

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВЯТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Биологический факультет

Кафедра микробиологии

Е. А. БЕССОЛИЦЫНА

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Конспект лекций

Модуль 2

**Выявление вредных производственных факторов и защита от их
воздействия**

Учебно-методическое пособие

Киров

2011

УДК

К

Допущено к изданию методическим советом биологического факультета ФГБОУ ВПО «ВятГУ» в качестве учебно-методического пособия для студентов направления 020400.62 «Биология» всех профилей подготовки, всех форм обучения

Рецензент

доцент кафедры биотехнологии ФГБОУ ВПО «ВятГУ»,

кандидат биологических наук

О. Н. Шуплецова

Бессолицына Е. А.

К

Безопасность жизнедеятельности Конспект лекций Модуль 2 «Выявление вредных производственных факторов и защита от их воздействия»: учебно-методическое пособие / Е. А. Бессолицына – Киров: ФГБОУ ВПО «ВятГУ», 2011. – 43 с.

УДК

Учебно-методическое пособие предназначено для студентов направления 020400.62 «Биология» всех профилей подготовки, всех форм обучения для изучения дисциплины «Безопасность жизнедеятельности».

Тех. редактор Е. В. Кайгородцева

© ФГБОУ ВПО «ВятГУ», 2011

Выявление вредных производственных факторов и защита от их воздействия.

Физические факторы

Метеорологические факторы

Метеорологические условия включают в себя физические факторы, находящиеся во взаимосвязи друг с другом: температура, влажность и скорость воздуха, атмосферное давление, количество осадков, показания геомагнитного поля Земли.

Температура воздуха влияет на теплообмен. При физической нагрузке продолжительное пребывание в сильно нагретом воздухе сопровождается повышением температуры тела, ускорением пульса, ослаблением деятельности сердечно-сосудистой системы, снижением внимания, замедлением скорости реакций, нарушением точности и координации движений, потерей аппетита, быстрой утомляемостью, понижением умственной и физической работоспособности. Низкая температура воздуха, увеличивая теплоотдачу, создает опасность переохлаждения организма, возможность простудных заболеваний. Особенно вредны для здоровья быстрые и резкие перепады температуры.

В атмосферном воздухе постоянно присутствуют водяные пары. Степень насыщения воздуха водяными парами называется влажностью. Одна и та же температура воздуха в зависимости от его влажности ощущается человеком по-разному.

К холоду наиболее чувствительны худощавые люди, у них понижается работоспособность, появляется плохое настроение, может быть состояние депрессии. Тучные люди тяжелее переносят жару — испытывают удушье, учащенное сердцебиение, повышается раздражительность. Артериальное давление имеет тенденцию понижаться в жаркие дни, а повышаться в холодные, хотя примерно у одного из трех оно в жару повышается, а понижается в

холодные дни. При низких температурах отмечается замедление реакции диабетиков на инсулин.

Для нормального теплоощущения большое значение имеет подвижность и направление воздушного потока воздуха. Наиболее благоприятная скорость движения воздуха в зимний период – 0,15 м/с, а в летний – 0,2–0,3 м/с. Воздух, движущийся со скоростью 0,15 м/с вызывает у человека ощущение свежести. Действие ветра на состояние организма связано не с его силой.

При ветре меняются температура, атмосферное давление, влажность, а именно эти перепады сказываются на здоровье человека: появляются тоска, нервозность, мигрень, бессонница, недомогание, учащаются приступы стенокардии.

Изменение электромагнитного поля вызывает обострение сердечно-сосудистых заболеваний, усиливаются нервные расстройства, появляется раздражительность, быстрая утомляемость, тяжелая голова, плохой сон. На воздействие электромагнитных изменений сильнее реагируют мужчины, дети и старики.

Понижение во внешней среде кислорода происходит при вторжении теплой воздушной массы, с повышенной влажностью и температурой, что вызывает ощущение нехватки воздуха, одышку, головокружение. Повышение атмосферного давления, усиливающийся ветер, похолодание ухудшают общее самочувствие, обостряет сердечно-сосудистые заболевания.

Профилактика неблагоприятного воздействия микроклимата

Комплекс физических факторов определяет метеорологические условия (микроклимат) производства.

Микроклимат закрытых помещений определяется климатическими условиями (Крайний Север, Сибирь и т. д.) и сезоном года и зависит от климатических факторов наружной атмосферы: температуры, влажности, скорости движения воздуха, теплового излучения и температуры ограждений, которые должны учитываться при проектировании, выборе строительных материалов, видов топлива, систем отопления, вентиляции и режима их

эксплуатации.

Основную роль в тепловом состоянии организма играет температура воздуха, для чего санитарными требованиями определена величина теплового комфорта.

Создание искусственного микроклимата направлено на нейтрализацию неблагоприятных климатических факторов и обеспечение определенных тепловых условий, соответствующих зоне теплового комфорта.

Для этого производится установка систем и аппаратов кондиционирования воздуха и теплообеспечения, которые могут быть местными (печи) или централизованными (котельная). Средняя температура поверхности нагревательных приборов (радиаторов) должна быть не менее 60–70 °С.

Повышенная влажность помещений (сырость) может появиться в результате неправильной эксплуатации зданий – недостаточного отопления и вентиляции, перенаселения, стирки в жилых помещениях.

Устранению сырости в жилых помещениях способствует более частое проветривание и лучшее отопление.

Окна в комнатах с повышенной влажностью следует в течение всего дня держать незашторенными, обеспечивая этим большую инсоляцию помещения.

Стены в сырых помещениях не следует окрашивать масляной краской, так как усиливается конденсация влаги.

Микроклимат заводских цехов зависит от величины теплоизбытков, выделяемых технологическим оборудованием, и эффективности воздухообмена, осуществляемого с помощью естественного проветривания или механической вентиляции. В зависимости от величины тепловыделений различают «горячие» цеха, в которых она составляет 20 ккал (84 кДж) или более на 1 м²/ч, и «холодные» цеха, где тепло выделяется в меньшем количестве.

Тепловое равновесие организма с окружающей средой поддерживается за счет изменения интенсивности двух процессов – теплопродукции и теплоотдачи.

Регуляция теплопродукции происходит главным образом при низких температурах. Более универсальное значение для теплообмена организма с окружающей средой имеет теплоотдача. При повышении температуры воздуха основным путем отдачи тепла становится испарение.

Усиленное потоотделение ведет к потере жидкости, солей и водорастворимых витаминов.

Действие теплового излучения и высокой температуры воздуха может обусловить возникновение ряда патологических состояний: перегревания, теплового удара, солнечного удара, судорожной болезни, заболевания глаз – профессиональной тепловой катаракты («катаракта стеклодувов»).

Длительное воздействие нагревающего и в особенности радиационного микроклимата вызывает преждевременное биологическое старение организма.

Местное и общее переохлаждение организма является причиной озноблений, невритов, миозитов, радикулитов и заболеваний простудного характера.

Вибро-акустические факторы

Вибрация – механические колебания твердых тел. Источниками вибрации являются широко применяемые в промышленности и в быту пневматические и электрические, ручные, механизированные инструменты, различные машины, станки.

Вибрация характеризуется величиной смещения колеблющейся точки от устойчивого положения (амплитудой) в миллиметрах и числом колебаний в секунду. Из этих величин рассчитывается колебательная скорость, выражаемая как в абсолютных (м/с), так и в относительных величинах (децибелах), и ускорение.

Как в производстве, так и в быту вибрация может оказывать на человека неблагоприятное действие – приводить к нарушению ряда физиологических процессов, а при длительном систематическом воздействии – к развитию вибрационной болезни.

Условно различают местную вибрацию, действующую преимущественно

на руки работающих, и общую – когда при колебании пола, сиденья (рабочего места) действию вибрации подвергается весь организм.

При вибрационной болезни, развивающейся под действием местной вибрации характерны:

- 1) боли в кистях, чаще по ночам;
- 2) побеление пальцев на холоде;
- 3) онемение и зябкость рук;
- 4) боли в пояснице и в области сердца.

Это связано с нарушением кровообращения в периферических сосудах. Особенно сильно страдает болевая чувствительность, снижается температура кожи на кистях и стопах. Степень снижения чувствительности возрастает с увеличением длительности и тяжести заболевания.

Имеют место нарушения в деятельности эндокринных желез, внутренних органов и обменных процессов. При воздействии вибрации с большой амплитудой возникают нарушения в мышцах, связках, суставах, костях. Появляется слабость, быстрая утомляемость, раздражительность, головные боли, плохой сон.

При общей вибрации особенно часто страдает вестибулярная система, возникают головные боли, головокружения.

Для профилактики вибрационной болезни наряду с гигиеническим нормированием устраняется вибрация машин, оборудования и инструментов путем уравнивания сил, вызывающих колебания. Проводятся мероприятия по уменьшению передачи вибрации при помощи упругих элементов и виброгашения, вводятся технологические процессы, ограничивающие или полностью исключающие контакт работающего с вибрирующей поверхностью.

Необходимо соблюдение рабочим рационального режима труда и отдыха и использование средств индивидуальной защиты, таких как виброгасящие рукавицы и обувь.

Важнейшей мерой предупреждения вибрационной болезни является неукоснительное соблюдение установленных правил работы в условиях

вибрации и норм техники безопасности.

Шум – комплекс звуков, вызывающий неприятное ощущение или болезненные реакции. **Шум** – одна из форм физического загрязнения среды жизни. Он такой же медленный убийца, как и химическое отравление.

Уровень шума в 20–30 децибел (дБ) практически безвреден для человека. Это естественный шумовой фон, без которого невозможна человеческая жизнь. Для громких звуков допустимая граница составляет примерно 80 дБ. Звук в 130 дБ уже вызывает у человека болевое ощущение, а в 130 – становится для него непереносимым.

На некоторых производствах отрицательное влияние на здоровье и работоспособность оказывает воздействие длительного и очень интенсивного шума (80–100 дБ). Производственный шум утомляет, раздражает, мешает сосредоточиться, отрицательно действует не только на орган слуха, но и на зрение, внимание, память.

Шум достаточной эффективности и длительности может привести к снижению слуховой чувствительности, могут развиваться тугоухость и глухота.

Под влиянием сильного шума, особенно высокочастотного, в органе слуха постепенно происходят необратимые изменения.

При высоких уровнях шума понижение слуховой чувствительности наступает уже через 1–2 года работы, при средних уровнях оно обнаруживается гораздо позднее, через 5–10 лет.

Последовательность, с которой происходит утрата слуха, сейчас хорошо изучена. Сначала интенсивный шум вызывает временную потерю слуха. В нормальных условиях через день или два слух восстанавливается.

Но если воздействие шума продолжается месяцами или, как это имеет место в промышленности, годами, восстановления не происходит, и временный сдвиг порога слышимости превращается в постоянный.

Сначала повреждение нервов сказывается на восприятии высокочастотного диапазона звуковых колебаний, постепенно распространяясь на наиболее низкие частоты. Нервные клетки внутреннего уха оказываются

настолько поврежденными, что атрофируются, гибнут, не восстанавливаются.

Шум оказывает вредное воздействие на центральную нервную систему, вызывая переутомление и истощение клеток коры головного мозга.

Возникает бессонница, развивается утомление, снижается работоспособность и производительность труда.

Шум оказывает вредное влияние на зрительный и вестибулярный анализаторы, которое может привести к нарушению координации движений и равновесия тела.

Исследования показали, что и неслышимые звуки также опасны. Ультразвук, занимающий заметное место в гамме производственных шумов, неблагоприятно воздействует на организм, хотя ухо его и не воспринимает.

Вредное воздействие шума во время работы на шумных производствах можно избежать различными методами и средствами. Значительное уменьшение производственного шума достигается применением специальных технических средств шумогашения.

Влияние на человека электромагнитных полей и (неионизирующих) излучений

Электромагнитные поля радиочастот

Электромагнитное поле (ЭМП) радиочастот характеризуется способностью нагревать материалы; распространяться в пространстве и отражаться от границы раздела двух сред; взаимодействовать с веществом, благодаря чему электромагнитные поля широко используются в различных отраслях народного хозяйства: промышленности, науки, техники, медицины, быту.

Электромагнитные волны частично поглощаются тканями биологического объекта, поэтому биологический эффект зависит от физических параметров ЭМП радиочастот :

- 1) длины волны;
- 2) интенсивности и режима излучения;

3) продолжительности и характера облучения организма;

4) от площади облучаемой поверхности и анатомического строения органа и ткани.

При воздействии ЭМП на биологический объект происходит преобразование электромагнитной энергии внешнего поля в тепловую, что сопровождается повышением температуры тела или локальным избирательным нагревом тканей, органов клеток, особенно с плохой терморегуляцией (хрусталика, стекловидного тела и др.). тепловой эффект зависит от интенсивности облучения.

Действие ЭМП радиочастот на центральную нервную систему при плотности потока энергии (ППЭ) более 1 м Вт/см^2 свидетельствует о ее высокой чувствительности к электромагнитным излучениям.

Изменение в крови наблюдается, как правило, при ППЭ выше 10 мВт/см^3 , при меньших уровнях воздействия наблюдаются фазовые изменения количества лейкоцитов, эритроцитов и гемоглобина.

При длительном воздействии ЭМП происходят физиологическая адаптация или ослабление иммунологических реакций.

Статическое электричество

Статическое электричество – это совокупность явлений, связанных с возникновением, сохранением и релаксацией свободного электрического заряда на поверхности и в объеме диэлектрических и полупроводниковых веществ, материалов, изделий или на изолированных проводниках.

Исследования биологических эффектов показали, что наиболее чувствительны к электростатическим полям нервная, сердечно-сосудистая, нейро-гуморальная и другие системы организма.

Постоянное электростатическое поле (ЭСП) – это поле неподвижных зарядов, осуществляющее взаимодействие между ними.

Возникновение зарядов статического электричества происходит при деформации, дроблении (разбрызгивании) веществ, относительно

перемещении двух находящихся в контакте тел, слоев жидких и сыпучих материалов, при интенсивном перемешивании, кристаллизации, а также вследствие индукции.

При трении диэлектриков на их поверхности появляются избыточные заряды, на сухих руках накапливаются электрические заряды, создающие потенциал до 500 В. Разность потенциалов между грозовым облаком и Землей достигает огромных значений, измеряемых сотнями миллионов Вольт, и в воздухе возникает сильное электрическое поле.

При благоприятных условиях возникает пробой. Заряды имеют свойство в большей степени накапливаться на остриях или телах, близких по форме остриям.

Вблизи этих острий создаются высокие электрические поля. По этой причине молнии попадают в высокие отдельно стоящие объекты (башни, деревья и т. п.), и поэтому человеку опасно находиться на открытом пространстве во время грозы или вблизи отдельных деревьев, металлических предметов.

Наряду с естественными статическими электрическими полями в условиях техносферы и в быту человек подвергается воздействию искусственных статических электрических полей.

Искусственные статические электрические поля обусловлены возрастающим применением для изготовления предметов домашнего обихода:

- 1) игрушек;
- 2) обуви;
- 3) одежды;
- 4) для отделки интерьеров жилых и общественных зданий;
- 5) для изготовления строительных деталей производственного оборудования;
- 6) аппаратуры;
- 7) инструментов;
- 8) деталей машин различных синтетических полимерных материалов;

9) диэлектрики.

Допустимые уровни напряженности электростатических полей установлены в ГОСТа 12.1.045-84.

Применение средств защиты работающих обязательно в тех случаях, когда фактические уровни напряженности электростатических полей на рабочих местах превышают 60 кВ/м^2 .

При выборе средств защиты от статического электричества должны учитываться особенности технологических процессов, физико-химические свойства обрабатываемого материала, микроклимат помещений и другое, что определяет дифференцированный подход при разработке защитных мероприятий.

Распространенными средствами защиты от статического электричества являются уменьшение генерации электростатических зарядов или их отвод с наэлектризованного материала, что достигается:

- 1) заземлением металлических и электропроводных элементов оборудования;
- 2) увеличением поверхностной и объемной проводимости диэлектриков;
- 3) установкой нейтрализаторов статического электричества.

Заземление проводится независимо от использования других методов защиты.

Лазерное излучение

Оптический квантовый генератор – это генератор электромагнитного излучения оптического диапазона, основанный на использовании вынужденного (стимулированного) излучения.

Действие лазеров на организм зависит от параметров излучения, локализации воздействия и анатомов. Энергия излучения лазеров в биологических объектах (тканях, органах) может претерпевать различные превращения и вызывать органические изменения в облучаемых тканях (первичные эффекты) и последиорические изменения функционального

характера (вторичные эффекты). При этом наблюдается сочетаемое термическое и механическое действие на облучаемые структуры.

Ультрафиолетовое излучение

Биологическое действие УФ – лучей солнечного света проявляется прежде всего в их положительном влиянии на организм человека. Наиболее часто следствием недостатка солнечного света являются авитаминоз, ослабление защитных иммунобиологических реакций организма, обострение хронических заболеваний, функциональные расстройства нервной системы.

УФ-излучение от производственных источников может стать причиной острых и хронических заболеваний.

Излучение оптической части спектра

Освещение имеет важное гигиеническое значение. Важно не просто освещать помещение или отдельное рабочее место, а создавать освещение, которое соответствовало бы характеру выполняемой работы. Недостаточное освещение снижает работоспособность и производительность труда, вызывает утомление глаз, способствует развитию близорукости, увеличению производственного травматизма, приводит к транспортным авариям на улицах и дорогах. Освещение бывает естественным, искусственным и смешанным.

Естественное освещение обуславливается солнечными лучами и рассеянным светом небосвода и меняется в зависимости от географической широты, высоты стояния солнца, степени облачности и прозрачности атмосферы. Естественный свет имеет спектр, к которому глаз человека наиболее привычен.

Нормы естественного освещения устанавливаются в зависимости от назначения здания и отдельных помещений. Лучшая освещенность помещений достигается окраской стен и потолков в светлые тона, а также периодической очисткой оконных стекол, загрязнение которых приводит к потере 50% светового потока. Для оценки естественного освещения используется коэффициент естественного освещения, показывающий, во сколько раз

освещенность внутри помещения меньше наружной. В средней полосе в наиболее удаленных от окон точках коэффициент естественного освещения должен быть не менее 2,5%, а в северных широтах – 2,9%. Оптимальная ориентация окон жилых помещений – юг и юго-восток.

Источниками искусственного света служат электрические лампы. Количественной характеристикой является освещенность, которая устанавливается в пределах от 5 до 5000 лк в зависимости от характера выполняемых работ.

Различают два вида искусственного освещения: общее, при котором свет распространяется равномерно по всему помещению, и комбинированное, создаваемое лампами общего и местного освещения одновременно и которое в гигиеническом отношении наиболее целесообразно. Работать только при местном освещении не рекомендуется, так как, переводя взгляд с ярко освещенной поверхности на темные окружающие предметы, мы создаем дополнительную нагрузку на глаза. Настольную лампу или другой переносной светильник устанавливают непосредственно на рабочем месте так, чтобы свет от нее падал спереди с левой стороны, тогда тень от руки не будет заслонять работу.

В настольной лампе или бра лампочка должна быть не менее 40–60 Вт для людей с нормальным зрением, а пожилым и тем, у кого зрение ослаблено, лучше приобрести лампы мощностью 75–100 Вт. Мощность ламп в светильниках общего освещения определяется из расчета 10–15 Вт на 1 м³ площади помещения.

При пользовании люминесцентными лампами не рекомендуются светильники с одной лампой, так как свет в такой лампе пульсирует соответственно изменению напряжения тока в сети. Целесообразно общее освещение устраивать с помощью люминесцентных ламп, а для местного использовать лампы накаливания.

Смешанное освещение – включение искусственного (электрического) света в дополнение к дневному свету, что в необходимых случаях вполне

целесообразно.

Ионизирующие излучения и обеспечение радиационной безопасности

Ионизирующее излучение – это явление, связанное с радиоактивностью.

Радиоактивность – самопроизвольное превращение ядер атомов одних элементов в другие, сопровождающееся испусканием ионизирующих излучений.

Различают следующие виды радиоактивных превращений: альфа-распад, электронный, В-распад, К-захват, самопроизвольное деление ядер и термоядерные реакции.

Степень, глубина и форма лучевых поражений, развивающихся среди биологических объектов при воздействии на них ионизирующего излучения, в первую очередь зависят от величины поглощенной энергии излучения. Для характеристики этого показателя используется понятие поглощенной дозы, т. е. энергии излучения, поглощенной единицей массы облучаемого вещества.

Ионизирующее излучение – уникальное явление окружающей среды, последствия от воздействия которого на организм на первый взгляд совершенно не эквивалентны величине поглощенной энергии.

Если принять в качестве критерия чувствительности к ионизирующему излучению морфологические изменения, то клетки и ткани организма человека по степени возрастания чувствительности можно расположить в следующем порядке: нервная ткань, хрящевая и костная ткани, мышечная ткань, соединительная ткань, щитовидная железа, пищеварительные железы, легкие, кожа, слизистые оболочки, потовые железы, лимфоидная ткань, костный мозг.

Важнейшие биологические реакции организма человека на действие ионизирующей радиации условно разделены на две группы:

- 1) острые поражения;
- 2) отдаленные последствия, которые в свою очередь подразделяются на соматические и генетические эффекты.

При дозах облучения более 100 бэр развивается острая лучевая болезнь, тяжесть течения которой зависит от дозы облучения.

К отдаленным последствиям соматического характера относятся разнообразные биологические эффекты, среди которых наиболее существенными являются лейкемия, злокачественные новообразования, и сокращение продолжительности жизни.

Регламентация облучения и принципы радиационной безопасности. С 1 января 2000 г. облучение людей в РФ регламентируют нормы радиационной безопасности (НРБ-96), гигиенические нормативы (ГН) 2.6.1.054-96. Основные дозовые пределы облучения и допустимые уровни устанавливают для следующих категорий облучаемых лиц:

- 1) персонала – лиц, работающих с техногенными источниками (группа А) или находящихся по условиям работы в сфере из воздействия (группа В);
- 2) населения, включая лиц из персонала, вне сферы и условий их производственной деятельности.

Для указанных категорий облучаемых предусматриваются три класса нормативов:

- 1) основные дозовые пределы (предельно допустимая доза – для категории А, предел дозы – для категории В);
- 2) допустимые уровни;
- 3) контрольные уровни, устанавливаемые администрацией учреждения по согласованию с Госсанэпиднадзором на уровне ниже допустимого.

Основные принципы обеспечения радиационной безопасности:

- 1) уменьшение мощности источников до минимальных величин;
- 2) сокращение времени работы с источниками;
- 3) увеличение расстояния от источников до работающих;
- 4) экранирование источников излучения материалами, поглощающими ионизирующее излучение.

Вредные химические факторы

Влияние химических веществ на работающих возможно при многих видах профессиональной деятельности: получении и переработке природного

сырья, изготовлении промышленной продукции, работе на транспорте, в сельском хозяйстве и других видах труда. Например, при добыче и первичной переработке нефти могут возникать отравления сероводородом и углеводородами, при взрывных работах в горнорудной и угольной промышленности – окисью углерода и окислами азота, в металлургической промышленности – окисью углерода, сернистым газом, парами некоторых металлов, в машиностроении – цианистыми соединениями, парами кислот, растворителями, на транспорте – выхлопными газами двигателей внутреннего сгорания, в сельском хозяйстве – ядохимикатами, удобрениями и т.п.

Яды – вещества, которые, попадая в организм в небольших количествах, вступают в нем в химическое или физико-химическое взаимодействие с тканями и при определенных условиях вызывают нарушение здоровья. Хотя ядовитые свойства могут проявить практически все вещества, даже такие, как поваренная соль в больших дозах или кислород при повышенном давлении, к ядам принято относить лишь те, которые свое вредное действие проявляют в обычных условиях и в относительно небольших количествах.

Действие ядов может быть общим (резорбтивным) или местным. Общее действие развивается в результате всасывания яда в кровь. При этом нередко наблюдается относительная избирательность, выражающаяся в том, что преимущественно поражаются те или иные органы и системы, например нервная система при отравлении марганцем, органы кроветворения – при отравлении бензолом. При местном действии преобладает повреждение тканей на месте соприкосновения их с ядом: явления раздражения, воспаления, ожоги кожных и слизистых покровов – чаще всего при контакте со щелочными и кислотными растворами и парами. Местное действие, как правило, сопровождается и общими явлениями вследствие всасывания продуктов распада тканей и рефлекторных реакций в результате раздражения нервных окончаний.

Производственные отравления протекают в острой, подострой и хронической формах. Острые отравления чаще бывают групповыми и возникают в случаях аварий. Эти отравления характеризуются: 1) кратковременностью действия яда – не более чем в течение одной смены; 2) поступлением в организм яда в относительно больших количествах – при высоких концентрациях в воздухе, ошибочном приеме внутрь, сильном загрязнении кожных покровов; 3) яркими клиническими проявлениями

непосредственно в момент действия яда или через относительно небольшой – обычно несколько часов – скрытый (латентный) период. В развитии острого отравления, как правило, имеются две фазы: первая – неспецифических проявлений (головная боль, слабость, тошнота и др.) и вторая – специфических (например, отек легких при отравлении окислами азота).

Хронические отравления возникают постепенно, при длительном действии ядов, проникающих в организм в относительно небольших количествах. Они развиваются вследствие накопления самого яда в организме (материальная кумуляция) или вызываемых им изменений (функциональная кумуляция). Поражаемые органы и системы в организме при хроническом и остром отравлениях одним и тем же ядом могут отличаться. Например, при остром отравлении бензолом в основном страдает нервная система и наблюдается наркотическое действие, при хроническом – система кроветворения.

Наряду с острыми и хроническими отравлениями выделяют подострые формы, которые, хотя и сходны по условиям возникновения и проявлениям с острыми отравлениями, но развиваются медленнее и имеют более затяжное течение.

Производственные яды могут быть причиной не только специфических острых, подострых и хронических отравлений, но и других отрицательных последствий. Например: снижение иммунобиологической сопротивляемости организма, способствование развитию туберкулеза, заболеванию почек и других заболеваний, вызывание аллергических заболеваний, способствование развитию опухолей и т.п.

Пути поступления и судьба ядов в организме

Основными путями проникания ядов в организм на производстве являются органы дыхания и кожные покровы, меньшее значение имеет поступление ядов через желудочно-кишечный тракт. В редких случаях возможно проникновение ядов через поврежденные участки кожи, например попадание ртути под кожу в случае ранения ее стеклом в процессе производства ртутных измерительных приборов.

Большая часть производственных отравлений возникает в результате вдыхания токсичных газов, паров, туманов, аэрозолей. Этому способствуют большая поверхность легочной ткани, быстрота поступления в кровь и отсутствие дополнительных барьеров на пути яда из вдыхаемого воздуха в различные органы и системы.

Важнейшим физико-химическим показателем является коэффициент растворимости паров и газов химических веществ в жидкостях. Под этим термином понимается отношение концентрации газа или пара в равных объемах воздуха и жидкости в момент равновесия. В промышленной токсикологии нашли применение коэффициенты растворимости в системах артериальная кровь/альвеолярный воздух и вода/воздух. В первом случае коэффициент имеет следующее выражение:

$\lambda = \text{конц. в артериальной крови} / \text{конц. в альвеолярном воздухе},$

во втором:

$\lambda = \text{конц. в воде} / \text{конц. в воздухе}.$

Большинство паров и газов растворяется в крови примерно так же, как и в воде, или несколько хуже. Поэтому часто для суждения о накоплении паров и газов в организме используют коэффициент растворимости вода/воздух.

С увеличением этого коэффициента большее количество вещества будет диффундировать из альвеолярного воздуха в кровь, сорбционная емкость организма будет возрастать.

Кожный путь поступления ядов возможен не только при загрязнении кожи растворами и пылью токсических веществ: последние могут всасываться через кожу и в случае наличия токсичных газов и паров в воздухе, так как кожа участвует в процессе дыхания. Кроме того, токсические пары и газы из воздуха способны растворяться в поту и жировом покрытии кожи с последующим всасыванием через нее. Особое значение кожный путь поступления имеет для токсических веществ, растворимых в жирах и жироподобных веществах (липоиды), в частности углеводов, ароматических аминов, соединений типа бензола, анилина, эфиров и т.п.

Проникание ядов через кожу зависит от растворимости их не только в липоидах, но и в воде, так как она в значительной мере определяет возможность поступления в кровь растворенного в кожных покровах вещества.

Поступление ядов через пищеварительный тракт происходит по ряду причин. Основной из них является задержка токсических веществ, особенно в пылевидном состоянии, на слизистой носоглотки и верхних отрезков дыхательного тракта. Осевшие здесь токсические вещества со слизью частично удаляются при кашле, чиханье, частично заглатываются и поступают в желудок. Попадание ядов в пищеварительный тракт возможно и при несоблюдении правил личной гигиены: приеме пищи, курении, если руки загрязнены.

Какова судьба ядов, попавших в организм? В крови и тканях, куда они поступают с током крови, происходят процессы физико-химического взаимодействия ядов с клеточными мембранами, белковыми структурами и другими компонентами клеток и межтканевой среды. Биологическая направленность этих процессов – обезвреживание ядов различными путями.

Первый и главный путь обезвреживания – изменение химической структуры ядов. Например, органические соединения подвергаются чаще всего гидроксилированию (образование –ОН- групп).

Процессы превращения ядов многообразны и включают их окисление, восстановление, расщепление, метилирование, образование сложных парных соединений с серной и глюкуроновой кислотами, аминокислотами, что в конечном итоге приводит большей частью к возникновению менее ядовитых и активных в организме веществ.

Важную роль в обезвреживании ядов играют их депонирование и выведение. Депонирование (откладывание в тех или иных органах) является временным путем уменьшения количества циркулирующего в крови яда. Например, тяжелые металлы часто откладываются в костях, печени, почках, некоторые вещества – в нервной системе. Процесс этот сложен и не является полноценным методом обезвреживания, так как яды могут из депо вновь поступать в кровь. Поступление ядов из депо в кровоток может периодически резко возрастать при нервном напряжении, заболеваниях, приеме алкоголя, что ведет к обострению хронического отравления.

Третий путь обезвреживания ядов – выведение их из организма. Оно происходит разными путями: через органы дыхания, пищеварения, почки, кожные покровы, железы. Пути выведения ядов зависят от их физико-химических свойств и превращений в организме. Например, органические соединения алифатического и ароматического рядов обычно частично выделяются в неизмененном виде с выдыхаемым воздухом, а частично – в измененном виде через почки и желудочно-кишечный тракт. Тяжелые металлы, как правило, выделяются в основном через желудочно-кишечный тракт и почки.

Скорость выведения ядов обычно наибольшая в первые дни и недели после поступления их в организм, а в дальнейшем она замедляется.

Факторы, определяющие действие ядов на организм

Токсическое действие различных веществ является результатом взаимодействия организма, яда и окружающей среды. Оно зависит от

следующих факторов:

1. Видовые различия в чувствительности человека и животных к ядам обусловлены сходством или различиями в течении обменных процессов, степенью сложности, дифференцированности нервной системы и механизмов регуляции физиологических функций, продолжительностью жизни, массой тела, величиной и особенностями строения кожных покровов и рядом других причин. Знание видовых различий важно потому, что при исследовании действия ядов на человека и разработке гигиенических нормативов, как правило, проводятся эксперименты на животных. Перенос (экстраполяция) экспериментальных данных с определенного вида животных на человека возможен лишь тогда, когда известно, что имеется общность в превращениях (метаболизме) яда в организме данного вида животных и человека и что при выборе длительности эксперимента была учтена продолжительность жизни вида животных и длительность жизни человека, его трудового стажа и т.п.

2. Влияние пола на направленность и выраженность токсического действия может проявиться в отношении как специфических признаков поражения (влияние на гонады мужчин или женщин, на беременность, эмбриотропное действие и т.п.), так и общего действия. Отмечается большая чувствительность женского организма к действию некоторых органических ядов, например бензола. Некоторые яды, например соединения бора, обладают избирательно выраженной токсичностью в отношении гонад мужского организма.

3. Влияние возраста. Организм подростков в 2-3 раза (до 10 раз в отношении некоторых веществ) более чувствителен к ядам, чем взрослые.

4. Индивидуальная чувствительность к ядам выражена довольно значительно, что зависит от особенностей течения биохимических процессов у разных лиц (так называемая биохимическая индивидуальность), а также функциональной активности разных физиологических систем. Индивидуальная чувствительность к ядам определяется и состоянием здоровья. Например, лица с заболеваниями крови более чувствительны к действию кроветворных ядов, с нарушениями со стороны нервной системы – к действию нейротропных ядов, с заболеваниями легких – к действию раздражающих веществ и пылей и т.п.

Учитывая это, лица с определенными заболеваниями не допускаются к работе в контакте с ядами, которые могут обострить течение болезни, или, наоборот, эти заболевания могут вести к более быстрому и тяжелому течению интоксикации.

На чувствительность организма к ядам оказывает влияние и характер труда. Например, при тяжелой физической работе усиливаются процессы дыхания и кровообращения, что ведет к ускоренному поступлению ядов в организм.

5. Химическая структура и физические свойства ядов. Всеобщих закономерностей зависимости токсичности от структуры соединений не существует, однако некоторые правила для определенных классов веществ установлены.

Возрастание токсичности наблюдается в гомологическом ряду углеводов. Это применимо к веществам алифатического ряда, спиртам (кроме метилового), но оно не подтверждается в ряду ароматических соединений. В качестве примеров можно указать, что легкие бензины менее токсичны, чем тяжелые, бутиловый, амиловый и другие высшие спирты токсичнее этилового и пропилового.

Токсичность органических соединений возрастает с увеличением числа ненасыщенных связей, например от этана ($\text{CH}_3 - \text{CH}_3$) к этилену ($\text{CH}_2 = \text{CH}_2$) и ацетилену ($\text{CH} \equiv \text{CH}$).

Токсичность снижается с увеличением разветвленности цепи. Это наблюдается среди углеводов, являющихся изомерами, но имеющих различия в структуре (например, изогептан менее ядовит, чем гептан).

Изменение характера действия, а часто и возрастание токсичности отмечаются при введении в молекулу атома галоидов (хлор, фтор), метильных, амино- (NH_2) и нитрогрупп (NO).

Из физических свойств ядов на токсичность их влияют растворимость, летучесть, агрегатное состояние.

На роль растворимости в воде указывалось выше.

Показателем растворимости вещества в жирах и липоидах является

коэффициент распределения масло/вода. Физико-химическая сущность для этого показателя аналогична коэффициенту l и имеет следующее выражение:

$$K = \text{конц. в масле} / \text{конц. в воде}.$$

Растворимость влияет не только на скорость проникания веществ, но и на характер действия. Так, установлено, что чем больше растворимость вещества в липоидах, тем ярче выражено его нейротропное, в частности наркотическое, действие: чем выше коэффициент распределения масло/вода, т.е. отношение растворимости в липоидах к растворимости в воде, тем больше связывается яд не с кровью, а с тканями, богатыми липоидами (нервной тканью).

На опасность отравления ядом влияет такое физическое его свойство, как летучесть. Летучесть – максимально достижимая концентрация вещества в воздухе при данной температуре (мг/л, мг/куб.м). Чем она выше, тем большие концентрации вещества могут быть в воздухе, тем оно опаснее.

Агрегатное состояние ядов влияет на характер вредного действия и скорость его проявления. Известно, что металлическая ртуть в виде жидкости не токсична, но очень опасна в виде паров. Скорость развития интоксикации при вдыхании ядовитых аэрозолей возрастает с ростом дисперсности, так как увеличение раздробленности вещества резко увеличивает и его удельную поверхность, что ускоряет растворение и всасывание яда в органах дыхания и крови.

6. Концентрация и продолжительность действия яда. Токсический эффект в значительной мере определяется количеством поступившего в организм яда. Для некоторых веществ имеет значение время воздействия. Определенную роль играет непрерывность или прерывистость действия яда.

При поступлении яда в желудочно-кишечный тракт (а в эксперименте также внутривенно, внутривентально, внутримышечно, подкожно) количество вещества в организме, т.е. введенную дозу, принято рассчитывать на единицу массы тела (1 г, 1 кг). При поступлении токсических веществ через органы дыхания уровень содержания определяется концентрацией яда в воздухе в мг/куб.м.

Для оценки опасности химических веществ применяются следующие показатели:

а) Средняя смертельная доза при введении в желудок – это доза вещества, вызывающая гибель 50% животных при однократном введении в желудок – DL50.

Средняя смертельная концентрация в воздухе – это концентрация вещества, вызывающая гибель 50% животных при 2-4 часовом ингаляционном воздействии – CL50.

б) Порог острого действия – пороговая концентрация или минимально действующая, которая при однократном воздействии вызывает статистически достоверные изменения интегральных показателей животного организма (например, изменения показателей рефлекторной деятельности) - LIMac.

в) Порог хронического действия – минимальная (пороговая) концентрация, вызывающая вредное действие в хроническом эксперименте по 4 часа 5 раз в неделю на протяжении 4 месяцев – LIMch.

г) Зона острого действия (Sac) – характеризует потенциальную опасность возникновения острых отравлений и является отношением среднесмертельной концентрации к порогу острого действия:

$$S_{ac} = CL50 / LIM_{ac},$$

где CL50- среднесмертельная концентрация; LIMac – порог острого действия.

Чем меньше зона острого действия, тем опаснее вещество, так как даже небольшое повышение концентрации, начиная от пороговой, уже может вызывать крайние формы влияния на организм, т.е. смерть.

д) Зона хронического действия – отношение порога острого действия к порогу хронического действия:

$$S_{ch} = LIM_{ac} / LIM_{ch},$$

где LIMac – порог острого действия; LIMch – порог хронического действия.

Интервал между LIMac и LIMch удовлетворено характеризует опасность

возникновения хронического отравления. Если этот интервал велик, т.е. LI_{Mch} слишком мала по сравнению с LI_{Mac} , то в животном организме создаются хорошие условия для суммирования эффекта малых концентраций и, следовательно, для развития интоксикации. Иными словами, чем шире зона хронического действия, тем опаснее испытываемое вещество, так как кумулятивные свойства, выражающиеся в накоплении эффекта в хроническом эксперименте, будут выражены сильнее.

Опасность яда – возможность возникновения интоксикации в естественных условиях на производстве зависит не только от токсичности вещества (например, устанавливаемой по величинам DL_{50} или CL_{50}), но и других его свойств, прежде всего летучести. Малотоксичное, но высоколетучее вещество в условиях производства может оказаться гораздо опаснее, чем высокотоксичное, но малолетучее.

В настоящее время опасность химических веществ часто оценивают по величине КВНО – «коэффициента возможности ингаляционного отравления», который равен отношению C_{20}/CL_{50} , где C_{20} – максимально достижимая концентрация вещества при 20 градусах Цельсия, CL_{50} – среднесмертельная концентрация для животных (белых мышей) при двухчасовом воздействии (120 мин). Таким образом, КВНО объединяет два важнейших показателя опасности острого отравления: летучесть вещества и дозу, вызывающую наибольший биологический эффект, т.е. гибель организма.

Токсический эффект зависит не только от дозы и концентрации вещества: имеют значение также время (продолжительность) и периодичность воздействия ядов. В отношении многих веществ, поступающих в организм через дыхательные пути, установлено, что сила токсического действия (W) находится в прямой зависимости от концентрации (c) и времени (t) воздействия, т.е. $W = c \times t$. Эта закономерность в большинстве случаев отражает зависимость эффекта от дозы, так как чем больше концентрация яда в воздухе и продолжительнее время действия, тем больше вещества поступает в организм.

7. Комбинированное действие ядов, влияние физических факторов

среды. Изолированное действие ядов на производстве, особенно в химической промышленности, встречается редко; обычно работающие подвергаются одновременному воздействию нескольких веществ, т.е. имеет место комбинированное действие ядов.

Различают несколько видов комбинированного (совместного) действия ядов:

1) Однородное действие – компоненты смеси действуют на одни и те же системы в организме, при количественно одинаковой замене их друг другом токсичность смеси не изменяется. В этих случаях говорят о простой аддитивности (от addition – сложение, дополнение) или простом суммировании: суммарный эффект смеси равен сумме эффектов действующих компонентов.

2) Независимое действие – компоненты смеси действуют на разные системы, токсические эффекты не связаны друг с другом и в случае их возникновения (например, гибели), они являются результатом воздействия одного или другого компонента, а не развития комбинационного эффекта.

3) Положительный синергизм, или потенцирование (от potent – сильнодействующий), и отрицательный синергизм (депотенцирование, антагонизм) – комбинированное действие смеси веществ, которое по своему эффекту в первом случае больше, а во втором – меньше, чем сумма действий отдельных веществ смеси.

Токсический эффект, как отмечалось выше, является результатом взаимодействия яда, организма и условий внешней среды: температуры и влажности воздуха, барометрического давления, ультрафиолетовой радиации, шума и др.

Токсичность ядов в определенном температурном диапазоне является наименьшей, усиливаясь как при повышении, так и при понижении температуры воздуха. Главной причиной этого является изменение функционального состояния организма: нарушение терморегуляции, потеря воды при усиленном потоотделении, изменение обмена веществ и ускорение многих биохимических процессов. Учащение дыхания и усиление

кровообращения ведут к увеличению поступления ядов в организм через органы дыхания. Расширение сосудов кожи и слизистых повышает скорость всасывания токсических веществ через кожу и дыхательные пути. В этом же направлении влияет усиленное потоотделение.

Влажность воздуха может увеличивать опасность отравлений, в особенности раздражающими газами. Причина, по-видимому, в усилении процессов гидролиза, повышении задержки ядов на поверхности слизистых оболочек, изменении агрегатного состояния ядов.

Изменение барометрического давления также влияет на токсический эффект. При повышении давления возрастание токсического действия происходит вследствие двух причин: во-первых, усиленного поступления яда вследствие роста парциального давления газов и паров в альвеолярном воздухе и ускоренного перехода их в кровь, во-вторых, изменения многих физиологических функций, в первую очередь дыхания, кровообращения, состояния центральной нервной системы и анализаторов. При понижении барометрического давления первая причина отсутствует, но усиливается влияние второй.

В производственных условиях встречается сочетание действия ядов и ультрафиолетовых лучей (транспортные рабочие, регулировщики, грузчики и др.). Ультрафиолетовые лучи влияют на процессы взаимодействия газов в смесях, например, способствуя образованию смога из выхлопных газов автомашин.

Имеются данные об усилении действия ядов при одновременном влиянии на организм шума и вибрации. Причиной этого, по-видимому, является изменение функционального состояния центральной нервной и сердечно-сосудистой систем.

Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны

Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны – - концентрации, которые при ежедневной (кроме выходных дней) работе

в течении 8 ч или при другой продолжительности, но не более 41 ч в неделю, в течение всего рабочего стажа не могут вызвать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

Предельно допустимые концентрации токсических веществ используются на практике для оценки санитарной обстановки на производстве, эффективности оздоровительных мероприятий, например вентиляции, а также при проектировании новых цехов и пр.

При обосновании ПДК производственных ядов исходят из:

- а) учета физико-химических свойств вещества;
- б) результатов экспериментальных исследований;
- в) данных гигиенических наблюдений на производстве, материалов о состоянии здоровья и заболеваемости рабочих.

Исходной величиной для установления ПДК является порог хронического действия (LIMch).

Предельно допустимая концентрация устанавливается на уровне в 2-3 раза и более низком, чем LIMch. Этот коэффициент снижения называется «коэффициентом запаса» («индекс безопасности», «коэффициент прочности»).

Это можно выразить в виде формулы:

$$\text{ПДК} = \text{LIMch} / K,$$

где K – коэффициент запаса.

Величина K тем больше, чем уже зона острого токсического действия, выраженнее кумулятивные свойства, шире зона хронического токсического действия. При обосновании коэффициента запаса учитываются КВИО, возможность кожно-резорбтивного действия: чем они значительнее тем больше избираемый коэффициент запаса.

Классификация производственных ядов

По степени воздействия на организм вредные вещества подразделяются на

4 класса опасности: чрезвычайно опасные, высокоопасные, умеренно опасные и малоопасные.

Отнесение вредного вещества к классу опасности производят по показателю, значение которого соответствует наиболее высокому классу опасности.

Классификация ядов по их опасности является основной для выбора менее вредных веществ при внедрении их в производство и определения степени строгости в соблюдении гигиенических требований по борьбе с профессиональными отравлениями.

Общие методы борьбы с профессиональными отравлениями

Устранение яда из технологического процесса

Этот путь является наиболее радикальным. При этом возможна замена токсических веществ менее токсичными или вообще введение новой технологии, исключающей условия для выделения токсических веществ в воздух, например закалка металлов токами высокой частоты вместо свинцовых ванн, запрещение использования свинцовых белил, замена бензола менее токсичными его гомологами (ксилол, толуол) в обувной, полиграфической и других отраслях промышленности, устранение фосфора из спичечного производства, ртути – из производства фетра и т.п.

Совершенствование технологии и оборудования

Оно возможно как путем введения принципиально новых решений, так и непрерывных процессов и автоматизации. Например, в машиностроительной промышленности вместо пульверизационной окраски станков, машин и др. изделий, при которой воздух интенсивно загрязняется парами растворителей и красочных аэрозолей, внедряется окраска в электростатическом поле, причем это не только облегчает труд, но и значительно уменьшает загрязнение воздуха в рабочей зоне.

К этому методу также относятся: а) автоматизация и механизация производственных процессов; б) герметизация оборудования и контроль за их

состоянием.

Гигиенические и санитарно-технические мероприятия

К ним относятся: гигиеническая стандартизация сырья, контроль за состоянием воздушной среды, соблюдение гигиенических требований в условиях повышенной опасности действия ядов (аварийные ситуации, ремонтные работы), профилактика отравлений с помощью планировки и отделки зданий, использование средств индивидуальной защиты, эффективной вентиляции, санитарный инструктаж рабочих.

Законодательные санитарные и лечебно-профилактические мероприятия

В отношении лиц, работающих с ядовитыми веществами, законодательство предусматривает ограничение рабочего дня, увеличение длительности отпуска, более ранние сроки выхода на пенсию. На ряд производств, где имеется повышенная опасность отравлений или действия ядов на специфические функции организма, не допускаются женщины и подростки.

В государственном порядке установлены ПДК вредных веществ в рабочей зоне. Они обязательны для администрации предприятий.

Обязательными являются учет и регистрация профессиональных отравлений.

Лечебно-профилактические мероприятия играют важную роль в предупреждении возникновения производственных отравлений. В первую очередь к ним относятся медицинские осмотры рабочих и организация специального питания.

Министерством здравоохранения предусмотрена обязательность предварительных при поступлении на работу и последующих периодических медицинских осмотров рабочих. Цель предварительного осмотра – не допустить к работе с ядами лиц с такими заболеваниями, которые могут обостриться при поступлении в организм даже небольших количеств токсических веществ, а также тех, которые могут способствовать более

быстрому возникновению отравления (например, заболевания крови при работе с бензолом, нервные заболевания при работе с марганцем и т.п.). После поступления на работу, связанную с возможностью отравлений, работающие периодически, например раз в год или чаще, подвергаются врачебному осмотру, лабораторным и рентгенологическим исследованиям с целью контроля за их здоровьем и выявления наиболее ранних признаков интоксикации, своевременного прекращения контакта с ядами, оздоровления условий труда.

Для рабочих ряда производств, где возможно влияние ядов, предусмотрено дополнительное и специальное питание. Дополнительное питание в виде 0,5 л молока имеет значение для повышения общей сопротивляемости организма, так как молоко обладает высокой питательной ценностью и содержит полноценные белки, соли, витамины. Под специальным питанием понимают выдачу рабочим некоторых производств таких рационов, которые ведут к активации биохимических процессов в организме, на течение которых тот или иной яд оказывает отрицательное влияние.

Важнейшие промышленные яды

Свинец – Pb

Свинец — тяжелый металл, плавится при температуре 327°C и кипит при 1525°C, но начинает испаряться уже при 400—500°C. Отравления рабочих могут наблюдаться при добыче свинцовых руд, выплавке свинца, применении свинца и его соединений в производстве белил, сурика, при изготовлении аккумуляторов, кабеля, подшипников, применении свинецсодержащих сплавов в полиграфии и др.

Основным путем поступления свинца в организм в производственных условиях является дыхательный тракт: меньшее значение имеют желудочно-кишечный тракт и кожные покровы. В наибольших количествах свинец накапливается в печени, почках, поджелудочной железе и костях. Выделяется в основном через кишечник и почки, но его можно обнаружить также в слюне, молоке и других экскретах.

Свинец может вызвать медленно развивающееся хроническое отравление, ранние стадии которого протекают почти бессимптомно.

К симптомам интоксикации свинцом относят:

1. Свинцовая кайма - узкая, лиловато-аспидного цвета полоска по краю десен. Она обычно локализуется у передних зубов.
2. Свинцовый колорит - землисто-бледная окраска кожных покровов, обусловленная спазмом сосудов, а также повышенным количеством порфирина в крови.

При отравлении свинцом поражаются многие органы и системы, но преимущественно система крови, нервная, сердечно-сосудистая, а также желудочно-кишечный тракт и печень.

Изменения нервной системы в начальных стадиях характеризуются астеническим синдромом - жалобами на головную боль, утомляемость, головокружение, раздражительность, ухудшение сна и т. п. При более выраженных стадиях отравления, возможна энцефалопатия с неравномерностью зрачков, тремором, гемипарезами и др. Иногда развивается полиневрит - двигательная форма в виде паралича разгибателей кисти и пальцев рук или чувствительная форма с жалобами на боли в конечностях, болезненностью при пальпации по ходу нервов, торными расстройствами (потливость, снижение кожной температуры, ослабление пульса в области тыльной артерии стопы и др.).

Гематологические сдвиги при свинцовой интоксикации в основном происходят в красной крови.

Поражение желудочно-кишечного тракта проявляется в жалобах на диспепсию (плохой аппетит, тошнота, изжога и др.), изменении секреции, чаще в сторону ее усиления. В наиболее тяжелых случаях возникает свинцовая колика — схваткообразные, очень интенсивные боли в животе, запор, не поддающийся действию слабительных. При этом артериальное давление возрастает до 200 мм рт. ст. и выше, пульс 40,48 в минуту. Нередко приступ сопровождается тошнотой, рвотой, ознобом, повышением температуры до

37,5,38°C. Продолжительность колики от нескольких часов до 2,3 нед.

Поражение печени протекает по типу токсического гепатита,

При хронических отравлениях свинцом поражается сердечно-сосудистая система (атеросклеротические процессы в сосудах, повышение давления, изменение ЭКГ).

Очень редко при свинцовых отравлениях возникают поражения органа зрения: изменение глазного дна, временная потеря зрения, нистагм.

Токсичность свинца в значительной мере связана с его выраженными кумулятивными свойствами, способностью задерживаться в депо, периодически вновь поступая в кровь и вызывая обострения в течении интоксикации.

ПДК=0,01 мг/м³, класс опасности 1, агрегатное состояние – аэрозоль.

Тетраэтилсвинец – Pb(C₂H₅)₄.

Тетраэтилсвинец или ТЭС - металлоорганическое соединение. Это бесцветная маслянистая летучая жидкость с фруктовым запахом, кипит при 200 °С, хорошо растворяется в органических растворителях и жирах. При ее сгорании образуется окись свинца. ТЭС входит в состав этиловой жидкости (50%) и этилированного бензина (0,5-4 мл на 1 л бензина), улучшая качество топлива для двигателей внутреннего сгорания, так как является антидетонатором.

Отравления рабочих возможны в производстве ТЭС, на смесительных станциях (при получении этиловой жидкости, добавлении ТЭС и этиловой жидкости к бензину), при транспортировке, хранении, использовании этиловой жидкости и бензина на нефтебазах, аэродромах, в гаражах и т. п.

ТЭС, легко испаряясь, проникает в организм через дыхательные пути, быстро всасывается через кожу. В виде целостной молекулы он в течение нескольких дней - до 3 суток и более циркулирует в организме, постепенно подвергаясь расщеплению; при этом выделяется свинец, который частично депонируется в паренхиматозных органах и головном мозге, а частично

выводится с мочой и калом.

ТЭС является высокотоксичным ядом и может вызывать острые, подострые и хронические отравления.

Клиника острых отравлений весьма характерна. После латентного периода от нескольких часов до нескольких суток болезнь развивается с постепенным нарастанием симптомов. В начальной стадии возникают резкая головная боль, слабость, металлический вкус во рту, нередко появляется эйфория. Часто нарушен сон: он становится прерывистым, сопровождается кошмарными сновидениями, криком, беспокойством. Днем наблюдается состояние подавленности, тревоги, страха. Память снижена.

Обычно развиваются вегетативные расстройства: гипотония, брадикардия, гипотермия, усиленное слюноотечение. Нередки парестезии — ощущение ползания насекомого по телу, зуда, волоса или нити на языке. Объективно наблюдаются тремор пальцев вытянутых рук, нистагм, неуверенная походка, несколько нарушенная речь.

При наиболее легкой астенической форме отравления повышена утомляемость, нарушено внимание, наблюдаются эмоциональная неустойчивость, головные боли, плохой сон. Все эти явления сопровождаются вегетативными расстройствами.

При легких формах острых отравлений состояние больных постепенно улучшается и наступает полное выздоровление. В более тяжелых случаях процесс постепенно прогрессирует с нарастанием психических расстройств и органических поражений нервной системы. В случае выздоровления возможны отдаленные последствия в виде нарушений психики — эмоциональная неустойчивость, ослабление интеллекта и др.

Хронические отравления при длительном воздействии небольших концентраций ТЭС могут долго протекать скрыто и обычно носят легкий характер. В их развитии также различают несколько стадий. Первоначально на фоне вегетативных нарушений (брадикардия, гипотония, гипотермия, повышенная саливация) возникает состояние астении с расстройством сна,

эмоциональной неустойчивостью, парестезиями, иногда сексуальными расстройствами. В дальнейшем эти явления нарастают, сменяясь картиной токсического психоза, который нередко возникает на фоне алкогольного опьянения.

Через несколько лет после перенесенной хронической интоксикации возможны отдаленные последствия: состояние астении, нарушенный сон, эмоциональная неуравновешенность, ослабление интеллектуальных функций. У некоторых лиц быстро прогрессирует атеросклероз, иногда развивается тяжелая форма гипертонической болезни.

ПДК=0,005 мг/м³, класс опасности 1, агрегатное состояние – пары.

Ртуть – Hg

Ртуть - жидкий тяжелый металл, кипит при 357 °С, но испаряется уже при комнатных температурах. При разливе образует мелкие капельки, что увеличивает поверхность испарения. Образование паров возрастает с повышением температуры. Пары ртути в 7 раз тяжелее воздуха и при отсутствии конвекционных тепловых токов воздуха скапливаются в нижних зонах помещений.

Отравления рабочих возможны при добыче и выплавке ртути, применении ее при производстве измерительных приборов, ламп, использовании ртутных выпрямителей, насосов, в производстве ртутных соединений, фармацевтических препаратов и др. Как производственный яд наибольшее значение имеют пары ртути, но в промышленности используется также ряд органических и неорганических ее соединений.

В организм пары ртути поступают через дыхательные пути (если ее могут проникать и через кожные покровы) и длительно циркулируют в нем в виде сложных органических соединений - альбуминатов и др. Ртуть обладает кумулятивными свойствами, накапливаясь в печени, почках, селезенке, мозговой ткани; периодически она из депо вновь поступает в ток крови. Выводится ртуть через почки, кишечник, слюнные, потовые, молочные железы

и с желчью.

Острые отравления ртутью в промышленности почти не встречаются - возможны лишь редкие случаи при авариях, чистке котлов и печей на ртутных заводах. Клиническая картина в этих случаях характеризуется появлением головной боли, лихорадочного состояния, металлического вкуса во рту, рвоты, поноса. Через несколько дней развиваются стоматит, изъязвление десен.

Наибольшее значение имеют хронические отравления, которые длительно могут протекать бессимптомно. Различают начальные и выраженные формы интоксикации.

Начальные признаки проявляются в повышенной утомляемости, головных болях, раздражительности, эмоциональной неустойчивости, ухудшении сна. Характерные симптомы — тремор пальцев вытянутых рук, особенно при волнении, а также снижение обоняния. К ранним признакам отравления относится поражение десен: разрыхление, кровоточивость с последующим развитием гингивита или стоматита, иногда язвенного; лабильность пульса (склонность к его учащению), ярко-красный разлитой дермографизм, повышенная потливость.

Наиболее характерно развитие выраженного астеновегетативного синдрома: потеря аппетита, похудание, состояние угнетенности, раздражительность. Беспокоят постоянные головные боли, быстрая утомляемость при обычной работе. Возникает весьма специфичный для отравления ртутью комплекс нервно-психических расстройств в эмоциональной сфере - «ртутный эретизм». Он проявляется в повышенной смущаемости, неуверенности в себе, невозможности продолжать работу в присутствии посторонних лиц из-за сильного волнения. Все это сопровождается резкими вегетативными явлениями - покраснением лица, сердцебиением, потливостью. Тремор рук в этой стадии становится значительным и постоянным, мешая выполнению работы.

При тяжелых формах отравления возможны поражения промежуточного мозга, энцефалопатия, полиневрит. Первые проявляются в виде приступов с

полуобморочными состояниями, болями в области сердца, тахикардией, похолоданием конечностей бледностью кожи лица, выраженными эмоциональными реакциями. Картина ртутной энцефалопатии выражается в крупноразмашистом дрожании рук, ног, головы, нарушениях походки, речи, измененной психике. При ртутных полиневритах возникают расстройства чувствительности, в легких случаях наблюдаются парестезии, боли в конечностях, в выраженных - возможно поражение локтевого нерва.

При ртутных отравлениях, особенно средней тяжести и тяжелых, происходят изменения внутренних органов: ртутный гингивит и стоматит, гастрит, колит, нарушения сердечной деятельности, обнаруживаемые на ЭКГ. Реже развиваются гепатит и нефрит.

Органические соединения ртути токсичнее неорганических, они легко проникают в мозговую ткань и задерживаются в ней. Возможны подострые и хронические отравления с симптомами преимущественного поражения нервной системы, слизистой оболочки рта, желудочно-кишечного тракта и др. Характерны нарушения сна, головные боли, головокружения, тремор рук, слуховые и зрительные галлюцинации. Наблюдаются жажда, повышенное слюноотечение, снижение гемоглобина в крови, ртуть в моче.

ПДК ртути = $0,01 \text{ мг/м}^3$, класс опасности 1, агрегатное состояние – пары.

Марганец – Mn

Марганец - сероватый, хрупкий, химически активный металл, плавится при температуре 1200°C , кипит при 1900°C . При высоких температурах образует окислы в виде бурого дыма (MnO_2 , Mn_2O_3 , Mn_3O_4 , MnO).

Влияние марганца на рабочих возможно при добыче и переработке марганцевых руд, в производстве качественных сортов стали (в их состав может входить до 12-13% марганца), сплавов. Соединения марганца применяются также в электротехнической, химической, стекольной промышленности, для получения катализаторов, удобрений и т. п. Марганец может выделяться в воздух в производстве и при применении качественных электродов и плавящихся

флюсов, при электросварке, газорезке марганцовистых сталей и др.

Поступает марганец в организм, главным образом, ингаляционным путем в виде аэрозолей. Накапливается преимущественно в легких, печени, нервной системе и костях. Выделение из организма происходит через желудочно-кишечный тракт и почки.

В производственных условиях опасность представляют хронические формы отравления марганцем.

Начальные формы интоксикации клинически малосимптомны, жалоб немного и выявляются они лишь при активном опросе. К ним относятся: слабость в конечностях, неловкость в движениях (затруднение подъема на лестницу), тупые головные боли, пониженная работоспособность, сонливость, заторможенность, недостаточная критичность к своему состоянию, слабая мимика, ухудшенная речь. Характерны симптомы вегетативной дисфункции: повышенная саливация (особенно во сне), потливость.

Выраженная форма хронического отравления - марганцевый паркинсонизм проявляется характерным синдромом, в котором преобладают явления экстрапирамидной недостаточности с преимущественным поражением ног. Признаки заболевания могут возникнуть внезапно после длительного латентного периода, а затем бурно прогрессируют. Нарушается походка, туловище наклонено вперед, больные ступают на пальцы, равновесие грубо нарушено. Лицо маскообразное, мигание редкое, значительно повышая пластический тонус мышц, нарастающий при пассивных движениях, почерк, как правило, изменен (микрография).

Весьма характерны расстройства эмоциональной сферы: в ответ на любой раздражитель появляется насильственный смех, часто возникает застывшая улыбка, речь нарушена. Нередко отношение к своему состоянию не критичное, отмечается эмоциональная тупость или состояние угнетенности.

Явления паркинсонизма имеют тенденцию к прогрессированию и после прекращения контакта с марганцем, приводя к инвалидизации больных.

ПДК=0,3 мг/м³, класс опасности 2, агрегатное состояние – аэрозоль.

Хлор-, фтор-, серо- и азотосодержащие соединения

К этой группе относятся следующие вещества: хлор Cl_2 , фосген COCl_2 , дифосген, хлорпикрин CCl_2NO_2 , хлорокись фосфора POCl_3 , фтористый водород, сернистый и серный ангидриды SO_2 , SO_3 , сероводород (H_2S), окись и двуокись азота NO , NO_2 , перфторизобутилен (C_4F_8), аммиак NH_3 . Вещества являются газами тяжелее воздуха. По растворимости в воде делятся на две группы: хорошо растворимые и плохо растворимые вещества. Применяются в химической, нефтяной, металлургической, бумажной, текстильной промышленности, в производстве пластических масс, в сельском хозяйстве. Проникают в организм ингаляционным путем. Газы, хорошо растворимые в воде: «фтористый водород, хлор, хлорпикрин, серный и сернистый ангидриды, аммиак, сероводород поражают преимущественно верхние и глубокие дыхательные пути.

При остром отравлении возникает: токсический ларингит, бронхит; в более тяжелых случаях - токсический бронхиолит, отек легких, пневмония. Плохо растворимые в воде газы, фосген, дифосген, окислы азота, проникая в глубокие дыхательные пути, вызывают в них патологические изменения: Токсическое действие характеризуется латентным периодом (различной длительности). Типичными формами интоксикации являются: отек легких, бронхиолит, пневмония, токсический бронхит. Развитие токсического отека легких включает следующие стадии: период раздражения, период мнимого благополучия, нарастание отека легких, период завершеного отека, обратное развитие отека.

Наиболее токсичными газами являются перфторизобутилен, фтористый водород, фосген, хлор.

ПДК хлора = 1 мг/м^3 , класс опасности 2, агрегатное состояние – газ.

ПДК фтористого водорода = $0,5 \text{ мг/м}^3$, класс опасности 2, агрегатное состояние – газ.

ПДК перфторизобутилена = $0,1 \text{ мг/м}^3$, класс опасности 1, агрегатное

состояние – газ.

ПДК фосгена = $0,5 \text{ мг/м}^3$, класс опасности 2, агрегатное состояние – газ.

Оксид углерода – СО

Оксид углерода, СО, - бесцветный газ без запаха и вкуса, несколько легче воздуха. Образуется при неполном сгорании угля, нефти и других горючих веществ, работе двигателей внутреннего сгорания. Отравления СО возможны на производстве: в котельных, доменных, мартеновских, литейных цехах, при испытании двигателей, на предприятиях, где проводятся обжиг, сушка, подогрев или используются топливные газы (кирпичные, цементные, керамические заводы), в химической промышленности в случае применения СО в качестве сырья - при получении метилового спирта, ацетона и др., а также в быту.

В организм СО поступает через органы дыхания. Механизм токсического действия СО в основном связан с блокированием гемоглобина, с которым она образует карбоксигемоглобин (СОHb), который не переносит кислород к тканям.

При острых отравлениях СО возникает характерная ярко-красная окраска кожи и слизистых оболочек, степень выраженности которой зависит от тяжести отравления. Клиническая картина обусловлена поражением многих органов и систем, но особенно нервной системы. В легких случаях возникают головная боль пульсирующего характера, головокружение, общая слабость, тошнота, рвота, слабость в ногах, учащенное сердцебиение, обморочные состояния при физическом напряжении.

В случаях длительного действия высоких концентраций СО при тяжелых отравлениях может развиваться коматозная форма интоксикации: быстрая потеря сознания, угнетение рефлексов, ригидность мышц, судороги, расстройство сердечной деятельности и дыхания вплоть до паралича дыхательного центра. При выходе из комы наступает двигательное возбуждение (потеря ориентации, агрессивность, попытки бежать), сменяющееся состоянием оглушенности, заторможенности, подавленности. Память нарушена, причем у некоторых

больных довольно стойко. Возможны психозы, эпилептические припадки. В отдаленные периоды после тяжелых интоксикаций могут развиваться явления паркинсонизма (амимия, скованность движений и т. п.), реже неврит и полиневрит.

При тяжелых отравлениях наблюдались поражения зрительного тракта – отек сетчатки, кровоизлияния вдоль сосудов, атрофия нерва, что в отдельных случаях может вести к потере зрения. Наблюдаются и трофические поражения кожи и мышц.

Хронические отравления окисью углерода имеют пеструю симптоматику. Часто наблюдается астеновегетативный синдром: головная боль, головокружение, вялость, бессонница. Память, внимание ухудшены, появляется эмоциональная неустойчивость. Описаны и органические поражения центральной нервной системы – изменение походки, вестибулярные нарушения и др. Наблюдается склонность к ангиоспазмам, обморочным состояниям. Характерны изменения в крови: полиглобулия, повышенное содержание железа.

ПДК=20 мг/м³, класс опасности 4, агрегатное состояние – газ.

Ароматические углеводороды

К этой группе веществ относятся: бензол (C₆H₆), толуол (C₆H₅CH₃), ксилол C₆H₄(CH₃)₂ и другие производные. Это летучие жидкости, хорошо растворимые в жирах, липоидах и органических растворителях. Растворимость их в воде очень мала. Применяются в качестве растворителей (красок, лаков), в химической, радиотехнической, резиновой, фармацевтической промышленности. Поступают в организм преимущественно ингаляционным путем, через кожные покровы (бензол). Выделяются через дыхательные пути (с выдыхаемым воздухом), почками, молочными железами. В организме накапливаются во внутренних органах, оказывают токсическое действие на кроветворный аппарат, нервную систему и внутренние органы (печень). Бензол обладает более выраженной токсичностью, чем толуол и ксилол, в организме окисляется в фенол и диоксибензол. Картина острого отравления бензолом

характеризуется преимущественно симптомами наркотического и общетоксического действия.

Острые отравления бензолом могут быть легкими, средней тяжести и тяжелыми. Острое легкое отравление характеризуется функциональным расстройством нервной деятельности (слабость, головная боль, тошнота).

Хроническая интоксикация бензолом имеет несколько стадий. Первая (начальная) - характеризуется изменением системы крови (лейкопения), неврастеническим синдромом (с вегетативной дисфункцией), геморрагическим синдромом. Во второй (умеренно выраженной) стадии присоединяются тромбоцитопения, астеновегетативные изменения (с артериальной гипотонией), явления миокардиострофии, вегетативного полиневрита. В третьей (выраженной) стадии возникают анемия, явления энцефалопатии, токсического гепатита, нефропатии (тематурия).

ПДК=5 мг/м³, класс опасности 2, агрегатное состояние – пары.

Хлорированные углеводороды

К этой группе веществ относятся: четыреххлористый углерод (CCl₄), дихлорэтан (C₂H₄Cl₂), тетрахлорэтан (C₂H₂Cl₄), хлорэтан (C₂H₅Cl), трихлорэтилен (C₂HCl₃), галовакс (C₁₀H₇Cl). Представляют собой летучие жидкости и газы (за исключением галовакса), хорошо растворяются в жирах, плохо растворимы в воде.

Широко применяются при органическом синтезе, а также в различных отраслях промышленности в качестве органических растворителей, диэлектриков. Поступают в организм ингаляционным путем, а также через кожные покровы. Выделяются через дыхательные пути, почками, молочными железами. В организме накапливаются в липоидосодержащих тканях. Хлорированные углеводороды относятся к так называемым гепатотропным ядам, оказывают непосредственное действие на митохондрии печеночных клеток, угнетая окислительные и обменные процессы в них, нарушают внутридольковое кровообращение. Они обладают также наркотическим и

раздражающим действием, которое сильнее выражено у производных этана и метана, чем этилена.

Легкое острое отравление характеризуется наркотическим (слабость, тошнота) и раздражающим действием. Могут быть начальные явления токсического гепатита (четырёххлористый углерод, дихлорэтан, галовакс). Тяжелое острое отравление протекает при явлениях токсического гепатита, межуточного миокардита и нефрозонефрита. Характерными являются также геморрагический синдром, гематологические изменения (лейкоцитоз), повышение температуры тела, изменение функции центральной и периферической нервной системы (начальные явления полиневрита). Хроническое отравление характеризуется астено-вегетативным синдромом, начальными явлениями токсического гепатита.

ПДК дихлорэтана = 10 мг/м^3 , класс опасности 2, агрегатное состояние – пары и газы.