

Н. Л. БАЦУКОВА, Т. И. БОРЩЕНСКАЯ

**ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
УСЛОВИЙ ТРУДА В ПРОМЫШЛЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ И
СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ: ХИМИЧЕСКИЙ ФАКТОР НА
ПРОИЗВОДСТВЕ**

Минск БГМУ 2020

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА ОБЩЕЙ ГИГИЕНЫ

Н. Л. БАЦУКОВА, Т. И. БОРЩЕНСКАЯ

**ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
УСЛОВИЙ ТРУДА В ПРОМЫШЛЕННОМ
ПРОИЗВОДСТВЕ И СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ:
ХИМИЧЕСКИЙ ФАКТОР
НА ПРОИЗВОДСТВЕ**

Учебно-методическое пособие

2-е издание



Минск БГМУ 2020

УДК 613.63(075.8)
ББК 51.24я73
Б31

Рекомендовано Научно-методическим советом университета в качестве учебно-методического пособия 20.11.2019 г., протокол № 3

Р е ц е н з е н т ы: канд. мед. наук, доц., зав. отделом экологии человека и гигиены окружающей среды Республиканского научно-практического центра гигиены И. П. Щербинская; канд. мед. наук, доц., зав. каф. гигиены труда Белорусского государственного медицинского университета И. П. Семенов

Бацукова, Н. Л.

Б31 Гигиеническая характеристика условий труда в промышленном производстве и сельском хозяйстве : химический фактор на производстве : учебно-методическое пособие / Н. Л. Бацукова, Т. И. Борщенская. – 2-е изд. – Минск : БГМУ, 2020. – 44 с.

ISBN 978-985-21-0481-4.

Дана гигиеническая характеристика производственного химического фактора; изложены особенности характера действия и неблагоприятного влияния химических веществ на организм работника; приведены методы профилактики профессиональных заболеваний. Первое издание вышло в 2012 году.

Предназначено для самостоятельной работы студентов 2-го курса лечебного, педиатрического, военно-медицинского факультетов, 2–3-го курсов медико-профилактического факультета.

УДК 613.63(075.8)
ББК 51.24я73

ISBN 978-985-21-0481-4

© Бацукова Н. Л., Борщенская Т. И., 2020
© УО «Белорусский государственный медицинский университет», 2020

МОТИВАЦИОННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕМЫ

Общее время занятий: 3 уч. часа.

Одним из приоритетных направлений деятельности нашего государства является создание благоприятных условий труда и охрана здоровья работающих, что нашло свое отражение в Законе Республики Беларусь «О санитарно-эпидемическом благополучии населения», в Трудовом кодексе Республики Беларусь и в других законодательных и подзаконных актах.

Условия труда в промышленности и сельском хозяйстве, а также особенности неблагоприятного влияния химического фактора на организм работающих изучаются в разделе «Гигиена труда» в рамках дисциплины «Общая гигиена».

Знание особенностей влияния химического фактора на организм работающих, умение проанализировать причины и условия возникновения профессиональных отравлений, приобретение навыков проведения профилактических мероприятий по предотвращению развития профессиональной патологии необходимы каждому врачу лечебного, педиатрического, военно-медицинского и медико-профилактического факультетов.

Цель занятия: освоить методические подходы к гигиенической оценке производственного химического фактора и разработке профилактических мероприятий по предупреждению его негативного воздействия на организм работников.

Задачи занятия:

1. Ознакомиться с профессиональной терминологией в области гигиены труда.
2. Изучить особенности неблагоприятного воздействия химического фактора производственной среды на организм человека.
3. Освоить методы контроля производственных ядов в воздухе рабочей зоны рабочих помещений.
4. Научиться решать ситуационные задачи, разрабатывать мероприятия по профилактике профессиональных заболеваний.

Требования к исходному уровню знаний. Для полного усвоения темы необходимо повторить из курса:

- 1) общей химии: физико-химические свойства органических и неорганических веществ, свойства дисперсных систем;
- 2) нормальной физиологии: физиологические основы трудовой деятельности, изменение физиологических функций при физическом труде.

Контрольные вопросы из смежных дисциплин:

1. Физико-химические свойства органических и неорганических веществ.
2. Понятие гидрофобности и гидрофильности химических соединений.

3. Свойства дисперсных систем.
4. Изменение физиологических функций при физическом труде.

Контрольные вопросы по теме занятий:

1. Химический фактор: определение основных понятий.
2. Классификация вредных химических веществ. Понятия токсичности, опасности.
3. Пути поступления и выведения вредных веществ из организма.
4. Распределение и превращение вредных веществ в организме человека.
5. Характер действия и особенности проявления действия вредных веществ на организм человека.
6. Промышленные яды и репродуктивная функция, отдаленные последствия.
7. Характеристика основных производственных ядов.
8. Методы отбора проб и анализ воздуха рабочей зоны.
9. Профилактика неблагоприятного действия химического фактора на производстве.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПОНЯТИЙ

Химический фактор является основным вреднопроизводственным фактором в таких отраслях промышленности, как химическая, нефтехимическая, химико-фармацевтическая, а также в сельском хозяйстве и т. д.

Одним из приоритетных направлений государственной политики в области охраны здоровья работающих является создание безопасных условий труда. Об этом свидетельствует ряд принятых в последнее время национальных документов: Закон «О внесении изменений и дополнений в трудовой кодекс Республики Беларусь», СТБ 18001-2005 «Системы управления охраной труда. Общие требования», СТБ 18002-2005 «Системы управления охраной труда. Руководство по применению СТБ 18001-2005», СанПиН № 13-2-2007 «Гигиеническая классификация условий труда» и т. д. Цель перечисленных документов — построение системы управления профессиональными рисками, оказывающими негативное воздействие на здоровье и работоспособность трудящихся, создание таких условий труда, которые позволили бы не только избежать непосредственной угрозы здоровью работников, но и предоставить им возможность работать в обстановке, обеспечивающей действительно продуктивный и качественный результат труда.

Список вредных веществ, встречающихся на производствах Республики Беларусь, утвержден постановлением МЗ Республики Беларусь от 31 декабря 2008 г. СанПиН № 240 «Перечень регламентированных в воздухе рабочей зоны вредных веществ», с изменениями и дополнениями,

утвержденными постановлениями № 124 от 19.11.2009 г., № 172 от 21.12.2010 г. (см. прил. 1).

Вредные вещества — это вещества, которые при контакте с организмом человека (в условиях производства) могут вызвать заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами как в процессе контакта с веществом, так и в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

Вредные вещества (или производственные яды) могут встречаться на производстве в виде сырья, промежуточных продуктов, подвергающихся дальнейшей переработке, готовых продуктов и различных побочных продуктов и примесей.

Профессиональное отравление — острая или хроническая интоксикация, вызванная вредным химическим фактором в условиях производства.

Острое профессиональное отравление — это заболевание, наступающее после однократного воздействия вредного химического вещества на работника. Острые отравления имеют место в случае значительных нарушений технологического режима, правил техники безопасности и промышленной санитарии, когда содержание вредного вещества значительно (в десятки, сотни раз) превышает предельно допустимую концентрацию.

Хроническое отравление — это заболевание, развивающееся после систематического длительного воздействия малых концентраций или доз вредного вещества. Имеются в виду дозы, которые при однократном поступлении в организм не вызывают симптомов отравления.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) — концентрация вредного вещества, которая при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение 8 ч, но не более 40 ч в неделю, в течение всего рабочего стажа не должна вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследования в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующего поколений. Воздействие на уровне ПДК не исключает нарушение состояния здоровья у лиц с повышенной чувствительностью. ПДК устанавливаются в виде максимально разовых (ПДК_{МР}) и среднесменных гигиенических нормативов (ПДК_{СС})

Для веществ, способных вызывать преимущественно хронические интоксикации (фиброгенные пыли, аэрозоли дезинтеграции металлов и др.), устанавливаются среднесменные ПДК, для веществ с остронаправленным токсическим эффектом (ферментные, раздражающие яды и др.) ПДК устанавливаются в виде максимальных разовых. Для веществ, при воздействии которых возможно развитие как хронических, так и острых интоксикаций устанавливаются, наряду с максимально разовыми, и среднесменные ПДК.

КЛАССИФИКАЦИЯ ВРЕДНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Значительное количество химических веществ с различными физико-химическими свойствами, с различным характером биологического действия не позволило до настоящего времени систематизировать все вещества и разработать их единую классификацию. На данный момент существует следующая классификация вредных химических веществ (табл. 1).

Таблица 1

Классификация химических веществ

Принцип классификации	Группа химических веществ
По степени токсичности и опасности	1-й класс — чрезвычайно токсичные (чрезвычайно опасные) 2-й класс — высокотоксичные (высокоопасные) 3-й класс — умеренно токсичные (умеренно опасные) 4-й класс — малотоксичные (малоопасные)
По агрегатному состоянию	Пары Аэрозоли Пары + аэрозоли
По химическому строению	Органические Неорганические Элементоорганические
По пути проникновения в организм	Через дыхательные пути (ингаляционно) Через пищеварительную систему (перорально) Через кожные покровы (перкутанно)
По органам-мишеням	Нейротропные Гепатотропные Нефротоксические Яды крови Кардиотоксические Политропные
По специфическому действию	Аллергены Канцерогены Репротоксиканты (эмбриотропы, гонадотропы, мутагены, тератогены) Раздражающее действие Остронаправленное действие

Важнейшей характеристикой химического вещества является его степень токсичности (или ядовитости).

Токсичность — мера несовместимости вещества с жизнью; величина, обратная абсолютному значению средней смертельной дозы ($1/DL_{50}$) или концентрации ($1/CL_{50}$).

Средняя смертельная доза (или концентрация) — количество яда, вызывающее гибель 50 % стандартной группы подопытных животных при определенном сроке последующего наблюдения.

Поскольку в реальных производственных условиях вероятность развития интоксикации тем или иным веществом обусловлена не только его

токсичностью, но и возможностью поступления в организм в опасных для жизни количествах, то для характеристики промышленных ядов принято понятие опасности.

Опасность — вероятность возникновения вредных для здоровья эффектов в реальных условиях производства и применения химических продуктов. По степени опасности воздействия на организм вредные вещества подразделяются на 4 класса опасности (см. прил. 2).

ПУТИ ПОСТУПЛЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ОРГАНИЗМ

Интенсивность токсического действия химических веществ в значительной степени зависит от их агрегатного состояния и путей поступления в организм.

В воздухе производственных помещений вредные химические вещества могут находиться в виде газов, паров жидкостей, аэрозолей, а также в виде смесей и поступать в организм через:

- 1) органы дыхания;
- 2) желудочно-кишечный тракт;
- 3) неповрежденную кожу;
- 4) слизистую оболочку глаз.

I. Поступление токсичных веществ в виде газов, паров, аэрозолей и газопароаэрозольных смесей через **органы дыхания** является наиболее интенсивным. Выстилающий легочный эпителий представляет собой тонкую структуру, имеющую большую поверхность (более 100 м²) и тесно соприкасающуюся с широкой сетью капилляров. Поэтому абсорбция чужеродных веществ может происходить здесь с большой скоростью. Всасывание паров и газов происходит уже частично в верхних дыхательных путях и трахее и зависит от величины физической нагрузки работающего и лиофильности вредных веществ.

Вещества, поступающие в кровь через легкие, делятся на две группы:

1. **Нереагирующие пары и газы** (к ним относятся органические растворители, пары всех углеводородов ароматического и жирного ряда и их производные). Вследствие своей малой химической активности они в организме не изменяются или их превращение происходит медленнее, чем накопление в крови. Вещества данной группы часто вызывают острые отравления. Замечено, что если при постоянной концентрации газов или паров в воздухе в течение очень короткого времени не развилось острое отравление, то в дальнейшем оно не наступит, т. к. при вдыхании вредных веществ состояние равновесия концентраций в крови и альвеолярном воздухе устанавливается мгновенно.

2. **Реагирующие газы**, которые, быстро растворяясь в жидкостях организма, легко вступают в химические реакции и превращаются в новые соединения, затем проникают в кровь и распространяются по организму. К таким промышленным ядам относятся легко реагирующие с водой оксиды азота и серы, аммиак и некоторые другие соединения.

II. Всасывание через **желудочно-кишечный** тракт. Желудочно-кишечный тракт является одним из важнейших путей абсорбции чужеродных соединений. Механизм проникновения в органы пищеварения ядов, находящихся в воздухе, обусловлен их растворением в слюне и всасыванием уже в ротовой полости или в желудке и кишечнике. Возможно также поступление промышленных ядов в пищеварительный тракт с пищей и питьевой водой при несоблюдении правил личной гигиены или техники безопасности. Вещества могут всасываться в любом отделе желудочно-кишечного тракта, начиная со слизистой ротовой полости (жирорастворимые соединения, некоторые соли, особенно цианиды, фенолы). Всасывание в желудке зависит от характера его содержимого, кислотности и степени наполнения. Желудочные секреты могут значительно изменять яды, а также увеличивать их растворимость. Вследствие большой поверхности и обильного кровоснабжения абсорбция наиболее интенсивно протекает в тонком кишечнике.

III. Всасывание через **кожу**. В условиях производства кожные покровы могут загрязняться химическими веществами различной консистенции. Благодаря сложному строению кожа представляет собой многоступенчатый защитный барьер на пути проникновения химических веществ в организм.

К веществам, всасывающимся через кожу, относятся: углеводороды ароматического и жирного рядов, их производные, фосфорорганические, металлоорганические соединения.

Проникновение веществ через кожу зависит от степени гидратации вещества, величины рН, температуры, площади поверхности, контактирующей с веществами, метаболизма и др. Сочетание высокой токсичности веществ с хорошей водо- и жирорастворимостью способствует значительному возрастанию опасности отравления при поступлении через кожу. Большое значение также имеют консистенция и летучесть вещества. Наибольшую опасность в этом отношении представляют малолетучие вещества маслянистой консистенции, например, анилин, нитробензол и др. Они хорошо проникают через кожу и длительно задерживаются в ней. Поверхностные повреждения кожи могут значительно увеличить абсорбцию вещества.

В практической работе знание путей поступления ядов в организм определяет меры профилактики отравлений.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ОРГАНИЗМЕ

Попавшие в организм промышленные яды вступают в круг сложных и многообразных химических и физико-химических процессов. После поступления в кровяное русло они распределяются в органы и ткани в различных формах. Характер распределения во многом определяется их способностью растворяться в воде или липидах (т. е. обладать гидро- или липофильностью) и полярностью соединений (т. е. вещество является электролитом или неэлектролитом).

Относительно равномерно распределяются в организме липофильные неполярные вещества. Они проникают путем пассивной диффузии через мембраны клеток и распределяются как во внеклеточных, так и во внутриклеточных жидкостях организма, т. к. оболочки клеток содержат много липоидов. Для данной группы химических веществ не существует барьеров в организме: распределение неэлектролитов в организме при их динамическом поступлении определяется в основном условиями кровоснабжения органов и тканей (чем активнее кровоснабжение, тем больше химических веществ поступает в орган). Например, мозг, содержащий много липоидов и имеющий богатую кровеносную систему, насыщается этиловым эфиром очень быстро, в то время как другие ткани, содержащие много жира, но с плохим кровоснабжением, насыщаются эфиром очень медленно.

Гидрофильные электролиты распределяются в организме неравномерно. Большинство их не проникает в клетки, а распределяются, в основном, в плазме крови и интерстициальной жидкости, куда они поступают через межклеточные промежутки в эндотелии сосудов. Процесс распределения зависит от свойств как самого химического вещества, так и сорбционных свойств ткани.

При распределении в организме некоторые вредные вещества могут задерживаться и накапливаться (депонироваться) в различных тканях. Происходит это, в основном, вследствие обратимого связывания химических соединений с белками, фосфолипидами, нуклеопротеинами клеток. Для липоидорастворимых веществ наибольшей емкостью обладает жировая ткань и органы, богатые липидами (костный мозг и др.). Жировая ткань, как правило, дольше всего сохраняет эти соединения. Например, бензол может задерживаться в жировой ткани до 48 ч, некоторые пестициды — до нескольких месяцев. Особенностью распределения в организме электролитов является их способность быстро удаляться из крови и, накапливаясь в отдельных органах, тоже образовывать в организме депо. Например, марганец, свинец задерживаются в гипофизе; кадмий, цинк — в семенниках; марганец, цезий, цинк, никель — в поджелудочной железе; свинец, бериллий, уран — в костной ткани. Деponированные

соединения постепенно могут высвобождаться и поступать в кровь, оказывая токсическое действие.

ПРЕВРАЩЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ОРГАНИЗМЕ

Поступившие в организм яды подвергаются разнообразным превращениям. Изменение химической структуры соединений и их физико-химических свойств под воздействием ферментов организма называется метаболической трансформацией (метаболизмом). Как правило, такая метаболическая трансформация приводит к образованию менее токсичных веществ. Обычно метаболическая трансформация вещества осуществляется, главным образом, в печени и катализируется ферментами, митохондриальной и микросомальной фракциями. Ферменты, метаболизирующие чужеродные для организма вещества, в меньшем количестве также находятся в клетках ЖКТ, почках, легких, плаценте и крови.

Биохимические превращения могут быть разделены по видам реакций на четыре основные группы: окислительные, восстановительные, реакции гидролиза и реакции синтеза. Метаболические пути могут состоять как из одной, так и из нескольких реакций в любой комбинации. Как правило, завершающей такого пути является реакция присоединения, заключающаяся в присоединении полярных эндогенных функциональных групп (глюкуроновая и серная кислоты, глицин и т. п.), что обычно повышает полярность молекулы, уменьшает ее жирорастворимость и поэтому облегчает ее выведение из организма. Таким образом, знание процессов превращения ядов в организме позволяет влиять на эти процессы с целью ускорения их обезвреживания, а также в целях диагностики интоксикации. Например, токсическое действие бензола на цветочные органы, в частности, лейкопоз, связано с продуктами его превращения — фенольными метаболитами (фенол и др.). Поэтому меры профилактики могут осуществляться путем предотвращения процессов окисления бензола, что достигается применением серосодержащих аминокислот: цистеина, цистина, метионина, содержащихся в пищевых продуктах (творог, овсяная мука, рисовые отруби), а также витаминов Е и С.

ВЫВЕДЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ ИЗ ОРГАНИЗМА

Химические вещества выводятся из организма в виде исходных продуктов и их метаболитов. В основном они удаляются с мочой и желчью, в меньшей степени — с выдыхаемым воздухом, потом, слюной, грудным молоком и калом.

Часто токсические соединения и их метаболиты выводятся сразу несколькими путями, причем преимущественное значение имеет какой-либо

один из них. Например, большая часть этилового спирта подвергается в организме превращениям. Остальная часть, примерно 10 % от общего количества, выводится в неизменном виде, преимущественно через легкие, затем с мочой и в небольшом количестве с калом, со слюной, с потом, а также с грудным молоком.

Выведение из организма как органических соединений, так и металлов происходит обычно трехфазно, что связано с разными формами циркуляции и депонирования яда. В первую очередь, как правило, из организма удаляются соединения, находящиеся в неизменном виде или недостаточно крепко связанные с биологическими компонентами организма, затем происходит элиминация части яда, находящейся в клетках в более прочно связанной форме, и в последнюю очередь покидает организм яд из постоянных тканевых депо.

Количественной характеристикой скорости выведения яда является **период полувыведения ($t_{1/2}$)** — время, в течение которого выводится половина введенного в организм вещества. Например: период полувыведения цезия у людей — более 70 дней, цинка — более 150 суток, ртути — более 100 дней.

Пути поступления отравляющих веществ не играют решающей роли для элиминации их из организма. Существенное значение имеет соотношение между поступлением яда в организм и его выведением или превращением. Если выведение или превращение яда происходит медленнее, чем его поступление, то он способен накапливаться в организме, т. е. кумулироваться, и длительно действовать на организм. Типичными в этом отношении ядами являются фтор, а также тяжелые металлы: свинец, ртуть и др. Неэлектролиты, хорошо растворимые в воде и крови, медленно сорбируются в организме и еще медленнее выводятся, а также способны накапливаться в организме (например, метиловый спирт).

Выведение через почки — наиболее важный путь освобождения организма от ядовитых соединений. Оно осуществляется за счет клубочковой фильтрации, активного и пассивного транспортов через почечные каналы. Для количественной оценки скорости выведения веществ почками используют почечный клиренс. Он отражает скорость очищения от вещества определенного объема крови в единицу времени.

Через **желудочно-кишечный тракт** выводятся плохо растворимые или нерастворимые вещества. Как правило, через ЖКТ выводятся металлы (свинец, ртуть, марганец, сурьма и др.), и в меньшей степени — органические вещества. Летучие неэлектролиты (углеводороды, спирты, эфиры и др.) практически не выводятся через ЖКТ. Некоторые вещества (свинец, ртуть) выводятся вместе со слюной из полости рта. Промышленные яды, поступающие в организм как через легкие, так и через кожные по-

кровы, проходя цикл детоксикации в печени, выводятся в желудочно-кишечный тракт с желчью и поступают в просвет кишечника.

Выведение вредных веществ через легкие. В условиях производства в организм работающего очень легко поступают летучие вредные вещества и они также легко выводятся с выдыхаемым воздухом. Выведение начинается сразу после прекращения поступления яда в организм. Это, в частности, относится ко многим летучим органическим растворителям. Так, например, через легкие быстро выводятся бензин, бензол, хлороформ, этиловый эфир, медленно — спирты, ацетон, сложные эфиры.

Выведение химических соединений из организма прочими путями. Промышленные яды выводятся из организма также с материнским молоком, через кожу. С грудным молоком выводятся неэлектролиты (хлорированные углеводороды, спирт, хлороформ, бензол и др.) и многие металлы, например, ртуть, селен, мышьяк и др. Необходимо помнить, что при потреблении материнского молока в организм новорожденного могут поступать высокие дозы веществ, концентрируемых в молоке.

Через кожу сальными железами выводятся все растворимые в жирах вещества. Потовыми железами выводятся ртуть, медь, мышьяк, многие неэлектролиты (сероводород, этиловый спирт, ацетон, фенол). Присутствие химического вещества в поте может привести к развитию дерматитов.

ХАРАКТЕР ДЕЙСТВИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЯДОВ НА ОРГАНИЗМ РАБОТАЮЩИХ

Токсичные вещества при поступлении в организм могут оказывать общее и местное действие.

Общим (резорбтивным) называют действие токсичных веществ, развивающееся после поступления их в кровь и затем в ткани. При этом наблюдается их высокая или относительная избирательность, выражающаяся в том, что преимущественно повреждаются определенные органы или системы. Однако веществ с преимущественным действием на какую-либо одну систему или орган не так уж много. Большинство из них одновременно действуют на разные системы и органы, т. е. обладают политропным действием.

При **местном** действии преобладает повреждение тканей в месте контакта (явления раздражения, воспаления, ожоги кожных покровов и слизистых оболочек, дерматиты). Местное действие наблюдается не часто, т. к. вещества могут либо частично всасываться в кровь и продолжать действие на организм, либо оказывать рефлекторное влияние.

Токсическое действие производственных ядов может приводить:

- 1) к острым интоксикациям;
- 2) хроническим интоксикациям;

- 3) отдаленным последствиям;
- 4) снижению иммунной защиты организма;
- 5) развитию аллергических реакций;
- 6) ухудшению течения соматических заболеваний.

1. Острые интоксикации развиваются в течение нескольких минут или часов воздействия при поступлении в организм яда в относительно больших дозах. В производственных условиях острые отравления могут возникать чаще всего при авариях, разгерметизации оборудования или при применении неизученного вещества, не соответствующего технологическому регламенту. Они характеризуются наличием ярко выраженных клинических признаков либо непосредственно в момент действия, либо через небольшой латентный период. Например, острое отравление бензином (при чистке цистерн) наступает почти молниеносно и характеризуется возбуждением, слабостью, дрожанием рук и ног; иногда развивается рвота, тахикардия, озноб; известны случаи летального исхода от паралича дыхательного центра. При остром отравлении мышьяковистым водородом, оксидами азота симптомы выявляются через некоторый латентный период, когда еще отсутствуют специфические проявления отравления, а наблюдаются только неспецифические: головокружение, тошнота, общая слабость, легкая утомляемость.

Исходом острой интоксикации может быть гибель, выздоровление или развитие хронической формы поражения (при повторных воздействиях), часто с потерей трудоспособности.

2. Хронические интоксикации развиваются постепенно, при длительном поступлении ядов в организм в небольших количествах, период острого проявления симптомов отсутствует. В начальной стадии могут отмечаться симптомы общего характера: головная боль, быстрая утомляемость, раздражительность. Хронические отравления развиваются в двух случаях:

1) при материальной кумуляции — яд накапливается постепенно в организме (например, отравление металлами);

2) функциональной кумуляции — происходит постепенное накопление изменений, вызванных ядом (например, отравление хлорированными углеводородами, бензолом, бензином). Хронические отравления чаще являются результатом функциональной кумуляции.

3. Отдаленные последствия выражаются во влиянии на генетический аппарат клетки, вызывая гонадотоксическое, бластомогенное, мутагенное и эмбриотоксическое действия. Эти последствия могут возникать не только у лиц, подвергавшихся воздействию токсических веществ, но и в последующем поколении.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ ДЕЙСТВИЯ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ НА ОРГАНИЗМ РАБОТАЮЩИХ

Комбинированное действие химических веществ — совместное (одновременное или последовательное) воздействие нескольких токсических веществ при одном и том же пути поступления.

При комбинированном воздействии на организм могут наблюдаться различные эффекты. Согласно классификации, одобренной ВОЗ, различают:

1. **Аддитивный тип** (суммация), когда эффект совместного действия равен сумме эффектов, возникающих при изолированном действии веществ (характерен для веществ наркотического или удушающего действия, веществ, раздражающих дыхательные пути).

2. **Сверхаддитивный тип**, в котором различают:

а) **потенцирование**, когда эффект совместного действия выше, чем аддитивный (при совместном воздействии оксида углерода и сероводорода, свинца и кобальта, при действии смеси веществ, содержащих в своем составе ферментные яды: оксид углерода, цианистые соединения, некоторые пестициды);

б) **синергизм действия**, когда действие одного фактора усиливается за счет эффекта второго фактора или взаимодействия с ним (повышение эффекта действия нитроглицерина, мышьяка, ртути, анилина, динитрохлорбензола и других веществ при одновременном воздействии на организм алкоголя за счет усиления всасывания через желудочно-кишечный тракт);

в) **антагонизм действия**, когда эффект воздействия меньше или равен (независимое действие) действию любого из факторов.

Комплексное воздействие химических веществ — одновременное поступление в организм одних и тех же веществ различными путями (ингаляционным, пероральным, перкутанным).

Сочетанное действие — совместное воздействие токсичных веществ и производственных факторов другой природы.

Температурный фактор. Наличие совместного действия вредных веществ и повышенной температуры воздуха имеет существенное значение в металлургической, машиностроительной и химической промышленности, сельском хозяйстве, особенно при использовании ядохимикатов. Одновременное воздействие промышленных ядов и повышенной температуры, как правило, усиливает и ускоряет развитие проявлений токсического действия веществ, что связано: а) с комплексом реакций, нарушающих терморегуляцию и приводящих к снижению общей реактивности организма и повышению чувствительности к действию яда; б) изменением функционального состояния нервной системы; в) увеличением минутного объема дыхания, что приводит к увеличению поступления и абсорбции газо- и парообразных веществ через верхние дыхательные пути. Повы-

шенная температура воздуха приводит к гиперемии кожных покровов, значительному потоотделению, что соответственно повышает проникновение ядов в организм через неповрежденную кожу. Гипертермия обуславливает накопление ядов в организме за счет замедления скорости его метаболизма, обезвреживания (уменьшение активности дегидрогеназы и цитохромоксидазы в печени) и выведения, которые связаны с нарушением обмена веществ.

Повышенная влажность воздуха. Повышенная влажность воздуха изменяет физико-химические свойства промышленных ядов, в первую очередь, усиливает раздражающее и общетоксическое действия легко гидролизующихся соединений (хлорсиланы, четыреххлористый германий и титан и др.), что связано с образованием значительного количества соляной кислоты. Повышенная влажность, как и повышенная температура, способствуют перегреванию организма и за счет этого увеличивают его чувствительность к токсическому действию ядов.

Физическая нагрузка. Большое значение для промышленной токсикологии имеет сочетание воздействия химического производственного фактора с физической нагрузкой. Нагрузка может быть различной степени тяжести, и от этого напрямую зависят изменения, которые происходят в организме. При значительной физической нагрузке происходит повышение легочной вентиляции и увеличение минутного объема сердца, усиливается активность нервно-эндокринной системы и печени как основного дезинтоксикационного органа. Повышение легочной вентиляции во время работы в течение длительного времени, особенно за счет глубины вдоха, способствует значительному поступлению в легкие любых аэрозолей и газов, которые не создают быстрого насыщения крови. Все это приводит к увеличению полученной дозы химического агента.

Физическое напряжение тесно связано с усилением потребления кислорода. Яды гипоксического действия (окись углерода, анилин и др.) усиливают свое влияние при увеличении нагрузки за счет снижения насыщаемости кислородом тканей и органов, вызывая более быстро и в более острой форме кислородное голодание. Гиперемия кожи и обильное потоотделение способствуют лучшему растворению и резорбции ядов через кожу. Временное снижение активности мочевыделительной системы при мышечной работе осложняет течение интоксикации за счет уменьшения выделения яда из организма.

Однако временное снижение функциональной активности пищеварительной системы во время физической нагрузки затрудняет всасывание ядов через пищеварительный тракт, снижая степень токсического действия.

Шум и вибрация. Воздействие химических факторов в сочетании с шумом носит аддитивный характер. Также химический фактор усугубляет развитие вибрационной болезни у горнорабочих. В то же время виб-

рация способствует накоплению в организме тяжелых металлов (нарушая кинетику обмена). На основании комплексной оценки функционального состояния вегетативного отдела ЦНС, сердечно-сосудистой и иммунной систем, а также функции печени было установлено усиление эффекта от комплексного воздействия на организм общей низкочастотной вибрации и шума в сочетании с токсическими веществами на уровне ПДК и ПДУ (оксид углерода, бензол, формальдегид, фенол).

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ТОКСИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Вопросам **половой чувствительности** к действию химических соединений уделяется значительное внимание. Единого мнения о том, что женский организм более чувствителен, нет. С одной стороны, он более устойчив к токсическому воздействию ряда веществ не только при однократном, но и при повторном их поступлении. Это было отмечено при изучении длительного воздействия малых доз ртути, пентобарбитала, этилового спирта. С другой стороны, к хроническому воздействию молибдена и бензола женский организм более чувствителен, чем мужской. При анализе половой чувствительности не было отмечено различий при воздействии 200 химических соединений, включая пестициды, нитросоединения, неорганические вещества, тяжелые металлы и др.

Различия возрастной чувствительности. Наблюдения за работающими подростками показали, что молодой организм обладает повышенной чувствительностью к действию свинца, сероуглерода, бензола, ацетона и других растворителей. Данный фактор надо учитывать при проведении медицинских осмотров, особенно первичного при приеме на работу.

Индивидуальная чувствительность к ядам. Помимо условий внешней среды в развитии отравлений серьезную роль играют состояние здоровья и индивидуальные особенности организма. Так, большое значение имеют анатомо-физиологические особенности кожного барьера в отношении тех ядов, которые проникают через кожу, повышенная чувствительность организма к различным аллергенам. Лица с нарушениями обмена веществ, заболеваниями печени и почек более подвержены отравлениям, т. к. у них резко нарушаются выделительные и дезинтоксикационные функции. При выраженной анемии, расстройствах гемопозитической функции или особой чувствительности кроветворного аппарата наблюдается особенно сильная реакция на гематолитические яды.

Лица, имеющие поражения ЛОР-органов и верхних дыхательных путей, более предрасположены к действию раздражающих газов. Большое влияние на степень индивидуальной восприимчивости к производствен-

ным ядам оказывает состояние вегетативной нервной системы, различные хронические заболевания.

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ЯДЫ И РЕПРОДУКТИВНАЯ ФУНКЦИЯ, ОТДАЛЕННЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ

Изучение влияния различных производственных факторов на состояние репродуктивной функции организма показало высокую степень воздействия на нее химических веществ. Поэтому сохранение репродуктивного здоровья как мужчин, так и женщин является важной проблемой профилактической медицины. Клинические наблюдения показывают, что у женщин, работниц химического производства, наряду с высокими показателями общей заболеваемости, отмечаются нарушения специфической половой функции: рождение ослабленных детей, нарушения менструального цикла, иногда длительное бесплодие. Перечень видов производств, вредных химических веществ, применяемых на них и типичные нарушения течения беременности приведены в прил. 3.

Химические вещества также вредны для мужского организма, характер их нарушений значителен — от ослабления половой функции до снижения оплодотворяющей способности сперматозоидов (бесплодия). Это отмечается при длительном контакте с соединениями мышьяка, ртути, фосфора, этилированным бензином, хлоропреном и др.

Отдаленные эффекты проявляются развитием патологических процессов и состояний у работающих, имевших контакт с химическими загрязнителями среды обитания в отдаленные сроки их жизни, а также в течение жизни нескольких поколений их потомства. К отдаленным эффектам после воздействия химических соединений относят канцерогенез и генетический эффект (генотоксическое или мутагенное действие).

Генотоксическое или мутагенное действие химических веществ проявляется повреждающим действием на генетические структуры организма. Опасными в отношении содержания мутагенов являются сталелитейные производства, электролитические производства алюминия, свинца, предприятия медеплавильные и по производству хрома, кадмия, бериллия, хлоропрена, пестицидов, асбеста, предприятия по производству резинотехнических изделий, мебели, обуви. Нарушения (мутации) в соматических клетках не передаются по наследству потомству человека, контактирующего с действующим ядом, но могут способствовать развитию приобретенных заболеваний, быть причиной злокачественных опухолей. Увеличение же генных или хромосомных нарушений в половых клетках влияет на частоту наследственных дефектов или заболеваний у потомства.

ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЯДОВ

К наиболее часто используемым в современной промышленности веществам относятся металлы и их неорганические соединения (свинец, ртуть, соединения марганца), раздражающие газы (оксиды азота, хлора, серы, аммиак), неорганические кислоты, щелочи, органические растворители, пестициды, профессиональные канцерогены и др.

В условную группу органических растворителей относят различные органические химические соединения, применяемые в технологических процессах: растворение твердых низкомолекулярных и полимерных материалов, изготовление клеев, экстракция жиров, обезжиривание поверхности и т. д. В качестве растворителей используют нефтяные и коксохимические углеводороды, спирты, эфиры, кетоны, хлорированные углеводороды и их смеси. Большинство растворителей при высоких концентрациях в зоне дыхания обладают наркотическим действием (типична картина опьянения), могут вызывать раздражение слизистых оболочек глаз и верхних дыхательных путей, кожные заболевания (воспалительного и аллергического характера).

По данным американских ученых, доля опухолей человека, обусловленная действием профессиональных канцерогенов, составляет от 4 до 38 %. Воздействию канцерогенных факторов могут подвергаться работники автотранспортных предприятий, производства резины и резиновых изделий, стали, чугуна, меди, сварочных производств, производства железобетонных изделий и др. Эксперты Международного агентства по изучению рака (МАИР) — специализированного органа ВОЗ — разработали классификацию канцерогенных факторов. Согласно этой классификации они делятся на четыре группы (прил. 4).

К наиболее распространенным регламентируемым химическим производственным канцерогенам относятся: бензапирен и другие полициклические ароматические углеводороды, формальдегид, бензол, сажа, N-нитрозамины, кремний диоксид кристаллический, асбест, минеральные масла (нефтяные и сланцевые), аэрозоли никеля и хрома, соединения бериллия и мышьяка.

Пестициды — химические средства для борьбы с вредными или нежелательными микроорганизмами, растениями, животными, являются природными или чаще синтетическими веществами. По химическому составу выделяются неорганические (ртуть, медь, фтор, барий, серосодержащие и др.) и органические вещества (хлор- и фосфорорганические соединения, производные мочевины и др.).

Характеристика наиболее важных отравляющих веществ представлена в прил. 5.

ПРОФИЛАКТИКА НЕБЛАГОПРИЯТНОГО ДЕЙСТВИЯ ХИМИЧЕСКОГО ФАКТОРА НА ПРОИЗВОДСТВЕ

Профилактика неблагоприятного воздействия химического фактора на производстве включает технологические, санитарно-технические, санитарно-гигиенические, организационные и лечебно-профилактические мероприятия (табл. 2).

Таблица 2

Профилактика неблагоприятного действия химического фактора на производстве

Технологические мероприятия	Санитарно-технические мероприятия	Санитарно-гигиенические мероприятия	Организационные мероприятия	Лечебно-профилактические мероприятия
1. Усовершенствование технологии: исключение чрезвычайно и высокотоксичных веществ из производственных процессов или замена их на менее токсичные. 2. Механизация, автоматизация, дистанционное управление	1. Герметизация процессов. 2. Рациональная система вентиляции (общая, местная)	1. Гигиеническое нормирование новых веществ и композиций. 2. Корректировка ПДК с учетом специфического действия вредных веществ. 3. Контроль за содержанием вредных веществ в рабочей зоне	1. Ограничение времени работы. 2. Дополнительные перемены в течение рабочей смены. 3. Дополнительный отпуск. 4. Строгое соблюдение требований к условиям труда женщин, подростков	1. Профилактические медицинские осмотры (предварительные, периодические). 2. Инструктаж и гигиеническое обучение работников. 3. Физиотерапевтические процедуры, спецпитание. 4. Использование средств индивидуальной защиты органов дыхания, кожи, глаз

МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЯДОВ В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ РАБОЧИХ ПОМЕЩЕНИЙ

Контроль за содержанием вредных веществ в воздухе рабочей зоны осуществляется в соответствии с постановлением МЗ Республики Беларусь, утвержденным 31 декабря 2008 г. СанПиН № 240 «Перечень регламентированных в воздухе рабочей зоны вредных веществ» с изменениями и дополнениями, утвержденными Постановлениями № 124 от 19.11.2009 г., № 172 от 21.12.2010 г.

МЕТОДЫ ОТБОРА ПРОБ ВОЗДУХА РАБОЧЕЙ ЗОНЫ

Химическое исследование воздуха производственных помещений проводится в следующих случаях:

- при плановом изучении санитарных условий труда на производстве;
- расследовании причин профессиональных отравлений;
- проверке эффективности санитарно-технических устройств (вентиляции, герметизации аппаратуры и др.)

Отбор проб воздуха производится:

1) в стеклянные сосуды. Объем пробы составляет от 1 до 100 мл. Используется при газохроматографическом анализе;

2) пластмассовые мешки. Объем пробы — от 1 до 100 л. Преимущества: позволяют отбирать большие объемы воздуха, имеют малую массу, долговечны;

3) жидкости. Наибольшее распространение получил способ отбора проб в жидкости, помещенные в стеклянные абсорберы (поглотители): анализируемые вещества растворяются в этих жидкостях или вступают с ними в химическое взаимодействие. Эффективность поглощения зависит от конструкции поглотителя. Наибольшей эффективностью обладают поглотители со стеклянными пористыми пластинками, имеющие значительную пропускную способность. Преимущества: отбор проб в жидкие среды обеспечивает возможность накопления вещества и упрощает обработку образца перед проведением анализа, который, как правило (в случае высоких требований к точности), проводят в жидкой фазе (фото- или электрохимические анализы);

4) сорбенты. В последнее время для поглощения паров и газов из воздуха используются твердые сорбенты с большой поверхностью (активированный уголь, силикогель, графитная сажа, полимерные и непористые сорбенты: карбонат калия, сульфат меди, хлорид кальция). Для разделения компонентов парогазовой смеси в процессе отбора проб, например углеводородов, используют избирательные сорбенты — синтетические молекулярные сита — цеолиты;

5) фильтрующие материалы — используются для улавливания из воздуха высокодисперсных аэрозолей: дымов, туманов, пыли.

Приборы и аппараты для отбора проб воздуха представляют собой аспирационные устройства — электроаспираторы различных моделей (АПВ-4, АПП 6-1, 822 и др.).

МЕТОДЫ АНАЛИЗА ПРОБ ВОЗДУХА

Для анализа отобранных проб воздуха в лабораториях применяют методы, отличающиеся достаточной чувствительностью при определении микроконцентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны:

- оптические;

- электрохимические;
- хроматографические;
- масс-спектрометрические;
- радиометрические;
- лазерные и др.

При выборе конкретных методов контроля необходимо руководствоваться методическими указаниями (МУ) определения содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны, утвержденными МЗ Республики Беларусь.

Экспресс-методы. Для быстрого решения вопроса о степени загрязнения воздушной среды вредными веществами применяют экспресс-методы, доля которых среди всех методов химического анализа лабораторий составляет около 20 %.

Экспресс-исследования осуществляются путем колориметрии растворов по стандартным шкалам, с применением реактивной бумаги, индикаторных трубок. В основе этих методов всегда лежат цветные реакции. В настоящее время наибольшее распространение получил экспресс-метод обнаружения и измерения концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны с помощью индикаторных трубок, который позволяет определить вещество в пределах 0,5 ПДК и выше. Сущность метода заключается в изменении окраски индикаторного порошка в результате реакции с вредным веществом (газом или паром), содержащимся в анализируемом воздухе, протягиваемом через трубку. По длине изменившего первоначальную окраску слоя индикаторного порошка определяют концентрацию вредного вещества в мг/м³.

Если при измерении экспресс-методом получают концентрацию изучаемого вещества, близкую к ПДК или превышающую ее в 2 раза, то данные результаты следует проверить с помощью обычных химических методов.

Автоматические приборы для анализа воздушной среды используются в производственных помещениях для контроля воздуха на содержание вредных веществ 1-го (с ПДК не менее 0,1 мг/м³) и 2-го классов опасности (с ПДК не менее 0,1 до 1 мг/м³). Обычно с этой целью применяют стационарные газоанализаторы автоматического действия, например: «Нитрон» — для контроля азота диоксида, «Сирена» — сероводорода, «Сирена-2» — аммиака и др.

ГИГИЕНИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ УСЛОВИЙ ТРУДА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ХИМИЧЕСКОГО ФАКТОРА

Для комплексной оценки условий труда используются критерии и подходы, заложенные в СанПиН 13-2-2007 «Гигиеническая классификация условий труда» (утверждено МЗ Республики Беларусь 20.12.2007 г. № 176).

Классификацию условий труда при работе с производственными ядами осуществляют в зависимости от содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны (превышение ПДК) (см. прил. 6).

При одновременном присутствии в воздухе рабочей зоны двух и более вредных веществ **разнонаправленного действия** класс условий труда для химического фактора устанавливают *по веществу, концентрация которого соответствует более высокому классу и степени вредности*.

Если одно вещество имеет *несколько специфических эффектов* (канцероген, аллерген и др.), оценка условий труда проводится *по более высокой степени вредности*.

При одновременном присутствии в воздухе рабочей зоны нескольких вредных веществ **однаправленного действия** с эффектом суммации *сумма отношений фактических концентраций каждого из них к их ПДК не должна превышать единицу (допустимый предел для комбинации), что соответствует допустимым условиям труда:*

$$C_1 / \text{ПДК}_1 + C_2 / \text{ПДК}_2 + C_3 / \text{ПДК}_3 + \dots + C_n / \text{ПДК}_n \leq 1,$$

где: C_1, C_2, C_3, C_n — концентрации вредных веществ в воздухе рабочего помещения; $\text{ПДК}_1, \text{ПДК}_2, \text{ПДК}_3, \text{ПДК}_n$ — соответствующие им значения ПДК.

Одна направленным действием на организм, как правило, обладают:

1. Комбинации веществ с одинаковой спецификой клинических проявлений:

- вещества раздражающего действия (кислоты, щелочи и др.);
- аллергены (эпилхлоргидрин, формальдегид и др.);
- вещества наркотического действия (комбинации спиртов и др.);
- фиброгенные пыли;
- вещества, канцерогенные для человека.

2. Комбинации веществ, близких по химическому строению:

- хлорированные углеводороды;
- бромированные углеводороды;
- различные спирты;
- различные щелочи;
- ароматические углеводороды (толуол и бензол, толуол и ксилол);
- аминокислоты;
- нитросоединения и т. п.

3. Комбинации, изученные в эксперименте:

- оксиды азота и оксид углерода;
- аминокислоты и оксид углерода;
- нитросоединения и оксид углерода;
- аммиак, водород фтористый, кислота серная.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Каждый студент получает ситуационную задачу. Основываясь на полученных знаниях, рассчитывает концентрацию вредного химического вещества в воздухе рабочей зоны, дает гигиеническую оценку условий труда, указывает пути поступления вредного химического вещества в организм, органы-мишени, поражаемые при отравлении, признаки отравления, разрабатывает профилактические мероприятия по предупреждению неблагоприятного воздействия химического фактора на организм человека.

При решении ситуационных задач № 1–11 необходимо:

1. Рассчитать концентрацию вредного химического вещества в воздухе рабочей зоны и сравнить с данными СанПиН № 240 «Перечень регламентируемых в воздухе рабочей зоны вредных веществ» (см. прил. 1).

2. Назвать класс опасности вредного химического фактора (см. прил. 2).

3. Назвать класс условий труда (см. прил. 6).

4. Указать пути поступления вредного химического вещества в организм, органы-мишени, поражаемые при отравлении, перечислить признаки отравления (см. прил. 5).

5. Разработать профилактические мероприятия по предупреждению неблагоприятного воздействия химического фактора на организм человека.

При решении ситуационных задач повышенной сложности (для медико-профилактического факультета) № 12–16 необходимо:

1. Назвать класс опасности вредных химических веществ (см. прил. 1, 2).

2. **В задачах 12 и 13** назвать класс условий труда при одновременном присутствии в воздухе рабочей зоны двух и более вредных веществ разнонаправленного действия (см. прил. 6).

При решении задач 14–16 нужно рассчитать суммарный эффект для одновременного присутствия в воздухе рабочей зоны нескольких вредных веществ однонаправленного действия с эффектом суммации и назвать класс условий труда (см. прил. 6).

3. Указать пути поступления вредных химических веществ в организм, органы-мишени, поражаемые при отравлении, перечислить признаки отравления (см. прил. 5).

4. Указать срок проведения периодического медицинского осмотра, состав врачей-специалистов и необходимые лабораторные исследования, дать перечень медицинских противопоказаний (постановление МЗ Республики Беларусь «О порядке проведения обязательных профилактических медицинских осмотров» № 47, утверждено 28 апреля 2010 г.).

5. Разработать профилактические мероприятия по предупреждению неблагоприятного воздействия химического фактора на организм человека.

ОБУЧАЮЩАЯ ЗАДАЧА С РЕШЕНИЕМ

В цехе синтеза лекарственных препаратов исходным сырьем служит бензол и его производные. Промежуточной стадией являются процессы получения анилина. Очистка и разделение изомеров аминсоединений сопровождается значительным выделением в воздух рабочей зоны паров анилина. Проба воздуха, отобранная на рабочем месте фильтровальщика, содержит 0,033 мг анилина. Общий объем протянутого воздуха — 100 л. Температура в цехе в момент отбора пробы +26 °С, давление 755 мм рт. ст.

Решение:

1. Расчет концентрации анилина в воздухе рабочей зоны:

1) приведение объема протянутого воздуха к нормальным условиям по формуле:

$$V_0 = V \cdot 273 \cdot B / (273 + t^\circ) 760 = 100 \cdot 273 \cdot 755 / (273 + 26) 760 = 90,7 \text{ (л)},$$

где V_0 — объем протянутого воздуха, приведенный к нормальным условиям (л); V — объем протянутого воздуха (л); t° — температура воздуха в местах отбора пробы (°С); B — атмосферное давление (мм рт. ст.).

2) расчет концентрации вредного вещества:

$$K = P \cdot 1000 / V_0 = 0,033 \cdot 1000 / 90,7 = 0,36 \text{ мг/м}^3,$$

где P — навеска вредного вещества (мг).

В соответствии с данными СанПиН № 240 «Перечень регламентируемых в воздухе рабочей зоны вредных веществ» (см. прил. 1) анилин относится ко 2-му классу опасности (высокоопасное вещество), максимальное разовое значение ПДК_{МР} = 0,3 мг/м³, следовательно, содержание анилина в воздухе рабочей зоны фильтровальщика превышает допустимую норму.

2. В соответствии с прил. 6 класс условий труда «вредный — 3.1», т. к. содержание анилина в воздухе рабочей зоны превышает ПДК в 1,2 раза.

3. Анилин поступает в организм через систему дыхания и неповрежденную кожу, оказывает влияние на печень, почки. Анилин — метгемоглобинообразователь, депонируется в печени и почках, вызывая в них дистрофические изменения с последующим развитием недостаточности, вызывает анемию (см. прил. 5).

4. Профилактические мероприятия по предупреждению неблагоприятного воздействия химического фактора на организм человека: усовершенствование технологического процесса, автоматизация производства, герметизация процесса фильтрования, рациональная система вентиляции, контроль за содержанием анилина в воздухе рабочей зоны, регулярное проведение профилактических медицинских осмотров.

СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача 1

Изучение условий труда трактористов-операторов, занятых возделыванием сахарной свеклы, показало следующее: при весенней обработке почвы перед посевом сахарной свеклы производится внесение в почву гербицида — трихлорацетата натрия. Препарат вносится в почву с помощью штанговых опрыскивателей, которые присоединяются к тракторам.

При использовании трихлорацетата натрия отмечается летучесть препарата, возрастающая с увеличением температуры воздуха, выделяется хлор. Проба воздуха на содержание хлора, отобранная в кабине тракториста, содержит 0,001 мг хлора. Общий объем протянутого воздуха 150 л, температура воздуха при этом +22 °С, атмосферное давление 750 мм рт. ст.

Задача 2

На заводе контрольно-измерительных приборов в цехе сборки дифференцированных манометров используется металлическая ртуть. Заполненные ртутью стеклянные ампулы прибора производятся в специально оборудованном вытяжном шкафу при включенной вытяжной вентиляции. В течение рабочей смены имеет место «бой» стеклянной части прибора. Слив ртути из разбитого стекла должен осуществляться в специальные емкости под слоем подкисленного раствора перманганата калия. При плановом обследовании цеха выявлено нарушение основного требования утилизации ртути из «боя» — ртуть собиралась в открытую посуду. Температура в цехе +22 °С, атмосферное давление 760 мм рт. ст. Проба воздуха на содержание ртути отобрана на площадке сбора ртути и содержит 0,12 мг ртути. Объем протянутого воздуха равен 100 л.

Задача 3

В травильном цехе машиностроительного завода производится травление металлических изделий азотной кислотой для удаления с поверхности металла окалина и загрязнений с целью подготовки их для последующей механической обработки или окраски. После травления изделие промывают в воде, а затем нейтрализуют растворами соды или извести. Температура раствора 70–90 °С. Проба воздуха, отобранная на рабочем месте травильщика, содержит 0,1 мг азотной кислоты (аэрозоль). Объем протянутого воздуха 100 л. Температура в цехе 23 °С. Атмосферное давление 760 мм рт. ст.

Задача 4

Процесс сборки автоприборов на заводе связан, главным образом, с электропаяльными работами. При этом используется сплав, содержащий 60 % свинца. Рабочее место оборудовано местными вытяжными устройствами с незначительной скоростью движения воздуха (0,1 м/с). Приточный воздух подается в верхнюю зону помещения. Проба воздуха, отобран-

ная на рабочем месте, содержит 0,0368 мг свинца. Объем протянутого воздуха 200 л. Температура в цехе 24 °С. Атмосферное давление 760 мм рт. ст.

Задача 5

Рабочие-маляры лакокрасочного цеха машиностроительного завода осуществляют покраску изделий с помощью ручных пневмораспылителей. В цехе действует общеобменная вентиляция. Рабочие обеспечены средствами индивидуальной защиты. Проба воздуха, отобранная на рабочем месте маляра, содержит 9,5 мг толуола. Объем протянутого воздуха 100 л. Температура в цехе 22 °С. Атмосферное давление 760 мм рт. ст.

Задача 6

В результате утечки газа в одном из цехов Гродненского предприятия «Азот» содержание диоксида азота в пробе воздуха составило 4,1 мг. Объем протянутого воздуха 200 л. Температура в цехе 22 °С. Атмосферное давление 745 мм рт. ст.

Задача 7

Процесс сборки автоприборов на заводе «Автоагрегат» связан, главным образом, с электропаяльными работами. При этом используется сплав, содержащий 25 % марганца. Рабочее место оборудовано местными вытяжными устройствами с незначительной скоростью движения воздуха (0,1 м/с). Приточный воздух подается в верхнюю зону помещения. Проба воздуха, отобранная на рабочем месте, содержит в сварочных аэрозолях 0,41 мг марганца. Объем протянутого воздуха 150 л. Температура в цехе 22 °С. Атмосферное давление 760 мм рт. ст.

Задача 8

При получении синтетического каучука широко используются процессы хлорирования. Процесс осуществляется в специальных хлораторах непрерывного действия при высоких температурах (800–900 °С). Хлор в воздух производственного помещения может выделяться в моменты загрузки и выгрузки реактора. Проба воздуха на содержание хлора отобрана при плановом обследовании цеха на рабочем месте аппаратчика, в летний период года при температуре 25 °С, атмосферном давлении 745 мм рт. ст. Проба содержит 0,015 мг хлора. Объем протянутого воздуха 150 л.

Задача 9

На Гомельском заводе азотных удобрений в цехе по производству аммиачной селитры содержание аммиака в пробе воздуха составила 18,5 мг. Объем протянутого воздуха 150 л. Температура в цехе 22 °С. Атмосферное давление 760 мм рт. ст. Рабочее место оборудовано местными вытяжными устройствами с незначительной скоростью движения воздуха (0,1 м/с). Оснащение работающих средствами индивидуальной защиты недостаточное.

Задача 10

В цехе синтеза анилина применяется многостадийная технологическая схема, требующая большого количества аппаратов, работающих при повышенной до 1000 °С температуре и давлении 3,5 атм. В процессе производства на различных этапах технологии возможно поступление паров анилина в воздух рабочей зоны. Особенно опасны конечные стадии получения этого вещества и процессы выгрузки. При этом воздух рабочей зоны загрязняется парами анилина, концентрация которого возрастает с повышением температуры в цехе и величиной давления в технологическом оборудовании. Проба воздуха, отобранная на рабочей площадке, содержит 0,003 мг анилина. Объем протянутого воздуха 100 л. Температура воздуха в помещении цеха 28 °С, атмосферное давление 755 мм рт. ст.

Задача 11

На деревоперерабатывающем предприятии при проведении технологических операций склеивания, отделки (шпатлевка, грунтовка) применяются фенолформальдегидные смолы марки «КФ-МТ». Проба воздуха, отобранная на участке размещения главного конвейера и пресса производства древесно-стружечных плит, содержит 0,025 мг формальдегида. Объем протянутого воздуха 150 л. Температура воздуха в помещении цеха 21 °С, атмосферное давление 755 мм рт. ст.

Задача 12

Гигиенические исследования проводились на базе лакокрасочного предприятия УП «СТ и М». Основным видом деятельности является производство специальных органорастворимых красок для дорожной разметки, содержащие в основе акриловые сополимеры, органические растворители (толуол, этилацетат), различные добавки. Отбор проб воздуха рабочей зоны проводился при помощи аспиратора Э-822 в соответствии с методическими указаниями № 4436-87 «Измерения концентраций аэрозоля преимущественно фиброгенного действия». Содержание вредных веществ определялись газохроматографическим методом на газовом хроматографе модели «Газохром-1106 Э» (формальдегид, стирол, толуол, этилацетат, углерода оксид) и фотометрически на фотоэлектроколориметре ФКФ-2УХЛ.4.2 (метилметакрилат, едкие щелочи) по утвержденным методикам. В цеху по производству красок концентрация толуола 179,2 мг/м³, этилацетата — 165 мг/м³.

Задача 13

В сборочных цехах машиностроительного завода производится сборка деталей на конвейере. Слесари-сборщики осуществляют пайку деталей свинецсодержащими сплавами (до 40–60 % свинца). На эту операцию приходится 45 % рабочего времени. В сборочном цехе, кроме того, осуществляют ручную дуговую сварку электродами, содержащими 25 % марганца.

Проба воздуха, отобранная на рабочем месте слесаря-сборщика, со-держала аэрозоли свинца в концентрации 0,04 мг/м³ и аэрозоли марганца в концентрации 0,24 мг/м³.

Задача 14

Межрайонный склад химреактивов расположен в отдельном здании и состоит из нескольких отделений, имеющих отдельные входы. Одно помещение, предназначенное для хранения, взвешивания, фасовки и вы-дачи кислот, оборудовано стеллажами, подставками, весами и другими приспособлениями, механической вентиляцией. Препараты расфасованы в стеклянные и пластиковые бутылки, крышки запарафинированы. От-дельные упаковки нарушены. Концентрация азотной кислоты в воздухе рабочей зоны 5,5 мг/м³, серной кислоты — 1,8 мг/м³, уксусной кислоты — 2,9 мг/м³. Уборка помещения производится 2 раза в месяц сухим спосо-бом. Кладовщик осуществляет прием, выдачу, транспортировку, разме-щение кислот на складе.

Задача 15

Проведенные комплексные исследования на ОАО «Гомельский хи-мический завод» в цехах сложно-смешанных удобрений и гранулирован-ного аммофоса показали, что в процессе труда работники подвергаются сочетанному воздействию широкого спектра вредных производственных факторов. Эти факторы различны для конкретных профессий, отличаются по уровням, продолжительности воздействия и обусловлены спецификой химического производства. Согласно СанПиН-2007 № 13-2-2007 «Гигие-ническая классификация условий труда» химические вещества, такие как аммиак, водород фтористый, кислота серная, являются веществами одно-направленного действия. Значения их концентраций приведены в табл. 3.

Таблица 3

Концентрации химических веществ в воздухе ЦССМУ и ЦГА

Цех	Химическое вещество	Концентрация, мг/м ³
ЦССМУ	Аммиак	6,23
	Водород фтористый	0,25
	Кислота серная	0,25
ЦГА	Аммиак	6,1
	Водород фтористый	0,31
	Кислота серная	0,24

Задача 16

На деревоперерабатывающем предприятии при проведении техноло-гических операций склеивания, отделки, печати рисунка применяются от-делочные материалы (растворители, нитрогрунтовки, лаки, эмали). Проба воздуха, отобранная на участке отделки древесины при непрерывном тех-нологическом процессе с использованием грунтовки БНК и лака НЦ-218, содержит 25 мг/м³ толуола и 11 мг/м³ ксилола.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. *Гигиена и экология человека* / под ред. В. М. Глиненко [и др.]. Москва : Медицинское информационное агентство, 2010. С. 334–405.
2. *Гигиена и основы экологии человека* / под ред. Ю. П. Пивоварова, В. В. Королук, Л. С. Зиневич. Москва : АСАДЕНА, 2004. С. 319–328.
3. *Общая гигиена* / под ред. А. А. Минха. Москва : Медицина, 1984. С. 276–285.
4. *Общая гигиена* / под ред. Г. И. Румянцева, Е. П. Вишневской, Т. А. Козлова. Москва : Медицина, 1985. С. 371–383.

Дополнительная

1. *Гигиена труда* / под ред. Н. Ф. Измерова, В. Ф. Кириллова. Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2008. С. 353–458.
2. *Руководство к практическим занятиям по гигиене труда : учеб. пособие для вузов* / под ред. В. Ф. Кириллова. Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2008. С. 198–220.
3. *Сборник официальных документов по медицине труда и производственной санитарии* / под ред. В. В. Гриня, С. М. Соколова. Минск : Беларусь, 2006. Ч. XVII.
4. *Сборник официальных документов по медицине труда и производственной санитарии* / под ред. В. П. Филонова, С. М. Соколова. Минск : Беларусь, 2003. Ч. X.
5. *СанПиН*. Перечень регламентированных в воздухе рабочей зоны вредных веществ : утв. постановлением главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 31 декабря 2008 г. № 240. Режим доступа : <http://www.med.by>. Дата доступа : 27.05.2011 г.

Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны (извлечение из СанПиН «Перечень регламентируемых в воздухе рабочей зоны вредных веществ». Утверждено постановлением МЗ Республики Беларусь от 31.12.2008 г. № 240 с изм. и доп. № 124 от 19.11.2009 г., № 172 от 21.12.2010 г.)

Наименование вещества	Величина ПДК _{МР} , мг/м ³	Преимущественное агрегатное состояние в воздухе в условиях производства	Класс опасности	Особенности действия на организм
Азота диоксид	2	п	3	О
Азотная кислота	2	а	3	
Алкены (в пересчете на С)	300	п	4	
Алкиламины	1	п + а	2	
Алкилнафталины	50	п + а	4	
Алюминий и его сплавы	6/2	а	3	Ф
Аммиачно-карбамидовое удобрение	25	п + а	4	
Амиловый спирт	10	п	3	
Аммиак	20	п	4	
Ангидрид фосфорный	1	а	2	
Анилин	0,3	п	2	
Апатит	6	а	3	
Ацетон	800	п	4	
Бензин (топливный, растворитель)	300	п	4	
Бериллий	0,003	а	1	К, А
Борная кислота	10	а	3	
Водород фтористый	0,5	п	2	
Калия хлорид	5	а	3	
Карбамид	10	а	3	
Ксилол	150	п	4	
Марганец в сварочных аэрозолях при его содержании до 20 %	0,6	а	2	
От 20 до 30 %	0,3	а	2	
Марганца оксиды в пересчете на марганец диоксид:				
– аэрозоли дезинтеграции	0,3	а	2	
– аэрозоли конденсации	0,05	а	1	
Метилметакрилат	10	аа	3	
Метиловый спирт	15	п	3	
Никель, никель оксиды, сульфиды	0,005	а	1	К, А
Ортофосфористая кислота	0,4	а	2	
Ртуть	0,01	п	1	
Стеклопластик на основе полиэфирной смолы	5	а	3	

Наименование вещества	Величина ПДК _{МР} , мг/м ³	Преимущественное агрегатное состояние в воздухе в условиях производства	Класс опасности	Особенности действия на организм
Свинец	0,05	а	1	
Серная кислота	1	а	2	
Стирол	30	а	4	
Сурьма и ее соединения	0,5	а	2	
Толуол	150	п	4	
Углерода оксид	20	п	4	
Уксусная кислота	5	п	3	
Формальдегид	0,5	п	2	
Хлор	1	п	2	О
Щелочи едкие	0,5	а	2	
Этилацетат	0,1	п	4	
Этиловый спирт	2000	п	4	

Примечание: О — вещества с остронаправленным механизмом действия, требующие автоматического контроля за их содержанием в воздухе; А — вещества, способные вызвать аллергические заболевания работающих в производственных условиях; К — канцерогены; Ф — аэрозоли преимущественно фибриногенного действия; п — пары и (или) газы; а — аэрозоли; п + а — смесь паров и аэрозолей.

Приложение 2

Значения ПДК, соответствующие классу опасности вредных веществ

Класс опасности	ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны
1-й класс — чрезвычайно опасные	<0,1 мг/м ³
2-й класс — высокоопасные	0,1–1,0 мг/м ³
3-й класс — умеренно опасные	1,1–10,0 мг/м ³
4-й класс — малоопасные	>10,0 мг/м ³

**Типичные нарушения генеративной функции у женщин,
работающих на производствах**

Производство	Основные химические вещества	Тип нарушения
Швейная и текстильная промышленность	Формальдегид, фенол, акрилонитрил, винилхлорид	Осложнения беременности, анемия, повышенная частота угрозы прерывания беременности, преждевременные роды
Нефтехимическая промышленность	Бензин, ароматические предельные и непредельные углеводороды	Токсикоз второй половины беременности, высокая частота угрозы прерывания беременности
Производство и переработка полимеров на основе стирола	Стирол, бензол, дибутилфталат, бензальдегид	Повышенное число спонтанных абортов
Производство резиновых технических изделий	Хлоропрен, дихлорэтан, бензин	Токсикозы беременности, анемия, преждевременные роды
Сельское хозяйство	Минеральные и органические удобрения, пестициды	Анемия, самопроизвольные аборты, рождение детей с гипотрофией

Классификация канцерогенных факторов

№ группы	Степень опасности	Химические вещества
1	Несомненно канцерогенные для человека соединения	4-аминодифенил, мышьяк и его соединения, асбест, бензол, бензидин, бис-хлорметилметилловый эфир (технической чистоты), хром и некоторые его соединения, серный иприт, 2-нафтиламин, сажи, смолы и минеральные масла, винилхлорид
2а	Вероятно канцерогенные для человека	Акрилонитрил, бензапирен, бериллий и его соединения, диэтилсульфат, диметилсульфат, никель и некоторые его соединения, о-толуидин
2б	Возможно канцерогенные для человека	Амитрол, кадмий и его соединения, четыреххлористый углерод, хлороформ, хлорфенолы, ДДТ, дибромэтан, этиленоксид, этиленмочевина, формальдегид (газ), гидразин, полихлорированные бифенилы и др.
3	Факторы, которые не могут быть классифицированы с точки зрения их канцерогенности для человека	Не установлены на данный момент
4	Агенты, для которых существуют убедительные доказательства отсутствия канцерогенности для человека	Капролактамы

Характеристика основных производственных ядов

Химическое вещество	Виды производств	Пути поступления в организм	Органы-мишени, поражаемые при отравлении	Признаки отравления
1. Металлы и их неорганические соединения				
Свинец	В производстве кабелей, аккумуляторов, красок, стекла, глазури, пиротехники, а также в химическом машиностроении, полиграфии	Через органы дыхания, ЖКТ, загрязненные руки. Свинец проникает через гематоплацентарный барьер и обладает кумулятивным действием (90 % свинца задерживается в костной ткани)	Поражаются в основном нервная, кровеносная, сердечно-сосудистая системы, органы пищеварения, печень, почки	<i>Ранние признаки</i> отравления — анемия, бледно-серый цвет лица и свинцовая кайма на деснах. В стадии <i>явной интоксикации</i> наблюдаются свинцовые колики — схваткообразные боли в области живота, подъем артериального давления (до 200 мм рт. ст.) с повышением температуры и брадикардией. При <i>хроническом отравлении</i> отмечается своеобразный зловонный запах изо рта вследствие выделения свинца слюнными железами, часто слюнотечение, сладковатый металлический привкус во рту
Тэтраэтилсвинец (ТЭС)	Входит в состав этиловой жидкости и этилированного бензина, используется как антидетонатор. Контакт с ним возможен при изготовлении продукта и его смесей, транспортировке, хранении, заправке двигателей	В организм проникает через дыхательные пути и неповрежденную кожу	Поражаются в основном нервная, кровеносная, сердечно-сосудистая системы	ТЭС — высокотоксичный яд, может вызывать острые, подострые, хронические отравления. После латентного периода (от нескольких часов до нескольких дней) возникают резкая головная боль, слабость, нередко эйфория, ухудшается память, развиваются вегетативные расстройства (брадикардия, слюнотечение, гипотермия, нередко парестезии по типу кожного зуда, ощущение волос на языке), тремор пальцев, шаткая походка
Ртуть	В приборостроении, электротехнике, производстве амальгам, хлора,	Основной путь поступления в организм — через	Отличаются высокой токсичностью, широким спектром действия	<i>Клиника острого отравления</i> развивается через 8–24 ч и проявляется общей слабостью, головной болью, повышением температуры

Химическое вещество	Виды производств	Пути поступления в организм	Органы-мишени, поражаемые при отравлении	Признаки отравления
	едкого натра, средств для предотвращения гниения (пропитки) древесины, в медицинской практике)	систему дыхания (пары, аэрозоли)	на организм человека. Наибольшее накопление ртути отмечается в костном мозге, костях, селезенке, печени, почках	тела, катаральными явлениями со стороны дыхательных путей. Развивается геморрагический синдром в виде воспалительных изменений в полости рта, десен, расстройств функции ЖКТ, поражения почек. <i>Хроническое отравление</i> проявляется симптомами ртутной неврастении: ртутный тремор (дрожание век, рук, языка, в тяжелых случаях — ног и всего тела), ртутный эритизм (застенчивость, робость, подавленность, ослабление памяти), сонливость, апатия, эмоциональная неустойчивость, головокружение
Никель	Сплавы никеля используются в щелочных аккумуляторах, антикоррозийных покрытиях, в качестве катализаторов многих химических процессов	Поступление в организм — при вдыхании аэрозолей или через ЖКТ	Органы дыхания, сердечно-сосудистая система, кроветворная система, ЖКТ	<i>Клиника острого отравления</i> — выраженные головные боли, одышка, боли в эпигастральной области, вегетативные расстройства, артериальная гипотония, гастрит, никелиевый пневмокониоз, лейкопения. При высоких уровнях воздействия регистрируется эмбриотоксическое действие
Цинк	В качестве белого пигмента для красок, как наполнитель резины, в производстве стекла, керамики, спичек, типографских красок, гальванотехнике, антисептик для древесины	Поступает в организм при вдыхании аэрозолей, через ЖКТ и кожу, выделяется в основном через кишечник и с мочой	Цинк распределяется по всем органам	<i>Клиника острого ингаляционного отравления</i> — развивается картина цинковой лихорадки с отеком межочной ткани легких, поражением альвеолярного эпителия. <i>Клиника хронической интоксикации</i> — раздражающее и прижигающее действие на кожу и слизистые оболочки, заболевания ЖКТ, неврологические расстройства с вегетативной дистонией, профессиональный аллергический дерматит

Химическое вещество	Виды производств	Пути поступления в организм	Органы-мишени, поражаемые при отравлении	Признаки отравления
Кадмий	Кадмий и его соединения используются в ядерной энергетике, входят в состав сплавов для приготовления припоев, сварочных электродов, используются при производстве полупроводников, являются компонентом люминофоров, пиротехнических смесей, лазерных материалов	Равномерно распределяются по всем органам и тканям организма. Выводятся преимущественно с мочой	Поражаются в основном органы дыхания, почки, щитовидная железа, половые железы	Важнейшие формы поражения: кадмиевая нефропатия, нейротоксический синдром, кадмиевая кардиомиопатия, гипертония, фиброз и эмфизема легких, поражение почек, кадмиевый ринит, проникает через гематоплацентарный барьер, оказывает эмбриотоксическое и тератогенное действие, есть сведения о его канцерогенности
Марганец	Марганец и его соединения используются в производстве высококачественных сталей, в химической, стекольной, электрохимической промышленности. Оксиды марганца могут поступать в воздух рабочей зоны при применении качественных электродов и плавяных флюсов при сварке, газорезке марганцевых сталей	Через органы дыхания	Центральная и периферическая нервная система	На начальном этапе интоксикации — головная боль, мышечная слабость, сонливость с ухудшением речи, ослабление мимики, признаки вегетативной дисфункции (потливость, усиленная саливация). <i>Выраженная форма отравления</i> — марганцевый паркинсонизм — проявляется в синдроме экстрапирамидальной недостаточности с преимущественным поражением нижних конечностей. Признаки заболевания могут возникать неожиданно и быстро прогрессировать. Нарушается походка вследствие повышения тонуса мышц, лицо становится маскообразным, возможен насильственный смех, нарушается речь. Признаки паркинсонизма могут нарастать вне контакта с марганцем

Химическое вещество	Виды производств	Пути поступления в организм	Органы-мишени, поражаемые при отравлении	Признаки отравления
2. Раздражающие газы				
Соединения хлора, серы, азота	В форме кислот и их солей используются в химической (производстве кислот, удобрений), металлургической, нефтеперерабатывающей и других отраслях промышленности	Через органы дыхания	Верхние дыхательные пути, легкие	При <i>острых и подострых формах отравления</i> раздражающими газами отмечается поражение слизистых оболочек верхних дыхательных путей (отек, усиление отделения слизи), сопровождающееся кашлем, чувством удушья и жжения, слезотечением и резью в глазах. При <i>тяжелых формах отравления</i> могут возникнуть бронхолит и отек легких. При высоких концентрациях возможны рефлекторный спазм голосовых связок и паралич дыхания. Часто отмечаются последствия в виде пневмоклероза, эмфиземы легких, бронхоэктатической болезни. При <i>хроническом отравлении</i> развиваются трахеобронхит, эмфизема, пневмоклероз
Окислы азота	В химической промышленности (производстве кислот, удобрений)	Через органы дыхания	Поражаются в основном органы дыхания, нервная, сердечно-сосудистая системы	<i>Клиническая картина острого отравления</i> окислами азота зависит от содержания в нитрогазах различных окислов азота: оксид азота дает картину гипоксии, диоксид азота действует прижигающе. Первые симптомы — появление кашля, удушья, одышки, могут наблюдаться головные боли, сердечная слабость. <i>Хроническое отравление</i> чаще всего проявляется катаром дыхательных путей, бронхитом, разрушением зубов, на которых возникает зеленоватый налет. Отмечают нарушения в обмене веществ, мышечную

Химическое вещество	Виды производств	Пути поступления в организм	Органы-мишени, поражаемые при отравлении	Признаки отравления
				и сердечную слабость, нервные расстройства, падение артериального давления
Аммиак	В химической промышленности (производстве удобрений), нефтеперерабатывающей и др. отраслях промышленности	Через органы дыхания, кожу	Органы дыхания, глаза, кожа рук	В тяжелых случаях возникают признаки химического ожога, реже — некроза. При попадании аммиака в глаза возможны тяжелые формы поражения с отеком конъюнктивы, помутнение и расплавление роговицы и хрусталика. Жидкий аммиак при попадании на кожу вызывает ожоги 2-й степени с образованием пузырей и эритемы вокруг них
Этилацетат	В лакокрасочной промышленности, в производстве растворителей искусственного каучука, смол	Через органы дыхания, кожу	Поражает печень, почки, поджелудочную железу	Оказывает общетоксическое, раздражающее (поражение конъюнктивы, роговицы, дерматит, экзема), наркотическое действие
3. Органические растворители				
Бензин	Используется как топливо, растворитель в резиновой и лакокрасочной промышленности, для обезжиривания поверхностей	Через легкие, возможно всасывание через неповрежденную кожу, редко — через ЖКТ	Поражаются в основном нервная, сердечно-сосудистая системы	При хроническом поступлении бензина в организм развивается вегетососудистая дистония. При систематическом контакте кожи рук с бензином возможны дерматиты, экземы
Сероуглерод	Используется как растворитель фосфора, жиров, резины, применяется при производстве вискозы, искусственного каучука	Поступает в организм через легкие и кожу за счет высокой степени растворения в липидах	Вызывает органические поражения нервной, сердечно-сосудистой систем	Изменения в сердечно-сосудистой системе (гипертензия) возникают на ранних стадиях интоксикации. Способствует развитию атеросклероза сосудов сердца и мозга

Химическое вещество	Виды производств	Пути поступления в организм	Органы-мишени, поражаемые при отравлении	Признаки отравления
Бензол	Применяется для получения фенола, нитробензола	Пути поступления в организм — система дыхания и кожа	Оказывает воздействие на нервную и кровеносную системы	<i>Ранние признаки хронического отравления</i> — неврастенический и астенический синдромы с вегетативной дисфункцией. Могут развиваться поражения костного мозга, подавление естественного иммунитета, лейкоз
Производные бензола и толуола (ксилол)	Применяются в парфюмерной промышленности, в органическом синтезе, производстве красителей, искусственных смол, тринитротолуола	Через органы дыхания и неповрежденную кожу	Оказывают действие на центральную нервную и сердечно-сосудистую системы, печень	Головная боль, головокружение, общая слабость, быстрая утомляемость, повышенная нервная возбудимость, тошнота, боли в области сердца. <i>В тяжелых случаях</i> — падение кровяного давления, судороги, потеря сознания
Анилин	Используется в анилиноокрасочной промышленности, в производстве пластмасс, фармацевтической промышленности	Поступает в организм через систему дыхания и неповрежденную кожу	Оказывает влияние на печень, почки	Анилин — метгемоглобинообразователь, депонируется в печени и почках, вызывая в них дистрофические изменения с последующим развитием недостаточности, вызывает анемию
4. Неорганические кислоты и щелочи				
Неорганические кислоты	У рабочих, занятых производством серной, хлористоводородной и азотной кислот, а также в гальванических цехах	Поступает в организм через систему дыхания и кожные покровы	Наблюдаются профессиональные поражения зубов и полости рта	Под действием кислот происходит декальцинация эмали зубов с возникновением кислотного некроза. Ранние признаки выражаются потерей естественного блеска и цвета эмали, шероховатостью, стертостью поверхностей передних зубов, появлением эрозий на эмали, зубной болью. Разрушение прогрессирует, начиная с режущего края по направлению к шейке зубов и корням, постепенно зубы исчезают.

Химическое вещество	Виды производств	Пути поступления в организм	Органы-мишени, поражаемые при отравлении	Признаки отравления
				Одновременно поражается слизистая оболочка полости рта — развиваются гингивит, стоматит
Щелочи едкие (едкие натрий, калий, негашеная и гашеная извести)	Используются в текстильной, бумажной, химической, кожевенной промышленности, при производстве мыла и т. д.	Поступают в организм через органы дыхания, перорально при случайном приеме внутрь, через кожные покровы	Оказывают резко раздражающее и прижигающее действие — химический ожог	Едкие щелочи проникают в ткани глубже, чем кислоты, растворяют белковые структуры, образуя щелочные альбуминаты, и вызывают колликвационный некроз — мягкий расплывающийся струп. Особенно опасно попадание даже мельчайших количеств щелочей в органы зрения
5. Профессиональные канцерогены				
Хлорвинил (винилхлорид, хлорэтилен)	Входит в состав смол, используемых в производстве пластмассы и каучука	Поступает в организм и выделяется через легкие	Является наркотическим веществом, вызывает нарушения деятельности центральной и вегетативной нервных систем, ЖКТ	Вызывает ангиосаркому печени, рак легкого
Диоксид кремния	Применяется в производстве стекла, керамики, абразивов, бетона, резины, огнеупоров, в хроматографии, радиотехнике и т. д.	Поступает в организм через органы дыхания	Вызывает интерстициальный силикоз	В тяжелых случаях вызывает рак легких
Полициклические ароматические углеводороды	Каменноугольная смола, продукты неполного сгорания угля	Поступает в организм через легкие	Оказывает влияние на кожу, верхние дыхательные пути и легкие	Бенз(а)пирен вызывает рак кожи, верхних дыхательных путей и легких

Химическое вещество	Виды производств	Пути поступления в организм	Органы-мишени, поражаемые при отравлении	Признаки отравления
Формальдегид	25–40%-ный водный раствор (формалин) применяется в производстве пластмасс, смол, химических волокон, в текстильной, кожевенной, меховой, бумажной промышленности, а также как инсектофунгицид	Поступает в организм через органы дыхания, кожные покровы	Оказывает действие на органы дыхания, глаза, кожные покровы	Обладает наркотически действием, раздражающим действием — на слизистые оболочки глаз и органов дыхания, а при контакте с кожей — и на кожные покровы
Асбест	Асбестовое волокно широко применяется в качестве теплоизоляционного и противопожарного материала	Поступает в организм через легкие	Поражает легкие	Длительный контакт в работе с асбестовой пылью предрасполагает к развитию легочного рака и мезотелиомы плевры
Мышьяк	У рабочих медеплавильных и металлургических заводов, на химических предприятиях, производящих мышьяк	Поступает в организм через легкие	Оказывая токсическое действие на кожу и другие органы, может проявлять себя и как канцероген, особенно в отношении кожи	У работников, применяющих пестициды и гербициды в сельском хозяйстве, отмечены возникновение профессионального рака легких при вдыхании различных пылей и аэрозолей, содержащих мышьяк и его соединения
6. Пестициды				
Хлорорганические пестициды (гексахлорциклогексан)	В сельском хозяйстве (инсектицид комплексного действия)	Через органы дыхания, кожные покровы	Поражаются верхние дыхательные пути, печень, костный мозг	Признаки <i>острого ингаляционного отравления</i> — общая слабость, головокружение, за грудиные боли, кашель, носовое кровотечение, рвота, лейкоцитоз, снижение содержания кальция крови, поражение верхних дыхательных путей, конъюнктивиты, дерматиты

Химическое вещество	Виды производств	Пути поступления в организм	Органы-мишени, поражаемые при отравлении	Признаки отравления
				аллергического характера, в тяжелых случаях развиваются потеря сознания, судороги, коллапс, парезы. При <i>хронической интоксикации</i> — вялые параличи, расстройства глотания, миокардиодистрофия, нарушение функции печени, поражение костного мозга
Фосфорорганические пестициды (ФОС)	В сельском хозяйстве	Через органы дыхания, кожные покровы	Необратимо ингибируют холинэстеразу, нарушение картины крови, функции сердечно-сосудистой системы, системы дыхания, нервной системы, а также функции надпочечников, почек	Симптомы <i>острой интоксикации</i> — профузное потоотделение, тошнота, рвота, спазм гладких мышц (зрачка, бронхов, ЖКТ, мочевого пузыря, матки), тахи- и брадикардия, миокардит, отек легких, паралич дыхательной мускулатуры, недержание мочи. При <i>хроническом воздействии</i> поражаются те же системы, снижается неспецифический иммунитет, развиваются анемия, гипоплазия костного мозга
Производные карбоновой кислоты	В сельском хозяйстве	Через органы дыхания, кожные покровы	Поражаются центральная нервная, сердечно-сосудистая системы, верхние дыхательные пути, почки	<i>Клинические признаки отравления</i> и поражения систем организма схожи с действием ФОС, но симптомы менее выражены. Реже поражаются сердечно-сосудистая система и почки, могут раздражаться верхние дыхательные пути, развиваются аллергические реакции. Ингибируют активность холинэстеразы. Симптомами поражения нервной системы являются тремор, парезы, потеря памяти, общая депрессия

Классы условий труда в зависимости от содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны (превышение ПДК, раз)

Вредные вещества			Класс условий труда					
			допусти- мый	вредный				опас- ный
				2	3,1	3,2	3,3	
Вредные вещества 1–4 классов опасности за исключением перечисленных ниже			\leq ПДК _{макс}	1,1–3,0	3,1–10,0	10,1–15,0	15,1–20,0	–
			\leq ПДК _{сс}	1,1–3,0	3,1–10,0	10,1–15,0	>15	
Особенности действия на организм	Вещества, опасные для развития острого отравления	С остро- направ- ленным меха- низмом действия	\leq ПДК _{макс}	1,1–2,0	2,1–4,0	4,1–6,0	6,1–10,0	>10
		Раздра- жающего действия	\leq ПДК _{макс}	1,1–2,0	2,1–5,0	5,1–10,0	10,1–50,0	>50
	Канцерогены, вещества, опасные для репродуктив- ного здоровья		\leq ПДК _{сс}	1,1–2,0	2,1–4,0	4,1–10,0	>10	–
	Аллер- гены	высоко- опасные	\leq ПДК _{макс}	–	1,1–3,0	3,1–15,0	15,1–20,0	>20
		умерен- ноопас- ные	\leq ПДК _{макс}	1,1–2,0	2,1–5,0	5,1–15,0	15,1–20,2	>20

ОГЛАВЛЕНИЕ

Мотивационная характеристика темы	3
Определение основных понятий.....	4
Классификация вредных химических веществ	6
Пути поступления химических веществ в организм	7
Распределение химических веществ в организме.....	9
Преобразование химических веществ в организме.....	10
Выведение химических веществ из организма	10
Характер действия промышленных ядов на организм работающих.....	12
Особенности проявления действия химических веществ на организм работающих.....	14
Факторы, влияющие на токсическое действие химических веществ.....	16
Промышленные яды и репродуктивная функция, отдаленные последствия	17
Характеристика основных производственных ядов	18
Профилактика неблагоприятного действия химического фактора на организм работающих.....	19
Методы контроля производственных ядов в воздухе рабочей зоны рабочих помещений.....	19
Задания для самостоятельной работы	23
Список использованной литературы.....	29
Приложение 1.....	30
Приложение 2.....	31
Приложение 3.....	32
Приложение 4.....	32
Приложение 5.....	33
Приложение 6.....	42

Учебное издание

Бацукова Наталья Леонидовна
Борщенская Татьяна Игоревна

**ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
УСЛОВИЙ ТРУДА В ПРОМЫШЛЕННОМ
ПРОИЗВОДСТВЕ И СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ:
ХИМИЧЕСКИЙ ФАКТОР НА ПРОИЗВОДСТВЕ**

Учебно-методическое пособие

2-е издание

Ответственная за выпуск Н. Л. Бацукова
Компьютерная вёрстка Н. М. Федорцовой
Корректор Ю. В. Киселёва

Подписано в печать 20.11.19. Формат 60×84/16. Бумага писчая «Снегурочка».
Ризография. Гарнитура «Times».
Усл. печ. л. 2,56. Уч.-изд. л. 2,14. Тираж 90 экз. Заказ 39.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования
«Белорусский государственный медицинский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/187 от 18.02.2014.
Ул. Ленинградская, 6, 220006, Минск.