоксифен | Матка |
| 66 | ТИОТЭФ (Теофосфамид) | Кроветворная система |
| 67 | Треосульфат | Кроветворная система |
| 68 | Хлорамбуцил | Кроветворная система |
| 69 | 1-(2-Хлорэтил)-3-(4-метилциклогексил) нитрозомочевина (Метил-CCNU) | Кроветворная система |
| 70 | Циклофосфамид | Мочевой пузырь, кроветворная система |
| 71 | Циклоспорин | Лимфатическая система |
| 72 | Эстрагенотерапия заместительная | Матка (молочная железа) |
| 73 | Эстрогены нестероидные | Шейка матки/влагалище, молочная железа, яичники (матка) |
| 74 | Эстрогены стероидные | Матка (молочная железа) |

* В скобках указаны органы-мишени, в отношении которых получены вероятные эпидемиологические доказательства.

Современные моющие средства на основе синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ) обладают выраженным аллергизирующим действием на организм человека, особенно детей. Удаление СПАВ с поверхности материалов происходит трудно. Например, на стенках стеклянного стакана после действия стандартного моющего раствора с концентрацией 0,15–0,3 % стирального порошка, СПАВ обнаруживается даже после семи ополаскиваний дистиллированной водой. Аллергические реакции затрагивают главным образом органы дыхания, кожу и слизистые оболочки. Возможно развитие астмы. По этим причинам детскую одежду и белье рекомендуется стирать натуральными моющими средствами (хозяйственным и детским мылом, мыльными порошками), а при склонности к аллергии использовать дополнительно очищенную водопроводную или родниковую воду. Для купания детей также рекомендуются натуральные мыла без добавок (мыла детской группы). Белье и одежда для детей должны быть из натуральных тканей. Обязательна предварительная стирка всей детской одежды, так как современные технологии производства хлопка предусматривают использования дефолиантов (бутифос и др.), остаточные количества которых неизбежно присутствуют в тканях.

Бытовые ядохимикаты необходимо использовать в строгом соответствии с инструкциями по применению и производить тщательную влажную уборку в рекомендованные сроки.

Из других распространенных факторов, сильно влияющих на здоровье людей в бытовых условиях следует отнести мобильную связь и персональные компьютеры. До 2011 г. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) воздерживалась от официальных заключений по поводу мобильных телефонов, но после опубликования данных исследований, в которых участвовали 13 стран, признала их потенциальную опасность. А как иначе, если некоторые ученые считают: заболеть раком мозга могут даже те, кто разговаривает по мобильному телефону всего 15 минут в день!

Изменения в клетках вызывают мощные электромагнитные волны, которые излучают мобильники. Находящиеся во внутреннем ухе сложные нервные образования, обеспечивающие деятельность слухового и вестибулярного анализаторов, и сетчатка глаза подвергаются ежедневному воздействию электромагнитного поля. Люди разговаривают по мобильному порой до нескольких часов в день. Для организма это колоссальная нагрузка. Признаки поражения, по мнению некоторых исследователей, могут проявиться не сразу, а через 15-20 лет. К 2020 г. количество людей с опухолями головного мозга может вырасти в 20 раз! Если взрослое поколение облучает уже сформировавшийся мозг, то детям приходится гораздо хуже. Редкий малыш сегодня не имеет мобильника. Но головной мозг ребенка находится в стадии развития и более уязвим к воздействию вредных факторов внешней среды по сравнению с мозгом взрослого.

Доказано, что мозг ребенка поглощает электромагнитной энергии больше, воздействию подвергается большее количество отделов мозга, в том числе ответственных за умственное развитие. В России примерно 15 млн детей и подростков в возрасте от 5 до 19 лет и практически все они используют устройства мобильной связи.

Многочасовые «зависания» в интернетных сетях, онлайн-играх приводит к множественным изменениям здоровья человека не только из-за ЭМП (см. разд. 13), но и к изменениям в поведении (игромания, Интернет-зависимость) и интеллектуальных способностей, восприятию информации в целом. В начале 2014 г. в Южной Корее примерно 156 тыс. молодых людей в возрасте до 28 лет был поставлен официальный диагноз – «интеллектуальная тупость», когда резко нарушен процесс восприятия и анализа информации, так как обилие информации вызывает защитную реакцию мозга, в результате эта информация практически «не задерживается» для анализа. Кроме того, снижается эмоциональный фон – развитие «эмоциональной тупости, бесчувственности».

Действие электромагнитных полей и электромагнитных излучений в жилых помещениях стало изучаться сравнительно недавно, после поступления в широкую продажу ПЭВМ, телефонов мобильной сотовой связи, микроволновых печей и других изделий с заметным электромагнитным излучением. Накопленная информация весьма обширна и частично представлена в предыдущем разделе.

Наибольшее поглощение энергии ЭМИ происходит при частотах, резонансных как для человека в целом, так и для отдельных органов и клеток. В результате наиболее вредным действием обладают ЭМИ с частотами от 40 до 900 МГц и от 2 до 5 ГГц. При этих частотах даже маломощные источники приводят к значительным воздействиям.

«Сотовая» связь осуществляется на частотах от 453–457 МГц до 1,7–1,88 ГГц (соответственно стандарты NMT-450, AMPS, AMPS-D, GSM-900 и GSM-1800), то есть используются частоты с высоким уровнем вредного воздействия. Базовые станции имеют мощность 100 Вт, автомобильные – 6 Вт, ручные радиотелефоны – до 2 Вт (более 0,2 мВт/см²).

Вредное действие ЭМИ других (не «резонансных») частот и ЭМП в целом, в том числе электростатических полей, сказывается при более высоких значениях напряженности поля и мощности излучения.

Наиболее опасным последствием воздействия слабоинтенсивных ЭМИ и ЭМП высоких частот является изменение ионной проницаемости клеточных мембран, что связывают с онкологическими заболеваниями, в частности, с раком крови (лейкемией). На рис. 14.2 приведена зависимость риска заболевания лейкемией от расстояния до телевышки высотой 240 м и суммарной мощностью излучения 250 кВт (Бирмингем, Великобритания).

Прослеживается повышенная частота заболеваний лейкемией на расстоянии 3–4 км до телевышки, а на расстоянии от 0,5 до 1 км она возрастает от 3 до 9 раз! По итогам исследований было выявлено большее влияние магнитного поля в излучениях по сравнению с напряженностью электрического поля.

В результате в ряде стран ЕЭС рекомендовано размещать жилые дома и детские учреждения не ближе 90-200 м от высоковольтных ЛЭП, на участках с магнитной индукцией 0,2–0,3 мкТ, что гораздо ниже, чем установлено гигиеническими нормативами для жилищ в РФ (100 мкТ).

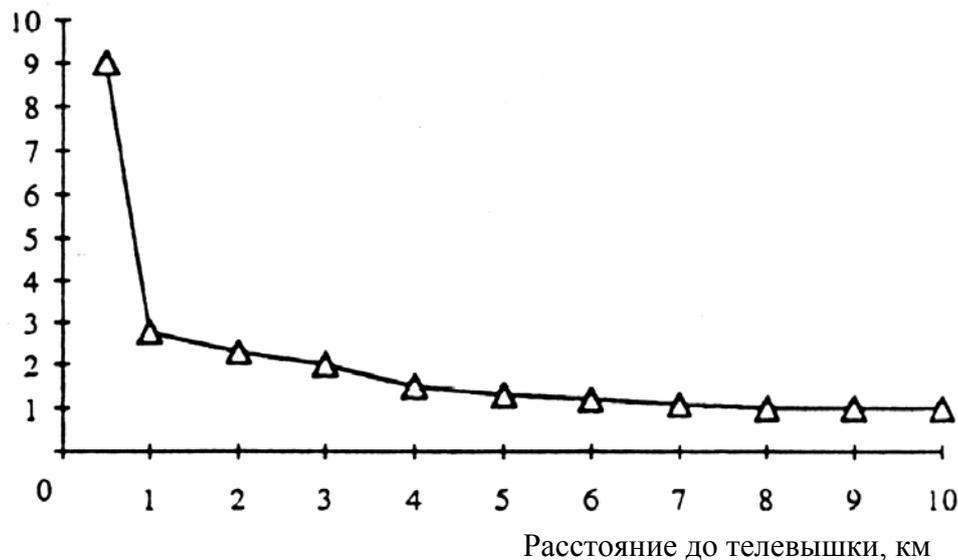


Рис. 14.2. Риск заболевания лейкемией в зависимости от расстояния до телевышки (по вертикальной оси указано, во сколько раз увеличилось число заболеваний по сравнению со средним уровнем)

В РФ ширина санитарно-защитной зоны для подавляющего большинства телецентров и ретрансляторов составляет от 200...300 до 500 м, то есть значительная часть жилых зданий попадает в зону повышенного риска.

Сотовые телефоны первых поколений имели мощность излучения выше 0,5 мВт/см², образцы 4–5 поколения обладают мощностью 0,02–0,05 мВт/см². Но и в этом случае неизбежно вредное действие на организм, главным образом, на мозг. Достоверно установлен рост частоты заболевания раком мозга в 2–2,5 раза у людей, пользующихся мобильным телефоном более 1,5 ч/сут по сравнению со среднестатистическим значением. Кроме того, возможны другие неблагоприятные эффекты, такие, как сбой сердечного ритма и т.п.

Действия ЭМП и ЭМИ ПЭВМ, видеомониторов на организм человека носят более разнообразный характер, т.к. дополнительно сказываются мягкое рентгеновское (тормозное) излучение и электростатические поля высокой напряженности. В результате быстро утомляется зрение, возни-

кает головная боль, ломота в суставах, снижается производительность труда. Хотя ПЭВМ быстро совершенствуются и нагрузка на человека снижается; беременным и кормящим женщинам запрещается работать на компьютере; по гигиеническим нормативам Японии общее время работы на компьютере для школьников составляет 20–30 мин/сут, для молодых людей до 30 лет – 2 ч/сут. По гигиеническим нормативам РФ при работе на компьютере рекомендуется делать перерывы в работе не менее 10–15 мин каждый час и до 20 мин через 2 ч работы, а общая продолжительность рабочего дня не должна превышать 6 ч.

Расстояние между мониторами должно быть не менее 2 м, общую площадь помещения следует рассчитывать исходя из требования не менее 6 м² на один компьютер, в помещении должна быть хорошая вентиляция. Эти требования связаны с тем, что происходит быстрая нейтрализация аэроионов в помещении, что приводит к нарушениям работы нервной системы и снижению иммунитета. Например, в 2001–2003 гг. в г. Томске был зафиксирован значительный рост заболеваемости туберкулезом детей из материально обеспеченных семей в связи с чрезмерным увлечением работой на компьютере и, как следствие, падением иммунитета.

Микроволновые печи ассоциация врачей США назвала самым неблагоприятным для здоровья населения достижением технического прогресса, широко внедренного в практику, из-за высокого уровня вредного воздействия ЭМИ на расстоянии ближе 0,5 м и развития патогенной микрофлоры вне зоны действия сверхвысоких частот (СВЧ) внутри печей.

ЭМП электробытовых приборов превышают допустимые уровни на расстоянии менее 1,5 м для работающих холодильников и телевизоров, ближе 0,3–0,7 м для большинства любой другой бытовой техники и ближе 0,3 м для сетевого электроснабжения и светильников. При этом необходимо учитывать, что выключенные электроприборы и электронная техника являются источниками значительных электрических полей, если шнур электропитания не отключен из розетки.

Шторы, занавеси, жалюзи и отделочные материалы из синтетики при воздействии солнечного света, особенно в сухих помещениях, быстро накапливают значительный электростатический заряд, в результате чего возникают электрические поля с напряженностью до нескольких тысяч и более В/м, что значительно превышает природную (до 300 В/м) и приводит к быстрому утомлению, головной боли, раздражительности, чувству разбитости, истощению нервной системы.

Одежда из синтетических материалов дополнительно электризуется от трения, обладает низкой гигроскопичностью и является дополнительным фактором быстрого старения кожи и общего вредного действия на организм.

Если перед грозой, при напряженности электрического поля ниже 300 В/м, человек чувствует себя разбитым, мало работоспособным, испытывает головную боль и сонливость, то при действии техногенных ЭМП, ЭМИ и электростатических полей многократно большей напряженности и мощности последствия носят более скрытый и опасный характер. Это замечание касается и линий электропередач (ЛЭП-110, 220, 330, 500 и более кВ), вблизи которых напряженность электрического поля, как правило, не превышает 300 В/м, однако магнитное поле значительно и его напряженность находится в пределах 0,25...2,5 мТ, что примерно в 1000 раз превышает рекомендованную ЕЭС (0,2...0,3 мкТ) и значительно превышает норматив РФ для жилищ (100 мкТ). Исследования показали, что рак картофеля на участках под ЛЭП-220 наблюдается примерно в 25 раз чаще по сравнению со среднестатистическим значением. Большинство гигиенистов считает, что ширина санитарно-защитных зон (в метрах) вдоль высоковольтных ЛЭП должна соответствовать значению напряжения ЛЭП в кВ (ЛЭП-110 кВ – 100–110 м, ЛЭП-220 – 200–220 м и т.д.). По существующим нормам ширина санитарно-защитных зон установлена от 20 до 55 м только для ЛЭП напряжением 300...1200 кВ, поэтому в зону повышенного риска попадает значительное число жилых домов, детских и образовательных учреждений, особенно в крупных городах.

Напряженность электрических полей вблизи протяженных проводов под напряжением 220 В составляет 0,7...2 кВ/м, вблизи бытовых приборов с металлическими корпусами (пылесосы, холодильники и т.п.) – 1–4 кВ/м, что значительно превышает гигиенические нормативы (500 В/м внутри жилых зданий). Однако более опасны, как уже отмечалось выше, магнитные поля, создаваемые бытовыми электроприборами (табл. 14.5).

Т а б л и ц а 14.5

Значения магнитной индукции
вблизи бытовых электроприборов, мкТ

| Приборы | Расстояния от приборов | | |
|-------------------------|------------------------|-------------|-------------------|
| | 3 см | 30 см | 1 м |
| Фены | 6...2000 | 0,01...7 | Менее 0,01...0,3 |
| Электробритвы | 15...1500 | 0,08...9 | Менее 0,01...0,3 |
| Дрели | 400...800 | 2...3,5 | Менее 0,08...0,2 |
| Пылесосы | 200...800 | 2...20 | Менее 0,13 |
| Миксеры | 60...700 | 0,6...10 | 0,02...0,25 |
| Электропроводка | 0,1...100 | 0,01...4 | Менее 0,01 |
| Переносные обогреватели | 10...180 | 0,15...5 | Менее 0,01 |
| Телевизоры | 2,5...50 | 0,04...1,2 | Менее 0,01...0,15 |
| Стиральные машины | 0,8...50 | 0,15...2 | Менее 0,01...0,15 |
| Электроутюги | 8...30 | 0,12...0,3 | 0,01...0,025 |
| Вентиляторы | 2...30 | 0,03...0,4 | 0,01...0,35 |
| Холодильники | 0,5...1,7 | 0,01...0,25 | Менее 0,01 |

Если учесть, что рекомендованный безопасный уровень магнитной индукции составляет 0,2...0,3 мкТ, то очевидна значительная неблагоприятная нагрузка от ЭМИ вблизи многих бытовых приборов. Необходимо учитывать то обстоятельство, что кольца и петли на удлинителях и шнурах электроприборов значительно увеличивают магнитную индукцию. Железобетонные конструкции и плиты домов, с одной стороны, сильно изменяют естественное магнитное поле Земли, а с другой – являются ловушками и экранами ЭМП и ЭМИ, то есть значительно усиливают и направляют внутрь помещения ЭМИ электросетей, "мобильных" телефонов, компьютеров, телевизоров и других источников. Особенно резко возрастают ЭМИ при размещении телевизоров, компьютеров и других источников в углах помещений (эффект "углового отражения"). Эффект электромагнитной ловушки характерен и для салонов автомобилей, поэтому вредное действие ЭМИ "мобильных" телефонов и радиостанций внутри салонов резко возрастает.

Для снижения воздействия ЭМИ при пользовании радиотелефонами рекомендуется:

- ограничивать время пользования радиотелефоном (лучше использовать обычную проводную телефонную связь, а радиотелефон – только в экстренных случаях);
- пользоваться радиотелефоном в неэкранированных помещениях и на открытых площадках;
- не располагать телефон во время сна ближе 1,5 м;
- плотно не охватывать трубку;
- попеременно прикладывать трубку к левому и правому уху;
- иметь зазор между ухом и трубкой (при хорошем качестве связи).

Для минимизации вредных воздействий питающих проводов в жилых домах и бытового электрооборудования необходимо соблюдать следующие рекомендации:

- не находиться рядом с длинными проводами под напряжением;
- избегать свивания проводов в кольца, поскольку это увеличивает интенсивность излучения (эффект магнитного диполя);
- не оставлять вилку в розетке при выключенном приборе, поскольку в этом случае питающий провод становится дополнительным источником электрического поля;
- не размещать электроприборы в углах комнат железобетонных зданий – в этом случае уровень излучения значительно возрастает («угловой отражатель»), это особенно относится к приборам, излучающим спектр частот: телевизорам, электронно-лучевым трубкам персональных ЭВМ.

Магнитные поля промышленной частоты могут быть ослаблены только толстостенными ферромагнитными экранами, что в бытовых условиях невозможно. В связи с этим рекомендуется пользоваться изделиями

ведущих фирм-производителей (приборы излучают существенно меньшие поля), а также ограничивать, по возможности, время пребывания рядом со включенными приборами.

Не рекомендуется размещать источники ЭМП, в том числе светильники и бра, вблизи детских кроваток и на игровых площадках.

Вопросы для самопроверки

1. Укажите основные источники токсической нагрузки в бытовых условиях, назовите их особенности.

2. В чем заключается неблагоприятное действие СПАВ и каковы рекомендации по снижению токсической нагрузки при их использовании?

3. Какие компоненты пищевых продуктов относятся к наиболее неблагоприятным? Почему?

4. Укажите особенности действия ЭМИ и ЭМП в бытовых условиях.

5. Укажите экологические особенности синтетических отделочных и интерьерных материалов в целом.

6. Каким образом можно снизить неблагоприятное действие на здоровье человека электронных и электрических бытовых приборов?

7. Почему за последние 50-70 лет резко (до 80%) сократилось содержание биологически активных компонентов в продовольственных продуктах, а их компенсация искусственными витаминно-минеральными комплексами нецелесообразна?

15. НЕКОТОРЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СНИЖЕНИЮ ТОКСИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ В ЭКОЛОГИЧЕСКИ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ УСЛОВИЯХ

Более чем в двухстах крупных и средних городах РФ наблюдается постоянное повышенное загрязнение атмосферного воздуха, то есть, более половины населения России находится в условиях постоянного превышения предельно допустимых концентраций (ПДК_{с.с.}) тех или иных загрязняющих веществ для населенных мест. С учетом недостаточной очистки водопроводной воды, повышенного загрязнения более чем 60 % природных источников водоснабжения и значительного уровня вредных воздействий в большинстве сфер деятельности на каждого человека и экосистемы в целом непрерывно действует повышенная токсическая нагрузка.

Возможности снижения токсической нагрузки от загрязненного атмосферного воздуха несколько ограничены. Рекомендуется уменьшить время нахождения на улицах и участках с высокой интенсивностью автотранспортного потока, так как от 60 до 90 % загрязнений атмосферного воздуха в крупных городах приходится на выбросы автотранспорта. По этой же причине проветривание помещений целесообразно производить либо глубокой ночью, либо через окна, выходящие на внутренние дворовые площадки. Применение специальных очищающих кондиционеров пока эффективно только в отношении пылевых загрязнений и малоэффективно в отношении газообразных. Кроме того, большая часть кондиционеров нейтрализует полезные аэроионы, т.е. создается значительная экологическая нагрузка на человека. Поэтому в последние годы на рынок стали поступать специальные кондиционеры, обеспечивающие углубленную очистку, ионизацию и повышение содержания кислорода в воздухе. Однако, подавляющее большинство кондиционеров, используемых в настоящее время в РФ, работает на основе принципа рециркуляции воздуха помещений. Это приводит не только к снижению содержания полезных аэроионов, но и к накоплению пыли и бактериальных загрязнений, что является причиной частых респираторных заболеваний. Для снижения указанных рисков необходимо строго выполнять рекомендации по периодической тщательной очистке кондиционеров. Дополнительные влажные уборки и проветривания помещений значительно снижают концентрации бытовых загрязняющих веществ. К сожалению, существует устойчивая вредная практика использования добавок синтетических моющих средств при влажной уборке. Дело в том, что после высыхания в воздух поступают СПАВ и другие опасные загрязнители, провоцирующие аллергические и респираторные заболевания. В качестве эффективных добавок для моющих растворов можно использовать стружку и порошки натурального мыла или жидкое (калийное) мыло.

Важным направлением работ по снижению содержания токсичных веществ в воздухе помещений является снижение доли синтетических отделочных материалов в пользу натуральных. Моющиеся обои, синтетические отделочные потолочные и стеновые панели, пластиковые окна резко снижают абсорбционную способность и воздухопроницаемость строительных материалов, насыщают воздух жилища своими летучими компонентами, значительно снижают его экологичность. Наличие постороннего запаха «синтетики» – признак явной необходимости тщательного проветривания и влажной уборки. Средства для борьбы с комарами, тараканами и другими биологическими загрязнителями в жилищах не так безобидны, как их представляет реклама. Надпись на препарате «малотоксичен для человека и домашних животных» носит относительный характер и подразумевает грамотное применение бытового ядохимиката с последующим тщательным проветриванием и влажной уборкой в указанные сроки. Особенно опасно сенсibiliзирующее и алергизирующее действие ядохимикатов для детей грудного возраста. Занятия спортом и проведение отпуска и выходных дней на свежем воздухе за пределами загрязненных городских и промышленных зон является несомненным эффективным резервом снижения токсической нагрузки.

Доочистка водопроводной воды от хлорированных органических загрязнителей, избыточного хлора и трудноудаляемых на станциях водоподготовки загрязнений является необходимой во многих регионах РФ.

В настоящее время рынок водоочистных устройств (ВУ) в РФ насыщен изделиями различных фирм. Выделяют четыре основных типа бытовых ВУ: угольные, мембранные, ионообменные, электрохимические и комбинированные.

Угольные поглотительные элементы эффективно очищают воду от органических загрязняющих веществ, хлора, взвесей и бактерий. В отношении тяжелых металлов они недостаточно эффективны. Кроме того, по мере насыщения угольных элементов загрязнениями в них создаются условия, благоприятные для размножения бактерий, в результате фильтры со временем сами становятся источниками вторичного бактериального загрязнения воды. По этой причине необходимо строго соблюдать рекомендации фирмы-изготовителя по эксплуатации устройства.

Наиболее эффективными являются угольные элементы на основе углеродного волокна из активированного угля.

Мембранные ВУ очищают воду от большей части органических загрязнений, микроорганизмов, взвешенных веществ, части неорганических загрязнений путем фильтрации через мельчайшие поры, пропускающие молекулы воды и частицы загрязнений, близких к ним по размеру.

Недостатком мембранных ВУ является то, что они быстро выходят из строя вследствие засорения пор при очистке мутной, сильно загрязненной

взвесями воды. Кроме того, они обедняют воду по содержанию полезных солей кальция и магния (вода становится почти дистиллированной), а также не очищают ее от хлора и других, малых по размерам частиц загрязнителей.

Ионообменные ВУ эффективно очищают воду от неорганических веществ и малоэффективны в отношении органических и бактериальных загрязнений. Наиболее эффективными являются элементы на основе ионообменных смол и природных цеолитов. Цеолиты и их аналоги удобны в том отношении, что возможна их регенерация, так как кипячение в растворе хлорида натрия дезинфицирует их от задерживаемой вторичной микрофлоры.

Электрохимические ВУ очищают воду за счет процессов, происходящих при электролизе воды. При этом выделяются активные вещества, вызывающие ускоренную коагуляцию многих загрязнений, окисление большинства органических примесей и гибель микроорганизмов. У электрохимических ВУ наибольший ресурс работы. Их недостатком является слабая эффективность в отношении трудноокисляемых органических загрязнений ароматического ряда, хлора, а также возможность «проскока» части загрязнений, находящихся в высокодисперсном состоянии.

Таким образом, с учетом особенностей разных методов очистки, напрашивается неизбежный вывод о наибольшей эффективности ВУ комбинированного типа, например марки «Аквафор» (рис. 15.1), в котором имеются три системы очистки: фильтр для грубых механических примесей, ионообменный фильтр для неорганических загрязнений и фильтрующий элемент на основе углеродного волокна «Аквален», очищающий воду от органических, микробиологических и частично неорганических примесей.

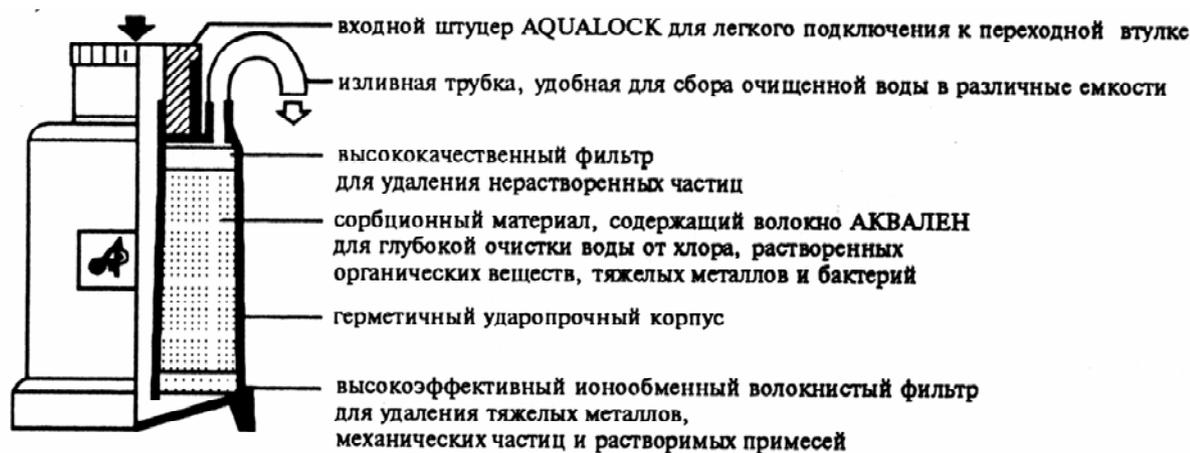


Рис. 15.1. Водоочиститель "Аквафор"

При отсутствии устройств локальной доочистки водопроводной воды полезным является отстаивание воды в открытых стеклянных, эмалированных или нержавеющей емкостях в течение 8–10 часов. В результате из воды улетучиваются активный хлор и часть хлорированных органических загрязнений, а также оседает большая часть взвешенных веществ, что приводит к заметному снижению содержания загрязняющих веществ.

При выборе продуктов питания необходимо отдавать предпочтение тем, в которых отсутствуют синтетические консерванты, красители и прочие опасные пищевые добавки либо их содержание минимально. В настоящее время основная часть отечественных продуктов питания, менее загрязнена, чем импортных. Рыбная продукция с низовьев Волги более загрязнена, чем морская, из-за сброса в реку огромного количества ненормативно очищенных сточных вод.

Необходимо знать, что большая часть парниковых овощей и зелени сильно загрязнена пестицидами, ускорителями роста и нитратами, поэтому ее применение следует ограничивать. Поставщики зелени и овощей, особенно Китай, производят несколько урожаев за сезон, в том числе в условиях Подмосковья (!), с применением многочисленных химических добавок, содержание которых практически не контролируется. Плотность населения в КНР в местах, благоприятных для проживания, около 880 чел./км², поэтому импорт продовольствия из Китая вызывает определенную настороженность. На собственных садово-огородных участках рекомендуется использовать минимальное количество современных высокоэффективных пестицидов и удобрений в строгом соответствии с инструкциями к применению, не допуская передозировки.

Особо внимание следует уделить включению в рацион питания продуктов, обладающих противораковым оздоравливающим действием.

Научный факт: треть всех смертей от рака связана с неправильным питанием. Следовательно, потребляя «правильные» продукты, мы можем препятствовать развитию этой страшной болезни.

Многие растительные продукты содержат мощные противораковые вещества. Иногда они влияют на те же механизмы болезни, что и лекарства, используемые для химиотерапии. Но в отличие от препаратов натуральные вещества нетоксичны. И поэтому учёные применительно к приёму продуктов, содержащих антираковые молекулы, сегодня всё чаще употребляют термин «пищевая химиотерапия». Она активно действует на стадии так называемого предрака, когда изменённые клетки в организме уже есть, но в опухоль, способную прорасти в ткани и давать метастазы, они ещё не превратились.

Процесс развития рака обычно занимает несколько лет или десятилетий. В это время предраковые клетки, в которых под действием канцерогенов произошли мутации (изменения в генах), должны стать более актив-

ными и живучими. Потом они образуют нечто вроде микроопухолей – это скопления злокачественных клеток, которые никак не беспокоят человека, и их практически невозможно диагностировать. После этого в клетки прорастают сосуды, питающие их, и они превращаются в самые настоящие злокачественные опухоли. От первых мутаций до формирования опухоли может пройти от года до 40 лет, и всё это время злокачественные клетки очень чувствительны к внешним воздействиям. Именно на этих стадиях и оказывают защитное действие противораковые вещества в продуктах.

В организме многих людей есть скрытые опухоли, никак себя не проявляющие. Вот информация, которая шокирует многих. У 30-50% женщин, умерших в 40-50 лет от разных причин, но не от рака, патологоанатомы при тщательном исследовании обнаруживают микроскопические предраковые изменения в груди, а у 40% мужчин такого же возраста есть подобные изменения в простате. И это не всё, 98% людей имеют микроскопические опухоли в щитовидной железе. Наш организм борется с этими опухолями и чаще побеждает – рак не развивается. И «пищевая химиотерапия» является идеальным средством для борьбы в это время.

Противораковые молекулы в продуктах блокируют развитие рака на всех стадиях. Например, в чесноке, цитрусовых и капусте есть вещества, защищающие гены от повреждения на первой стадии. Кроме того, изотиоцианаты, содержащиеся в капусте и кресс-салате, включают апоптоз – запрограммированную гибель злокачественных клеток. А вещество со сложным названием эпигаллокатехин галлат (его много в зелёном чае) блокирует прорастание в опухоль сосудов, препятствуя её росту и метастазированию. В этой по полезнейшей работе зелёному чаю помогают малина, черника и голубика, содержащие эллагиновую кислоту. Дозы противораковых молекул в продуктах обычно достаточны для защитного действия. Обычно медики советуют для защиты от рака потреблять не менее 500 граммов овощей и фруктов в сутки, а ещё лучше – целый килограмм. Но есть и более точный подход, когда рекомендуют дневной набор самых мощных противораковых продуктов (табл. 15.1). Если вы не можете потреблять этот «противораковый паёк» целиком, то всё-таки старайтесь от него сильно не отклоняться. Особенно важно людям, у которых в семьях были больные раком, у них высок риск развития злокачественных опухолей.

Виды рака, по данным Американского института по изучению рака, связанные с низким потреблением фруктов и овощей: рак желудка, пищевода, рта, глотки, толстой кишки, прямой кишки, лёгких, гортани, поджелудочной железы, груди, желчного пузыря, яичников, матки, щитовидной железы, простаты, почек, печени.

Таблица 15.1

Противораковые продукты и их доза

| Продукт | Дневная доза |
|--|---|
| Кочанная капуста, цветная капуста или брокколи | В порезанном виде полтарелки объемом 200-250 мл |
| Брюссельская капуста | Половина тарелки объемом 200-250 мл |
| Чеснок | 2 зубчика |
| Репчатый лук или лук-шалот | В порезанном виде полтарелки объемом 200-250 мл |
| Шпинат, кресс-салат | В порезанном виде полтарелки объемом 200-250 мл |
| Семена льна или льняное масло | 1 столовая ложка |
| Помидоры или томатная паста | 1-2 помидора, лучше не сырьем, а жареные или приготовленные на пару, или 1 столовая ложка пасты |
| Чёрный перец | 1/2 чайной ложки |
| Куркума | 1/2 чайной ложки |
| Черника, малина, ежевика или голубика | Половина чашки объемом 200-250 мл |
| Клюква | Половина тарелки объемом 200-250 мл |
| Виноград | Половина тарелки объемом 200-250 мл |
| Тёмный шоколад (какао не менее 70%) | 40 грамм |
| Цитрусовые | Апельсин, пара мандаринов |
| Зелёный чай | 3 чашки по 250 мл |
| Красное вино | 1 бокал объемом 150-200 мл |

Составлено по данным Канадской ассоциации врачей общей практики, Международного агентства по изучению рака (IARC-WHO) и другим источникам.

Меры по снижению вредного действия ЭМП и электромагнитных излучений даны в разд. 13, 14. В качестве дополнения необходимо отметить предпочтительность видеомониторов на жидких кристаллах, которые характеризуются более высоким уровнем экологичности за счет отсутствия тормозного рентгеновского излучения. Другие виды излучений и ЭМП у жидкокристаллических мониторов не превышают предельно допустимого уровня (ПДУ). Следует однако отметить, что ЖК- и светодиодные мониторы или телевизоры также оказывают вредное действие, прежде всего на зрение из-за наличия УФ-подсветки и другим причинам. По этим причинам в Японии значительно выросла заболеваемость катарактой и глаукомой. Рекомендуется применять специальные компьютерные очки, обеспечивающие необходимый уровень защиты, и соблюдать санитарно-гигиенические рекомендации при работе на ПЭВМ. Кроме того, необходимо соблюдать безопасные расстояния от работающих системных блоков ПЭВМ, микроволновых печей, телевизоров, холодильников и других электронных и электробытовых приборов. В частности, безопасное расстояние до телевизора с диагональю экрана до 36 см составляет не менее 1 м, с диагональю 51 см и более – не менее 2 м; расстояние до микроволновой

печи должно быть не менее 50 см; расстояние между персональными компьютерами – 2 м и т.д.

Для сотовой системы связи ПДУ плотности потока энергии установлен:

100 мкВт/см² для пользователей радиотелефонов;

10 мкВт/см² для облучения населения базовыми станциями.

Установка маломощных передающих средств со слабонаправленными антеннами на крышах зданий и вне их разрешается без согласования с Роспотребнадзором, если их максимальная мощность не превышает:

40 Вт в диапазоне частот 30 кГц...3 МГц;

20 Вт в диапазоне частот 3...30 МГц;

2 Вт в диапазоне частот 30 МГц...300 ГГц.

При превышении указанных уровней необходимо разрешение Роспотребнадзора.

Снижение концентрации озона в атмосфере из-за техногенного загрязнения привело к повышению доли среднего и жесткого ультрафиолетового излучения Солнца, достигающего поверхности Земли. В результате наблюдается рост заболеваемости раком кожи – меланомой. Мода на загар становится все более опасной. Так, в Великобритании частота заболеваний меланомой в 1980–90 гг. выросла более чем в 2,5 раза. По этой причине необходимо, по возможности, ограничивать пребывание на солнце и исключить пользование соляриями..

В качестве оздоровительных мер в условиях повышенной токсической нагрузки и вредных воздействий излучений рекомендуется рацион питания с повышенным содержанием зелени, ягод, овощей, фруктов, натуральных соков. Также рекомендуется употреблять орехи, мед, нежирные кисломолочные продукты, отварное нежирное мясо и рыбу, морепродукты, хлеб грубого помола, соблюдать усиленный водный режим. После высокой химической токсической нагрузки, в том числе и хронического характера, эффективны парная баня и сауна с постепенным увеличением времени теплового воздействия в течение 10-30 дней от 5–10 мин до 1 часа и более (с перерывами, под наблюдением врача), а также потребление в большом количестве натуральных соков, очищенной и слабоминерализованной воды.

Специальная антидотная терапия назначается только на основе тщательных анализов и точного установления вида токсикантов.

Значительное внимание следует уделять одежде и обуви. Они должны быть изготовлены с максимальным использованием натуральных тканей и кожи. Крайне неприемлемыми для пользования гигиенисты считают стринги, частое использование обуви на высоком каблуке (более 6-8 см) и платформе, а также применение «косточек» и других корсетных элементов.

Часто отказ от курения, ограничение потребления алкоголя и физические упражнения на свежем воздухе при удовлетворительном качестве

питания могут значительно улучшить состояние здоровья даже при высоких уровнях загрязнения окружающей среды.

По оценкам ВОЗ ежегодно в мире от курения умирает около 5 млн человек. Из них 400 тыс. – в России. РФ занимает первое место из крупных стран по доле курящих: 60,4% – мужчины; 31,1% – женщины; 19,9% – дети! Для сравнения, в США эти показатели составляют соответственно: 20,7%; 20,6% и 16%. Курение является причиной возникновения многих хронических болезней и онкологических заболеваний (рис. 15.2).

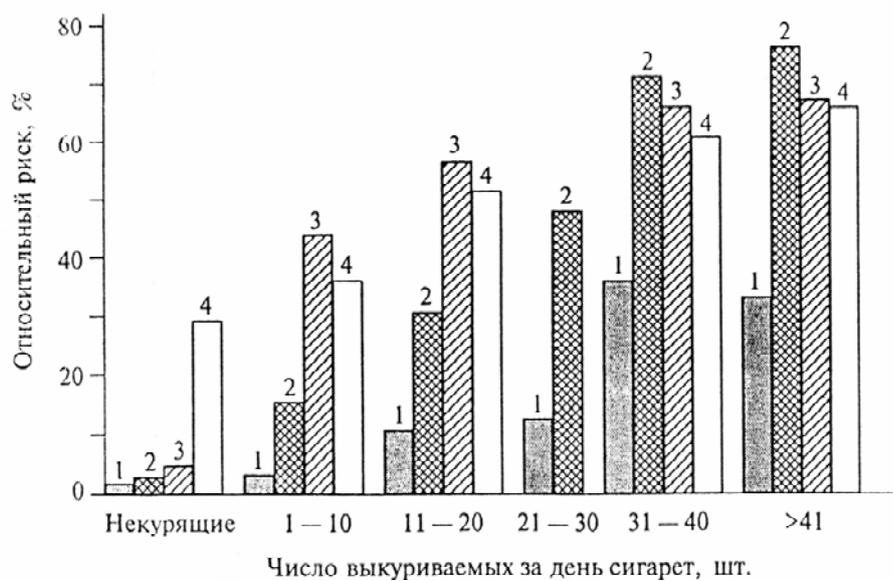


Рис. 15.2. Зависимость возникновения некоторых заболеваний от числа выкуренных сигарет:

1 – рак легких; 2 – рак гортани; 3 – эмфизема легких;
4 – ишемическая болезнь сердца

Рекламные предложения облегченных сигарет не снижают риски для здоровья, так как при некотором снижении смолистых веществ, в несколько раз увеличивается содержание в табачном дыму канцерогенных нитрозоаминов.

Геронтологические исследования ученых Кембриджского университета показали, что отказ от курения является ключевым фактором, влияющим на здоровье человека и продолжительность его жизни.

Они установили четыре простых правила, позволяющих удлинить жизнь на 14 лет.

Чтобы сделать такое открытие, они в течение 11 лет наблюдали более 20 тысяч жителей туманного Альбиона в возрасте от 45 до 79 лет.

Впервые их начали обследовать в 1993 году, и тогда все были здоровы. К 2006 году, когда закончилось исследование, некоторые умерли. Среди участников чётко определились две группы – лидеры и аутсайдеры. Смертность среди первых была в 4 с лишним раза меньше. Будучи старше они имели менее изношенный организм: риск смерти у 64-летнего лидера был примерно таким же, как и у 50-летнего аутайдера. Причём оказалось,

что лидером может стать и полный человек, у которого риск развития рака и болезней сердца и сосудов считается более высоким, чем у худого.

Очень важно, что вероятность прожить дольше не зависела и от материального достатка: в группе лидеров оказалось много бедных людей. В чём же секрет этой 14-летней прибавки к жизни?

Он сводится к соблюдению 4 правил, очень простых, необременительных и не требующих перестройки всей жизни. Скорее всего, некоторые из этих правил вы уже соблюдаете. Например, если вы не курите, то соблюдаете первое правило. Если ваша работа требует некоторых физических усилий, например таких, которые испытывает медсестра или водопроводчик, то вы соблюдаете второе правило – в жизни всегда должно быть место умеренной физической активности. И если у вас сидячая работа, то вам нужны ежедневные физические нагрузки хотя бы в течение получаса. Это могут быть физические упражнения, и работа с умеренной нагрузкой, и просто быстрая ходьба.

Третье правило россиянам соблюдать несколько сложнее, несмотря на то что оно весьма вкусное, – нужно съедать в день 450-500 граммов овощей и фруктов. Наша традиционная пищевая культура ориентирована на картошку, каши и мясо, овощи сих пор многие из нас пренебрежительно величают «травой», а фрукты – деликатесами. Конечно, в последние годы многое изменилось, но, к сожалению, ежедневные 500 граммов «травы» стоят недёшево.

Правило четвёртое – алкогольное: для здоровья нужно выпивать... но немного, от 1 до 14 «дринков» в неделю. Среди трезвенников, не пьющих абсолютно и выпивающих больше, – риск смерти был выше. Для пива один «дринк» – это чуть больше половины пол-литровой бутылки, для водки, коньяка и виски-стопка в 20 мл, для сухого вина – бокал. Получается, можно ежедневно выпивать или два бокала вина, или бутылку пива, или маленькую стопочку водки.

Оптимально, когда вы соблюдаете все 4 правила вместе. Но позитивный результат есть, даже если вы придерживаетесь только двух или трёх правил. Риск смерти среди людей, придерживающихся лишь двух правил, оказался вдвое меньше, чем у тех, кто живёт «не по правилам». Стоит добавить, что самым важным правилом является отказ от курения. Эта привычка повышает риск смерти больше других.

Факторы, способствующие увеличению продолжительности жизни

| | |
|--------------------------------------|---|
| Наследственность | У людей, чьи предки жили долго, вероятность прожить более долгую жизнь повышается |
| Пол | Женщины живут дольше, чем мужчины |
| Раса | Люди, относящиеся к расам, для которых более типичен высокий рост и большой вес, живут дольше, чем представители менее высоких или более лёгких рас |
| Конституция человека (строение тела) | Дольше живут люди с так называемой лептосомной конституцией, для которой типично стройное и даже худое тело с умеренной мускулатурой |
| Место проживания | Люди, живущие в умеренном климате, а также в небольших спокойных городах или сельской местности, живут дольше |
| Курение | Некурящие живут дольше, чем курильщики |
| Алкоголь | Умеренно пьющие живут дольше, чем люди с высоким потреблением алкоголя |
| Питание | Люди, питающиеся разнообразно и умеренно, предпочитающие качественную пищу, живут дольше, чем те, кто питается плохо |
| Финансовый статус | Материально обеспеченные люди меньше заботятся о деньгах и живут дольше |
| Работа | Дольше живут люди, занимающиеся умственным, а не физическим трудом |
| Эмоциональные нагрузки | Люди со спокойной работой, испытывающие лишь умеренные стрессы, живут дольше |

Составлено по данным EMBO Reports (журнала Европейского общества по молекулярной биологии).

Вопросы для самопроверки

1. Укажите основные рекомендации по снижению токсической нагрузки в условиях повышенного загрязнения атмосферного воздуха.
2. Каким образом можно снизить токсическую нагрузку от ЭМИ ЛЭП и других электрических сетей?
3. Укажите способы локальной доочистки водопроводной воды и их особенности.
4. Какие водоочистные устройства наиболее эффективны в бытовых условиях?
5. Назовите основные направления деятельности по оздоровлению организма.
6. Как влияет курение на здоровье человека?
7. Какие рекомендации ученых-геронтологов позволяют увеличить продолжительность жизни более, чем на 14 лет?

Заключение

Ничто не примиряет нас так хорошо с действительностью, как сама действительность.

Из общечеловеческого опыта

Предложенное учебное пособие затрагивает достаточно ограниченный круг вопросов экологической токсикологии. Некоторые проблемы требуют специального отдельного анализа. К таким проблемам следует, на наш взгляд, отнести проблему предельно допустимых концентраций загрязняющих токсичных веществ и предельно допустимых уровней воздействия других неблагоприятных факторов. Те факторы и вещества, которые имеют место в биосфере независимо от человеческой деятельности, привели к адаптации всех живых организмов к их действию. Человек как биологический вид существует на Земле более 6 млн. лет, а человек современного типа – 3,2...3,5 млн лет, поэтому он также адаптирован к действию природных неблагоприятных факторов. Однако, несомненно, существует определенная верхняя граница воздействий, соответствующая пределу защитных, адаптационных возможностей как у человека, так и у любых других организмов, и значения ПДК и ПДУ природных факторов соответствуют этим адаптационным возможностям.

Сложнее с оценкой действия веществ и факторов, чужеродных биосфере (веществ – ксенобиотиков, многих видов техногенных СВЧ-излучений и т.п.). Логично предположить, что защитные механизмы организмов также должны обеспечивать некоторый уровень адаптации к веществам – ксенобиотикам и техногенным воздействиям в целом, но на значительно более низком уровне, то есть понятия ПДК и ПДУ корректны и в этих случаях. Неблагоприятные последствия от воздействия на организм чужеродных для биосферы факторов могут проявляться с большим опозданием, в том числе и через несколько поколений, поэтому в настоящее время происходит пересмотр многих ПДК и ПДУ, установленных ранее для техносферы. Особенно остра проблема действия экосупертоксиантов (диоксинов, БОВ и продуктов их уничтожения и т.д.) и электромагнитных излучений, поступление которых в окружающую среду стремительно растет с конца XX в. С большим опозданием выявилось неблагоприятное воздействие ЭМИ промышленной частоты, излучений радиочастотных диапазонов и СВЧ, вызывающих рост уровня заболеваемости липофомами не только у лиц, контактирующих с ними, но и у их детей, поэтому пересмотр ПДУ сопровождается их значительным снижением.

С другой стороны, не следует склоняться к чрезмерному преувеличению опасности загрязнения окружающей среды для здоровья. Исследования по оценке влияния различных факторов на здоровье человека,

проведенные в конце XX в. в разных странах, дали неожиданный результат (см. таблицу).

Факторы риска здоровью человека

| Сферы | Группы факторов | Значение для здоровья, % |
|----------------------------------|---|--------------------------|
| Образ жизни | Курение; потребление табака; несбалансированное питание; употребление алкоголя; вредные условия труда; стрессовые ситуации; гиподинамия; плохие материально-бытовые условия; потребление наркотиков; злоупотребление лекарствами; непрочность семей; одиночество; низкий образовательный и культурный уровень; чрезмерная урбанизация | 49-53 |
| Генетика, биология человека | Предрасположенность к наследственным и дегенеративным болезням | 18-22 |
| Внешняя среда, природные условия | Загрязнение воздуха, воды канцерогенами; другие загрязнения воздуха и воды; загрязнение почвы, жилища; резкие смены погоды; повышенные гелиокосмические, магнитные и другие излучения | 17-20 |
| Здравоохранение | Неэффективность профилактических мероприятий; низкое качество медицинской помощи и ее несвоевременность | 8-10 |

Главными причинами снижения уровня здоровья в 50–60 % случаев являются: образ жизни, наследственность, гиподинамия, недостаточное или избыточное, но однообразное по рациону питание, а также уровень образования, стиль жизни и т.д. В 20–30 % случаев причинами заболеваний являются избыточные стрессовые нагрузки, пьянство и алкоголизм, табакокурение, наркомания и лишь в 15–26 % случаев – загрязнение окружающей среды. В настоящее время заболеваемость по этой причине растет более быстрыми темпами, особенно у детей, поэтому качеству окружающей среды в жилище и других сферах жизнедеятельности необходимо уделять самое серьезное внимание. С учетом здорового образа жизни и заботы о генетической полноценности потомства можно значительно улучшить как качество здоровья, так и качество жизни в целом.

Библиографический список

1. Вредные химические вещества. Неорганические соединения I-IV групп [Текст]: Справочное издание / А.Л. Бадман [и др.]. – Л.: Химия, 1988.
2. Вредные вещества в промышленности [Текст]. – 7-е изд. перераб. и доп. В 3 т. – Л.: Химия, 1976–1977.
3. Основы общей промышленной токсикологии [Текст] / под ред. А.Н. Толоконникова. – М.: Медицина, 1976.
4. Токсикология радиоактивных веществ [Текст]. – М.: Медицина, 1990.
5. Нагорный, В.А. Комбинированное действие химических веществ [Текст] / В.А. Нагорный. – М.: Медицина, 1984.
6. Геохимия окружающей среды [Текст] / Ю.Е. Саэт [и др.]. – М.: Недра, 1990.
7. Лужников, Е.А. Клиническая токсикология [Текст]: учебник / Е.А. Лужников. – 2-е изд. – М.: Медицина, 1994.
8. Эйхлер. Яды в нашей пище [Текст] / Эйхлер. – М.: Мир, 1989.
9. Фелленберг, Г. Загрязнение природной среды. Введение в экологическую химию [Текст] / Г. Фелленберг; пер. с нем. – М.: Мир, 1997.
10. Артамонова, В.Г. Профессиональные болезни [Текст] / В.Г. Артамонова, Н.Н. Шаталов. – М.: Медицина, 1988.
11. Энгелфрид, Ю. Как защитить себя от опасных веществ в быту [Текст] / Ю. Энгелфрид, Д. Малхолл, Т.В. Плетенева; под ред. М. Браунгарта и Л.А. Алексеевой. – М.: Изд-во МГУ, 1994.
12. Вопросы охраны атмосферы от загрязнения. НПК «Атмосфера»: Информационный бюллетень № 2 (20) [Текст]. – СПб.: НПФ «Астерион», 1999.
13. Вредные химические вещества. Углеводороды. Галогенпроизводные углеводородов [Текст]: справочник / под ред. В.А. Филова. – Л.: Химия, 1990.
14. Токсикология химических веществ, загрязняющих окружающую среду [Текст] / под общ. ред. А.А. Каспарова и И.В. Саноцкого. – М.: Медицина, 1986.
15. Грушко, Я.М. Вредные органические соединения в промышленных сточных водах [Текст] / Я.М. Грушко. – Л.: Химия, 1980.
16. Вредные химические вещества. Галоген- и кислородсодержащие органические соединения [Текст]: справ. изд. / под ред. В.А. Филова. – СПб.: Химия, 1994.
17. Беляев, М.П. Справочник предельно допустимых концентраций вредных веществ в пищевых продуктах и среде обитания [Текст] / М.П. Беляев. – М.: Госсанэпиднадзор, 1993.

18. Мамин, Р.Г. Безопасность природопользования и экология здоровья [Текст]: учеб. пособие для вузов / Р.Г. Мамин. – М.: ЮНИТИ–ДАНА, 2003. – 237 с.
19. Занько, Н.Г. Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности [Текст]: учебник для студ. высш. учеб. заведений / Н.Г. Занько, В.М. Ретнев. – 2-е изд. – М.: Издат. центр «Академия», 2004. – 288 с.
20. Ревич, Б.А. Экологическая эпидемиология [Текст]: учебник для высш. учеб. заведений / Б.А. Ревич, С.Л. Авалиани, Г.И. Тихонова; под ред. Б.А. Ревича. – М.: Издат. центр «Академия», 2004. – 384 с.
21. Величковский, Б.Т. Здоровье человека и окружающая среда [Текст]: учеб. пособие / Б.Т. Величковский, В.И. Кирпичев, И.Т. Суравегина. – М.: Новая школа, 1997. – 240 с.
22. Здоровье и окружающая среда [Текст] / под ред. Дж. Ленихина, У. Флетчера. – М.: Мир, 1979. – 232 с.
23. Лозановская, И.Н. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении [Текст]: учеб. пособие / И.Н. Лозановская, Д.С., Орлов, Л.К. Садовникова. – М.: Высш. шк., 1998. – 287 с.
24. Вредные химические вещества. Радиоактивные вещества [Текст]: справ. изд. / В.А. Баженов [и др.]. – Л.: Химия, 1990. – 464 с.
25. Шефтель, В.О. Полимерные материалы (токсические свойства) [Текст]: справочник / В.О. Шефтель. – Л.: Химия, 1982. – 232 с.
26. Белов, С.В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность) [Текст]: учебник / С.В. Белов. – 2-е изд. – М.: Изд-во Юрайт; ИД Юрайт, 2011. – 680 с.
27. Экологическое состояние территории России [Текст]: учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / В.П. Бондарев [и др.]; под ред. С.А. Ушакова, Я.Г. Каца. – 2-е изд. – М.: Издат. центр «Академия». 2004. – 128 с.
28. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества [Текст] (утв. гл. гос. сан. врачом РФ 26.10.2001) (Ред. от 25.02.2010 с изм. от 28.06.2010).
29. Гигиенические нормативы. ГН 2.1.5.1315-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования [Текст] (утв. гл. гос. сан. врачом РФ 27.04.2003). – М.: Минздрав РФ, 2003.
30. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. Р2.2.2006-05. [Текст]. – СПб.: Изд-во ДЕАН, 2006. – 240 с.

31. ГОСТ 12.1.007-76*. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности [Текст] (в ред. изм. №1 (1981 г.) и №2 от 28.03.1990 №625). – М.: Госстандарт СССР, 1990.

32. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. Новая редакция (в ред. Постановления Гл. гос. санитарного врача РФ от 09.09.2010 №122).

33. Перечень предельно допустимых концентрация и ориентировочно безопасных уровней воздействия вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов [Текст]. Приказ Госкомрыболовства от 28.04.1999 №96 «О рыбохозяйственных нормативах».

34. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. СанПиН 1.2.2353-08. Канцерогенные факторы и основные требования к профилактике канцерогенной опасности [Текст] (в ред. Дополнений и изменений №1, утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 20.01.2011 №9).

35. Гигиенические нормативы. ГН 2.2.5.1313-03. Химические факторы производственной среды. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны [Текст] (утв. Гл гос санитарным врачом РФ 27.04.2003) (ред. от 12.07.2011, с изм. от 16.09.2013).

36. Гигиенические нормативы. ГН 2.1.5.2307-07. Ориентировочно допустимые уровни (ОДУ) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования [Текст]: Постановление Гл. гос. санитарного врача РФ от 19.12.2007 №90 (с изм. от 16.09.2013).

37. Гигиенические нормативы. ГН 2.1.6.2309-07. Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест [Текст]: Постановление Гл. гос. санитарного врача РФ от 19.12.2007 №92 (ред. от 09.10.2013).

38. Гигиенические нормативы. ГН 2.1.6.1338-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест [Текст] (утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 21.05.2003) (ред. от 19.04.2009, изм. от 12.07.2011).

39. Гигиенические нормативы. ГН 2.2.5.2308-07. Химические факторы производственной среды. Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) вредных веществ в воздухе рабочей зоны [Текст]: Постановление Гл. гос. санитарного врача РФ от 19.12.2007 №89 (ред. от 02.08.2010, с изм. от 15.11.2013).

40. Технический регламент на масложировую продукцию [Текст]: Федеральный закон от 24.06.2008 №90-ФЗ.

41. Технический регламент на молоко и молочную продукцию [Текст]: Федеральный закон от 12.06.2008 №88-ФЗ.

42. Технический регламент на соковую продукцию из фруктов и овощей [Текст]: Федеральный закон от 27.10.2008 №178-ФЗ.

43. ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (В ред. 2011 г. с прил.) [Текст].

44. 41. Гигиенические нормативы СанПиН 2.1.6.1032-01 Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест [Текст]. –М., 2001.

45. ГОСТ 17.2.3.01-86 Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных мест [Текст]. –М., 1986.

46. Постановление Правительства Российской Федерации от 31 марта 2003 года № 177 Об организации и осуществлении государственного мониторинга окружающей среды (государственного экологического мониторинга) [Текст].

47. ГОСТ 17.1.3.07-82 Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков [Текст]. –М., 1982.

48. Гигиенические нормативы ГН 2.1.7.2041-06. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве [Текст]. – М., 2006.

49. Гигиенические нормативы ГН 2.1.7.2511-09. Ориентировочные допустимые уровни воздействия (ОДУ) химических веществ в почве [Текст]. – М., 2009.

50. МУ2.1.7.730-99. Методические указания «Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест» [Текст].

51. Гигиенические нормативы ГН 2.1.8/2.2.4.2262-07. Предельно допустимые уровни (ПДУ) магнитных полей частотой 50 Гц в помещениях жилых, общественных зданий и на селитебных территориях [Текст]. – М., 2007.

52. Санитарные нормы. СН 2.2.4/32.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки [Текст]: Санитарные правила. – М., 1996.

53. Онищенко, Г.Г. Итоги и перспективы обеспечения радиационной безопасности населения Российской Федерации [Текст]/ Г.Г. Онищенко // Радиационная гигиена. – 2008. – Т.1. Спецвыпуск. – С. 3...10.

54. Система химической и биологической безопасности Пензенской области на 2011-2015 годы / Утв. Приказом Правительства Пензенской обл. 15 ноября 2010 г. №726-пП. (В ред. Приказа от 05.03.2012 №139-пП) [Текст].

55. О проведении мероприятий по обустройству и консервации мест захоронения биологических отходов на территории Пензенской области [Текст]: Приказ Минсельхоза Пензенской обл. от 06.09.2011 №1046 (ред. от 29.11.2011).

56. ГН 1.2.2701-10. Гигиенические нормы содержания пестицидов в объектах окружающей среды (перечень) [Текст].

57. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.3.2.1293-03. Гигиенические требования по применению пищевых добавок (В ред. Дополнений и изм. №1 утв. Постановлением Гл. гос. сан. врача РФ от 26.05.2008 №32, №2 от 27.04.2009 №24 и №3 от 23.12.2010 №168) [Текст].

58. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.3.2.1078-01. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов (В ред. изменений №24 утв. Постановлением главного гос. сан. врача РФ от 01.06.2011 №79) [Текст].

59. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы (В ред. изм. №1 от 25.04.2007 №22) [Текст].

60. Санитарные правила и нормативы СП 2.6.1.2612-10. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРОБ 99/2010) [Текст].

61. Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009 [Текст].

62. Экологическая токсикология [Текст]: в 6 т. / Редкол.: В.И, Данилов-Данильян [и др.]. Т6. С–Я. – М.: ООО «Издательство энциклопедия», 2013. – 656 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Вещества однонаправленного действия* с эффектом суммации

1. Однонаправленным действием на организм работников, как правило, обладают:

1.1. комбинации веществ с одинаковой спецификой клинических проявлений (прил. 2-6):

- вещества раздражающего типа действия (кислоты и щелочи и др.);

- аллергены (эпихлоргидрин и формальдегид и др.);

- вещества наркотического типа действия (комбинации спиртов и др.);

- фиброгенные пыли;

- вещества, канцерогенные для человека;

1.2. комбинации веществ, близкие по химическому строению:

- хлорированные углеводороды (предельные и непредельные);

- бромированные углеводороды (предельные и непредельные);

- различные спирты;

- различные щелочи;

- ароматические углеводороды (толуол и бензол; толуол и ксилол);

- аминсоединения;

- нитросоединения и т. п.;

1.3. комбинации, изученные в эксперименте:

- оксиды азота и оксид углерода;

- аминсоединения и оксид углерода;

- нитросоединения и оксид углерода.

2. При одновременном содержании в воздухе рабочей зоны нескольких вредных веществ однонаправленного действия, сумма отношений фактических концентраций каждого из них (K_1, K_2, \dots, K_n) в воздухе рабочей зоны или населенных зон к их ПДК ($ПДК_1, ПДК_2, \dots, ПДК_n$) не должна превышать единицы:

$$\frac{K_1}{ПДК_1} + \frac{K_2}{ПДК_2} + \dots + \frac{K_n}{ПДК_n} \leq 1.$$

Приложение 2

Перечень веществ, вызывающих развитие острого отравления

1. Вещества с остронаправленным механизмом действия

| № п/п | Наименование вещества | № CAS | ПДК _{м.р/р.з.} , мг/м ³ * | Агрегатное состояние** | Класс опасности | Особенности действия*** |
|-------|---|------------|---|------------------------|-----------------|-------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | Азота диоксид | 10102-44-0 | 2 | п | 3 | Р |
| 2 | Азота оксиды (в пересчете на NO ₂)**** | | 5 | п | 3 | Р |
| 3 | Арсин (водород мышьяковистый) | 7784-42-1 | 0,1 | п | 1 | |
| 4 | Бензилианид ⁺ | 140-29-4 | 0,8 | а | 2 | |
| 5 | Бор трифторид | 7637-07-2 | 1 | п | 2 | Р |
| 6 | Бром ⁺ | 7726-95-6 | 0,5 | п | 2 | Р |
| 7 | Бут-3-енонитрил ⁺ (аллилцианид) | 109-75-1 | 0,3 | п | 2 | |
| 8 | Гидробромид | 10035-10-6 | 2 | п | 2 | Р |
| 9 | Гидрофторид (в пересчете на F) | 7664-39-3 | 0,5/0,1 | п | 2 | Р |
| 10 | Гидрохлорид | 7647-01-0 | 5 | п | 2 | Р |
| 11 | Гидроцианид ⁺ (водород цианистый) | 74-90-8 | 0,3 | п | 1 | |
| 12 | Гидроцианида соли ⁺ (в пересчете на гидроцианид) | | 0,3 | п | 1 | |
| 13 | Дигидросульфид (сероводород) | 7783-06-4 | 10 | п | 2 | Р |
| 14 | Дигидросульфид смесь с углеводородом C ₁₋₅ | | 3 | п | 2 | |
| 15 | Диметилсульфат ⁺ | 77-78-1 | 0,1 | п | 2 | Р |
| 16 | 2-(2,6-Дихлорфенил-амино) имидазолина хлорид гидрохлорид ⁺ | 4205-91-8 | 0,001 | а | 1 | |
| 17 | Карбонилдихлорид (фосген) | 75-44-5 | 0,5 | п | 2 | Р |
| 18 | Кобальт гидридотет-ракарбонил (по Со) | 16842-03-8 | од | п | 1 | А |
| 19 | Кремний тетрафторид (по F) | 7783-61-1 | 0,5/0,1 | п | 2 | Р |
| 20 | Метилизоцианат ⁺ | 624-83-9 | 0,05 | п | 1 | А,Р |
| 21 | 4-Метилфенилен-1,3-диизоцианат ⁺ (толуилендиизоцианат) | 584-84-9 | 0,05 | п | 1 | А,Р |
| 22 | (1-Метил этил) нитрит (изопропилнитрит) | 541-42-4 | 1 | п | 2 | |
| 23 | Натрий нитрит | 7632-00-0 | ОД | а | 1 | |
| 24 | Никель тетракарбонил | 13463-39-3 | 0,003 | п | 1 | кл |
| 25 | Озон | 10028-15-6 | 0,1 | п | 1 | Р |
| 26 | Октафтор-2-метил-проп-1-ен (перфтор-изобутилен) | 382-21-8 | 0,1 | п | 1 | |
| 27 | Пропандинитрил ⁺ | 109-77-3 | 0,3 | п+а | 1 | |
| 28 | Пропан-1,2,3-триола тринитрат ⁺ | 55-63-0 | 0,02 | п | 1 | |
| 29 | Селен гексафторид | | 0,2 | п | 1 | |
| 30 | диСера декафторид ⁺ | 5714-22-7 | 0,1 | п | 1 | |
| 31 | (Т-4)Сера тетрафторид | 7782-60-0 | 0,2 | п | 2 | |
| 32 | Тетраэтилсвинец ⁺ | 78-00-2 | 0,005 | п | 1 | |
| 33 | Трихлорнитрометан ⁺ | 76-06-2 | 0,5 | п | 2 | |
| 34 | Углерод оксид***** | 630-08-0 | 20 | п | 4 | |
| 35 | Фенилизоцианат ⁺ | 103-71-9 | 0,5 | п | 2 | Р |
| 36 | Формальдегид ⁺ | 50-00-0 | 0,5 | п | 2 | А,Р |
| 37 | Фосфин (водород фосфористый) | 3803-51-2 | 0,1 | п | 1 | |
| 38 | Фосфорилхлорид ⁺ (фосфора хлороксид) | 10025-87-3 | 0,05 | п | 1 | Р |
| 39 | Фтор | 7782-41-4 | 0,03 | п | 1 | |
| 40 | Хлор ⁺ | 7782-50-5 | 1 | в | 2 | Р |

Продолжение прил. 2

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|----|---|------------|-------------|---|---|-----|
| 41 | Хлор диоксид ⁺ | 10049-04-4 | 0,1 | п | 1 | Р |
| 42 | Хлорфенилизоцианат ⁺ (3- и 4-изомеры) | 1885-81-0 | 0,5 | п | 2 | А,Р |
| 43 | Хлорциан ^{***} | 506-77-4 | 0,2 | п | 1 | |
| 44 | 2-Хлорэтанол ⁺ (этиленхлоргидрин) | 107-07-3 | 0,5 | п | 2 | Р |
| 45 | Этиленимин ⁺ | 151-56-4 | 0,02 | и | 1 | А,Р |
| 46 | 2,2-[(1,4-Диоксо-1,4-бутандиил)бис-(окси)бис-N,N,N-три-метилэтан]-аммоний диодид ⁺ (дитилин) | 541-19-5 | 0,1 ОБУВ | а | | |

* В числителе максимальная разовая, а в знаменателе среднесменная ПДК (ПДК рабочей зоны).

** Преимущественное агрегатное состояние вещества в воздухе: п – пары и (или) газы, а – аэрозоль.

*** Наряду с остронаправленным механизмом действия приведены дополнительные особенности действия вещества: А – аллерген, К – канцероген, Р – раздражающее действие.

**** Диоксида пентаоксид и диоксида азота оксид в воздухе переходит в диоксида азота.

***** При длительности работы в атмосфере, содержащей оксид углерода, не более 1 ч, ПДК оксида углерода может быть повышена до 50 мг/м³, при длительности работы не более 30 мин – не более 100 мг/м³, при длительности работы не более 15 мин – 200 мг/м³. Повторные работы при условии повышенного содержания оксида углерода в воздухе рабочей зоны могут проводиться с перерывом не менее чем в 2 ч.

⁺ Требуется специальная защита кожи и глаз.

2. Вещества раздражающего действия

| № п/п | Наименование вещества по ШРАС и основные синонимы | № по ГН 2.2.5.1313-03 | ПДК, мг/м ^{3*} | Агрегатное состояние [*] | Класс опасности | Особенности действия ^{**} |
|-------|--|-----------------------|-------------------------|-----------------------------------|-----------------|------------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | Азота диоксид | 410102-44-0 | 2 | п | 3 | О |
| 2 | Азота оксиды/в пересчете на NO ₂ / | | 5 | п | 3 | О |
| 3 | Азотная кислота ⁺ | 7697-37-2 | 2 | а | 3 | |
| 4 | а-Аминобензацетилхлорид гидро-хлорид ⁺ | 39878-87-0 | 0,5 | а | 2 | |
| 5 | 2-Аминопропан ⁺ (метилэтиламин) | 75-31-0 | 1 | п | 2 | |
| 6 | Аммиак | 7664-41-7 | 20 | п | 4 | |
| 7 | Ацетальдегид ⁺ | 75-07-0 | 5 | п | 3 | |
| 8 | Ацетангидрид ⁺ (ацетонгидрид) | 108-24-7 | 3 | п | 3 | |
| 9 | Барий дигидрооксид ⁺ (гидроокись бария) | 17194-00-2 | 0,3/ОД | а | 2 | |
| 10 | Барий дихлорид (бария хлорид) | 10361-37-2 | 1/0,3 | а | 2 | |
| 11 | Бензилхлорформиат ⁺ (карбобензоксид-хлорид) | 501-53-1 | 0,5 | п+а | 2 | |
| 12 | Бензилцианид (фенилацетонитрил) | 140-29-4 | 0,8 | а | 2 | О |
| 13 | Бензохин-1,4-он (п-бензохинон) | 106-51-4 | 0,05 | п | 1 | |
| 14 | Бор трифторид | 7637-07-2 | 1 | п | 2 | о |
| 15 | Бром ⁺ | 7726-95-6 | 0,5 | п | 2 | о |
| 16 | Бутаналь ⁺ | 123-72-8 | 5 | п | 3 | |
| 17 | Бутановая кислота | 107-92-6 | 10 | п | 3 | |
| 18 | Бутановой кислоты ангидрид ⁺ (бутановый ангидрид) | 106-31-0 | 1 | п | 2 | |
| 19 | 1-Бутоксидбут-1-ен-3-ин (этилен виниловый эфир) | 2798-72-3 | 0,5 | п | 2 | |
| 20 | Гексановая кислота (капроновая, бутилуксусная) | 142-62-1 | 5 | п | 3 | |
| 21 | Германий тетрагидрид/в пересчете на германий/ | 10038-98-9 | 1 | а | 2 | |

Продолжение прил. 2

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|----|---|------------|---------|-----|---|-----|
| 22 | Гидробромид | 10035-10-6 | 2 | п | 2 | О |
| 23 | 1-Гидрокси-2-нитро-4-хлорбензол ⁺ (4-нитро-2-хлорфенол, нихлофен) | 619-08-9 | 3/1 | п+а | 2 | |
| 24 | Гидрофторид (в пересчете на фтор) | 7664-39-3 | 0,5/0,1 | п | 2 | О |
| 25 | Гидрохлорид | 7647-01-0 | 5 | п | 2 | О |
| 26 | Дигидросульфид (гидросульфид) | 7783-06-4 | 10 | п | 2 | О |
| 27 | 3-Диметиламино-пропан-1-ол | 3179-63-3 | 2 | п | 3 | |
| 28 | Диметилгексан-1,6-диоат ⁺ (диметилсебацинат, диметил-2,8-гексадиоат) | 627-93-0 | 10 | п+а | 3 | |
| 29 | (Е, 1R)-2,2-диметил-3(2-метилпропенил)-циклопропан-1-карбоновая кислота (1,3-хризантемовая кислота) | 4638-92-0 | 10 | п+а | 3 | |
| 30 | 2, 2-Диметилпропил-гидропероксид ⁺ | 14018-58-7 | 5 | п | 3 | |
| 31 | Диметилсульфат ⁺ (О,О-диметилсульфат) | 77-78-1 | 0,1 | п | 1 | О |
| 32 | Диметил (4-фторфенил) хлорсилан /по гидрохлориду/ | 2355-84-4 | 1 | п | 2 | |
| 33 | 3,3-Диметил-1-хлор-1 (4-хлорфеноксид)-бутан-2-он (син. хлорфеноксид-пинаколин) | 57000-78-9 | 10 | п+а | 4 | |
| 34 | 1,1-Диметилэтил-гидропероксид ⁺ (трет-бутил-гидро-пероксид) | 5618-63-3 | 5 | п | 3 | |
| 35 | 1,1-Диметилэтил-гидрохлорид | 507-40-4 | 5 | п | 3 | |
| 36 | Дихлорметилбензол | 98-87-3 | 0,5 | п | 1 | |
| 37 | Дихлорэтановая кислота (дихлоруксусная кислота) | 79-43-6 | 4 | п+а | 3 | |
| 38 | 3-Диэтиламинопропан-1-амин | 104-78-9 | 2 | п+а | 3 | |
| 39 | N,N-диэтилэтан-амин ⁺ (триэтиламин) | 121-44-8 | 10 | п | 3 | |
| 40 | Иод ⁺ | 7553-56-2 | 1 | п | 2 | |
| 41 | Кальций сульфат дигидрат (гипс) | | 2 | а | 3 | |
| 42 | Карбонилдихлорид (фосген) | 75-44-5 | 0,5 | п | 2 | О |
| 43 | Кремний тетрафторид (по фтору) | 7783-61-1 | 0,5/0,1 | п | 2 | О |
| 44 | Магний оксид | 1309-48-4 | 4 | а | 4 | |
| 45 | Метансульфонил-хлорид ⁺ | 124-63-0 | 4 | п | 3 | |
| 46 | Метановая кислота ⁺ (муравьиная кислота) | 64-18-6 | 1 | п | 2 | |
| 47 | 1-Метилбутановая кислота (изовалериановая) | 503-74-2 | 2 | п | 3 | |
| 48 | 3-Метилбутан-1-ол (изоамиловый спирт) | 123-51-3 | 5 | п | 3 | |
| 49 | 2-Метилбут-3-ин-2-ол (изовалериановый альдегид; 3-бутин-2-ол-2-метил) | 115-19-5 | 10 | п | 3 | |
| 50 | Метил-2-гидрокси-3-хлорпропионат | | 0,5 | п | 2 | |
| 51 | Метилдихлорацетат | 116-54-1 | 15 | п | 4 | |
| 52 | Метилизоцианат ⁺ | 624-83-9 | 0,05 | п | 1 | А,О |
| 53 | Метил-3-оксобутаноат (метиловый эфир ацетоуксусной кислоты) | 105-45-3 | 5 | п | 3 | |
| 54 | 4-Метилпентановая кислота ⁺ (2-метилпентановая кислота) | 646-07-1 | 5 | п | 3 | |
| 55 | 4-Метилпентаноил-хлорид ⁺ (2-метилпентановой кислоты хлорангидрид) | | 3 | п | 3 | |
| 56 | 2-Метилпропаналь ⁺ | 78-84-2 | 5 | п | 3 | |
| 57 | 2-Метилпропан-1-ол ⁺ (изобутиловый спирт) | 75-65-0 | 10 | п | 3 | |
| 58 | 2-Метилпроп-2-еновая кислота | 79-41-4 | 10 | п | 3 | |
| 59 | 2-Метилпроп-2-еноилхлорид ⁺ | 920-46-7 | 0,3 | п | 2 | А |
| 60 | 4-Метилфенилен-1,3-диизоцианат | 584-84-9 | 0,05 | п | 1 | А,О |
| 61 | диНатрий карбонат ⁺ | 7542-12-3 | 2 | а | 3 | |
| 62 | диНатрий пероксокарбонат | 15630-89-4 | 2 | а | 3 | |
| 63 | Натрий хлорид | 7647-14-5 | 5 | а | 3 | |

Продолжение прил. 2

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|-----|--|------------|---------|-----|---|-----|
| 64 | Озон | 1028-15-6 | 0,1 | п | 1 | О |
| 65 | 4-Оксо-5-хлорпентил ацетат ⁺ | 13045-16-4 | 2 | п | 3 | |
| 66 | Ортофосфористая кислота ⁺ | 10294-56-1 | 0,4 | а | 2 | |
| 67 | Пентан-1-ол ⁺ | 71-41-0 | 10 | п | 3 | |
| 68 | Пиридин | 110-86-1 | 5 | п | 2 | |
| 69 | Проп-2-ен-1-аль | 107-02-8 | 0,2 | п | 2 | |
| 70 | Проп-2-енамин | 107-11-9 | 0,5 | п | 2 | |
| 71 | Проп-1-енилацетат ⁺ (2-пропенил ацетат) | 591-87-7 | 2 | п | 3 | |
| 72 | N-проп-1-енил-проп-2-ен-1-амин ⁺ | 124-02-7 | 1 | п | 2 | |
| 73 | Проп-2-еноилхлорид ⁺ (акриловой кислоты хлорангидрид) | 814-68-6 | 0,3 | п | 2 | А |
| 74 | Пропилацетат | 109-60-4 | 200 | п | 4 | |
| 75 | Проп-2-ин-1-ол | 107-19-7 | 1 | п | 2 | |
| 76 | Пропиональдегид ⁺ | 123-38-6 | 5 | п | 3 | |
| 77 | Пропионилхлорид ⁺ (хлорангидрид пропионовой кислоты) | 79-03-8 | 2 | п | 3 | |
| 78 | Рубидий гидроксид (гидроокись рубидия) | 1310-82-3 | 0,5 | а | 2 | |
| 79 | диСера декафторид ⁺ | 5714-22-7 | 0,1 | п | 1 | О |
| 80 | Сера диоксид ⁺ | 7446-09-5 | 10 | п | 3 | |
| 81 | диСера дихлорид ⁺ (серы хлорид) | 10025-67-9 | 0,3 | п | 2 | |
| 82 | (Т-4) сера тетрафторид | 7782-60-0 | 0,3 | п | 2 | О |
| 83 | Сера триоксид ⁺ | 7446-11-9 | 1 | п | 2 | |
| 84 | Серная кислота ⁺ | 7664-93-9 | 1 | а | 2 | |
| 85 | Спирты непредельного ряда (аллиловый, кротониловый) | | 2 | п | 3 | |
| 86 | Тетрабромметан ⁺ | 558-13-4 | 0,2 | п | 2 | |
| 87 | Тетрагидро-1,4-оксазин ⁺ (морфолин) | 110-91-8 | 1,5/0,5 | п | 2 | |
| 88 | 3,3,3, 4-Тетрахлорби-цикло [2,2,1]гепт-5-ен-2 -спиро-1-цикло-пент-3-ен-2,5-дион (ЭФ-2) | 68089-39-4 | 0,2 | п+а | 2 | |
| 89 | 1,1,2,2 -Тетрахлорэтан ⁺ | 79-34-5 | 5 | п | 3 | |
| 90 | Титан тетрахлорид/ по гидрохлориду/ | 7550-45-0 | 1 | п | 2 | |
| 91 | 2,4,6, -Триметил-1,3,5-триоксан | 123-63-7 | 5 | п | 3 | |
| 92 | 3,5,5-Триметилциклогексанон | 873-94-9 | 1 | п | 2 | |
| 93 | 3,5,5-Триметилциклогекс-2-ен-1-он | 78-59-1 | 1 | п | 2 | |
| 94 | Трихлорацетилхлорид ⁺ (трихлоруксусной кислоты хлорангидрид) | 76-02-8 | 0,1 | п | 1 | |
| 95 | Трихлорнитрометан ⁺ (хлорпикрин) | 76-06-2 | 0,5 | п | 2 | О |
| 96 | Трихлорэтановая кислота ⁺ (трихлор-уксусная кислота) | 76-03-9 | 5 | п+а | 3 | |
| 97 | Фенилизоцианат | 103-71-9 | 0,5 | п | 2 | о |
| 98 | Фенилтиол ⁺ (тиофенол, меркаптобензол) | 108-98-5 | 0,2 | п | 2 | |
| 99 | Феноксизтановая кислота ⁺ (феноксиуксусная кислота) | 122-59-8 | 1 | а | 3 | |
| 100 | Формальдегид ⁺ | 50-00-0 | 0,5 | п | 2 | О,А |
| 101 | Фосфин | 3803-51-2 | 0,1 | п | 1 | О |
| 102 | диФосфор пентаоксид ⁺ | 1314-56-3 | 1 | а | 2 | |
| 103 | Фосфор пентахлорид ⁺ | 10026-13-8 | 0,2 | п | 2 | |
| 104 | Фосфор трихлорид ⁺ | 7719-12-2 | 0,2 | п | 2 | |
| 105 | Фосфорилхлорид ⁺ | 10025-87-3 | 0,05 | п | 1 | О |
| 106 | Фтор | 7782-41-4 | 0,03 | п | 1 | О |
| 107 | 2,5-Фурандион ⁺ | 108-31-6 | 1 | п+а | 2 | А |
| 108 | 2-Фурилхлорид ⁺ | 527-69-5 | 0,3 | п | 2 | |
| 109 | Хлор ⁺ | 7782-50-5 | 1 | п | 2 | О |

Окончание прил. 2

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|-----|---|------------|------|-----|---|-----|
| 110 | Хлорангидрид хризантемовой кислоты | | 2 | п | 3 | |
| 111 | Хлорацетилхлорид ⁺ (хлорангидрид монохлоруксусной кислоты) | 79-04-9 | 0,3 | п | 2 | |
| 112 | 3-Хлорбутан-2-он (1-хлорэтилметил-кетон) | 4091-39-8 | 10 | п | 3 | |
| 113 | 2-Хлор-2-гидроксипропионовая кислота ⁺ | 35060-81-2 | 0,5 | п | 2 | |
| 114 | Хлор диоксид ⁺ | 10049-04-4 | 0,1 | п | 1 | О |
| 115 | (Хлорметил)бензол | 100-44-7 | 0,5 | п | 1 | |
| 116 | Хлорметоксиметан ⁺ /по хлору/ | 107-30-2 | 0,5 | п | 2 | |
| 117 | 3-Хлорпроп-1 -ен ⁺ | 107-05-1 | 0,3 | п | 2 | |
| 118 | Хлорфенилизоцианат (3 и 4-изомеры) | 1885-81-0 | 0,5 | п | 2 | О,А |
| 119 | Хлорциан | 506-77-4 | 0,2 | п | 1 | О |
| 120 | 2-Хлорэтанол ⁺ | 107-07-3 | 0,5 | п | 2 | О |
| 121 | 2-Хлорэтансульфоновой кислоты гидрохлорид | 1622-32-8 | 0,3 | п | 2 | |
| 122 | Хлорэтановая кислота ⁺ (хлоруксусная кислота) | 79-11-8 | 1 | п+а | 2 | |
| 123 | 1 -Циклопропилэтанон (циклопента-диен) | 765-43-5 | 1 | п | 3 | |
| 124 | Этандионовая кислота дигидрат ⁺ (щавелевая кислота) | 6153-56-6 | 1 | а | 2 | |
| 125 | Этановая кислота ⁺ (уксусная кислота) | 64-19-7 | 5 | п | 3 | |
| 126 | Этиленимин (азиридин) | 151-56-4 | 0,02 | п | 1 | А,О |
| 127 | Этил 1-3-(метил-амино) бутан- 2 -оат ⁺ (этил-3-метилбут-2-еноат, н-метил-аминокротоновый эфир) | 870-85-9 | 5 | п | 3 | |
| 128 | Этил-6-оксо-6-хлор-гексаноат (этилади-пината хлорангидрид) | 1071-71-2 | 2 | п+а | 3 | |
| 129 | Этил-6-оксо-8-хлор-октаноат | 50628-91-6 | 1 | п+а | 2 | |
| 130 | Этилпроп-2-еноат (N-винилпирролид-2-он) | 2373 | 15/5 | п | 3 | |

* Преимущественное агрегатное состояние вещества в воздухе в условиях производства: п – пары и (или) газы, а – аэрозоль

** Наряду с раздражающим приведены дополнительные особенности действия вещества: А – аллерген, К — канцероген, О – вещества с остронаправленным механизмом действия.

+ Требуется специальная защита кожи и глаз.

Приложение 3

Перечень веществ, продуктов и производственных процессов канцерогенных для человека (СанПин 1.2.2353-08 [34])

1. Химические факторы

1.1. Вещества, их смеси, продукты и их комбинации

| № п/п | CAS N | Наименование | Преимущественные пути поступления в организм |
|-------|--|--|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 23214-92-8 | Адриамицин (доксорубицина гидрохлорид) (лс) | инг |
| 2 | 446-86-6 | Азатиоприн (имуран) (лс) | инг |
| 3 | 320-67-2 | 5-Азациитидин (лс) | инг |
| 4 | 79-06-1 | Акриламид | инг, ч/к |
| 5 | 107-13-1 | Акрилонитрил | инг, ч/к |
| 6 | 92-67-1 | 4-Аминодифенил | инг, ч/к |
| 7 | - | Андрогенные (анаболические) стероиды (лс) | инг |
| 8 | 313-67-7 38965-71-8 475-80-9 4849-90-5 17413-38-6 107259-48-3 | Аристолохиевые кислоты | п/о |
| 9 | 1332-21-4 | Асбесты | инг |
| 10 | 1402-68-2 | Афлатоксины | п/о |
| 11 | 56-55-3 | Бенз(а)антрацен | инг, ч/к |
| 12 | 50-32-8 | Бенз(а)пирен | инг, ч/к |
| 13 | 92-87-5 | Бензидин и красители на его основе | ч/к, инг |
| 14 | 71-43-2 | Бензол | инг, ч/к |
| 15 | 7440-41-7 | Бериллий и его соединения | инг |
| 16 | 542-88-1 | Бисхлорметиловый эфир | инг |
| 17 | 154-93-8 | Бисхлорэтилнитрозомочевина (BCNU) (лс) | инг, ч/к |
| 18 | 106-99-0 | 1,3-Бутадиен | инг |
| 19 | 593-60-2 | Винилбромид | инг |
| 20 | 75-02-5 | Винилфторид | инг |
| 21 | 75-01-4 | Винилхлорид | инг |
| 22 | 556-52-5 | Глицидол | инг, ч/к, п/о |
| 23 | 53-70-3 | Дибенз(а,h)антрацен | инг, ч/к |
| 24 | 57-14-7 | 1,1-Диметилгидразин | инг, ч/к, п/о |
| 25 | 540-73-8 | 1,2-Диметилгидразин | инг, ч/к |
| 26 | 79-44-7 | Диметилкарбамоилхлорид | инг, ч/к |
| 27 | 77-78-1 | Диметилсульфат | инг, ч/к |
| 28 | 98503-29-8 | Диэтилсульфат | инг, ч/к |
| 29 | - | Древесная пыль (твердых пород деревьев: дуб, бук, береза, ясень и др.) | инг |
| 30 | 51-75-2 | Иприт азотистый | ч/к, инг |
| 31 | 505-60-2 | Иприт сернистый | ч/к, инг |
| 32 | 7440-43-9 | Кадмий и его соединения | инг |
| 33 | - | Каменноугольные, нефтяные и сланцевые смолы, пеки и их возгоны | ч/к, инг |
| | | в ред. Дополнений и изменений N 1, утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 20.01.2011 N 9) | |
| 34 | 2425-06-1 | Каптафол | инг, ч/к |
| 35 | 57-22-7 671-16-9 50-24-8 55-86-7 | Комбинированная химиотерапия с использованием вин- кристина, прокарбазина, преднизолона, а также эмбихина и других алкилирующих агентов (лс) | инг, ч/к |

Продолжение прил. 3

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|----|---|--|---------------|
| 36 | 14808-60-7 14464-46-1 | Кремния диоксид кристаллический в форме Кварца и Крестобалита | инг |
| 37 | 8001-58-9 | Креозоты | ч/к |
| 38 | 148-82-3 | Мелфалан (лс) | инг, ч/к |
| 39 | 70-25-7 | N-метил-N'-нитро-N-нитрозогуанидин | п/о |
| 40 | 684-93-5 | N-Метил-N-нитрозомочевина (лс) | инг, ч/к |
| 41 | 101-14-4 | 4,4'-Метилен бис(2-хлоранилин) | инг, ч/к |
| 42 | 66-27-3 | Метилметансульфонат | инг |
| 43 | 64091-91-4 | 4-(Метилнитрозамино)-1-(3-пиридил)-1-бутанон | инг |
| 44 | 298-81-7 | 8-метоксипсорален (Метоксален) в сочетании с УФ-терапией (лс) | ч/к |
| 45 | 484-20-8 | 5-Метоксипсорален (лс) | ч/к |
| 46 | 55-98-1 | Милеран (1,4-Бутандиолдиметилсульфонат) (лс) | инг |
| 47 | - | Минеральные масла (нефтяные и сланцевые) неочищенные и не полностью очищенные | ч/к, инг |
| 48 | 7440-38-2 | Мышьяк и его неорганические соединения | п/о, инг, ч/к |
| 49 | 134-32-7 91-59-8 | 1-Нафтиламин технический, содержащий более 0,1% 2-нафтиламина | инг, ч/к |
| 50 | 91-59-8 | 2-Нафтиламин | инг, ч/к |
| 51 | 7440-02-0 | Никель и его соединения | инг |
| 52 | 62-75-9 | N-Нитрозодиметиламин | инг, п/о, ч/к |
| 53 | 55-18-5 | N-Нитрозодиэтиламин | инг, п/о, ч/к |
| 54 | 16543-55-8 | N-Нитрозонорникотин | инг |
| 55 | - | Отработавшие газы дизельных двигателей | инг |
| 56 | 1336-36-3 | Полихлорированные бифенилы | инг, п/о, ч/к |
| 57 | 366-70-1 | Прокарбазина гидрохлорид (лс) | инг |
| 58 | 75-56-9 | Пропилена оксид | инг |
| 59 | 96-09-3 | Стирол-7,8-оксид | инг, ч/к |
| 60 | 14807-96-6 | Тальк, содержащий асбестоподобные волокна | инг |
| 61 | 10540-29-1 | Тамоксифен (лс) | инг |
| 62 | 29767-20-2 | Тенипозид (лс) | инг |
| 63 | 1746-01-6 | 2,3,7,8-Тетрахлордибензо-пара-диоксин | инг, п/о, ч/к |
| 64 | 127-18-4 | Тетрахлорэтилен | инг, ч/к |
| 65 | 52-24-4 | Тиофосфамид (Тиотеф) (лс) | инг |
| 66 | 95-53-4 | орто-Толуидин | инг, ч/к |
| 67 | 100-44-7 98-87-3 98-07-7 98-88-4 | Толуолы альфа-хлорированные (бензилхлорид, бензалхлорид, бензотрихлорид и бензоилхлорид) | инг |
| 68 | 299-75-2 | Тресульфат (лс) | инг |
| 69 | 126-72-7 | Трис(2,3-дибромпропил)фосфат | инг, ч/к |
| 70 | 96-18-4 | 1,2,3-Трихлорпропан | инг, ч/к |
| 71 | 79-01-6 | Трихлорэтилен | инг, ч/к |
| 72 | 62-44-2 | Фенацетин и аналитические смеси, содержащие фенацетин (лс) | инг |
| 73 | - | Фитопрепараты с содержанием растений рода Кирказон (семейство Aristolochiaceae) | п/о |
| 74 | 50-00-0 | Формальдегид | инг |
| 75 | 305-03-3 | Хлорамбуцил (лс) | инг, ч/к |
| 76 | 56-75-7 | Хлорамфеникол (левомицетин) (лс) | инг |
| 77 | 494-03-1 | Хлорнафазин (лс) | инг, ч/к |
| 78 | 54749-90-5 | Хлорозотоцин (лс) | инг |
| 79 | 107-30-2 | Хлорметилметиловый эфир (технический) | инг |
| 80 | 95-69-2 | 4-Хлор-орто-толуидин | инг, ч/к |

Продолжение прил. 3

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|-----|-------------------------|--|----------|
| 81 | 13909-09-6 | 1-(2-Хлорэтил)-3-(4-метилциклогексил)-1-нитрозомочевина (метил-CCNU) (лс) | инг, ч/к |
| 82 | 13010-47-4 | 1-(2-Хлорэтил)-3-циклогексил-1-нитрозомочевина (CCNU) (лс) | инг, ч/к |
| 83 | - | Хрома шестивалентного соединения | инг |
| 84 | 79217-60-0 | Циклоспорин (лс) | инг |
| 85 | 50-18-0 | Циклофосфамид (циклофосфан) (лс) | инг, ч/к |
| 86 | 15663-27-1 | Цисплатин (лс) | инг, ч/к |
| 87 | 106-89-8 | Эпихлоргидрин | инг, ч/к |
| 88 | 66733-21-9 | Эрионит | инг |
| 89 | - | Эстрогены нестероидные (лс) | инг, ч/к |
| | 56-53-1 | Диэтилстильбэстрол (лс) | |
| 90 | - | Эстрогены стероидные (лс) | инг, ч/к |
| 91 | 759-73-9 | N-Этил-N-нитрозомочевина (лс) | инг, ч/к |
| 92 | 75-21-8 | Этилена оксид | инг |
| 93 | 106-93-4 | Этилендибромид | инг, ч/к |
| 94 | 33419-42-0 | Этопозид (лс) | инг |
| 95 | 33419-42-0 | Этопозид в комбинации с цисплатиной и блеомицином (лс) | инг |
| 96 | 76180-96-6 | 2-Амино-3-метилимидазо[4-5-f]-хинолин | п/о |
| | | (п. 96 введен Дополнениями и изменениями N 1, утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 20.01.2011 N 9) | |
| 97 | 1303-00-0 | Галлия арсенид | инг |
| | | (п. 97 введен Дополнениями и изменениями N 1, утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 20.01.2011 N 9) | |
| 98 | 191-30-0 | Дибенз(а, l)пирен | инг, ч/к |
| | | (п. 98 введен Дополнениями и изменениями N 1, утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 20.01.2011 N 9) | |
| 99 | 22398-80-7 | Индия фосфид | инг |
| | | (п. 99 введен Дополнениями и изменениями N 1, утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 20.01.2011 N 9) | |
| 100 | 7440-48-4 12070-12-1 | Кобальт металлический с карбидом вольфрама | инг |
| | | (п. 100 введен Дополнениями и изменениями N1, утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 20.01.2011 N 9) | |
| 101 | | Сажи бытовые | инг, ч/к |
| | | (п. 101 введен Дополнениями и изменениями N 1, утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 20.01.2011 N 9) | |
| 102 | | Свинца соединения неорганические | инг, п/о |
| | | (п. 102 введен Дополнениями и изменениями N 1, утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 20.01.2011 N 9) | |
| 103 | 27208-37-3 | Циклопента(cd)пирен | инг, ч/к |
| | | (п. 103 введен Дополнениями и изменениями N 1, утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 20.01.2011 N 9) | |
| 104 | 64-17-5 | Этанол в алкогольных напитках | п/о |
| | | (п. 104 введен Дополнениями и изменениями N 1, утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 20.01.2011 N 9) | |

Продолжение прил. 3

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|-----|-------------|--|-----|
| 105 | | Эстрогенотерапия постменопаузальная <*> (лс) (п. 105 введен Дополнениями и изменениями N 1, утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 20.01.2011 N 9) | - |
| 106 | | Эстроген-прогестаген комбинированная менопаузальная терапия <*> (лс) (п. 106 введен Дополнениями и изменениями N 1, утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 20.01.2011 N 9) | - |
| 107 | | Эстроген-прогестаген комбинированные оральные контрацептивы <*> (лс) (п. 107 введен Дополнениями и изменениями N 1, утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 20.01.2011 N 9) | - |
| 108 | 000051-79-6 | Этилкарбамат (уретан) (п. 108 введен Дополнениями и изменениями N 1, утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 20.01.2011 N 9) | инг |

Примечание. Пути поступления лекарственных средств (лс) указаны для персонала, занятого в их производстве и применении. В лечебной практике пути поступления лекарственных средств в организм пациента определяются методикой лечения.

<*> В лечебной практике пути поступления лекарственных средств в организм пациента определяются методикой лечения.

Обозначения: лс – лекарственное средство, п/о – поступление через рот (перорально); ч/к – поступление через кожу (перкутанно); инг – поступление при дыхании (ингаляционно).

1.2. Производственные процессы

1. Деревообрабатывающее и мебельное производство с использованием фенолформальдегидных и карбамидоформальдегидных смол.

2. Медеплавильное производство (плавильный передел, конверторный передел, огневое и электролитическое рафинирование, переработка анодных шламов). (п. 2 в ред. Дополнений и изменений N 1, утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 20.01.2011 N 9).

3. Производственное воздействие радона и его короткоживущих дочерних продуктов в условиях горнодобывающей промышленности (работа в шахтах, рудниках и др.) и в подземных сооружениях.

4. Производство изопропилового спирта (сильнокислотный процесс).

5. Производство кокса, переработка каменноугольной, нефтяной и сланцевой смол, газификация угля.

6. Производство резины и изделий из нее (подготовительное, основное и вспомогательное производство резины, шин, обуви, резинотехнических изделий).

7. Производство технического углерода.

Продолжение прил. 3

8. Производство угольных и графитовых изделий, а также обожженных анодов, анодных и подовых масс с использованием пеков.

9. Производство чугуна и стали (агломерационные процессы, доменное и сталеплавильное производство), горячий прокат и литье из чугуна и стали.

10. Электролитическое производство алюминия с использованием самоспекающихся анодов.

11. Производственные процессы, связанные с воздействием на работающих аэрозоли сильных неорганических кислот, содержащих серную кислоту.

12. Производство 1,1-диметилгидразина.

13. Нефтеперерабатывающее производство (основное и вспомогательное производства) (п. 13 в ред. Дополнений и изменений N 1, утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 20.01.2011 N 9).

14. Производственные процессы, в которых используются вещества и продукты, перечисленные в разд. 2.1.1.

15. Производство никеля (добыча и обогащение никельсодержащих руд, плавка на штейн, конвертирование, огневое и электролитическое рафинирование). (п. 15 введен Дополнениями и изменениями N 1, утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 20.01.2011 N 9).

16. Производственные процессы, связанные с нанесением покрытий (окрасочные, антикоррозионные и другие работы) с использованием материалов, содержащих канцерогенные вещества.

(п. 16 введен Дополнениями и изменениями N 1, утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 20.01.2011 N 9).

2. Физические факторы

1. Ионизирующее излучение

2. Солнечная радиация

3. УФ-радиация (полный спектр) (100 - 400 нм)

4. УФ-А-излучение (315 - 400 нм)

5. УФ-В-излучение (280 - 315 нм)

6. УФ-С-излучение (100 - 280 нм)

7. Радон и его короткоживущие дочерние продукты распада

3. Биологические факторы

1. Вирус гепатита В

2. Вирус гепатита С

3. Вирус папилломы человека (тип 16, 18, 31, 33, 35, 39, 45, 51, 52, 56, 58, 59 и 66)

4. Вирус Эпштейна-Барр

5. Герпес-вирус (тип 8)
6. Вирус Т-клеточного лейкоза
7. Вирус иммунодефицита человека
8. Бактерия *Helicobacter pylori*
9. Печеночные трематоды:
Clonorchis sinensis
Opistorchis viverrini
Opistorchis felinus
10. Трематода:
Schistosoma haematobium

4. Факторы образа жизни

(введен Дополнениями и изменениями N 1, утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 20.01.2011 N 9)

1. Табакокурение, в том числе пассивное.
2. Употребление бездымных табачных продуктов (нюхательный и жевательный табак).
3. Злоупотребление алкогольными напитками.

5. Гигиенические нормативы соединений и продуктов, канцерогенных для человека [1]

| № <2> п/п | Наименование канцерогенного фактора <3> | Номер CAS | Среда регламентирования | | | |
|-----------------|--|------------|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------------|-------------------------------|
| | | | ВРЗ <4> ПДК, мг/м ³ | АВ <4> ПДК мг/м ³ | Вода <4> ПДК, мг/л | Продукты питания <5> ДУ |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | Адриамицин (8S-цис)-10-[(3-Амино-2,3,6-тридезоксис-альфа-L-ликогексопиранозил) окси]-7,8,9,10-тетрагидро-6,8,11-тригидрокси-8-(гидроксиацетил)-1-метокси-5,12-нафтацендион (в виде гидрохлорида) | 23214-92-8 | | | отсутствие | |
| 4 | Акриламид (акриловой кислоты амид, пропан-1,2,3-триол, 2-пропенамид) | 79-06-1 | 0,2/0,05 <6> | 0,1 (ОБУВ) | 0,0001 | |
| 5 | Акрилонитрил (акриловой кислоты нитрил, 2-пропеннитрил). Пыль углеродных волокнистых материалов на основе полиакрилонитрильных волокон (по акрилонитрилу) | 107-13-1 | 1,5/0,5 | -/0,03 <6> 0,03 (ОБУВ) | 2,0 | |

Продолжение прил. 3

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|----|--|-----------|--------------|--|-------------------|-------------------------|
| 9 | Асбесты - асбесты природные, (хризотил, антофиллит, актинолит, тремолит, магнезиарфведсонит) и синтетические асбесты, а также смешанные асбестопородные пыли при содержании в них асбеста более 20% | 1332-21-4 | 2,0/0,5 | | | |
| | - асбестопородные пыли при содержании в них асбеста от 10 до 20% | | 2,0/1,0 | | | |
| | - асбестопородные пыли при содержании в них асбеста менее 10% | | 4,0/2,0 | | | |
| | - асбестоцемент неокрашенный и цветной при содержании в нем диоксида марганца не более 5% оксида хрома не более 7%, оксида железа не более 10% | | 6,0/4,0 | | | |
| | - асбестобакелит, асбесторезина | | -/4,0 | | | |
| | Пыль асбестосодержащая (с содержанием хризотил-асбеста до 10%) | | | -/0,06 волокон в мл воздуха 0,08 (ОБУВ) | | |
| | Пыль асбестосодержащая (с содержанием асбеста от 20%) | | | | | |
| 10 | Афлатоксины Афлатоксин В1 | 1402-68-2 | | | | СанПиН 2.3.2.1078-01 |
| 12 | Бенз(а)пирен (3,4-бензпирен) | 50-32-8 | -/0,00015 | 0,1 мкг/100 м ³ | 0,00001 | СанПиН 2.3.2.1078-01 |
| 14 | Бензол | 71-43-2 | 15,0/5,0 | 0,3/0,1 | 0,001 | |
| 15 | Бериллий и его соединения (в пересчете на бериллий) | 7440-41-7 | 0,003/ 0,001 | -/0,00001 | 0,0002 <8> | |
| 18 | 1,3-Бутадиен (бутадиен, дивинил, бутадиен-1,3) | 106-99-0 | 100,0 | 3,0/1,0 | 0,05 | |
| 20 | Винилфторид (фторэтилен, фторэтен) | 75-02-5 | | 0,15 (ОБУВ) | | |
| 21 | Винилхлорид (винил хлористый, хлорэтилен, хлорэтен) | 75-01-4 | 5,0/1,0 | -/0,01 | 0,0005 | |
| 23 | Дибенз(а, h)антрацен (1,2,5,6-Дибензантрацен) | 53-70-3 | | -/5,0 нг/м ³ | | |
| 24 | 1,1-Диметилгидразин | 57-14-7 | | | 0,00006 (ОБУВ) | |
| 27 | Циметилсульфат (0,0-диметилсульфат) | 77-78-1 | 0,1 | 0,005 (ОБУВ) | | |
| 29 | Древесная пыль твердых пород деревьев (дуб, бук, береза, ясень и др.) | - | | | | |

Продолжение прил. 3

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|----|---|------------|-----------------|---------------|-----------|----------------------|
| | Пыль древесная (с примесью диоксида кремния менее 2%) | | -/6,0 | | | |
| | Пыль древесная | | | 0,5 (ОБУВ) | | |
| 30 | Иприт азотистый (N,N'-бис[2-хлорэтил]-N-метиламин) | 51-75-2 | | | | |
| 31 | Иприт сернистый (бис[2-хлорэтил]сульфид) | 505-60-2 | | | | |
| | Иприт | 0,0002 | 0,000002 (ОБУВ) | 0,0002 | | |
| 32 | Кадмий и его соединения | | | | | |
| | Кадмий и его неорганические соединения | | 0,05/0,01 | | 0,001 <7> | |
| | Кадмий ртуть теллур (твердый раствор) (контроль паров ртути) | 29870-72-2 | 1,0 | | | |
| | Кадмия октадеканоат | 2223-93-0 | 0,1 | 0,0003 (ОБУВ) | | |
| | Диметилкадмий | 506-28-1 | 0,005/0,001 | | | |
| | Люминофор КТБ (по Cd) | | 0,1 | | | |
| | Люминофор Р-540у (по Cd) | | 0,1 | | | |
| | Люминофор В-3-Ж (по Cd) | | 0,1 | | | |
| | Кадмий дихлорид (в пересчете на Cd) | 10108-64-2 | | -/0,0003 | | |
| | Кадмий диiodид (в пересчете на Cd) | 7790-80-9 | | -/0,0003 | | |
| | Кадмий динитрат (в пересчете на Cd) | 10022-68-1 | | -/0,0003 | | |
| | Кадмий диоксид (в пересчете на Cd) | 1306-19-0 | | -/0,0003 | | |
| | Кадмий сульфат (в пересчете на Cd) | 7790-84-3 | | -/0,0003 | | |
| | Кадмий | | | | 0,001 | СанПиН 2.3.2.1078-01 |
| | Свинцово-кадмиевый припой (состав: кадмий - 18%, свинец - 32%, олово - 50%) /по свинцу/ | | 0,05 | | | |
| | Катализатор кадмий-кальций-фосфатный /по кадмию/ | | | 0,0003 (ОБУВ) | | |
| 33 | Каменноугольные и нефтяные смолы, пеки и их возгоны | | | | | |
| | Возгоны каменноугольных смол и пеков при среднем содержании в них бенз(а)пирена: | | | | | |
| | - менее 0,075% | | -/0,2 | | | |
| | - 0,075 - 0,150% | | -/0,1 | | | |
| | - от 0,15 до 0,30% | | -/0,05 | | | |

Продолжение прил. 3

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|----|--|---------------------------|---------|------------------|---|---|
| | Возгоны каменноугольного пека с содержанием бенз(а)пирена от 0,10 до 0,15% | | | 0,0007 (ОБУВ) | | |
| | Смола легкая высокоскоростного пиролиза бурых углей | | | | | |
| | - по органическому углероду | | | 0,2/- | | |
| | - по фенолам | | | 0,004/- | | |
| | Фенольная фракция легкой смолы высокоскоростного пиролиза бурых углей | | | 0,008/- | | |
| 35 | Комбинированная химиотерапия с использованием винкристина, прокарбазина, преднизолон, а также эмбихина и других алкилирующих агентов | | | | | |
| | Преднизолон, (11бета)11,17,21- | | | | | |
| | Тригидроксипрегна-1,4-диен-3,20-дион | 50-24-8 | 0,01 | | | |
| | Эмбихин, 2-Хлор-N-(2-хлорэтил)-N-метилэтанамин гидрохлорид | 55-86-7 | ++ <8> | | | |
| 36 | Кремния диоксид кристаллический в форме кварца и кристобалита | 14808-60-7, 14464-46-1 | | | | |
| | Кремний диоксид кристаллический (кварц, кристобалит, тридимит) при содержании в пыли более 70% (кварцит, диас и др.) | | 3,0/1,0 | | | |
| | Кремний диоксид кристаллический при содержании в пыли от 10 до 70% (гранит, шамот, слюда-сырец, углеродная пыль и др.) | | 6,0/2,0 | | | |
| | Кремний диоксид кристаллический при содержании в пыли от 2 до 10% (горючие кукурузные сланцы, медносульфидные руды и др.) | | -/4,0 | | | |
| | Дуниты и изготавливаемые из них магнезиально-силикатные (форстеритовые) огнеупоры | | -/4,0 | | | |
| | Пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния, %: | | | | | |
| | - более 70 (диас и др.); | | | 0,15/0,05 | | |

Продолжение прил. 3

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|----|--|------------|-------------|--------------------|------|-------------------------|
| | - 70-20 (шамот, цемент, пыль цементного производства - глина, глинистый сланец, доменный шлак, песок, клинкер, зола, кремнезем и др.); | | | 0,3/0,1 | | |
| | - менее 20 (доломит, пыль цементного производства - известняк, мел, огарки, сырьевая смесь, пыль вращающихся печей, боксит и др.) | | | 0,5/0,15 | | |
| 46 | Милеран Бутан-1,4-диола диметансульфонат | 55-98-1 | | выброс запрещен | | |
| 47 | Минеральные масла (нефтяные и сланцевые) неочищенные и неполностью очищенные | | | | | |
| | Масла минеральные нефтяные | | 5,0 | | | |
| | Масло минеральное нефтяное веретенное, машинное, цилиндрическое и др. | | 0,05 (ОБУВ) | | | |
| 48 | Мышьяк и его неорганические соединения Мышьяк, неорганические соединения: | 7440-38-2 | | | | |
| | - мышьяк до 40% | | 0,04/0,01 | | | |
| | - мышьяк более 40% | | 0,04/0,01 | | | |
| | Мышьяк, неорганические соединения (в пересчете на мышьяк) | | -/0,0003 | | | |
| | Мышьяк | | | | 0,01 | СанПиН 2.3.2.1078-01 |
| 49 | 1-Нафтиламин технический, содержащий более 0,1% 2-нафтиламина | 134-32-7 | | | | |
| | 1-Аминафталин | | | 0,003 (ОБУВ) | | |
| 51 | Никель и его соединения | | | | | |
| | Никель тетракарбонил | 13463-39-3 | 0,003 | | | |
| | Никель хром гексагидрофосфат гидрат (по никелю) | | 0,005 | | | |
| | Никель, никель оксиды, сульфиды и смеси соединений никеля (файнштейн, никелевый концентрат и агломерат, обратная пыль очистных устройств) по никелю) | | 0,05 | | | |
| | Никеля соли в виде гидроаэрозоля (по никелю) | | 0,005 | | | |
| | Гептаникель гексасульфид | 12503-53-6 | 0,15/0,05 | | | |
| | Феррит никельмедный | | 2,0 | -/0,004 | | |

Продолжение прил. 3

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|----|--|------------|--------------|--|------------|-------------------------|
| | Феррит никельцинковый диалюминий триоксид в смеси со сплавом никеля до 15% | 12609-69-7 | 2,0 -/4,0 | -/0,003 | | |
| | Никель оксид (в пересчете на никель) | 1313-99-1 | | -/0,001 | | |
| | Кальций никель хром-фосфат (по никелю) | | 0,005 | | | |
| | Никель растворимые соли (в пересчете на никель) | | | 0,002/0,0002 | | |
| | Никель(II)сульфат (в пересчете на никель) | 7786-81-4 | | 0,002/0,001 | | |
| | Никель | 7440-02-0 | | -/0,001 | 0,02 | СанПиН 2.3.2.1078-01 |
| 52 | N-нитрозодиметиламин | 62-75-9 | | -/50 мкг/м ³ | | СанПиН 2.3.2.1078-01 |
| 53 | N-нитрозодиэтиламин | 55-18-5 | | | | СанПиН 2.3.2.1078-01 |
| 56 | Полихлорированные бифенилы (дифенилы хлорированные) | 1336-36-3 | 1,0 | 0,001 | | СанПиН 2.3.2.1078-01 |
| 58 | Пропилена оксид (метил-оксиран, 1,2-эпокси-пропан) | 75-56-9 | 1,0 | 0,08/- | 0,01 | |
| 60 | Тальк, содержащий асбестоподобные волокна | - | | | | |
| | Талькопородные пыли (природные смеси талька с тремолитом, актинолитом антофиллитом и др.), содержащие до 10% свободного диоксида кремния | | -/4,0 | | | |
| 61 | Тамоксифен (Z)-2-[4-1,2-Дифенил-1-бутенил) фенокси]-N, N-диметилэтанамин (тамоксифен основание) (Z)-2-[4-(1,2-Дифенил-1-бутенил) фенокси]-N, N-диметилэтанамин-2-гидрокси-1,2,3-пропан | 10540-29-1 | 0,001 | | | |
| | Трикарбоксилат (1:1) (тамоксифен цитрат) | 54965-24-1 | 0,001 | выброс запрещен | отсутствие | |
| 63 | 2,3,7,8-тетрахлор-дихлор-пара-диоксин | 1746-01-6 | | | | |
| | Диоксины (в пересчете на 2,3,7,8-тетрахлор-дихлор-1,4-диоксин) | | | -/0,5 пкг/м ³ другие диоксины и дибензофураны в единицах М-ТЭФ | | |
| 64 | Тетрахлорэтилен (перхлорэтилен, 1,1,2,2-тетрахлор-этилен) | 127-18-4 | 10,0 | 0,5/0,06 | 0,005 | |
| 66 | орто-Толуидин (о-Толуидин, 1-Амино-2-метилбензол) | 95-53-4 | 1,0/0,5 | | | |

Продолжение прил. 3

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|----|--|-----------|-------------|-------------|-------------|----------------------|
| 67 | Толуолы альфа-хлорированные | | | | | |
| | Бензилхлорид (хлорметилбензол) | 100-44-7 | 0,5 | 0,05 (ОБУВ) | 0,01 | |
| | Бензалхлорид (дихлорбензол) | 98-87-3 | | 0,5 | | |
| | Бензотрихлорид (трихлорметилбензол) | 98-07-7 | 0,6/0,2 | | | |
| | Бензоилхлорид | 98-88-4 | 5,0 | 0,04 (ОБУВ) | | |
| 70 | 1,2,3-Трихлорпропан | 96-18-4 | 2,0 | -/0,05 | 0,07 | |
| 71 | Трихлорэтилен (1,1,2-Трихлорэтилен, этилен-трихлорид, бензиол, трихлорэтен) | 79-01-6 | 30,0/10,0 | 4,0/1,0 | 0,06 (ОБУВ) | |
| 72 | Фенацетин (фенедин, [N-(4-этоксифенил) ацетамид, п-ацетамин-офенетол) | 62-44-2 | 0,5 | | | |
| 74 | Формальдегид | 50-00-0 | 0,5 | 0,035/0,003 | 0,05 | |
| | Фенолформальдегидные смолы (летучие продукты, контроль по формальдегиду) | | 0,05 | | | |
| | Пыль фенолформальдегидного пресс-порошка марки 03-010-02 | | 0,05 (ОБУВ) | | | |
| | Пыль фенолформальдегидной смолы новолачного типа марки СФ-010, СФ-011, Э2-330-02 | | 0,05 (ОБУВ) | | | |
| | Пыль фенолформальдегидной смолы резольного типа | | 0,04 (ОБУВ) | | | |
| 76 | Хлорамфеникол (левомицетин; [R-(R*, R*)]-2,2-Дихлор-N-[2-гидрокси-1-(гидроксиметил)-2-(4-нитрофенил)этил] ацетамид | 56-75-7 | 1,0 | 0,01 (ОБУВ) | | СанПиН 2.3.2.1078-01 |
| 79 | Хлорметилметиловый эфир (Хлорметоксиметан) (по хлору) | 107-30-2 | 0,5 | | | |
| 83 | Хрома шестивалентного соединения | | | | | |
| | Хром (VI) триоксид | 1333-82-0 | 0,01 | | | |
| | Хромовой кислоты соли (в пересчете на хром (VI)) | | 0,03/0,01 | | | |
| | Дихромовая кислота, соли (в пересчете на хром (VI)) | | 0,01 | | | |
| | Алюминий кальций-0,8-хром-5,6-дифтордифосфат-1,6-водородхромат гидрат | | 0,01 | | | |
| | Барий димедь дихром нонаксид | | 0,03/0,01 | | | |

Продолжение прил. 3

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|
|---|---|---|---|---|---|---|

| | | | | | | |
|----|--|------------|-----------|------------------|-------------------|----------------------|
| | Катализатор цинкхромовый синтеза метанола (по хрому (VI)) | | | 0,0015 (ОБУВ) | | |
| | Бис (трифенилсилил) хромат (VI) (силилхромат) (в пересчете на хром (VI)) | | 0,03/0,01 | | | |
| | Хром (в пересчете на хрома (VI) оксид) | | | -/0,0015 | | |
| | Хром (VI) | | | | 0,05 | СанПиН 2.3.2.1078-01 |
| 86 | Цисплатин (SP-Диамидодихлорплатина) | 15663-27-1 | | | отсутствие | |
| 87 | Эпихлоргидрин (хлорметил) оксиран | 106-89-8 | 2,0/1,0 | 0,04/0,004 | 0,0001 | |
| | Эпоксидные смолы (летучие продукты) (контроль по эпихлоргидрину, в зависимости от применяемых марок) | | 0,1-1,0 | | | |
| | Эпоксидный клей УП-5-240 (летучие продукты) (контроль по эпихлоргидрину) Краска порошковая эпоксидная | | 0,5 | 0,01 (ОБУВ) | | |
| 92 | Этилена оксид. Эпоксидэтан (этиленоксид, оксиран, окись этилена) | 75-21-8 | 3,0/1,0 | 0,3/0,03 | | |
| 93 | Этиленбромид (1,2-Дибромэтан) | 106-93-4 | | | 0,00005 (ОБУВ) | |

6. Гигиенические нормативы для воздуха жилых и непромышленных помещений

Формальдегид – 0,01 мг/м³

При проектировании новых зданий – среднегодовая эквивалентная равновесная объемная активность (СЭРОА) изотопов радона и торона в воздухе помещений не должна превышать 100 Бк/м³. В эксплуатируемых зданиях СЭРОА не должна превышать 200 Бк/м³. При невозможности снижения СЭРОА до значения менее 400 Бк/м³ ставится вопрос о переселении жильцов, перепрофилировании или сносе здания.

Примечания.

1. В таблице данного приложения приведены гигиенические нормативы, включенные в ГН 2.2.5.1313-03, ГН 2.2.5.1827-03, ГН 2.2.5.1314-03, ГН 2.1.6.1338-03, ГН 2.1.6.1339-03, ГН 2.1.6.1372-03, ГН 2.1.5.1315-03, ГН 2.1.5.1316-03, ГН 2.2.5.2100-06, ГН 2.1.5.2280-07 и СП 2.6.1.758-99 (НРБ-99). Для ряда веществ, включенных в санитарные правила, гигиенические нормативы их содержания в различных средах не установлены.

Окончание прил. 3

2. Названия индивидуальных веществ приведены, где это было возможно, в соответствии с правилами IUPAC и обеспечены регистрационными номерами CAS для облегчения идентификации веществ. Синонимы приведены в соответствии с нормативными документами (см. сноску 1).

3. ВРЗ – воздух рабочей зоны; АВ – атмосферный воздух населенных мест; вода – вода водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.

4. В СанПиН 2.3.2.1078-01 "Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов" приведены гигиенические нормативы содержания данного канцерогена в различных видах продовольственного сырья и пищевых продуктов.

5. Для воздуха рабочей зоны в числителе – максимальная разовая ПДК, в знаменателе – среднесменная ПДК; для атмосферного воздуха населенных мест, соответственно, максимальная разовая и среднесуточная ПДК.

6. Норматив для неорганических соединений, в том числе переходных элементов, с учетом валового содержания всех форм.

7. ++ – вещества, при работе с которыми должен быть исключен контакт с органами дыхания и кожей при обязательном контроле воздуха рабочей зоны утвержденным методом на уровне чувствительности не менее 0,001 мг/м³. Для таких веществ значения ПДК в ГН 2.2.5.1313-03 и в соответствующих дополнениях не приводятся, а указывается только класс опасности и агрегатное состояние в воздухе.

Приложение 4

Перечень веществ, опасных для репродуктивного здоровья человека¹⁾

| № п/п | Наименование вещества | № CAS | ПДК _{м.р./д.з.} мг/м ³ * | Агрегатное состояние** | Класс опасности | Особенности действия*** |
|-------|--|------------------------|---|------------------------|-----------------|-------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | Аммоний фторид (по фтору) | 12125-01-8 | 1,0/0,2 | а | 2 | |
| 2 | Барий дифторид (по фтору) | 7787-32-8 | 1,0/0,2 | а | 2 | |
| 3 | Бенз(а)пирен (3,4-бензопирен) | 50-32-8 | -/0,00015 | а | 1 | К |
| 4 | Бензилкарбинол (трикрезол) | 100-51-6 | 5 | п | 3 | |
| 5 | Бензин (растворитель, топливный) | 8032-32-4 | 300/100 | п | 4 | |
| 6 | Бензол (циклогексаatriен) | 71-43-2 | 15/5 | п | 2 | К |
| 7 | Бериллий и его соединения | | 0,003/ 0,001 | а | 1 | к, А |
| 8 | 2-бром-1,1,1 -три-фтор-2-хлорэтан (фторотан, галотан) | 151-67-7 | 20 | п | 3 | |
| 9 | Ванадий европий иттрий оксид фосфат (контроль по иттрию); люминофор Л-43 | 122434-46-2 | 1 | а | 3 | |
| 10 | Гексагидро-2Н-азе-пин-2он(капролакта-там) | 105-60-2 | 10 | а | 3 | |
| 11 | Гидроксibenзол (фенол) | 108-95-2 | 1/0,3 | п | 2 | |
| 12 | 4-Гидрокси-3-(3-оксо-1-фенилбу-2Н-1-бензопиран-2-он-тил), (варфарин) | 81-81-2 | 0,001 | а | 1 | |
| 13 | Гидрофторид (в пересчете на фтор) | 7664-39-3 | 0,5/0,1 | п | 2 | О |
| 14 | N,N-Диметилаце-тамид | 127-19-5 | 3/1 | п | 3 | |
| 15 | Диметилбензол (смесь 2-,3-,4 изо-меров), (ксилол) | 1330-20-7 | 150/50 | п | 3 | |
| 16 | N, N-Д иметил фор-мамид | 68-12-2 | 10 | п | 2 | |
| 17 | 1,5-диметил-5-(1-циклогексен-1-ил) барбитурат натрия | 50-09-9 | 1 | а | 2 | |
| 18 | Дихлорметан (метиленхлорид) | 75-09-2 | 100/50 | п | 4 | |
| 19 | Калий фторид (по фтору) | 7789-23-3 | 1,0/0,2 | а | 2 | |
| 20 | Криолит (по фтору) | 15096-52-3 | 1,0/0,2 | а | 2 | |
| 21 | Литий фторид (по фтору) | 7789-24-4 | 1,0/0,2 | а | 2 | |
| 22 | 2-метилбута-1,3-диен (1,3-бутадиен, дивинил) | 78-79-5 | 40 | п | 4 | |
| 23 | Марганец в сварочных аэрозолях при его содержании: до 20% от 20 до 30% | 7439-96-5 7439-96-5 | 0,6/0,2 0,3/0,1 | а а | 2 2 | |
| 24 | Марганец карбонат гидрат | 34156-69-9 | 1,5/0,5 | а | 2 | А |
| 25 | Марганец нитрат гексагидрат | 17141-63-8 | 1,5/0,5 | а | 2 | А |
| 26 | Марганца оксиды (в пересчете на марганец диоксид): аэрозоль дезинтеграции аэрозоль конденсации | | 0,3 0,05 | а а | 2 1 | |
| 27 | Марганец сульфат пентагидрат | 10034-96-5 | 1,5/0,5 | а | 2 | А |
| 28 | Марганец трикар-бонилциклопента-диен | 12079-65-1 | 0,1 | п | 1 | |
| 29 | Метилбензол | 108-88-3 | 150/50 | п | 3 | |
| 30 | 2-Метоксиэтил-ацетат | 110-49-6 | 10 | п | 3 | |

Окончание прил. 4

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|----|--|------------|-------------|-----|---|---------|
| 31 | Мышьяк, неорганические соединения (мышьяк более 40%) (по мышьяку) | | 0,04/0,01 | а | 1 | К |
| 32 | Мышьяк, неорганические соединения (мышьяк до 40%) (по мышьяку) | | 0,04/0,01 | а | 2 | К |
| 33 | Натрий фторид (по фтору) | 7681-49-4 | 1,0/0,2 | а | 2 | |
| 34 | Никель тетракар-бонил | 13463-39-3 | 0,0005 | п | 1 | О, К, А |
| 35 | Олово фторид (по фтору) | 13966-74-0 | 1,0/0,2 | а | 2 | |
| 36 | Полимер (1-метил-этилен)бензола с этиленбензолом | 9011-11-4 | -/5 | а | 4 | |
| 37 | Пропан-2-он (ацетон) | 67-64-1 | 800/200 | п | 4 | |
| 38 | Проп-2-енонитрил (акрилонитрил) | 107-13-1 | 1,5/0,5 | п | 2 | А |
| 39 | Ртуть | 7439-97-6 | 0,01/ 0,005 | п | 1 | |
| 40 | Свинец и его неорганические соединения (по свинцу) | | -/0,05 | а | 1 | |
| 41 | Серебро фторид (по фтору) | 7775-41-9 | 1,0/0,2 | а | 2 | |
| 42 | Сурьма и ее соединения: пыль сурьмы металлической | 0,5/0,2 | 0,5/0,2 | а | 2 | |
| 43 | Тетрагидро-1,4-ок-сазин (морфолин) | 110-91-8 | 1,5/0,5 | п | 2 | |
| 44 | Тетрахлорметан | 56-23-5 | 20/10 | п | 2 | |
| 45 | Трис (метилфенил) фосфат (содержание о-изомера > 3%), (трикрезил-фосфат) | 1330-78-5 | 0,1 | а | 1 | |
| 46 | Трис (метилфенил)фосфат (содержание о-изомера < 3%), (трикрезил-фосфат) | 1330-78-5 | 0,5 | а | 2 | |
| 47 | 1,1'-(2,2,2-трихлор-этилен) бис-(4-хлорбензол), (ДДТ) | 50-29-3 | 0,1 | п+а | 1 | |
| 48 | Уайт-спирит (в пересчете на С) | 8052-41-3 | 900/300 | п | 4 | |
| 49 | Углерод дисульфид, (сероуглерод) | 75-15-0 | 10/3 | п | 2 | |
| 50 | Углерод оксид | 630-08-0 | 20 | а | 4 | О |
| 51 | Формальдегид | 50-00-0 | 0,5 | п | 2 | О,А |
| 52 | 1 -хлорбута-1, 3-ди-ен (а-хлоропрен) | 627-22-5 | 5 | п | 3 | |
| 53 | 2-хлорбута-1,3-диен (Р-хлоропрен) | 126-99-8 | 2 | п | 3 | |
| 54 | Хлорметан | 74-87-3 | 10/5 | п | 2 | |
| 55 | Хлорэтен (хлор-этилен, хлорвинил) | 75-01-4 | 5/1 | п | 1 | К |
| 56 | Хром (VI) триоксид | 1333-82-0 | 0,03/0,01 | а | 1 | К |
| 57 | Эпоксидан (окси-ран, оксид этилена) | 75-21-8 | 3/1 | в | 2 | К |
| 58 | 2-этоксиэтанол | 110-80-5 | 30/10 | п | 3 | |
| 59 | 2-этоксиэтилацетат | 111-15-9 | 10 | п | 3 | |

¹⁾ В соответствии с СанПиН 2.2.0.555-96 «Гигиенические требования к условиям труда женщин», Методическими рекомендациями № 11-8/240-02 «Гигиеническая оценка вредных производственных факторов и производственных процессов, опасных для репродуктивного здоровья человека»; Detailed review document on classification systems for reproductive toxicity in OECD member countries/OECD series on testing and assessment № 15. – Paris: OECD.– 1999. – 18 p.

* В числителе максимальная, а в знаменателе среднесменная ПДК.

** Преимущественное агрегатное состояние вещества в воздухе в условиях производства: п – пары и (или) газы, а – аэрозоль.

*** Наряду с остронаправленным механизмом действия приведены дополнительные особенности действия вещества: А – аллерген, К – канцероген, Р – раздражающее действие.

Приложение 5 Перечень высокоопасных аллергенов

| № п/п | Наименование вещества | № CAS | ПДК _{м.п./р.з.} , мг/м ³ | Агрегатное состояние* | Класс опасности | Особенности действия** |
|-------|---|------------|--|-----------------------|-----------------|------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 2-Амино-2-дезоксиглюкозы гидрохлорид; Хитозамин; Глюкозамин гидрохлорид | 66-84-2 | 0,005 | а | 1 | |
| 2 | Бациллихилин (по бацитрацину) | 140587-4 | 0,01 | а | 1 | |
| 3 | Бензол-1,4-дикарбоновая кислота; Терефталевая кислота | 100-21-0 | 0,1 | п+а | 1 | |
| 4 | Бериллий и его соединения (в пересчете на бериллий) | | 0,003/0,001 | а | 1 | К |
| 5 | Гексаметилендиизоциа-нат ⁺ | 822-06-0 | 0,05 | п | 1 | |
| 6 | (1 α ,2 α ,3 α ,4 β ,5 β ,6 β)-Гекса(1,2,3,4,5,6)хлорциклогексан ⁺ ; γ -Гексахлоран | 6108-10-7 | 0,05 | п+а | 1 | |
| 7 | Гентамицин ⁺ (смесь гентамицинсульфатов 1:2,5)-C ₁ (40%), C ₂ (20%), C _{1a} (40%) | 1403-66-3 | 0,05 | а | 1 | |
| 8 | Гептаникель гексасульфид | 12503-53-6 | 0,15/0,05 | а | 1 | К |
| 9 | Гигромицин Б ⁺ | 31282-04-9 | 0,001 | а | 1 | |
| 10 | Гризин | | 0,002 | а | 1 | |
| 11 | 0-2-Дезокси-2(К-метиламино)- α -L-глюкопиранозил-(1 \rightarrow 2)-0-5-дезоксиглюко-3-формил- α -L-глюкофуранозил-(1 \rightarrow 4)-N,N ¹ -бис(аминоиминометил)-D-стрептамин ⁺ ; Стрептомицин | 57-92-1 | 0,1 | а | 1 | |
| 12 | О-3-Дезокси-4-С-метил-3-(метиламино)- β -L-арабинопиранозил-(1 \rightarrow 6)-О-[2,6-диамино-2,3,4,6-тетрадезоксиглицерогекс-4-енопиранозил-(1 \rightarrow 4)]-2-дезоксид-стрептамин; Синтомицин | 32385-11-8 | 0,05 | а | 1 | |
| 13 | 1,4-Диаминобензол; п-Фенилендиамин | 106-50-3 | 0,05 | п+а | | |
| 14 | 1,4-Диаминобензол дигидрохлорид 1,4-Фенилендиамин дигидрохлорид | 624-18-0 | 0,05 | п+а | | |
| 15 | 1,6-Диаминогексан; Гексаметилендиамин | 124-09-4 | 0,1 | п | | |
| 16 | Диаммоний гексахлорплатинат | | 0,005 | а | | |
| 17 | Диаминодихлорпалладий ⁺ | 14323-43-4 | 0,005 | а | | |
| 18 | Диаммоний хром тетрасульфат-2,4-гидрат [по хрому (Cr ⁺³)]; Хромам-миачные квасцы | | 0,02 | а | | |
| 19 | N,N-Дибутил-4-(гексилокси)нафталин-1-карбоксамид ⁺ ; Бунамидин гидрохлорид | 1055-55-6 | 0,01 | а | 1 | |
| 20 | 1,3-Дигидро-1,3-диоксо-5-изобензофуранкарбоновая кислота; Бензол-1,2,4-трикарбоновой кислоты 1,2-ангидрид; Тримеллитовой кислоты ангидрид | 552-30-7 | 0,05 | а | 1 | |
| 21 | [2S-(2 α ,5 α ,6 β)]-3,3-Диметил-6[[[5-метил-3-фенилизоксазол-4-ил]карбонил]амино]-7-оксо-4-гиа-1-азабицикло[3,2,0]гептан-2-карбоновая кислота; Оксациллин | 66-79-5 | 0,05 | а | 1 | |

Продолжение прил. 5

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|----|--|------------|------------|-----|---|---|
| 22 | 1,3-Ди(1-метилэтил)фе-нил-2-изоцианат ⁺ ; 2,6-Диизопропилфенилизо-цианат | 28178-42-9 | 0,1 | п | 1 | |
| 23 | 1,3-Динитро-5-трифтор-метил-2-хлорбензол | 393-75-9 | 0,05 | п+а | 1 | |
| 24 | 2,4 -Динитро-1-хлорбензол | 97-00-7 | 0,2/0,05 | п+а | 1 | |
| 25 | Дихромовая кислота, соли (в пересчете на Cr ⁺⁶) | | 0,01 | а | 1 | К |
| 26 | Кобальт гидридотетра-карбонил | 16842-03-8 | 0,01 | п | 1 | О |
| 27 | Кобальт и его неорганические соединения ⁺ | | 0,05/0,01 | а | 1 | |
| 28 | Меркаптоэтановая кислота ⁺ | 68-11-1 | 0,1 | п+а | 1 | |
| 29 | Метилдитиокарбамат натрия ⁺ (по метилизоцианату); Карбатион; Метилдитиокарбаминовой кислоты натриевая соль | 137-42-8 | 0,1 | а | 1 | |
| 30 | Метилизотиоцианат ⁺ | 556-61-6 | од | п | 1 | |
| 31 | Метилизоцианат ⁺ | 624-83-9 | 0,05 | п | 1 | О |
| 32 | 3-[[[(4-Метилпиперазин-1-ил)имино]метил]рифамицин ⁺ | 13292-46-1 | 0,02 | а | 1 | |
| 33 | 4-Метилфенилен-1,3-ди-изоцианат | 584-84-9 | 0,05 | п | 1 | О |
| 34 | 3-Метилфенилизоцианат | 621-29-4 | од | п | 1 | |
| 35 | Никель тетракарбонил | 13463-39-3 | 0,0005 | п | 1 | К |
| 36 | Никель хром гексагид-рофосфат гидрат (по никелю) ; 1,7-Никель хром гекса(диводородфосфат) гидрат | | 0,005 | п | 1 | К |
| 37 | Никель, никель оксиды, сульфиды и смеси соединений никеля (файн-штейн, никелевый концентрат и агломерат, обратная пыль очистных устройств) (по никелю) | | 0,05 | а | 1 | К |
| 38 | Никеля соли в виде гидроаэрозоля (по никелю) | | 0,005 | а | 1 | К |
| 39 | Самарий пентакобальтид ⁺ (по кобальту); Кобальт-самариевая композиция магнитов | 12017-68-4 | 0,05 | а | 1 | |
| 40 | 2-Фенил-4,6-дихлорпиридазин-3-(2Н)-он | 2568-51-6 | 0,05 | а | 1 | |
| 41 | Хром гидроксид сульфат (в пересчете на Cr ⁺³); Хром серно-кислый основной | 12336-95-7 | 0,06/ 0,02 | а | 1 | |
| 42 | Хром-2-6-дигидрофосфат (по хрому Cr ⁺³); Хром фосфат однозамещенный | 27096-04-4 | 0,06/ 0,02 | а | 1 | |
| 43 | Хром трихлорид гекса-гидрат (по хрому Cr ⁺³) | 10060-12-5 | 0,03/ 0,01 | а | 1 | |
| 44 | Хромовой кислоты соли (в пересчете на хром Cr ⁺⁶) | | 0,03/ 0,01 | а | 1 | К |
| 45 | Этиленимин ⁺ ; Азиридин | 151-56-4 | 0,02 | п | 1 | о |

⁺ Требуется специальная защита кожи и глаз.

* Преимущественное агрегатное состояние в воздухе в условиях производства: п – пары и (или) газы; а – аэрозоль.

** Наряду с аллергическим эффектом представлены дополнительные особенности действия вещества: О – вещество с остронаправленным механизмом действия, К – канцероген, Ф – аэрозоль преимущественно фиброгенного действия.

П р и м е ч а н и е .

По степени доказанности опасности аллергена для человека и при испытании на животных аллергены разделены на категории.

Высокоопасный аллерген – имеются доказательства: респираторной гиперчувствительности человека к аллергену; сенсибилизации человека при контакте аллергена с кожными покровами; выраженного сенсибилизирующего действия при испытании на животных (сенсибилизированы все особи, Lim sens < Lim chr). Сенсибилизация является лимитирующим критерием гигиенического нормирования.

Умеренно опасный аллерген – имеются доказательства: респираторной гиперчувствительности человека к аллергену; сенсибилизации человека при контакте аллергена с кожными покровами; умеренного сенсибилизирующего действия при испытании на животных (сенсибилизированы более 30–50 % особей). Сенсибилизация не является лимитирующим критерием гигиенического нормирования; Lim sens равен или выше Lim chr.

Приложение 6

Перечень веществ, опасных при вдыхании и попадании на кожу

| № п/п | Наименование вещества | CAS | ПДК _{м.д/р.з.} , мг/м ³ | Агрегатное состояние | Класс опасности | Особенность и действия |
|---|--|------------|---|----------------------|-----------------|------------------------|
| 1. Противоопухолевые лекарственные средства, гормоны-эстрогены | | | | | | |
| 1 | N-[3-[4 Аминобутил)амино] пропил] блеомицинамида гидрохлорид; блеомицетин гидрохлорид | 55658-47-4 | | a | 1 | |
| 2 | 5- {[4,6-Бис(1-азиридинил)-1, 3,5-тиазин-2-ил]амино}-2,2-диметил-1,3-диоксан-5-метанол; диоксадет | 67026-12-4 | | a | 1 | |
| 3 | 14-Гидроксирубомидин | 25316-40-6 | - | a | 1 | |
| 4 | 3-Гидроксистероид-1,3,5(10)-триен-17-он; эстрон | 53-16-7 | - | a | 1 | К |
| 5 | Диэтиленимид 2-метилтио-золидо-3-фосфорной кислоты; имифос | 1078-79-1 | | a | 1 | |
| 6 | 2,2,6-Тридеокси-3-амино-α-лихсозо-4-метокси-6, 7,9,11-тетраокси-9-ацето-7,8,9,10-тетрагидротетрацен-хинон; рубомидин | 20830-81-3 | | a | 1 | |
| 7 | 2-Хлор-N-(2-хлорэтил)-N-метилэтанамин гидрохлорид; эмбихин | 55-86-7 | | a | 1 | |
| 8 | 17-Этинилэстра-1,3,5(10)-триендиол-3,17; этинилэстрадиол | 57-63-6 | | a | 1 | К |
| 2. Наркотические анальгетики | | | | | | |
| 1 | (5α,6α)-7,8-Дидегидро-4,5-эпокси-3-метокси-17-метилморфин-6-ол; кодеин | 76-57-3 | | a | 1 | |
| 2 | [S-(R*,S*)]-6,7-Диметокси-3-(5,6,7,8-тетрагидро-4-метокси-6-метил-1,3-диоксо-4-[4,5-g]-изохинолин-5-ил)-1-(3H)-изобензофуранон; наркотин | 128-62-1 | | a | 1 | |
| 3 | Морфин гидрохлорид | 52-26-6 | - | a | 1 | |
| 4 | Тебаин | 115-37-7 | - | a | 1 | |
| 5 | 1,2,5-Триметил-4-фенил-пиперидин-4-ол пропио-нат; промедол | 64-39-1 | | a | 1 | |
| 6 | N-Фенил-N-[1-(2-фенил-этил)-4-пиперидинил]-пропанамид; фентанил | 437-38-7 | | a | 1 | |
| 7 | 1-(2-Этоксипропил)-4-пропионилокси-4-фенилпиперидин гидрохлорид; просидол | | | a | 1 | |

Приложение 7

Алфавитный указатель пищевых добавок для производства пищевых продуктов (из СанПиН 2.3.2.1293-03)

| Названия пищевых добавок 1 | Индекс 2 | Технологические функции 3 |
|---|-------------|--|
| Агар (AGAR) | E406 | загуститель, желирующий агент, стабилизатор |
| Адипаты аммония (AMMONIUM ADIPATES) | E359 | регулятор кислотности |
| Адипаты калия (POTASSIUM ADIPATES) | E357 | регулятор кислотности |
| Адипаты натрия (SODIUM ADIPATES) | E356 | регулятор кислотности |
| Адипиновая кислота (ADIPIC ACID) | E355 | регулятор кислотности |
| Азодикарбонамид (AZODICARBONAMIDE) | E927a | улучшитель муки и хлеба |
| Азорубин, Кармуазин (AZORUBINE) | E122 | краситель |
| Азот (NITROGEN) | E941 | газовая среда для упаковки и хранения, хладагент |
| Азотистая кислота, соли - см. Нитриты | | |
| Азотная кислота, соли - см. Нитраты | | |
| Алканет, Алканин (ALKANET) | E103 | краситель |
| Аллилгорчичное масло | - | консервант |
| Альгинат аммония (AMMONIUM ALGINATE) | E403 | загуститель, стабилизатор |
| Альгинат калия (POTASSIUM ALGINATE) | E402 | загуститель, стабилизатор |
| Альгинат кальция (CALCIUM ALGINATE) | E404 | загуститель, стабилизатор |
| Альгинат натрия (SODIUM ALGINATE) | E401 | загуститель, стабилизатор |
| Альгиновая кислота (ALGINIC ACID) | E400 | загуститель, стабилизатор |
| Алюмосиликат (ALUMINIUM SILICATE) | E559 | добавка, препятствующая слеживанию и комкованию |
| Алюмосиликат калия (POTASSIUM ALUMINIUM SILICATE) | E555 | добавка, препятствующая слеживанию и комкованию |
| Алюмосиликат кальция (CALCIUM ALUMINIUM SILICATE) | E556 | добавка, препятствующая слеживанию и комкованию |
| Алюмосиликат натрия (SODIUM ALUMINOSILICATE) | E554 | добавка, препятствующая слеживанию и комкованию |
| Алюмофосфат натрия (SODIUM ALUMINIUM PHOSPHATE) (i) Кислотный (ACIDIS) (ii) Основной (BASIC) | E541 | регулятор кислотности, эмульгатор |
| Амилазы (AMYLASES) | E1100 | улучшитель муки и хлеба |
| Аммонийные соли фосфатидиловой кислоты (AMMONIUM SALTS OF PHOSPHATIDIC ACID) | E442 | эмульгатор |
| Аннато экстракты (ANNATO EXTRACTS) | E160b | краситель |
| Аноксомер (ANOXOMER) | E323 | антиокислитель |
| Антоцианы (ANTHOCYANIN) (i) Антоцианы (Anthocyanins) (ii) Экстракт из кожицы винограда, Энокраситель (Grape skin extract) (iii) Экстракт из черной смородины (Blackcurrant extract) | E163 | краситель |
| бета-Апо-8'-каротиновой кислоты метил- или этиловый эфиры (BETA-APO-8'-CAROTENOIC ACID, METHYL OR ETHYL ESTER) | E160f | краситель |
| бета-Апо-каротиновый альдегид (BETA-APO-CAROTENAL) | E160e | краситель |
| Арабиногалактан (ARABINO-GALACTAN) | E409 | загуститель, желирующий агент, стабилизатор |
| Аргон (ARGON) | E938 | пропеллент, упаковочный газ |

Продолжение прил. 7

| 1 | 2 | 3 |
|--|--------------|---|
| Аскорбат калия (POTASSIUM ASCORBATE) | E303 | антиокислитель |
| Аскорбат кальция (CALCIUM ASCORBATE) | E302 | антиокислитель |
| Аскорбат натрия (SODIUM ASCORBATE) | E301 | антиокислитель |
| Аскорбилпальмитат (ASCORBYL PALMITATE) RBYL | E304 | антиокислитель |
| Аскорбилстеарат (ASCORBYL STEARATE) | E305 | антиокислитель |
| Аскорбиновая кислота, L-(ASCORBIC ACID, L-Аспартам (ASPARTAME) | E300 E951 | антиокислитель подсластитель, усилитель вкуса и аромата |
| Ацесульфам калия (ACESULFAME POTASSIUM) | E950 | подсластитель |
| Ацетат аммония (AMMONIUM ACETATE) | E264 | регулятор кислотности |
| Ацетат кальция (CALCIUM ACETATES) | E263 | консервант, стабилизатор, регулятор кислотности |
| Ацетаты калия (POTASSIUM ACETATES) (i) Ацетат калия (Potassium acetate) (ii) Диацетат калия (Potassium diacetate) | E261 | консервант, регулятор кислотности |
| Ацетаты натрия (SODIUM ACETATES) (i) Ацетат натрия (Sodium acetate) (ii) Диацетат натрия (Sodium diacetate) | E262 | консервант, регулятор кислотности |
| Бензоат калия (POTASSIUM BENZOATE) | E212 | консервант |
| Бензоат кальция (CALCIUM BENZOATE) | E213 | консервант |
| Бензоат натрия (SODIUM BENZOATE) | E211 | консервант |
| Бензойная кислота (BENZOIC ACID) | E210 | консервант |
| Бензойная смола (BENZOIN GUM) | E906 | глазирователь |
| Бентонит (BENTONITE) | E558 | добавка, препятствующая слеживанию и комкованию |
| Бутан (BUTANE) | E943a | пропеллент |
| Бутилгидроксианизол (BUTYLATED HYDROXYANISOLE) | E320 | антиокислитель |
| Бутилгидрокситолуол, "Ионол" (BUTYLATED HYDROXYTOLUENE) | E321 | антиокислитель |
| трет-Бутилгидрохинон (TERTIARY BUTYLHYDROQUINONE) | E319 | антиокислитель |
| Вазелин (PETROLATUM (PETROLEUM JELLY)) | E905b | глазирователь, разделитель, герметик |
| Вазелиновое масло "пищевое" (MINERAL OIL, FOOD GRADE) | E905a | глазирователь, разделитель, герметик |
| Ванилин | - | вкусоароматическое вещество |
| Винная кислота L(+)- (TARTARIC ACID, L(+)-) | E334 | регулятор кислотности, синергист антиокислителей, комплексообразователь |
| Винная кислота, соли- см. Тартраты | | |
| мета-Винная кислота (METATARTARIC ACID) | E353 | регулятор кислотности |
| Виолоксантин (VIOLOXANTHIN) | E161e | краситель |
| Воск карнаубский (CARNAUBA WAX) | E903 | глазирователь |
| Воск пчелиный, белый и желтый (BEES WAX, WHITE AND YELLOW) | E901 | глазирователь, разделитель |
| Воск рисовых отрубей (RICE BRAN WAX) | E908 | глазирователь |
| Воск свечной (CANDELILLA WAX) | E902 | глазирователь |
| Восковые эфиры (WAX ESTERS) | E910 | глазирователь |
| Гваяковая смола (GUAIAIC RESIN) | E314 | антиокислитель |
| Гваяковая камедь (CUM GUAICUM) | E241 | консервант |
| Гексаметиленetetрамин (HEXAMETHYLENE TETRAMINE) | E239 | консервант |

Продолжение прил. 7

| 1 | 2 | 3 |
|---|-------|---|
| Геллановая камедь (GELLAN GUM) | E418 | загуститель, стабилизатор, желирующий агент |
| Гелий (GELLIUM) | E939 | пропеллент, упаковочный газ |
| Гидроксид аммония (AMMONIUM HYDROXIDE) | E527 | регулятор кислотности |
| Гидроксид калия (POTASSIUM HYDROXIDE) | E525 | регулятор кислотности |
| Гидроксид кальция (CALCIUM HYDROXIDE) | E526 | регулятор кислотности, отвердитель |
| Гидроксид магния (MAGNESIUM HYDROXIDE) | E528 | регулятор кислотности, стабилизатор цвета |
| Гидроксид натрия (SODIUM HYDROXIDE) | E524 | регулятор кислотности |
| Гидроксипропилметилцеллюлоза (HYDROXYPROPYL METHYL CELLULOSE) | E464 | загуститель, эмульгатор, стабилизатор |
| Гидроксипропилцеллюлоза (HYDROXYPROPYL CELLULOSE) | E463 | загуститель, эмульгатор, стабилизатор |
| Гидросульфит (бисульфит) калия (POTASSIUM BISULPHITE) | E228 | консервант, антиокислитель |
| Гидросульфит кальция (CALCIUM HYDROGEN SULPHITE) | E227 | консервант, антиокислитель |
| Гидросульфит натрия (SODIUM HYDROGEN SULPHITE) | E222 | консервант, антиокислитель |
| Глицерин (GLYCEROL) | E422 | влагоудерживающий агент, загуститель |
| Глицерина и винной, уксусной и жирных кислот смешанные эфиры (MIXED TARTARIC, ACETIC AND FATTY ACID ESTERS OF GLYCEROL) | E472f | эмульгатор, стабилизатор, комплексообразователь |
| Глицерина и диацетилвинной и жирных кислот эфиры (DIACETYLTARTARIC AND FATTY ACID ESTERS OF GLYCEROL) | E472e | эмульгатор, стабилизатор, комплексообразователь |
| Глицерина и древесных смол эфиры (GLYCEROL ESTERS OF WOOD RESIN) | E445 | эмульгатор, стабилизатор |
| Глицерина и лимонной кислоты и жирных кислот эфиры (CITRIC AND FATTY ACID ESTERS OF GLYCEROL) | E472c | эмульгатор, стабилизатор, комплексообразователь |
| Глицерина и молочной и жирных кислот эфиры (LACTIC AND FATTY ACID ESTERS OF GLYCEROL) | E472b | эмульгатор, стабилизатор, комплексообразователь |
| Глицерина и уксусной и жирных кислот эфиры (ACETIC AND FATTY ACID ESTERS OF GLYCEROL) | E472a | эмульгатор, стабилизатор, комплексообразователь |
| Глицерофосфат кальция (CALCIUM GLYCEROPHOSPHATE) | E383 | загуститель, стабилизатор |
| Глицин (GLYCINE) | E640 | модификатор вкуса и аромата |
| Глицирризин (GLICYRRHIZIN) | E958 | подсластитель, усилитель вкуса и аромата |
| Глутамат аммония 1-замещенный (MONOAMMONIUM GLUTAMATE) | E624 | усилитель вкуса и аромата |
| Глутамат калия 1-замещенный (MONOPOTASSIUM GLUTAMATE) | E622 | усилитель вкуса и аромата |
| Глутамат кальция (CALCIUM GLUTAMATE) | E623 | усилитель вкуса и аромата |
| Глутамат магния (MAGNESIUM GLUTAMATE) | E625 | усилитель вкуса и аромата |
| Глутамат натрия 1-замещенный (MONOSODIUM GLUTAMATE) | E621 | усилитель вкуса и аромата |
| Глутаминовая кислота, L(+)- (GLUTAMIC ACID, L(+)-) | E620 | усилитель вкуса и аромата |

Продолжение прил. 7

| 1 | 2 | 3 |
|--|-------|---|
| Глюкозооксидаза (GLUCOSE OXIDASE) | E1102 | антиокислитель |
| Глюконат железа (FERROUS GLUCONATE) | E579 | стабилизатор окраски |
| Глюконат калия (POTASSIUM GLUCONATE) | E577 | комплексообразователь |
| Глюконат кальция (CALCIUM GLUCONATE) | E578 | регулятор кислотности, отвердитель |
| Глюконат магния (MAGNESIUM GLUCONATE) | E580 | регулятор кислотности, отвердитель |
| Глюконат натрия (SODIUM GLUCONATE) | E576 | комплексообразователь |
| Глюконо-дельта лактон (GLUCONO DELTA-LACTONE) | E575 | регулятор кислотности, разрыхлитель |
| Глюконовая кислота (D-) (GLUCONIC ACID (D-)) | E574 | регулятор кислотности, разрыхлитель |
| 5'-Гуанилат калия 2-замещенный (DIPOTASSIUM 5'-GUANYLATE) | E628 | усилитель вкуса и аромата |
| 5'-Гуанилат кальция (CALCIUM 5'-GUANYLATE) | E629 | усилитель вкуса и аромата |
| 5'-Гуанилат натрия 2-замещенный (DISODIUM 5'-GUANYLATE) | E627 | усилитель вкуса и аромата |
| Гуаниловая кислота (GUANYLIC ACID) | E626 | усилитель вкуса и аромата |
| Гуаровая камедь (GUAR GUM) | E412 | загуститель, стабилизатор |
| Гуммиарабик (GUM ARABIC (ACACIA GUM)) | E414 | загуститель, стабилизатор |
| Гхатти камедь (GUM GHATTI) | E419 | загуститель, стабилизатор, желирующий агент |
| Дегидрацетат натрия (SODIUM DEHYDROACETATE) | E266 | консервант |
| Дегидрацетовая кислота (DEHYDROACETIC ACID) | E265 | консервант |
| Декстрины, крахмал, обработанный термически, белый и желтый (DEXTRINS, ROASTED STARCH WHITE AND YELLOW) | E1400 | стабилизатор, загуститель, связующее |
| Дигидрокверцетин | | антиокислитель |
| Дикрахмаладипат ацелированный (ACETYLATED DISTARCH ADIPATE) | E1422 | стабилизатор, загуститель, связующее |
| Дикрахмалглицерин ацелированный (ACETYLATED DISTARCH GLYCEROL) | E1423 | стабилизатор, загуститель, связующее |
| Дикрахмалглицерин "сшитый" (DISTARCH GLYCEROL) | E1411 | стабилизатор загуститель |
| Дикрахмалглицерин оксипропилированный (HYDROXYPROPYL DISTARCH GLYCEROL) | E1443 | стабилизатор, загуститель |
| дикрахмалфосфат ацелированный "сшитый" (ACETYLATED DISTARCH PHOSPHATE) | E1414 | эмульгатор, загуститель |
| Дикрахмалфосфат оксипропилированный "сшитый" (HYDROXYPROPYL DISTARCH PHOSPHATE) | E1442 | стабилизатор, загуститель |
| Дикрахмалфосфат, этерифицированный тринатрийметафосфатом; этерифицированный хлорокисью фосфора (DISTARCH PHOSPHATE ESTERIFIED WITH SODIUM TRIMETASPHOSPHATE; ESTERIFIED WITH PHOSPHORUS OXYCHLORIDE) | E1412 | стабилизатор, загуститель, связующее |
| Диметилдикарбонат (велькорин) (DIMETHYL DICARBONATE) | E242 | консервант |
| Диоксид кремния аморфный (SILICON DIOXIDE AMORPHOUS) | E551 | добавка, препятствующая слеживанию и комкованию |

Продолжение прил. 7

| 1 | 2 | 3 |
|---|-------|--|
| Диоксид серы (SULFUR DIOXIDE) | E220 | консервант, антиокислитель |
| Диоксид титана (TITANIUM DIOXIDE) | E171 | краситель |
| Диоксид углерода (CARBON DIOXIDE) | E290 | газ для насыщения напитков |
| Диоктилсульфосукцинат натрия (DIOCTYL SODIUM SULPHOSUCCINATE) | E480 | эмульгатор, увлажняющий агент |
| Дифенил (DIPHENYL) | E230 | консервант |
| Дихлордифторметан, (хладон-12) (DICHLORODIFLUOROMETHANE) | E940 | пропеллент, хладагент |
| Додецилгаллат (DODECYL GALLATE) | E312 | антиокислитель |
| Желтый "солнечный закат" FCF (SUNSET YELLOW FCF) | E110 | краситель |
| Желтый 2G (YELLOW 2G) | E107 | краситель |
| Желтый хинолиновый (QUINOLINE YELLOW) | E104 | краситель |
| Жирные кислоты (FATTY ACIDS) | E570 | стабилизатор пены, глазирователь, пеногаситель |
| Жирные кислоты, соли алюминия, кальция, натрия, магния, калия и аммония (SALTS OF FATTY ACIDS (with base Al, Ca, Na, Mg, K and NH ₄)) | E470 | эмульгатор, стабилизатор, добавка, препятствующая слеживанию и комкованию |
| Жирных кислот метиловые эфиры (METHYL ESTERS OF FATTY ACIDS) | E911 | глазирователь |
| Закись азота (NITROUS OXIDE) | E942 | пропеллент, упаковочный газ |
| Зеленый S (GREEN S) | E142 | краситель |
| Зеленый прочный FCF (FAST GREEN FCF) | E143 | краситель |
| Золото (GOLD) | E175 | краситель |
| Изоаскорбат калия (POTASSIUM ISOASCORBATE) | E317 | антиокислитель |
| Изоаскорбат кальция (CALCIUM ISOASCORBATE) | E318 | антиокислитель |
| Изоаскорбат натрия (SODIUM ISOASCORBATE) | E316 | антиокислитель |
| Изоаскорбиновая (эриторбиновая) кислота (ISOASCORBIC ACID, ERYTHORBICACID) | E315 | антиокислитель |
| Изобутан (ISOBUTANE) | E943b | пропеллент |
| Изомальт, изомальтит, (ISOMALT, ISOMALTITOL) | E953 | подсластитель, добавка, препятствующая слеживанию и комкованию, наполнитель, глазирующий агент |
| Изопропилцитратная смесь (ISOPROPYL CITRATES) | E384 | добавка, препятствующая слеживанию и комкованию |
| Имбрицин | - | консервант |
| Инвертазы (INVERTASES) | E1103 | стабилизатор |
| Индигокармин (INDIGOTINE) | E132 | краситель |
| Инозинат калия (POTASSIUM INOSINATE) | E632 | усилитель вкуса и аромата |
| 5'-Инозинат кальция (CALCIUM 5'-INOSINATE) | E633 | усилитель вкуса и аромата |
| 5'-Инозинат натрия 2-замещенный (DISODIUM 5'-INOSINATE) | E631 | усилитель вкуса и аромата |
| Инозиновая кислота (INOSINIC ACID) | E630 | усилитель вкуса и аромата |
| Кантаксантин (CANTHAXANTHIN) | E161g | краситель |
| Каолин (KAOLIN)- см. Алумосиликат | | |
| Карайи камедь (KARAYA GUM) | E416 | загуститель, стабилизатор |
| Карбамид (мочевина) (CARBAMIDE (UREA)) | E927b | текстулятор |

Продолжение прил. 7

| 1 | 2 | 3 |
|--|-------|--|
| Карбоксиметилцеллюлоза натриевая соль (SODIUM CARBOXYMETHYL CELLULOSE) | E466 | загуститель, стабилизатор |
| Карбоксиметилцеллюлоза ферментативно-гидролизованная | E469 | загуститель, стабилизатор |
| Карбонат железа (FERROUS CARBONATE) | E505 | регулятор кислотности |
| Карбонаты аммония AMMONIUM CARBONATES) (i) Карбонат аммония Ammonium carbonate) (ii) Гидрокарбонат аммония (Ammonium hydrogen carbonate) | E503 | регулятор кислотности, разрыхлитель |
| Карбонаты калия (POTASSIUM CARBONATES) (i) Карбонат калия (Potassium carbonate) (ii) Гидрокарбонат калия (Potassium hydrogen carbonate) | E501 | регулятор кислотности, стабилизатор |
| Карбонаты кальция (CALCIUM CARBONATES) Карбонат кальция (Calcium carbonate) (ii) Гидрокарбонат кальция (Calcium hydrogen carbonate) | E170 | поверхностный краситель, добавка, препятствующая слеживанию и комкованию, стабилизатор |
| Карбонаты магния (MAGNESIUM CARBONATES) (i) Карбонат магния (Magnesium carbonate) (ii) Гидрокарбонат магния (Magnesium hydrogen carbonate) | E504 | регулятор кислотности, добавка, препятствующая слеживанию и комкованию, стабилизатор цвета |
| Карбонаты натрия (SODIUM CARBONATES) (i) Карбонат натрия (Sodium carbonate) (ii) Гидрокарбонат натрия (Sodium hydrogen carbonate) (iii) Смесь карбоната и гидрокарбоната натрия (Sodium sesquicarbonate) | E500 | регулятор кислотности, разрыхлитель, добавка, препятствующая слеживанию и комкованию |
| Кармины (CARMINES) | E120 | краситель |
| Каротины (CAROTENES) (i) бета-Каротин синтетический (Beta-carotene synthetic) (ii) Экстракты натуральных каротинов (NATURAL EXTRACTS) | E160a | краситель |
| Каррагинан и его натриевая, калиевая, аммонийная соли, включая фуцеллеран (CARRAGEENAN AND ITS Na, K, NH4SALTS (INCLUDES FURCELLARAN)) | E407 | загуститель, желирующий агент, стабилизатор |
| Каррагинан из водорослей EUCHEMA (CARRAGEENAN PESPROCESSED EUCHEMA SEAWEED) | E407a | загуститель, желирующий агент, стабилизатор |
| Касторовое масло (CASTOR OIL) | E1503 | разделяющий агент |
| Кверцитин | - | антиокислитель |
| Квиллайи экстракт (QUILLAIA EXTRACTS) | E999 | пенообразователь |
| Кислород (OXYGEN) | E948 | пропеллент, упаковочный газ |
| Конжак (Конжаковая мука) (KONJAC (KONJAC FLOUR)) (i) Конжаковая камедь (KONJAC GUM) (ii) Конжаковый глюкоманнан (KONJAC GLUCOMANNANE) | E425 | загуститель |
| Коричневый HT (BROWN HT) | E155 | краситель |
| Красный 2G (RED 2G) | E128 | краситель |
| Красный для карамели N 1 | - | краситель |
| Красный для карамели N 2 | - | краситель |
| Красный для карамели N 3 | - | краситель |
| Красный рисовый (RED RICE) | - | краситель |
| Красный очаровательный AC (ALLURA RED AC) | E129 | краситель |
| Красный свекольный (BEET RED) | E162 | краситель |

Продолжение прил. 7

| 1 | 2 | 3 |
|--|-------|--|
| Крахмал ацетатный, этерифицированный винилацетатом (STARCH ACETATE ESTERIFIED WITH VINYL ACETATE) | E1421 | стабилизатор, загуститель |
| Крахмал ацетатный, этерифицированный уксусным ангидридом (STARCH ACETATE ESTERIFIED WITH ACETIC ANHYDRIDE) | E1420 | стабилизатор, загуститель |
| Крахмал ацетилованный окисленный (ACETILATED OXYDISED STARCH) | E1451 | эмульгатор, загуститель |
| Крахмал, обработанный кислотой (ACID-TREATED STARCH) | E1401 | стабилизатор, загуститель, связующее |
| Крахмал, обработанный ферментными препаратами (STARCHES ENZYME-TREATED) | E1405 | загуститель |
| Крахмал, обработанный щелочью (ALKALINE TREATED STARCH) | E1402 | стабилизатор, загуститель, связующее |
| Крахмал окисленный (OXIDIZED STARCH) | E1404 | эмульгатор, загуститель, связующее |
| Крахмал оксипропилированный (HYDROXYPROPYL STARCH) | E1440 | эмульгатор, загуститель, связующее |
| Крахмал отбеленный (BLEACHED STARCH) | E1403 | стабилизатор, загуститель, связующее |
| Крахмала и натриевой солиоктениллантарной кислоты эфир (STARCH SODIUM OCTENYL SUCCINATE) | E1450 | стабилизатор, загуститель, связующее, эмульгатор |
| Криптоксантин (KRYPTOXANTHIN) | E161c | краситель |
| Кроскармеллоза (CROSCARAMELLOSE) | E468 | стабилизатор, связующее вещество |
| Крахмал ацетилованный окисленный (ACETILATED OXYDISED STARCH) | E1451 | эмульгатор, загуститель |
| Крахмал, обработанный кислотой (ACID-TREATED STARCH) | E1401 | стабилизатор, загуститель, связующее |
| Крахмал, обработанный ферментными препаратами (STARCHES ENZYME-TREATED) | E1405 | загуститель |
| Крахмал, обработанный щелочью (ALKALINE TREATED STARCH) | E1402 | стабилизатор, загуститель, связующее |
| Крахмал окисленный (OXIDIZED STARCH) | E1404 | эмульгатор, загуститель, связующее |
| Крахмал оксипропилированный (HYDROXYPROPYL STARCH) | E1440 | эмульгатор, загуститель, связующее |
| Крахмал отбеленный (BLEACHED STARCH) | E1403 | стабилизатор, загуститель, связующее |
| Крахмала и натриевой солиоктениллантарной кислоты эфир (STARCH SODIUM OCTENYL SUCCINATE) | E1450 | стабилизатор, загуститель, связующее, эмульгатор |
| Криптоксантин (KRYPTOXANTHIN) | E161c | краситель |
| Кроскармеллоза (CROSCARAMELLOSE) | E468 | стабилизатор, связующее вещество |
| Ксантановая камедь (XANTAN GUM) | E415 | загуститель, стабилизатор |
| Ксилит (XYLITOL) | E967 | подсластитель, влагоудерживающий агент, стабилизатор, эмульгатор |
| Куркумины (CURCUMINS) (i) Куркумин (Curcumin) Натуральный краситель из Curcuma longa и других видов (ii) Турмерик (Turmeric) Порошок корневища куркумы, называемого также турмерик | E100 | краситель |
| Лактат аммония (AMMONIUM LACTATE) | E328 | регулятор кислотности, улучшитель муки и хлеба |
| Лактат железа (FERROUS LACTATE) | E585 | стабилизатор окраски |
| Лактат калия (POTASSIUM LACTATE) | E326 | синергист антиокислителя, регулятор кислотности |

Продолжение прил. 7

| 1 | 2 | 3 |
|---|-------|--|
| Лактат кальция (CALCIUM LACTATE) | E327 | регулятор кислотности, улучшитель муки и хлеба |
| Лактат магния, DL-(MAGNESIUM LACTATE, DL-) | E329 | регулятор кислотности, улучшитель муки и хлеба |
| Лактат натрия (SODIUM LACTATE) | E325 | синергист антиокислителя, влагоудерживающий агент, наполнитель |
| Лактилаты кальция (CALCIUM LACTYLATES) | E482 | эмульгатор, стабилизатор |
| Лактилаты натрия (SODIUM LACTYLATES) (i) Стеароиллактат натрия (SODIUM STEAROYL LACTYLATE) (ii) Олеиллактат натрия (SODIUM OLEYL LACTYLATE) | E481 | эмульгатор, стабилизатор |
| Лактированных жирных кислот глицерина и пропиленгликоля эфиры (LACTYLATED FATTY ACID ESTERS OF GLYCEROL AND PROPYLENE GLYCOL) | E478 | эмульгатор |
| Лактит (LACTITOL) | E966 | подсластитель, текстуратор |
| Ланолин (LANOLIN) | E913 | глазирователь |
| N-Лауроиласпарагиновая кислота | - | консервант, улучшитель муки, хлеба |
| N-Лауроилглицин | - | консервант, улучшитель муки, хлеба |
| N-Лауроилглутаминовая кислота | - | консервант, улучшитель муки, хлеба |
| L-Лейцин (L-LEUCINE) | E641 | модификатор вкуса и аромата |
| Лецитины, фосфатиды (LECITHINS) | E322 | антиокислитель, эмульгатор |
| Лизин гидрохлорид (LYSIN HYDROCHLORID) | E642 | усилитель вкуса и аромата |
| Лизоцим (LYSOZYME) | E1105 | консервант |
| Ликопин (LYCOPENE) | E160d | краситель |
| Лимонная кислота (CITRIC ACID) | E330 | регулятор кислотности, антиокислитель, комплексообразователь |
| Лимонная кислота, соли - см. Цитраты | | |
| Липазы (LIPASES) | E1104 | усилитель вкуса и аромата |
| Лютеин (LUTEIN) | E161b | краситель |
| Малат аммония (AMMONIUM MALATE) | E349 | регулятор кислотности |
| Малаты калия (POTASSIUM MALATES) (i) Малат калия 1-замещенный (Potassium hydrogen malate) (ii) Малат калия (Potassium malate) | E351 | регулятор кислотности |
| Малаты кальция (CALCIUM MALATES) (i) Малат кальция 1-замещенный (Calcium hydrogen malate) (ii) Малат кальция (Calcium malate) | E352 | регулятор кислотности |
| Малаты натрия (SODIUM MALATES) (i) Малат натрия 1-замещенный (Sodium hydrogen malate) (ii) Малат натрия (Sodium malate) | E350 | регулятор кислотности, влагоудерживающий агент |
| Мальтит и мальтитный сироп (MALTITOL AND MALTITOL SYRUP) | E965 | подсластитель, стабилизатор, эмульгатор |
| Мальтол (MALTOL) | E636 | усилитель вкуса и аромата |
| Маннит (MANNITOL) | E421 | подсластитель, добавка, препятствующая слеживанию и комкованию |
| Метилцеллюлоза (METHYL CELLULOSE) | E461 | загуститель, эмульгатор, стабилизатор |
| Метилэтилцеллюлоза (METHYL ETHYL CELLULOSE) | E465 | загуститель, эмульгатор, стабилизатор, пенообразователь |
| Молочная кислота, L-, D и DL-(LACTIC ACID, L-, D- and DL-) | E270 | регулятор кислотности |
| Моноглицеридов и янтарной кислоты эфиры (SUCCINYLATED MONOGLYCERIDES) | E472g | эмульгатор, стабилизатор, комплексообразователь |

Продолжение прил. 7

| 1 | 2 | 3 |
|---|-------|---|
| Моно- и диглицериды жирных кислот (MONO- AND DIGLYCERIDES OF FATTY ACIDS) | E471 | эмульгатор, стабилизатор |
| Моно- и диглицериды жирных кислот и винной кислоты, эфиры (TARTARIC ACID ESTERS OF MONO- AND DIGLYCERIDES OF FATTY ACIDS) | E472d | эмульгатор, стабилизатор, комплексообразователь |
| Монокрахмалфосфат (MONOSTARCH PHOSPHATE) | E1410 | стабилизатор, загуститель, связующее |
| Мочевина - см. Карбамид | | |
| Муравьиная кислота (FORMIC ACID) | E236 | консервант |
| Муравьиная кислота, соли - см. Формиаты | | |
| Мыльного корня (<i>Acantophyllum</i> sp.) отвар, плотность 1,05 | | стабилизатор |
| Натамицин - см. Пимарицин | | |
| Неогесперидин дигидрохалкон (NEOHESPERIDINE DIHYDROCHALCONE) | E959 | подсластитель |
| Низин (NISIN) | E234 | консервант |
| Никотиновая кислота (NICOTINIC ACID) | E375 | стабилизатор цвета |
| Нитрат калия (POTASSIUM NITRATE) | E252 | консервант, фиксаторокраски |
| Нитрат натрия (SODIUM NITRATE) | E251 | консервант, фиксаторокраски |
| Нитрит калия (POTASSIUM NITRITE) | E249 | консервант, фиксаторокраски |
| Нитрит натрия (SODIUM NITRITE) | E250 | консервант, фиксаторокраски |
| Овсяная камедь (OAT GUM) | E411 | загуститель, стабилизатор |
| пара-Оксибензойной кислоты гептиловый эфир (HEPTYL p-HYDROXYBENZOATE) | E209 | консервант |
| пара-Оксибензойной кислоты метилового эфира натриевая соль (SODIUM METHYL p-HYDROXYBENZOATE) | E219 | консервант |
| пара-Оксибензойной кислоты метиловый эфир (METHYL p-HYDROXYBENZOATE) | E218 | консервант |
| пара-Оксибензойной кислоты пропилового эфира натриевая соль (SODIUM PROPYL p-HYDROXYBENZOATE) | E217 | консервант |
| пара-Оксибензойной кислоты пропиловый эфир (PROPYL p-HYDROXYBENZOATE) | E216 | консервант |
| пара-Оксибензойной кислоты этилового эфира натриевая соль (SODIUM ETHYL p-HYDROXYBENZOATE) | E215 | консервант |
| пара-Оксибензойной кислоты этиловый эфир (ETHYL p-HYDROXYBENZOATE) | E214 | консервант |
| Оксиды железа (IRON OXIDES) (i) Оксид железа (+2, +3), черная (Iron oxide, black) (ii) Оксид железа (+3), красная (Iron oxide, red) (iii) оксид железа (+3) желтая (Iron oxide, yellow) | E172 | красители |
| Оксид кальция (CALCIUM OXIDE) | E529 | регулятор кислотности, улучшитель муки и хлеба |
| Оксид магния (MAGNESIUM OXIDE) | E530 | добавка, препятствующая слеживанию и комкованию |
| Оксистеарин (OXYSTEARIN) | E387 | антиокислитель, комплексообразователь |
| Оксиант (оксиэтилсукцинат-21) | - | эмульгатор |
| Октафторциклобутан (OCTAFLUOROCYCLOBUTANE) | E946 | пропеллент |

Продолжение прил. 7

| 1 | 2 | 3 |
|--|-------|---|
| Октилгаллат (OCTYL GALLATE) | E311 | антиокислитель |
| Орсейл, Орсин (ORCHIL) | E182 | краситель |
| Паприки маслосмолы (PAPRIKA OLEORESINS) | E160c | краситель |
| Парафин (PETROLEUM WAX) (i) Микрокристаллический воск (MICRO-CRYSTALLINE WAX) (ii) Парафиновый воск (PARAFFIN WAX) | E905c | глазирователь, разделяющий агент, герметикглазирователь глазирователь |
| Пектины (PECTINS) | E440 | загуститель, стабилизатор, желирующий агент |
| Перекись бензоила (BENZOYL PEROXIDE) | E928 | улучшитель муки и хлеба, консервант |
| Перекись водорода | - | консервант |
| Перекись кальция (CALCIUM PEROXIDE) | E930 | улучшитель муки и хлеба |
| Пимарицин, Натамицин (PIMARICIN, NATAMYCIN) | E235 | консервант |
| Пиросульфит калия (POTASSIUM METABISULPHIT) | E224 | консервант, антиокислитель |
| Пиросульфит натрия (SODIUM METABISULPHITE) | E223 | консервант, антиокислитель, отбеливающий агент |
| Пирофосфаты (DIPHOSPHATES) (i) Дигидропирофосфат натрия (Disodium diphosphate) (ii) Моногидропирофосфатнатрия (Trisodium diphosphate) (iii) Пирофосфат натрия (Tetrasodium diphosphate) (iv) Дигидропирофосфат калия (Dipotassium diphosphate) (v) Пирофосфат калия (Tetrapotassium diphosphate) (vi) Пирофосфат кальция (Dicalcium diphosphate) (vii) Дигидропирофосфат кальция (Calcium dihydrogen diphosphate) (viii) Пирофосфат магния (Dimagnesium diphosphate) | E450 | эмульгатор, стабилизатор, регулятор кислотности, разрыхлитель, комплексообразователь, влагоудерживающий агент |
| Поливиниловый спирт | - | влагоудерживающий агент |
| Поливинилпирролидон (POLYVINYLPIRROLIDONE) | E1201 | загуститель, стабилизатор, осветлитель диспергирующий агент |
| Поливинилполипирролидон (POLYVINYLPOLYPYRROLIDONE) | E1202 | стабилизатор цвета, коллоидальный стабилизатор |
| Полиглицерина и жирных кислот эфиры (POLYGLYCEROL ESTERS OF FATTY ACIDS) | E475 | эмульгатор |
| Полиглицерина и взаимоэтерифицированных рициноловых кислот эфиры (POLYGLYCEROL ESTERS OF INTERESTERIFIED RICINOLEIC ACID) | E476 | эмульгатор |
| Полидекстрозы А и N (POLYDEXTROSES A AND N) | E1200 | наполнитель, стабилизатор, загуститель, влагоудерживающий агент, текстуратор |
| Полидиметилсилоксан (POLYDIMETHYLSILOXANE) | E900 | пеногаситель, эмульгатор, добавка, препятствующая слеживанию и комкованию |
| Полиоксиэтилен (40) стеарат (POLYOXYETHYLENE (40) STEARATE) | E431 | эмульгатор |
| Полиоксиэтилен (8) стеарат (POLYOXYETHYLENE (8) STEARATE) | E430 | эмульгатор |
| Полиоксиэтилен (20) сорбитан монопальмитат, Твин 40 (POLYOXYETHYLENE (20) SORBITAN MONOPALMITATE) | E434 | эмульгатор |
| Полиоксиэтилен (20) сорбитан монолаурат, Твин 20 (POLYOXYETHYLENE (20) SORBITAN MONOLAURATE) | E432 | эмульгатор |

Продолжение прил. 7

| 1 | 2 | 3 |
|--|-------|---|
| Полиоксиэтилен (20) сорбитан моноолеат, Твин 80 (POLYOXYETHYLENE (20) SORBITAN MONOOLEATE) | E433 | эмульгатор |
| Полиоксиэтилен (20) сорбитан моностеарат, Твин 60 (POLYOXYETHYLENE (20) SORBITAN MONOSTEARATE) | E435 | эмульгатор |
| Полиоксиэтилен (20) сорбитан тристеарат (POLYOXYETHYLENE (20) SORBITAN TRISTEARATE) | E436 | эмульгатор |
| Полифосфаты (POLYPHOSPHATES) (i) Полифосфат натрия (Sodium polyphosphate) (ii) Полифосфат калия (Potassium polyphosphate) (iii) Полифосфат натрия-кальция (Sodium calcium polyphosphate) (iv) Полифосфаты кальция (Calcium polyphosphates) (v) Полифосфаты аммония (Ammonium polyphosphates) | E452 | эмульгатор, стабилизатор, комплексообразователь, текстуратор, влагоудерживающий агент |
| Полиэтиленгликоль (POLYETHYLENE GLYCOL) | E1521 | пеногаситель |
| Понсо 4R, Пунцовый 4R (PONCEAU 4R) | E124 | краситель |
| Пропан (PROPANE) | E944 | пропеллент |
| Пропилгаллат (PROPYL GALLATE) | E310 | антиокислитель |
| Пропиленгликоль (PROPYLENE GLYCOL) | E1520 | влагоудерживающий, смягчающий и диспергирующий агент |
| Пропиленгликольальгинат (PROPYLENE GLYCOL ALGINATE) | E405 | загуститель, эмульгатор |
| Пропиленгликоля и жирных кислот эфиры (PROPYLENE GLYCOL ESTERS OFFATTY ACIDS) | E477 | эмульгатор |
| Пропионат калия (POTASSIUM PROPIONATE) | E283 | консервант |
| Пропионат кальция (CALCIUM PROPIONATE) | E282 | консервант |
| Пропионат натрия (SODIUM PROPIONATE) | E281 | консервант |
| Пропионовая кислота (PROPIONIC ACID) | E280 | консервант |
| Протеазы (PROTEASES) (i) Протеаза (Protease) (ii) Папаин (Papain) (iii) Бромелайн (Bromelain) (iv) Фицин (Ficin) | E1101 | улучшитель муки и хлеба, стабилизатор, ускоритель созревания мяса и рыбы, усилитель вкуса и аромата |
| 5'-Рибонуклеотиды кальция (CALCIUM 5'-RIBONUCLEOTIDES) | E634 | усилитель вкуса и аромата |
| 5'-Рибонуклеотиды натрия 2-замещенные (DISODIUM 5'-RIBONUCLEOTIDES) | E635 | усилитель вкуса и аромата |
| Рибофлавины (RIBOFLAVINS) (i) Рибофлавин (Riboflavin) (ii) Натриевая соль рибофлавина 5-фосфат (Riboflavin 5-phosphate sodium) | E101 | краситель |
| Рожкового дерева камедь (CAROB BEAN GUM) | E410 | загуститель, стабилизатор |
| Родоксантин (RHODOXANTHIN) | E161f | краситель |
| Рубиксантин (RUBIXANTHIN) | E161d | краситель |
| Сантохин | - | консервант |
| Сахарин (натриевая, калиевая, кальциевая соли) (SACCHARIN and Na, K, Ca salts) | E954 | подсластитель |
| Сахарный колер I простой (CAMEL I -Plain) | E150a | краситель |
| Сахарный колер II, полученный по "щелочно-сульфитной" технологии (CAMEL II - Caustic sulphite process) | E150b | краситель |

Продолжение прил. 7

| 1 | 2 | 3 |
|---|-------|--|
| Сахарный колер III, полученный по "аммиачной" технологии (CAMEL III - Ammonia process) | E150c | краситель |
| Сахарный колер IV, полученный по "аммиачно-сульфитной" технологии (CAMEL IV - Ammonia-sulphite process) | E150d | краситель |
| Сахароглицериды (SUCROGLYCERIDES) | E474 | эмульгатор |
| Сахарозы ацетат изобутират (SUCROSE ACETATE ISOBUTIRAT) | E444 | эмульгатор, стабилизатор |
| Сахарозы и жирных кислот эфиры (SUCROSE ESTERS OF FATTY ACIDS) | E473 | эмульгатор |
| Серебро (SILVER) | E174 | краситель |
| Серная кислота (SULPHURIC ACID) | E513 | регулятор кислотности |
| Серная кислота, соли - см. сульфаты | | |
| Сернистая кислота - см. Диоксид серы, соли - см. Сульфиты, Гидросульфиты, Пиросульфиты | | |
| Силикат калия (POTASSIUM SILICATE) | E560 | добавка, препятствующая слеживанию и комкованию |
| Силикат кальция (CALCIUM SILICATE) | E552 | добавка, препятствующая слеживанию и комкованию |
| Силикаты магния (MAGNESIUM SILICATES) (i) Силикат магния (Magnesium silicate) (ii) Трисиликат магния (Magnesium trisilicate) Тальк (Talc) | E553 | добавка, препятствующая слеживанию и комкованию, порошок-носитель |
| Силикаты натрия (SODIUM SILICATES) (i) Силикат натрия (Sodium silicate) (ii) мета-Силикат натрия (Sodium metasilicate) | E550 | добавка, препятствующая слеживанию и комкованию |
| Синий блестящий FCF, бриллиантовый голубой FCF (BRILLIANT BLUE FCF) | E133 | краситель |
| Синий патентованный V (PATENT BLUE V) | E131 | краситель |
| Солодкового корня (Glycyrrhiza sp.) экстракт | - | стабилизатор, пенообразователь |
| Соляная кислота (HYDROCHLORIC ACID) | E507 | регулятор кислотности |
| Соляная кислота, соли - см. Хлориды | | |
| Сорбат калия (POTASSIUM SORBATE) | E202 | консервант |
| Сорбат кальция (CALCIUM SORBATE) | E203 | консервант |
| Сорбат натрия (SODIUM SORBATE) | E201 | консервант |
| Сорбиновая кислота (SORBIC ACID) | E200 | консервант |
| Сорбит и сорбитовый сироп (SORBITOL AND SORBITOL SYRUP) | E420 | подсластитель, влагоудерживающий агент, комплексообразователь, текстуратор, эмульгатор |
| Сорбитан монолаурат, СПЭН 20 (SORBITAN MONOLAURATE) | E493 | эмульгатор |
| Сорбитан моноолеат, СПЭН 80 (SORBITAN MONOOLEATE) | E494 | эмульгатор |
| Сорбитан монопальмитат, СПЭН 40 (SORBITAN MONOPALMITATE) | E495 | эмульгатор |
| Сорбитан моностеарат, СПЭН 60 (SORBITAN MONOSTEARATE) | E491 | эмульгатор |
| Сорбитан триолеат, СПЭН 85 (SORBITAN TRIOLEAT) | E496 | стабилизатор, эмульгатор |
| Сорбитан тристеарат (SORBITAN TRISTEARATE) | E492 | эмульгатор |
| Спермацетовый воск (SPERMACETI WAX) | E909 | глазирователь |

Продолжение прил. 7

| 1 | 2 | 3 |
|--|------|---|
| Стеарилтарtrat (STEARYL TARTRATE) | E483 | улучшитель для муки и хлеба |
| Стеарилцитрат (STEARYL CITRATE) | E484 | эмульгатор, комплексообразователь |
| Стевия (Stevia rebaudiana Bertoni), порошок листьев и сироп из них | - | подсластитель |
| Стевиозид (STEVIOSIDE) | E960 | подсластитель |
| Сукралоза (трихлоргалактосахароза) (SUCRALOSE, (TRICHLOROGALACTO-SUCROSE)) | E955 | подсластитель |
| Сукцинаты натрия, калия и кальция | - | регуляторы кислотности |
| Сукцистеарин (SUCCISTEARIN) | - | эмульгатор |
| Сульфат алюминия (ALUMINIUM SULPHATE) | E520 | отвердитель |
| Сульфат алюминия-аммония, Квасцы алюмоаммиачные (ALUMINIUM AMMONIUM SULPHATE) | E523 | стабилизатор, отвердитель |
| Сульфат алюминия-калия, Квасцы алюмо-калиевые (ALUMINIUM POTASSIUM SULPHATE) | E522 | регулятор кислотности, стабилизатор |
| Сульфат алюминия-натрия, Квасцы алюмо-натриевые (ALUMINIUM SODIUM SULPHATE) | E521 | отвердитель |
| Сульфат меди (CUPRIC SULPHATE) | E519 | фиксатор цвета, консервант |
| Сульфаты аммония (AMMONIUM SULPHATE) | E517 | улучшитель муки и хлеба, стабилизатор |
| Сульфаты калия (POTASSIUM SULPHATES) | E515 | регулятор кислотности |
| Сульфаты кальция (CALCIUM SULPHATE) | E516 | улучшитель муки и хлеба, комплексообразователь, отвердитель |
| Сульфаты магния (MAGNESIUM SULPHATE) | E518 | отвердитель |
| Сульфаты натрия (SODIUM SULPHATES) | E514 | регулятор кислотности |
| Сульфит калия (POTASSIUM SULPHITE) | E225 | консервант, антиокислитель |
| Сульфит кальция (CALCIUM SULPHITE) | E226 | консервант, антиокислитель |
| Сульфит натрия (SODIUM SULPHITE) | E221 | консервант, антиокислитель |
| Танины пищевые (TANNINS, FOOD GRADE) | E181 | краситель, эмульгатор, стабилизатор |
| Тартазин (TARTRAZINE) | E102 | краситель |
| Тартрат калия-натрия (POTASSIUM SODIUM TARTRATE) | E337 | стабилизатор, комплексообразователь |
| Тартрат кальция (CALCIUM TARTRATE) | E354 | регулятор кислотности |
| Тартраты калия (POTASSIUM TARTRATES) (i) Тартрат калия 1-замещенный (Monopotassium tartrate) (ii) Тартрат калия 2-замещенный (Dipotassium tartrate) | E336 | стабилизатор, комплексообразователь |
| Тартраты натрия (SODIUM TARTRATES) (i) Тартрат натрия 1-замещенный (Monosodium tartrate) (ii) Тартрат натрия 2-замещенный (Disodium tartrate) | E335 | стабилизатор, комплексообразователь |
| Тары камедь (TARA GUM) | E417 | загуститель, стабилизатор |
| Тауматин (THAUMATIN) | E957 | подсластитель, усилитель вкуса и аромата |
| Твинсвит (TWINSWEEP) | E962 | подсластитель |
| Твины - см. Полиоксиэтилен (20) сорбитаны | | |
| Термически окисленное соевое масло с моно- и диглицеридами жирных кислот (THERMALLY OXIDIZED SOYA BEANOIL WITH MONO- AND DI-GLYCERIDES OF FATTY ACIDS) | E479 | эмульгатор |
| Тиосульфат натрия (SODIUM THIOSULPHATE) | E539 | антиокислитель, комплексообразователь |
| альфа-Токоферол (ALPHA-TOCOPHEROL) | E307 | антиокислитель |

Продолжение прил. 7

| 1 | 2 | 3 |
|--|-------|---|
| дельта-Токоферол синтетический (SYNTHETIC DELTA-TOCOPHEROL) | E309 | антиокислитель |
| гамма-Токоферол синтетический (SYNTHETIC GAMMA-TOCOPHEROL) | E308 | антиокислитель |
| Токоферолы, концентрат смеси (MIXED TOCOPHEROLS CONCENTRATE) | E306 | антиокислитель |
| Трагакант камедь (TRAGACANTH GUM) | E413 | загуститель, стабилизатор, эмульгатор |
| Триацетин (TRIACETIN) | E1518 | влагоудерживающий агент |
| Трифосфаты (TRIPHOSPHATES) (i) Трифосфат натрия (5-замещенный) (Pentasodium triphosphate) (ii) Трифосфат калия (5-замещенный) (Pentapotassium triphosphate) | E451 | комплексообразователь, регулятор кислотности, текстуратор |
| Триэтилцитрат (TRIETHYL CITRATE) | E1505 | пенообразователь |
| Уголь (CARBON BLACK (hydrocarbon)) | E152 | краситель |
| Уголь растительный (VEGETABLE CARBON) | E153 | краситель |
| Угольная кислота, см. Диоксид серы, соли - см. Карбонаты | | |
| Уксусная кислота ледяная (ACETIC ACID GLACIAL) | E260 | консервант, регулятор кислотности |
| Уксусная кислота, соли - см. Ацетаты | | |
| Ультрамарин | - | краситель |
| орто-Фенилфенол (ORTO-PHENYLPHENOL) | E231 | консервант |
| орто-Фенилфенола натриевая соль (SODIUM O-PHENYLPHENOL) | E232 | консервант |
| Ферроцианид калия (POTASSIUM FERROCYANIDE) | E536 | добавка, препятствующая слеживанию и комкованию |
| Ферроцианид кальция (CALCIUM FERROCYANIDE) | E538 | добавка, препятствующая слеживанию и комкованию |
| Ферроцианид натрия (SODIUM FERROCYANIDE) | E535 | добавка, препятствующая слеживанию и комкованию |
| Фитиновая кислота (PHYTIC ACID) | E391 | антиокислитель |
| Флавоксантин (FLAVOXANTHIN) | E161a | краситель |
| Формиат калия (POTASSIUM FORMATE) | - | консервант |
| Формиат кальция (CALCIUM FORMATE) | E238 | консервант |
| Формиат натрия (SODIUM FORMATE) | E237 | консервант |
| Фосфат костный (фосфат кальция) (BONE PHOSPHATE (essentiale Calcium phosphate, tribasic)) | E542 | эмульгатор, добавка, препятствующая слеживанию и комкованию, влагоудерживающий агент |
| Фосфатиды- см. Лецитины | | |
| Фосфатированный дикрахмалфосфат "сшитый" (PHOSPHATED DISTARCH PHOSPHATE) | E1413 | стабилизатор, загуститель, связующее |
| Фосфаты аммония (AMMONIUM PHOSPHATES) (i) орто-Фосфат аммония 1-замещенный (Моноammonium orthophosphate) (ii) орто-Фосфат аммония 2-замещенный (Diammonium orthophosphate) | E342 | регулятор кислотности, улучшитель муки и хлеба |
| Фосфаты калия (POTASSIUM PHOSPHATES) (i) орто-Фосфат калия 1-замещенный (Моноpotassium orthophosphate) (ii) орто-Фосфат калия 2-замещенный (Dipotassium orthophosphate) (iii) орто-Фосфат калия 3-замещенный (Tripotassium orthophosphate) | E340 | регулятор кислотности, эмульгатор, влагоудерживающий агент, стабилизатор, комплексообразователь |

Продолжение прил. 7

| 1 | 2 | 3 |
|--|-------|--|
| Фосфаты кальция (CALCIUM PHOSPHATES) (i) орто-Фосфат кальция 1-замещенный (Monocalcium orthophosphate) (ii) орто-Фосфат кальция 2-замещенный (Dicalcium orthophosphate) (iii) орто-Фосфат кальция 3-замещенный (Tricalcium orthophosphate) | E341 | регулятор кислотности, улучшитель муки и хлеба, стабилизатор, отвердитель, текстуратор, разрыхлитель, добавка, препятствующая слеживанию и комкованию, влагоудерживающий агент |
| Фосфаты магния (MAGNESIUM PHOSPHATES) (i) орто-Фосфат магния 1-замещенный (Monomagnesium orthophosphate) (ii) орто-Фосфат магния 2-замещенный (Dimagnesium orthophosphate) (iii) орто-Фосфат магния 3-замещенный (Trimagnesium orthophosphate) | E343 | регулятор кислотности, добавка, препятствующая слеживанию и комкованию |
| Фосфаты натрия (SODIUM PHOSPHATES) (i) орто-Фосфат натрия 1-замещенный (Monosodium orthophosphate) (ii) орто-Фосфат натрия 2-замещенный (Disodium orthophosphate) (iii) орто-Фосфат натрия 3-замещенный (Trisodium orthophosphate) | E339 | регулятор кислотности, эмульгатор, текстуратор, влагоудерживающий агент, стабилизатор, комплексообразователь |
| орто-Фосфорная кислота (ORTHOPHOSPHORIC ACID) | E338 | регулятор кислотности, синергист антиокислителей |
| орто-Фосфорная кислота, соли - см. Фосфаты | | |
| Фумараты аммония (AMMONIUM FUMARATE) | E368 | регулятор кислотности |
| Фумараты калия (POTASSIUM FUMARATES) | E366 | регулятор кислотности |
| Фумараты кальция (CALCIUM FUMARATES) | E367 | регулятор кислотности |
| Фумараты натрия (SODIUM FUMARATES) | E365 | регулятор кислотности |
| Фумаровая кислота (FUMARIC ACID) | E297 | регулятор кислотности |
| Хитозан, гидрохлорид хитозония | - | наполнитель, загуститель, стабилизатор |
| Хлорид аммония (AMMONIUM CHLORIDE) | E510 | улучшитель муки и хлеба |
| Хлорид железа | - | улучшитель муки и хлеба |
| Хлорид калия (POTASSIUM CHLORIDE) | E508 | желирующий агент |
| Хлорид кальция (CALCIUM CHLORIDE) | E509 | отвердитель |
| Хлорид магния (MAGNESIUM CHLORIDE) | E511 | отвердитель |
| Хлорофилл (CHLOROPHYLL) | E140 | краситель |
| Хлорофиллы, медные комплексы (COPPER CHLOROPHYLLS) (i) Хлорофилла комплекс медный (Chlorophyll copper complex) (ii) Медного комплекса хлорофиллина натриевая и калиевая соли (Chlorophyllin copper complex, sodium and potassium salts) | E141 | краситель |
| Хлорпентафторэтан (CHLOROPENTAFLUOROETHANE) | E945 | пропеллент |
| Холевая кислота (CHOLIC ACID) | E1000 | эмульгатор |
| Холин, соли и эфиры (CHOLINE SALTS AND ESTERS) | E1001 | эмульгатор |
| Целлюлоза (CELLULOSE) (i) Целлюлоза микрористаллическая (Microcrystalline cellulose) (ii) Целлюлоза в порошке (Powdered cellulose) | E460 | эмульгатор, добавка, препятствующая слеживанию и комкованию, текстуратор |
| Цикламная кислота и ее натриевая, калиевая и кальциевая соли (CYCLAMIC ACID and Na, K, Ca salts) | E952 | подсластитель |
| бета-Циклодекстрин (BETA-CYCLODEXTRIN) | E459 | стабилизатор, связующее вещество |

Окончание прил. 7

| 1 | 2 | 3 |
|--|------|---|
| Цистеин, L- и его гидрохлориды - натриевая и калиевая соли (CYSTEINE, L- AND ITS HYDROCHLORIDES - SODIUM AND POTASSIUM SALTS) | E920 | улучшитель муки и хлеба |
| Цистин, L- и его гидрохлориды - натриевая и калиевая соли (CYSTINE, L- AND ITS HYDROCHLORIDES - SODIUM AND POTASSIUM SALTS) | E921 | улучшитель муки и хлеба |
| Цитрат магния (MAGNESIUM CITRATE) | E345 | регулятор кислотности |
| Цитраты аммония (AMMONIUM CITRATES) | E380 | регулятор кислотности |
| Цитраты аммония-железа (FERRIC AMMONIUM CITRATE) | E381 | регулятор кислотности |
| Цитраты калия (POTASSIUM CITRATES) (i) Цитрат калия 2-замещенный (Potassium dihydrogen citrate) (ii) Цитрат калия 3-замещенный (Tripotassium citrate) | E332 | регулятор кислотности, стабилизатор, комплексообразователь |
| Цитраты кальция (CALCIUM CITRATES) | E333 | регулятор кислотности, стабилизатор консистенции, комплексообразователь |
| Цитраты натрия (SODIUM CITRATES) (i) Цитрат натрия 1-замещенный (Sodium dihydrogen citrate) (ii) Цитрат натрия 2-замещенный (Disodium monohydrogen citrate) (iii) Цитрат натрия 3-замещенный (Trisodium citrate) | E331 | регулятор кислотности, эмульгатор, стабилизатор, комплексообразователь |
| Черный блестящий PN, бриллиантовый черный PN (BRILLIANT BLACK PN) | E151 | краситель |
| Шеллак (SHELLAC) | E904 | глазирователь |
| Эритрит (ERYTHRITOL) | - | |
| Этилгидроксиэтилцеллюлоза (ETHYL HYDROXYETHYL CELLULOSE) | E467 | эмульгатор, загуститель, стабилизатор |
| Этилендиаминтетраацетат динатрий (DISODIUM ETHYLENE-DIAMINE-TETRA-ACETATE) | E386 | синергист антиокислителя, консервант, комплексообразователь |
| Этилендиаминтетраацетат кальция-натрия (CALCIUM DISODIUM ETHYLENE DIAMINE-TETRA-ACETATE) | E385 | антиокислитель, консервант, комплексообразователь |
| Этилмальтол (ETHYL MALTOL) | E637 | усилитель вкуса и аромата |
| Этилцеллюлоза (ETHYL CELLULOSE) | E462 | наполнитель, связующий агент |
| Юглон | - | консервант |
| Яблочная кислота (MALIC ACID, DL-) | E296 | регулятор кислотности |
| Янтарная кислота (SUCCINIC ACID) | E363 | регулятор кислотности |
| Янтарная кислота, соли - см. сукцинаты | - | регуляторы кислотности |

О Г Л А В Л Е Н И Е

| | |
|---|----|
| ПРЕДИСЛОВИЕ | 3 |
| ВВЕДЕНИЕ..... | 4 |
| 1. ОСНОВНЫЕ ГРУППЫ ИСТОЧНИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ИХ ВОЗДЕЙСТВИЯ..... | 5 |
| Вопросы для самопроверки | 11 |
| 2. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И РАЗДЕЛЫ ТОКСИКОЛОГИИ | 12 |
| 2.1. Основные понятия. Задачи токсикологии | 12 |
| 2.2. Основные разделы токсикологии | 15 |
| 2.3. Пути поступления токсикантов в организм и их особенности | 15 |
| Вопросы для самопроверки | 18 |
| 3. МЕТАБОЛИЗМ ЯДОВ И КЛАССИФИКАЦИЯ ОТРАВЛЕНИЙ | 19 |
| 3.1. Метаболизм ядов в организме | 19 |
| 3.2. Классификация отравлений | 20 |
| 3.3. Классификация ядов | 22 |
| Вопросы для самопроверки | 24 |
| 4. ХАРАКТЕРИСТИКА ТОКСИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ НАИБОЛЕЕ ОПАСНЫХ И РАСПРОСТРАНЕННЫХ НА ПРАКТИКЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ..... | 25 |
| 4.1. Характеристика токсического действия ртути и ее соединений..... | 25 |
| 4.2. Токсическое действие свинца и его соединений | 29 |
| 4.3. Характеристика токсического действия меди и ее соединений..... | 34 |
| 4.4. Характеристика токсического действия цинка и его соединений..... | 37 |
| 4.5. Характеристика токсического действия кадмия, ванадия, никеля и хрома | 40 |
| 4.6. Характеристика токсического действия соединений алюминия, железа и марганца..... | 44 |
| 4.7. Характеристика токсического действия мышьяка и фторидов | 47 |
| 4.8. Общие механизмы токсического действия соединений металлов и особенности их трансформации в окружающей среде | 50 |
| Вопросы для самопроверки | 53 |
| 5. ХАРАКТЕРИСТИКА ТОКСИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ОСНОВНЫХ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ..... | 54 |
| 5.1. Асбест и композиционные материалы на его основе..... | 54 |
| 5.2. Кремнезем | 55 |
| 5.3. Известы | 56 |
| 5.4. Известняк..... | 57 |
| 5.5. Цементы..... | 57 |
| Вопросы для самопроверки | 58 |
| 6. ХАРАКТЕРИСТИКА ТОКСИЧНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЯЖУЩИХ | 59 |
| Вопросы для самопроверки | 60 |
| 7. ХАРАКТЕРИСТИКА ЭКОТОКСИЧНОСТИ СИНТЕТИЧЕСКИХ ПОЛИМЕРНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ | 61 |
| Вопросы для самопроверки | 66 |
| 8. ХАРАКТЕРИСТИКА ТОКСИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ КИСЛОТ И ЩЕЛОЧЕЙ..... | 67 |
| 8.1. Действие кислот..... | 67 |

| | |
|--|-----|
| 8.2. Характеристика токсического действия щелочей..... | 69 |
| Вопросы для самопроверки | 70 |
| 9. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТОКСИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ОТРАВЛЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ | 71 |
| 9.1. Основные сведения об отравляющих веществах и химическом оружии | 71 |
| 9.2. Характеристика токсического действия отравляющих веществ, состоящих на вооружении России и подлежащих уничтожению | 73 |
| Вопросы для самопроверки | 76 |
| 10. ХАРАКТЕРИСТИКА ТОКСИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ПЕСТИЦИДОВ..... | 77 |
| 10.1. Действие фосфорорганических соединений..... | 77 |
| 10.2. Характеристика токсического действия галогенсодержащих ядохимикатов и растворителей | 78 |
| Вопросы для самопроверки | 79 |
| 11. ХАРАКТЕРИСТИКА ТОКСИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ УГАРНОГО ГАЗА, ОКСИДОВ СЕРЫ, АЗОТА И ВЫБРОСОВ АВТОТРАНСПОРТА. СМОГ | 80 |
| Вопросы для самопроверки | 88 |
| 12. ХАРАКТЕРИСТИКА ТОКСИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ РАДИОАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ И ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ В ЦЕЛОМ | 89 |
| Вопросы для самопроверки | 96 |
| 13. ХАРАКТЕРИСТИКА ВРЕДНОГО ДЕЙСТВИЯ РАСПРОСТРАНЕННЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ | 97 |
| 13.1. Влияние электромагнитных полей..... | 97 |
| 13.2. Характеристика вредного действия акустических и вибрационных воздействий..... | 104 |
| Вопросы для самопроверки | 111 |
| 14. ОСОБЕННОСТИ ТОКСИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА ОРГАНИЗМ В БЫТОВЫХ УСЛОВИЯХ..... | 112 |
| Вопросы для самопроверки | 135 |
| 15. НЕКОТОРЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СНИЖЕНИЮ ТОКСИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ В ЭКОЛОГИЧЕСКИ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ УСЛОВИЯХ | 136 |
| Вопросы для самопроверки | 145 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 146 |
| БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК | 148 |
| ПРИЛОЖЕНИЯ | 153 |
| Приложение 1 | 153 |
| Приложение 2 | 154 |
| Приложение 3 | 159 |
| Приложение 4 | 173 |
| Приложение 5 | 175 |
| Приложение 6 | 177 |
| Приложение 7 | 178 |

Учебное издание

Янин Валентин Семенович

**ОСНОВЫ
ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ТОКСИКОЛОГИИ**

Четвертое издание, исправленное и дополненное
Учебное пособие

В авторской редакции
Верстка Н.В. Кучина

Подписано в печать 26.05.2014. Формат 60x84/16.
Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе.
Усл.печ.л. 11,4. Уч.-изд.л. 12,25. Тираж 80 экз.
Заказ № 162.

Издательство ПГУАС.
440028, г. Пенза, ул. Германа Титова, 28

