



Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Международный государственный экологический
университет имени А. Д. Сахарова»

Факультет экологической медицины
Кафедра радиационной гигиены и эпидемиологии

Сыса А. Г., Дубина М. А.

Гигиена окружающей среды

Курс лекций

Минск
2015

УДК 576.89
ББК 28.6

Рекомендовано к изданию НМС МГЭУ им. А.Д.Сахарова
(протокол № 7 от 14 апреля 2015 г.)

Авторы:

канд. хим. наук, зав. кафедрой радиационной гигиены и эпидемиологии
МГЭИ им. А.Д. Сахарова БГУ *А. Г. Сыса*,
старш. препод. кафедры радиационной гигиены и эпидемиологии *М. А. Дубина*

Сыса, А. Г. Гигиена окружающей среды / А. Г. Сыса, М. А. Дубина. – Минск: МГЭИ им. А.Д. Сахарова БГУ, 2015. – 40 с.
ISBN 978-985-551-037

Издание предназначено для студентов специальностей «Медико-биологическое дело» и «Медицинская экология» и магистрантов специальности «Экология», может быть использовано студентами и магистрантами биологических и медицинских факультетов университетов.

УДК 576.89
ББК 28.6

ISBN 978-985-551-037

© Сыса А. Г., Дубина М. А., 2015
© МГЭИ им. А.Д. Сахарова БГУ, 2015

О Н И Е

ЛЕКЦИЯ 1. ВВЕДЕНИЕ. Предмет и методы изучения гигиены окружающей среды.....	4
ЛЕКЦИЯ 2. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НОРМИРОВАНИЯ ЭКЗОГЕННЫХ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ПОЧВЕ	7
ЛЕКЦИЯ 3. ГИГИЕНИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ	12
ЛЕКЦИЯ 4. 17ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВОЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ	17
ЛЕКЦИЯ 5. 25МЕТОДЫ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ.....	25
ЛЕКЦИЯ 6. ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ И ИХ ХАРАКТЕРИСТИКА. ОХРАНА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СТОЧНЫМИ ВОДАМИ.....	28
ЛЕКЦИЯ 7. ХОЗЯЙСТВЕННО-БЫТОВАЯ КАНАЛИЗАЦИЯ. СТОЧНЫЕ ВОДЫ.....	34
ЛЕКЦИЯ 8. КАНАЛИЗАЦИЯ СТОЧНЫХ ВОД ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ.....	44
ЛЕКЦИЯ 9. АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ И ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ.....	49
ЛЕКЦИЯ 10. 62ГИГИЕНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ	62
ЛЕКЦИЯ 11. ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЙ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ	66
ЛЕКЦИЯ 12. СИСТЕМА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОХРАНЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА	77
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	81

ЛЕКЦИЯ 1

ВВЕДЕНИЕ. ПРЕДМЕТ И МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ГИГИЕНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Основополагающей в охране здоровья населения в Республике Беларусь являемся профилактика. Под профилактикой понимают систему государственных, общественных и медицинских мероприятий, направленных на создание для человека наиболее благоприятных условий жизни, в полной мере отвечающих его физиологическим потребностям.

Различают первичную, вторичную и третичную профилактику. Первичная профилактика направлена на сохранение и укрепление здоровья практически здоровых людей и устранение причин заболеваний. Вторичная профилактика служит для ранней диагностики заболеваний, повышения сил людей в неблагоприятных экологических условиях. Третичная профилактика применяется для предупреждения осложнения, сохранения и укрепления здоровья больных.

Объектами изучения профилактической медицины являются как отдельный здоровый человек, так и коллективы практически здоровых людей. Научной основой профилактической медицины служит гигиена, которая указывает пути и способы сохранения и укрепления здоровья, профилактики болезней.

Гигиена - это наука о закономерностях влияния факторов окружающей среды на индивидуальное и общественное здоровье, а также условиях его сохранения и укрепления. Греческое слово *hygieinos* означает «приносящий здоровье».

Предметом гигиены является здоровье человека и населения в целом, а также окружающая среда. Здоровье человека - состояние полного физического, психического и социального благополучия, а не только отсутствие болезней и физических дефектов (ВОЗ). Здоровье населения - это состояние полного благополучия по демографическим показателям, физическому развитию и заболеваемости.

Под окружающей средой понимается совокупность взаимосвязанных природных и социальных факторов, воздействующих на человека. К природным относятся химические, физические и биологические факторы. Социальными факторами являются условия быта, труда, отдыха, питания, обучения, медицинской помощи.

Факторы окружающей среды могут быть этиологическими, т. е. выступать в качестве причины заболевания, и рисковыми, т. е. при определенных условиях они способны увеличивать вероятность нарушений

ЗДОРОВЬЯ. К факторам риска относятся избыточная масса тела, гиподинамия, нерациональное питание, психическое перенапряжение, злоупотребление алкоголем, никотином и др.

Целью гигиены является обоснование гигиенических норм, нормативов, правил и мероприятий, реализация которых обеспечивает оптимальные условия для жизнедеятельности, укрепления здоровья и предупреждения заболеваний.

Задачи гигиены:

- изучение закономерностей воздействия факторов окружающей среды на организм;
- выявление факторов риска и проведение гигиенической диагностики;
- разработка и внедрение нормативов по безопасности и безвредности и факторов окружающей среды для организма;
- разработка и внедрение мероприятий по оздоровлению населения и окружающей среды.

Гигиену следует отличать от санитарии, которая представляет собой совокупность практических мероприятий, направленных на проведение в жизнь требований гигиены.

Методы, применяемые гигиеной для выполнения своих задач, весьма разнообразны. Будучи тесно связана с химией, физикой, биологией, физиологией, клинической медициной, медицинской статистикой и рядом других дисциплин, гигиеническая наука в процессе своего развития использовала многие современные тончайшие методы исследований для изучения внешней среды, ее влияния на человека и разработки комплекса гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий.

В гигиене широко используются химические методы исследования. Этими методами проводятся анализы химического состава воздуха, определение различных химических загрязнений воздушной среды (газы, пыль, дым). Существенную роль играют физические методы для исследования температуры, влажности, движения воздуха, шума, теплового излучения и др. При этом для тонкого анализа используются многие весьма совершенные физико-химические методики (рефрактометрия, полярография, фотокolorиметрия, спектральный анализ).

За последние годы в связи с появлением радиационного фактора стали широко применяться методы оценки радиоактивности воздушной среды, воды, пищевых продуктов и др.

Бактериологические методы применяются для характеристики обсеменности воздуха, воды, пищи, почвы и прочих объектов внешней среды, которые могут оказаться причиной заражения людей инфекционными болезнями.

Экспериментально-токсикологические методы, дающие, в частности, возможность в опытах на животных установить предельно допустимые (безвредные для организма) концентрации ядовитых примесей в воздухе, питьевой воде, продуктах питания и др.

Клинические методы, применение которых позволяет выявить в организме людей такие изменения, которые возникают в результате воздействия на человека различных вредных факторов окружающей среды. В качестве примера можно указать на тщательные клинические исследования при периодических медицинских осмотрах работающих во вредных цехах.

Статистические методы (математическая статистика) позволяют проанализировать динамику естественного движения населения (рождаемость, смертность, прирост населения), заболеваемости, физического развития и т. п., сопоставить полученные данные с условиями жизни, быта и труда странах, установить роль социальной среды в общественном здоровье.

Особое место среди используемых в гигиене методов занимает санитарное обследование, заключающееся в общем санитарном описании обследуемого объекта (водоема, жилища, школы, столовой и т. п.). Применяя в этих случаях простейшие методики (измерение кубатуры, характеристика санитарного состояния помещений, выявление возможных источников загрязнения воздуха, воды, почвы), удастся наметить характер требуемых объективных лабораторных исследований, которые дадут возможность количественно оценить санитарные нарушения, а в дальнейшем сравнить их с установленными гигиеническими нормативами, принять необходимые меры к их устранению.

Следует отметить тесную связь гигиены с эпидемиологией — наукой, которая с давних пор пользуется санитарной практикой для выполнения своей ведущей цели — профилактики и борьбы с эпидемическими заболеваниями.

Литература:

1. Большаков, А.М. Общая гигиена / А.М. Большаков, И.М. Новикова. — М.: Медицина, 2002. — С. 108–119.
2. Гончарук, Е.И. Коммунальная гигиена: учебн. для студ. высш. мед. учеб. заведений / Е.И. Гончарук. — Киев: Здоровье, 2006. — С. 352–382, 396–402, 404–435.
3. Пивоваров, Ю.П. Гигиена и экология человека: курс лекций. / Ю.П. Пивоваров. — М.: ВУНМЦ МЗ РФ, 1999. — С. 103–118.
4. Трушкина, Л.Ю. Гигиена и экология человека: учеб. пособие / Л.Ю. Трушкина, А.Г. Трушкин, Л.М. Демьянова. — Ростов н/Д: Феникс, 2003. — С. 128–149.

ЛЕКЦИЯ 2

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НОРМИРОВАНИЯ ЭКЗОГЕННЫХ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ПОЧВЕ

1. Общая характеристика почвы. Проблема влияния почвы на здоровье людей интересовала человечество с давних времен. Используя определенные приметы, различали местности со здоровыми и нездоровыми почвами. Здоровыми считались местности, расположенные на возвышенностях, с низким уровнем стояния грунтовых вод, с хорошо прогреваемыми и сухими почвами. К нездоровым, эпидемиологически опасным почвам относили территории, расположенные в низменностях, с высоким уровнем залегания грунтовых вод, затопляемые, сырые, с частыми туманами.

Древнегреческий врач-философ Гиппократ (460-377 гг. до н. э.) в труде «О воздухе, воде и местностях» показал, что почва является главным фактором, влияющим на здоровье населения. По его мнению, при определенных условиях в воздухе появляются вредные испарения (миазмы), обуславливающие болезни («миазматическая почвенная теория»). Все это способствовало формированию представления о тесной связи между свойствами почвы и возникновением болезней. Начали развиваться научные представления в области гигиены почвы, которые, несомненно, связаны с достижениями естествознания. Особое место в истории санитарной охраны почвы занимают исследования ученых второй половины XIX в. Заслуживает внимания деятельность выдающегося немецкого ученого, основоположника экспериментальной гигиены М.Ж. Петтенкоффера (1818-1901 г.г.). В основу своей «почвенной локалистической теории возникновения и распространения болезней» М.Ж. Петтенкоффер положил физические свойства почвы: механический состав, уровень залегания грунтовых вод, количество органических веществ, содержание углекислого газа. Не зная о роли микрофлоры почвы в инфекционном процессе, М.Ж. Петтенкоффер выдвинул ряд косвенных (непрямых) показателей, по которым можно было судить о санитарном состоянии почвы и о той эпидемиологической опасности, которую она могла представлять для здоровья людей:

- 1) чем выше уровень залегания грунтовых вод, чем ближе они к поверхности земли, тем легче почва загрязняется нечистотами;
- 2) почвы, содержащие большое количество углекислого газа и чужеродных органических веществ, являются загрязненными.

Почва – природное образование, состоящее из генетически связанных между собой горизонтов, формирующихся в результате физико-химического преобразования поверхностных слоев земной коры под воздействием воды, воздуха и жизнедеятельности живых организмов. Почва

представляет собой сложную многокомпонентную малодинамичную дисперсную систему, включающую:

- дисперсную среду, представленную минеральными веществами;
- дисперсную фазу, представленную органическими веществами, почвенной влагой, почвенным воздухом, а также микро- и макроорганизмами.

Функциональное назначение почвы заключается в том, что она, во-первых, является неотъемлемым звеном круговорота веществ в природе, выступает главным фактором формирования естественных и искусственных биогеохимических провинций, играющих ведущую роль в возникновении и профилактике эндемических заболеваний среди населения.

Во-вторых, почва является средой, в которой происходят процессы трансформации солнечной энергии: непрерывно протекают разнообразные сложные процессы разрушения и синтеза органических веществ, минерализации.

В-третьих, почва является естественной наиболее подходящей средой обезвреживания: происходит отмирание патогенных бактерий, вирусов, простейших, яиц гельминтов, утилизация химических веществ. Процесс самоочищения почвы очень сложен и длителен. Важную роль в интенсивности процесса самоочищения почвы играет процесс гумификации. В результате сложного взаимодействия химических реакций, действия мезофильных и термофильных микроорганизмов образуется сложное органическое вещество – гумус, в состав которого входят гумины, углеводы, жиры, органические кислоты и целый ряд углеродистых соединений. В результате данных процессов почва становится эпидемиологически безопасной. Компенсаторные силы самой почвы достаточны лишь при очень небольшом в количественном отношении загрязнении почвы. Резкое увеличение нагрузки на почвенные процессы приводит к тому, что процессы самоочищения угнетаются, изменяется биоценоз почвы.

В-четвертых, почва оказывает значительное влияние на климат местности, характер растительности, планировку и застройку населенных мест и отдельных зданий, их благоустройство и эксплуатацию.

В-пятых, почва выступает средой, обеспечивающей циркуляцию, миграцию химических веществ в системе «окружающая среда–человек».

И наконец, почва является чрезвычайно благоприятной средой обитания для бактерий, актиномицет, микоплазм, паразитических грибов, простейших. В этой связи она может выступать в качестве фактора риска передачи человеку возбудителей как антропонозных, так и зооантропонозных инфекционных заболеваний. В последние годы эпидемиологическая роль почвы в формировании здоровья населения несколько изменилась. Если до середины XX в. в структуре смертности превалировали

инфекционные и паразитарные заболевания, то в наше время на их долю приходится лишь 1-3%. Сегодня в структуре смертности населения доминируют (свыше 70%) злокачественные новообразования и сердечно-сосудистые заболевания, возросла частота неинфекционных (эндемических) заболеваний, ухудшились показатели физического развития детей. Одним из факторов риска указанных патологий является загрязнение почвы и сопредельных с ней сред экзогенными химическими веществами.

2. Гигиеническое значение состава и свойств почвы. Почвы чрезвычайно разнообразны в зависимости от геологического строения и условий их формирования: песчаные, супесчаные, глинистые, суглинистые, солончаковые, подзолистые, черноземные, торфяные и др. Гигиенисты же все почвы условно делят по их назначению на три вида:

- естественная почва вне населенных мест, которая может быть использована для нового строительства или выращивания сельскохозяйственных культур;

- искусственные покрытия почвы (асфальтовые, щебеночные, бетонированные и др.);

- искусственно созданная почва населенных мест или «культурный слой почвы населенных мест». Искусственно созданная почва богата разнообразными химическими элементами, подчас весьма неблагоприятными для организма. Опасность химических веществ определяется их токсичностью, бластомогенным, аллергенным, мутагенным, эмбрионным видами воздействия.

С гигиенической точки зрения первостепенное значение имеет механический состав почв, от которого зависят такие ее свойства, как пористость, воздухопроницаемость, водопроницаемость, капиллярность, влагоемкость, тепловой режим. Данные свойства механического состава почвы влияют на процессы ее самоочищения, процессы миграции химических веществ из почвы в подземные и поверхностные воды, атмосферный воздух и растения, определяют уровень влажности воздуха строений и условия тренировки на открытых почвенных грунтах, влияют на тепловой режим. Почвы с низкой водопроницаемостью, плохо проводящие влагу, часто бывают более сырыми и холодными, а в отсутствие естественного стока легче заболачиваются. Большая влагоемкость, гигроскопичность и капиллярность почвы могут вызвать подъем грунтовых вод и привести к отсыреванию грунта и фундамента расположенных на ней зданий. На таких почвах затрудняется тренировка на открытом воздухе, поскольку они долго не просыхают после дождя или полива. Тепловой режим почвы определяет тепловые свойства приземного слоя воздуха. Асфальтирование и бетонизирование покрытий спортивных площадок

приводит к усилению излучения тепла, значительному повышению температуры приземного слоя воздуха. На площадках с обычным грунтом температура почвы составляет в среднем +36,5 °С, воздуха +22,5 °С, тогда как на асфальтированной площадке в тех же условиях эти показатели составляют соответственно +42,0 °С и +26,3 °С.

Химический состав почвы также оказывает немаловажное значение, особенно в отношении эндемических заболеваний, и включает в себя:

- минеральные компоненты (неорганические вещества);
- органические соединения (гуминовые кислоты, фульвокислоты и др.). Для гигиенической характеристики органического состава почвы используются показатели: коэффициент гумификации и санитарное число Хлебникова. Уровень загрязнения почвы органическими веществами (превышение санитарного числа Хлебникова выше 0,98-1,0) является косвенным показателем эпидемической опасности почвы;
- органо-минеральные комплексы;
- почвенные растворы.

3. Предмет и методика санитарно-гигиенической оценки состава почвы. Предметом санитарно-гигиенической оценки состава почвы выступают:

- показатели химического состава почвы и их влияние на изменение химического состава пищевых продуктов и воды;
- способность почвы к самоочищению;
- эпидемиологические показатели почвы (выживаемость патогенных бактерий, спор и вегетативных форм бацилл и вирусов, содержание яиц гельминтов).

Методика оценки санитарно-гигиенического состояния почвы и степени ее опасности для здоровья людей включает санитарное обследование и лабораторные исследования: санитарно-физические, санитарно-химические, физико-химические, санитарно-микробиологические, санитарно-гельминтологические, санитарно-энтомологические и радиометрические.

Санитарно-гигиенический контроль почвенной среды осуществляется на основании лабораторной диагностики, которая включает анализ следующих гигиенических показателей:

- общесанитарный показатель – показатель вредности, характеризующий влияние экзогенного вещества на самоочищающуюся способность почвы и ее биологическую активность;
- фитоаккумуляционный показатель – характеризует способность нормируемого химического вещества переходить из почвы через корневую систему в растение и накапливаться в нем;

- миграционный водный показатель – показатель вредности, характеризующий процесс миграции изучаемого вещества в поверхностные и подземные воды;

- миграционный воздушный показатель – показатель вредности, характеризующий процессы поступления химического вещества из почвы в атмосферный воздух путем испарения;

- токсикологический показатель – характеризует степень токсичности экзогенного химического вещества для теплокровных при комплексном и сочетанном его поступлении в организм с водой, пищей и т.д.

На основании данных показателей рассчитываются ПДУВ (предельно допустимые уровни внесения) и БОК (безопасное остаточное количество) экзогенных химических веществ. Степень загрязнения почвы экзогенными химическими веществами зависит от уровня их поступления в почву, физико-химических свойств, местных почвенно-климатических условий, интенсивности процессов миграции веществ из почвы в другие среды, возможности трансформации и деградации экзогенных химических веществ. Согласно гигиеническим оценочным шкалам, к чистым почвам относятся такие, в которых содержание экзогенных химических веществ не превышает ПДК (4-ый класс опасности), к слабозагрязненным – при содержании экзогенных веществ в пределах от 1 до 10 ПДК (3-ий класс опасности); к загрязненным – при превышении ПДК в 11-100 раз (2-ой класс опасности), к очень загрязненным – при превышении ПДК больше чем в 100 раз (1-ый класс опасности). Минимальные физиологические нарушения в организме человека наблюдаются при содержании экзогенных химических веществ в пределах 2-3 ПДК; существенные – при 4-7 ПДК, а уровни в 8-10 ПДК приводят к повышению заболеваемости соответствующей популяции.

4. Санитарная охрана почвы. Под санитарной охраной почвы понимают комплекс мероприятий, направленных на ограничение поступления в почву различных загрязнений до величин, не нарушающих накопления в растениях вредных веществ в количествах, опасных для здоровья людей, не приводящих к загрязнению воздуха, поверхностных и подземных вод.

Закон «Об охране окружающей природной среды» определяет в отношении почвы решение следующих наиболее важных задач:

- Охрана естественных свойств почвы, важных с точки зрения ее плодородия и содержания биомикроэлементов;

- Охрана почвы от внесения в нее токсических, blastomogenic веществ;

- Охрана почвы от загрязнения органическими веществами;

- Правила устройства искусственных покрытий и замощений.

Мероприятия по санитарной охране почвы подразделяются на законодательные, организационные и административные, технологические, планировочные, научные, санитарно-технические.

В комплекс санитарно-технических мероприятий входит сбор, удаление, обезвреживание и уничтожение твердых и жидких отходов, образующихся в населенных местах, в целях сохранения здоровья населения и общего благоустройства.

Санитарная очистка населенного пункта должна быть плановой, регулярной, коммунальной. За сбор, временное хранение и удаление бытовых отходов отвечают органы коммунального хозяйства. Санитарно-эпидемиологическая служба осуществляет предупредительный надзор за первыми этапами очистки, экспертизу проектов генеральной схемы санитарной очистки населенных мест.

Литература:

1. Большаков, А.М. Общая гигиена / А.М. Большаков, И.М. Новикова. – М.: Медицина, 2002. – С. 108–119.

2. Гончарук, Е.И. Коммунальная гигиена: учебн. для студ. высш. мед. учеб. заведений / Е.И. Гончарук. – Киев: Здоровье, 2006. – С. 352–382, 396–402, 404–435.

3. Пивоваров, Ю.П. Гигиена и экология человека: курс лекций. / Ю.П. Пивоваров. – М.: ВУНМЦ МЗ РФ, 1999. – С. 103–118.

4. Трушкина, Л.Ю. Гигиена и экология человека: учеб. пособие / Л.Ю. Трушкина, А.Г. Трушкин, Л.М. Демьянова. – Ростов н/Д: Феникс, 2003. – С. 128–149.

ЛЕКЦИЯ 3

ГИГИЕНИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

Вода – самое распространенное соединение водорода и кислорода в природе. Ее роль в жизни человека чрезвычайно велика и многообразна. В организме вода может быть находится в свободной форме, представляя основу внутриклеточной и внеклеточной жидкости, и в связанной. Большая часть воды заключена в клетках организма, а остальная – в межклеточной тканевой жидкости, крови, лимфе, пищеварительных соках и секретах различных желез. Содержание воды в крови достигает 81%, мышцах – 75%, костях – 20%. **Функции воды в организме** многочисленны:

- вода служит средой для различных биохимических реакций, происходящих в организме человека в процессе различных видов обмена веществ;

- участвует во всех физико-химических процессах в организме;
- необходима для введения питательных веществ в растворенном виде в кровь;
- принимает участие в процессах ассимиляции и диссимиляции, удаления в растворенном и полурасстворенном виде конечных продуктов обмена;
- участвует в обеспечении теплового баланса организма путем испарения.

Организм теряет в сутки в среднем 1,5 л воды с мочой, 400-600 мл – с потом, 350-400 мл – с выдыхаемым воздухом и 100-150 мл – с калом. На уровень потребления воды оказывают влияние природные факторы (температура и влажность воздуха, инсоляция, ветер), социальные факторы (условия труда и жизни, качество питания, тяжесть физической нагрузки). Потребность организма человека в воде выражается в ощущении жажды, в основе которой лежит нарушение водно-солевого баланса. В регулировании интенсивности ощущения жажды кроме гуморальных факторов участвуют и нервно-рефлекторные факторы. В их функционировании основное значение имеют осморецепторы, воспринимающие изменения осмотического давления крови и передающие по соответствующим нервным путям сигналы в кору головного мозга о нарушении осмотического давления крови. Нервные импульсы от центра жажды, изменяя функциональное состояние ряда физиологических систем, определяют поведенческие механизмы, направленные на утоление жажды.

При оптимальных микроклиматических условиях окружающей среды и легкой физической работе для восполнения потерь воды, происходящих через кожу, легкие и почки, и обеспечения нормального протекания физиологических функций человеку в среднем требуется 2,2-2,8 л воды в сутки (с учетом поступления воды с пищевыми продуктами). Наиболее оптимальным питьевым режимом считается такой, когда воду выпивают в достаточном объеме, небольшими порциями, с соблюдением определенного временного режима в течение суток, в соответствии с внешними условиями и характером физической нагрузки. Слишком обильное и беспорядочное употребление воды ведет к перегрузке организма жидкостью, увеличивает потоотделение, затрудняет работу сердца, снижает физическую работоспособность. Даже однократный прием избыточного количества воды переполняет на некоторое время кровяное русло и снижает осмотическое давление крови, повышает нагрузку на сердечно-сосудистую систему.

Ограничение в приеме воды представляет большую опасность для жизни. При обезвоживании организма происходит нарушение водно-минерального баланса: повышение вязкости крови, задержка продуктов распада и обмена веществ, изменение деятельности желез внутренней секреции, снижение работоспособности и ухудшение самочувствия. При

высокой температуре воздуха и тяжелой физической работе потребность человека в воде из-за усиленного потоотделения увеличивается иногда до 6-8 л. В результате избыточное потоотделение еще больше усиливает ощущение жажды. В таких случаях рекомендуется прием охлажденной подсоленной воды, содержащей 0,5-0,75% хлористого натрия.

Для каждого вида спорта питьевой режим разрабатывается с учетом внешних метеорологических условий, длительности и интенсивности работы, индивидуальных особенностей спортсменов (возраста, пола, вида тренировочной деятельности).

Рациональное централизованное водоснабжение является одним из мощных расходных факторов, как и промышленные предприятия: нормы хозяйственно-питьевого водопотребления для населенных пунктов для зданий, оборудованных внутренним водопроводом и канализацией без ванн составляют 125-160 л/сут на одного жителя, для зданий с ваннами – 160-230 л/сут, для зданий с централизованным горячим водоснабжением – 250-350 л/сут, в зонах водопользования из водозаборных колонок – 30-50 л/сут. Величина общего расхода воды населением служит одним из показателей, характеризующих общие санитарные условия жизни. В законе «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» Республики Беларусь говорится, что население должно обеспечиваться в достаточном количестве питьевой водой, отвечающей требованиям санитарных правил. Качество воды и водоисточников должно отвечать санитарным правилам и в целях предупреждения загрязнения устанавливаются зоны санитарной охраны. **Гигиенические требования к качеству питьевой воды, а также правила контроля воды, определяются СанПиН «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества».**

Гигиенически достаточная обеспеченность населения водой служит важным фактором в предупреждении возникновения различных инфекционных и неинфекционных заболеваний. Употребление недоброкачественной воды способно оказать неблагоприятное воздействие на здоровье человека. Это может происходить как при употреблении воды для питья и приготовления пищи, так и при купании и плавании. Вода рек и других открытых водоемов, загрязненная различными веществами, попадающими в нее с промышленными, бытовыми и сельскохозяйственными сбросами, недостаточно очищенными и обеззараженными, способна вызывать у человека при ее употреблении острые и хронические интоксикации. Через воду передаются возбудители холеры, брюшного тифа, сальмонеллеза, дизентерии, вирусного гепатита А и гепатита Е, гельминтозов, ряда ОРВИ. Вспышки болезней, передаваемые через воду, как правило, сопровождаются одновременным заражением значи-

тельной части населения – эпидемическая вспышка. Сроки выживания патогенной микрофлоры в воде зависят от ряда факторов:

- количества микроорганизмов, которое попало в воду. Чем выше исходная доза загрязнения, тем продолжительнее сроки выживания микробов в воде. Выживанию патогенных микроорганизмов способствует одновременное попадание в водоем биологического субстрата, являющегося естественной средой их обитания;

- биологических особенностей водоема – антагонизма его сапрофитной микрофлоры и разнообразных гидробионтов;

- экологических особенностей водоема – уровня техногенного химического загрязнения воды;

- геохимических особенностей водоема – комплекса гидрологических и метеорологических факторов.

К косвенным показателям бактериального загрязнения воды относится *общее микробное число* – общее количество колоний, вырастающих в течение 24 ч при температуре 37 °С при посеве 1 мл воды на 1,5% мясопептонном агаре.

Общее микробное число для незагрязненных артезианских вод не должно превышать 20-30 колониеобразующих единиц (КОЕ) в 1 мл, для незагрязненных шахтных колодцев – 300-400, для чистых открытых водоемов – 1000-1500, для водопроводной воды в случае эффективного ее обеззараживания – 100 КОЕ. Повышение КОЕ свидетельствует о высокой возможности наличия в воде патогенных микроорганизмов.

Очень важным является обнаружение в воде бактерий группы кишечной палочки (БГКП). Наличие БГКП в воде свидетельствует о фекальном загрязнении и, соответственно, о возможной контаминации воды патогенными микроорганизмами кишечной группы. При исследованиях воды, предназначенной для непосредственного употребления потребителями, необходимо гарантировать эпидемическую безопасность, поэтому питьевая вода должна иметь коли-индекс не выше 3. При коли-индексе 3 с физиологической суточной нормой воды 3 л в организм человека теоретически может поступить лишь 9 БГКП.

В СанПиН по сравнению с ГОСТом 2874-82 увеличено количество показателей, по которым контролируется микробиологическое (эпидемическое) качество питьевой воды: количество термотолерантных колиформных бактерий, спор сульфитредуцирующих клостридий и колифагов, титр патогенных бактерий кишечной группы и энтеровирусов, паразитологические показатели.

Природная вода может быть причиной ряда неинфекционных заболеваний, связанных с особенностями природного химического состава воды и экзогенным антропогенным загрязнением. Проблема влияния химического состава воды на здоровье населения давно интересовала ученых, од-

нако первые научно обоснованные представления об этом появились лишь в начале XX в. Известный русский ученый В.И. Вернадский и его ученик А.П. Виноградов разработали учение о биогеохимических провинциях – районах, характеризующихся избытком или недостатком отдельных микроэлементов в почве, воде, растениях – что позволило объяснить причины возникновения геоэндемических заболеваний человека и животных, вызываемых недостатком или избытком в воде отдельных химических элементов и соединений. При содержании фтора в воде более 1,5 мг/л наблюдается такое заболевание, как флюороз, проявляющийся у детей системным поражением зубов и скелета, кретинизмом; менее 0,7 мг/л – кариесное поражение зубов. Чрезмерное содержание в воде молибдена приводит к повышению активности ксантиноксидазы, сульфгидрильных групп и щелочной фосфатазы, увеличению мочевой кислоты в крови и моче и патоморфологическим изменениям внутренних органов. Стронций и уран склонны к значительной функциональной кумуляции в костной ткани. Излишнее поступление их в организм приводит к угнетению синтеза протромбина в печени, снижению активности холинэстеразы, активации остеогенеза, снижающего включение в костную ткань кальция, что приводит к развитию «стронциевого рахита» и лучевому облучению при попадании радиоактивных изотопов. Сниженное содержание и поступление йода в организм (суточная потребность 120 мг) выступает причиной развития эндемического зоба. Повышенное содержание в воде железа оказывает раздражающее действие на организм, приводя к развитию гемохроматоза и аллергических реакций. Чрезмерное загрязнение воды кадмием, кобальтом, марганцем, медью, способствует поражению почек, надпочечников, желудочно-кишечного тракта, костной, кроветворной систем, центральной нервной системы, развитию гемопоэза. Вода с повышенной минерализацией влияет на секреторную деятельность желудка, нарушает водно-солевое равновесие. Повышенная жесткость воды, обусловленная суммарным содержанием солей кальция и магния, может приводить к развитию мочекаменной болезни. Вода же, напротив, с низким уровнем жесткости способствует развитию сердечно-сосудистых заболеваний. Повышенное содержание нитратов вызывает токсический цианоз (метгемоглобинемию), особенно у детей грудного возраста. Вступая в реакции взаимодействия с алифатическими и ароматическими аминами нитраты образуют жизненно опасные мутагенные и канцерогенные вещества (нитрозамины и нитрозамиды), способствующие росту онкологической заболеваемости населения.

Отдавая должное эндемическому значению воды, следует четко понимать, что сегодня еще более угрожающим здоровью людей является техногенное загрязнение водоемов химическими веществами. Попадание в организм их даже в небольших количествах может представлять опас-

ность для здоровья отдельного человека, так и населения в целом, вплоть до возникновения массовых отравлений.

Литература:

1. Большаков, А.М. Общая гигиена / А.М. Большаков, И.М. Новикова. – М.: Медицина, 2002. – С. 55–67, 77–85, 91–98, 103–107.

2. Гончарук, Е.И. Коммунальная гигиена: учебн. для студ. высш. мед. учеб. заведений / Е.И. Гончарук. – Киев: Здоровье, 2006. – С. 46–96, 111–123, 126–129, 145–186.

3. Пивоваров, Ю.П. Гигиена и экология человека: курс лекций. / Ю.П. Пивоваров. – М.: ВУНМЦ МЗ РФ, 1999. – С. 62–102.

4. Трушкина, Л.Ю. Гигиена и экология человека: учеб. пособие / Л.Ю. Трушкина, А.Г. Трушкин, Л.М. Демьянова. – Ростов н/Д: Феникс, 2003. – С. 108–127.

ЛЕКЦИЯ 4

ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВОЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ

Источниками централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, согласно СанПиН, могут выступать:

- подземные воды (их доля составляет 32%): межпластовые напорные (артезианские) воды, межпластовые безнапорные воды, подрусловые подземные воды, грунтовые воды;

- поверхностные воды (их доля составляет 68%);

- атмосферные воды (для хозяйственно-питьевого водоснабжения используются только в маловодных районах).

На основании СанПиН установлены следующие правила выбора и оценки пригодности питьевой воды.

ПЕРВОЕ ПРАВИЛО – состав воды пресных, подземных и поверхностных источников водоснабжения должен соответствовать следующим требованиям: сухой остаток не более 1000 мг/л; концентрация хлоридов и сульфатов не более 350-500 мг/л; общая жесткость не более 7 моль/л; концентрации химических веществ не должны превышать ПДК.

ВТОРОЕ ПРАВИЛО – источники водоснабжения и водозаборные сооружения должны быть защищены путем организации зоны санитарной охраны (ЗСО) – специально выделенная территория, связанная с источником водоснабжения и водозаборными сооружениями.

Зоны санитарной охраны (ЗСО) организуются на всех водопроводах вне зависимости от ведомственной принадлежности, подающих воду, как из поверхностных, так и подземных источников и устанавли-

ваются в составе трех поясов: первый пояс (или зона строгого режима), второй и третий пояс (зона ограничений).

ТРЕТЬЕ ПРАВИЛО – оценка качества воды в месте водоисточников централизованного водозабора производится ежемесячно и проводится по показателю суммарного химического загрязнения вода ($K_{\text{воды}}$).

$$K_{\text{воды}} = C_1/\text{ПДК}_1 + C_2/\text{ПДК}_2 + C_n/\text{ПДК}_n + \dots \leq 1,$$

где C_{12n} – фактические концентрации компонентов загрязнения; ПДК_{12n} – предельно допустимые концентрации химических загрязнителей в воде.

Установление ПДК химических объектов в водной среде осуществляется на основании трех критериев вредности: способности ухудшать органолептические свойства воды, санитарно-токсикологического и общесанитарного действия. Исследования каждого химического вещества обязательно включает установление ПДК по всем трем вышеуказанным критериям вредности в отдельности с последующим выделением из них наименьшей величины. Эта концентрация применяется как ПДК содержания химического вещества в воде водного объекта, а признак (или критерий), по которому установлена ПДК, называется лимитирующим.

ЧЕТВЕРТОЕ ПРАВИЛО – при организации водоснабжения необходимо учитывать стабильность и трансформацию химических веществ в водной среде. В результате трансформации химических веществ образуются новые вещества, отличающиеся не только по своему химическому составу и физико-химическим свойствам, но и по характеру и степени влияния на органолептические свойства воды, процессы самоочищения водоемов и биологической активности, способности к кумуляции и появлению отдаленных специфических эффектов действия.

В соответствии с критериями качества, определенными Сан-ПиН, питьевая вода должна:

- обладать определенными органолептическими свойствами;
- иметь определенную температуру и обладать освежающим действием;
- иметь определенный постоянный химический состав, не содержать избытка солей, способных оказать вредное влияние на здоровье, быть свободной от ядовитых веществ и радиоактивных загрязнений;
- иметь эпидемическую безопасность;
- обладать радиационной безопасностью и физиологической полноценностью.

Органолептические свойства воды – признаки воды, которые воспринимаются органами чувств человека и оцениваются по интенсивности восприятия.

Обонятельные, вкусовые, зрительные, тепловые ощущения обусловлены физическими характеристиками воды и наличием в ней определенных химических веществ. Органолептические свойства воды характеризуются двумя группами показателей: физико-органолептическими и химико-органолептическими.

К группе физико-органолептических свойств воды относятся: запах, вкус и привкус, цветность, мутность и прозрачность, температура.

Запах – способность имеющихся в воде химических веществ испаряться и, создавая давление пара над поверхностью воды, раздражать рецепторы слизистых оболочек носа и пазух, обуславливая соответствующие ощущения. По характеру различают запахи природные (ароматический, болотный, гнилостный, рыбный, травяной и т. д.); специфические (аптечный, промышленный, больничный); неопределенные запахи. Запах воды оценивают при комнатной температуре (+20 °С) и при ее нагревании до +60 °С. Для характеристики интенсивности запахов воды используют пятибалльную шкалу: 0 – запах не ощущается, его не выявляет даже опытный одоратор; 1 – не определяется потребителем, но обнаруживается опытным одоратором; 2 – слабый, обнаруживается потребителем только в том случае, если указать на него; 3 – заметный, обнаруживается потребителем и вызывает его неодобрение; 4 – отчетливый, обращающий на себя внимание и делающий воду не пригодной для питья; 5 – очень сильный, определяемый на расстоянии, вследствие чего вода не пригодна для употребления. Питьевая вода должна иметь запах интенсивностью не выше 2 баллов при температуре как +20 °С, так и +60 °С.

Вкус и привкус – способность содержащихся в воде химических веществ после взаимодействия со слюной раздражать вкусовые сосочки, расположенные на поверхности языка, и обуславливать соответствующие ощущения. По характеру различают соленый, горький, кислый и сладкий вкусы, привкусы – щелочной, болотный, металлический, нефтепродуктов и т. д. Для характеристики интенсивности вкусов и привкусов воды используют пятибалльную шкалу, аналогичную шкале интенсивности запахов.

Запах, вкус и привкус воды имеют существенное гигиеническое значение. Во-первых, если они неприятны и легко определяются потребителями, то это ограничивает потребление питьевой воды и заставляет искать новые источники. Во-вторых, специфические запах, вкус и привкус свидетельствуют о загрязнении воды либо продуктами биологического распада растительных или животных организмов, либо какими-либо химическими соединениями, посторонними для питьевой воды. В-третьих, естественный запах, вкус и привкус свидетельствуют о том, что в воде есть определенные органические и неорганические вещества, образовавшиеся в результате жизнедеятельности водных орга-

низмов (водорослей, актиномицетов, грибов и т. п.) и биохимических процессов превращения органических соединений (гуминовых веществ). Эти вещества при определенных условиях могут стать биологически активными, небезразличными для здоровья, обладать аллергическими свойствами. И, наконец, запах, вкус и привкус являются показателями эффективности очистки воды на водопроводных станциях.

Качественной считают воду, которая, по оценке потребителей имеет интенсивность вкуса и привкуса не выше 2 баллов.

Цветность – природное свойство воды, обусловленное наличием в ней гуминовых веществ, которые вымываются в воду из почвы. Гуминовые вещества имеют окраску коричневого цвета, и поэтому вода приобретает окраску от желтой до коричневой, зеленоватый цвет воде придают микроводоросли, железо и марганец могут окрашивать воду в цвета от красного до черного, медь – от бледно-голубого до сине-зеленого. Для измерения уровня цветности применяется хромово-кобальтовая шкала. Окраску определяют визуально или фотометрическим методом (спектрофотометрами и фотоколориметрами) после удаления взвешенных веществ путем фильтрования или центрифугирования. Вода с высокой цветностью может быть биологически активной за счет гуминовых органических веществ. Убедительных данных о влиянии воды с высокой цветностью на здоровье человека в литературе нет. Но известно, что в результате действия гуминовых кислот на 50-100% повышается проницаемость стенок кишечника для катионов Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, сульфатионов. И наконец, цветность является показателем эффективности очистки (обесцвечивания) воды на очистных сооружениях.

Мутность – природное свойство воды, обусловленное наличием в ней взвешенных веществ органического и минерального происхождения, а также механических и химических примесей. Противоположная характеристика мутности воды – *прозрачность* – способность воды пропускать световые лучи.

Мутная вода всегда подозрительна в эпидемиологическом отношении, т.к. в ней создается питательная среда для различных микроорганизмов, а значительная мутность препятствует свободному проникновению вглубь водоема солнечных ультрафиолетовых лучей и их бактерицидному действию на микроорганизмы. Для измерения уровня мутности воды используют имитирующую каолиновую шкалу. Мутность определяют визуально и с помощью приборов нефелометров, спектрофотометров и фотоколориметров. С гигиенической точки зрения мутность воды не должна превышать 1,5 мг/л. Прозрачность питьевой воды должна быть не менее 30 см или 30°, а воды плавательных бассейнов – 20 см или 20°.

Наиболее благоприятной для питьевой воды считается температура +12...+15°C. Такая вода эффективнее утоляет жажду, способствует охла-

ждению слизистой оболочки полости рта и пищевода и вызывает усиление деятельности слюнных желез. От температуры зависят органолептические свойства воды, прежде всего ее запах, вкус и привкус. Это связано с влиянием температуры на скорость и степень растворимости газов и парциальное давление летучих органических веществ, которые придают воде запах. С повышением температуры запах усиливается, а привкус воды уменьшается. Санитарно-гигиеническое значение температуры воды заключается в ее влиянии на процессы осветления, обесцвечивания и обеззараживания, от чего зависят ее органолептические свойства, безопасность в эпидемиологическом и токсикологическом отношении. Наибольшую важность температура воды приобретает при купании и плавании. В соответствии с гигиеническими нормативами вода в закрытых плавательных бассейнах (для взрослых) должна иметь температуру +25...+26°C, для детей – не менее +26 °C. Температура воды в естественных водоемах не нормируется.

К группе химико-органолептических свойств воды относятся: сухой остаток (минерализация общая), водородный показатель (pH), жесткость общая, содержание железа, сульфатов, хлоридов, марганца и др., окисляемость воды. Безвредной по химическому составу является такая вода, употребление которой не приведет к возникновению неинфекционных заболеваний химической этиологии у людей и их потомков. Исходя из этого, концентрация в воде опасных для здоровья химических веществ не должна превышать ПДК, установленных на основе санитарно-токсикологических исследований.

Сухой остаток (минерализация общая) – количество растворенных веществ, преимущественно минеральных солей, в 1 л воды (мг/л). Воду с сухим остатком до 1000 мг/л называют пресной, и данный показатель является верхней границей минерализации, оцениваемой в 2 балла. Воду называют солоноватой, если ее минерализация составляет 1000-3000 мг/л, соленой – при минерализации свыше 3000 мг/л. Употребление воды с сухим остатком, превышающим 1000 мг/л или больше, сопровождается повышением гидрофильности тканей, задержкой воды в организме, уменьшением на 30-60% диуреза. Вследствие этого повышается нагрузка на сердечно-сосудистую систему и тяжесть течения хронических болезней (ишемической болезни сердца, стенокардии, миокардиодистрофии, гипертонической болезни), могут отмечаться диспепсические явления. Последнее обусловлено содержанием в воде сульфатов магния, которые раздражают слизистую оболочку тонкого и толстого кишечника, усиливая его перистальтику. Кроме того, под влиянием такой воды изменяется секреторная и моторная функции желудка. Длительное употребление высокоминерализованной воды приводит к развитию мочекаменной и желчнокаменной болезней.

Вода с низкой минерализацией (сухой остаток – до 50-100 мг/л) также неприятна на вкус. Ее длительное употребление может вызвать нарушения водно-электролитного баланса и обмена минеральных веществ. Нижним пределом минерализации, при котором гомеостаз организма поддерживается адаптивными реакциями, является 100 мг/л. Оптимальный уровень минерализации питьевой воды составляет 200-400 мг/л.

Водородный показатель (рН) – природное свойство воды, обусловленное наличием свободных ионов водорода. В большинстве поверхностных водоемов рН воды составляет 6,5-8,5, в подземных водах – 6-9 рН. Кислыми (рН<7) являются болотные воды, богатые гуминовыми веществами, щелочными (рН>7) – подземные воды, содержащие большое количество гидрокарбонатов. Изменение активной реакции воды свидетельствует о загрязнении источника водоснабжения кислыми или щелочными сточными водами промышленных предприятий. Питьевая вода должна иметь активную реакцию, которая приближается к нейтральной.

Жесткость общая определяется содержанием в ней солей кальция и магния. Различают воду мягкую, умеренно жесткую и жесткую. Вода с общей жесткостью до 3,5 мг-экв/л (10°; 1 мг/экв жесткости воды равен 2,8°) считается мягкой (1 балл), от 3,5 до 7 мг-экв/л (10-20°) – умеренно жесткой (2 балла), от 7 до 10 мг-экв/л (20-28°) – жесткой и свыше 10 мг-экв/л (28°) – очень жесткой. В зависимости от жесткости вода по-разному влияет на здоровье людей. Резкий переход при пользовании от мягкой воды к жесткой, а иногда и наоборот, может вызвать диспепсические явления. Соли жесткости нарушают всасывание жиров вследствие их омыления и образования в кишечнике нерастворимых кальциево-магниевых мыл. При этом ограничивается поступление в организм человека полиненасыщенных жирных кислот, жирорастворимых витаминов, некоторых микроэлементов. Вода с высокой жесткостью способствует развитию дерматита. Очень мягкая вода также может отрицательно влиять на организм вследствие уменьшения поступления макроэлементов, и прежде всего, кальция.

Содержание солей железа, фтора, марганца и др. Вода, содержащая железо, безвредна, но в избыточных количествах оно придает ей горьковатый металлический вкус и желтую или желто-бурую окраску, снижая прозрачность. В питьевой воде допускается до 0,5 мг/л железа (в открытых водоемах) и 1,0 мг/л (в подземных источниках). Содержание в воде фтора должно находиться не более 1,5 мг/л, оптимальное количество – 0,7-1,0 мг/л. Питьевая вода должна быть физиологически полноценной, содержание в ней биомикроэлементов должны быть адекватным биологическим потребностям организма.

Окисляемость воды – количество кислорода (мг), расходуемого на полное окисление органических веществ, содержащихся в 1 л воды (мг/л). Чем меньше в воде органических веществ, тем меньше величина расхода

кислорода на полное окисление содержащихся в 1 л воды органических веществ. В чистых водоемах растворено 3-6 мг/л кислорода, а в загрязненных – намного меньше, вплоть до полного отсутствия. О возможном загрязнении воды органическими веществами животного происхождения свидетельствует также наличие аммиака, солей азотистой и азотной кислот.

Общие требования к составу и свойствам воды водных объектов в контрольных створах и местах питьевого, хозяйственно-бытового и рекреационного водопользования

Определяемые показатели	Категории водопользования	
	Для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, а также для водоснабжения пищевых предприятий	Для рекреационного водопользования, а также в черте населенных мест
Взвешенные вещества ¹	При сбросе сточных вод, производстве работ на водном объекте и в прибрежной зоне содержание взвешенных веществ в контрольном створе (пункте) не должно увеличиваться по сравнению с естественными условиями более чем на	
	0,25 мг/дм ³	0,75 мг/дм ³
	Для водных объектов, содержащих в межень более 30 мг/дм ³ природных взвешенных веществ, допускается увеличение их содержания в воде в пределах 5%. Взвеси со скоростью выпадения более 0,4 мм/с для проточных водоемов и более 0,2 мм/с для водохранилищ к спуску запрещаются	
Плавающие примеси	На поверхности воды не должны обнаруживаться пленки нефтепродуктов, масел, жиров и скопление других примесей	
Окраска	Не должна обнаруживаться в столбике	
	20 см	10 см
Запахи	Вода не должна приобретать запахи интенсивностью более 2 баллов:	
	обнаруживаемые непосредственно или при последующем хлорировании или других способах обработки	непосредственно
Температура	Летняя температура воды в результате сброса сточных вод не должна повышаться более чем на 3°C по сравнению со среднемесячной температурой воды самого жаркого месяца года за последние 10 лет	
Водородный показатель (pH)		Не должен выходить за пределы 6,5 - 8,5

Минерализация воды	Не более 1000 мг/дм ³ в т.ч.: хлоридов - 350 мг/дм ³ ; сульфатов - 500 мг/дм ³	
Растворенный кислород	Не должен быть менее 4 мг/дм ³ в любой период года, в пробе, отобранной до 12 часов дня	
Биохимическое потребление кислорода (БПК 5)	Не должно превышать при температуре 20°C:	
	2 мгО ₂ /дм ³	4 мгО ₂ /дм ³
Химическое потребление кислорода (бихроматная окисляемость), ХПК	Не должно превышать:	
	15 мгО ₂ /дм ³	30 мгО ₂ /дм ³
Химические вещества	Не должны содержаться в воде водных объектов в концентрациях, превышающих ПДК или ОДУ	
Возбудители кишечных инфекций	Вода не должна содержать возбудителей кишечных инфекций	
Жизнеспособные яйца гельминтов (аскарид, власоглав, токсокар, фасциол), онкосферы тениид и жизнеспособные цисты патогенных кишечных простейших	Не должны содержаться в 25 дм ³ воды	
Термотолерантные колиформные бактерий ²	Не более 100 КОЕ/100 см ³	
Общие колиформные бактерий ²	Не более 1000 КОЕ/100 см ³	Не более 500 КОЕ/100см ³
Колифаги ²	Не более 10 БОЕ/100 см ³	
Суммарная объемная активность радионуклидов при совместном присутствии ³	$\sum (A_i / Y_{Bi}) \leq 1$	

Примечания.

1. Содержание в воде взвешенных веществ природного происхождения (хлопья гидроксидов металлов, образующихся при обработке сточных вод, частички асбеста, стекловолокна, базальта, капрона, лавсана и т.д.) не допускается.

2. Для централизованного водоснабжения; при нецентрализованном питьевом водоснабжении вода подлежит обеззараживанию.

3. В случае превышения указанных уровней радиоактивного загрязнения контролируемой воды проводится дополнительный контроль радионуклидного загрязнения в соответствии с действующими нормами радиационной безопасности;

A_i - удельная активность i -го радионуклида в воде;

Y_{Bi} - соответствующий уровень вмешательства для i -го радионуклида

Литература:

1. Большаков, А.М. Общая гигиена / А.М. Большаков, И.М. Новикова. – М.: Медицина, 2002. – С. 55–67, 77–85, 91–98, 103–107.
2. Гончарук, Е.И. Коммунальная гигиена: учебн. для студ. высш. мед. учеб. заведений / Е.И. Гончарук. – Киев: Здоровье, 2006. – С. 46–96, 111–123, 126–129, 145–186.
3. Пивоваров, Ю.П. Гигиена и экология человека: курс лекций. / Ю.П. Пивоваров. – М.: ВУНМЦ МЗ РФ, 1999. – С. 62–102.
4. Трушкина, Л.Ю. Гигиена и экология человека: учеб. пособие / Л.Ю. Трушкина, А.Г. Трушкин, Л.М. Демьянова. – Ростов н/Д: Феникс, 2003. – С. 108–127.

ЛЕКЦИЯ 5

МЕТОДЫ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

Методов улучшения качества воды много, которые позволяют освободить воду от опасных микроорганизмов, взвешенных частиц, гуминовых соединений, придающих воде цвет, от избытка солей (кальция, магния, железа, марганца, фтора и др.), дурнопахнущих газов, токсических и радиоактивных веществ.

ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ:

I. ОЧИСТКА ВОДЫ (осветление и обесцвечивание):

1. Механическая (отстаивание)
2. Химическая (коагулирование)
3. Физическая (фильтрация)

II. ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ ВОДЫ:

1. Кипячение
2. Хлорирование
3. Озонирование
4. Облучение ультрафиолетовыми лучами
5. Использование олигодинамического действия серебра
6. Применение ультразвука
7. Применение гамма-лучей

III. МЕТОДЫ СПЕЦИАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ

1. Дезодорация
2. Обезжелезование
3. Обесфторивание
4. Фторирование
5. Дегазация
6. Дезактивация и др.

Питьевая вода должна быть прозрачной и бесцветной. В природе этому требованию отвечают только подземные воды. Основная задача очистки воды из открытых источников состоит в том, чтобы полностью освободить воду от взвесей (мутностей) и тем самым сделать прозрачной (осветлить) и снизить цветность до уровня когда она становится незаметной.

Отстаивание. Нахождение частиц во взвешенном состоянии в толще воды или выпадение в осадок зависит от двух моментов:

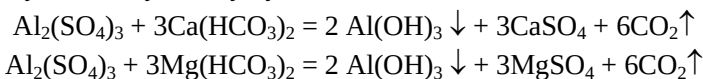
1. Скорости движения воды
 2. Удельного веса и диаметра частиц
- Недостатки процесса отстаивания:
1. Длительность процесса
 2. Процесс очистки недостаточно эффективен
 3. Большой размер сооружений
- Достоинства процесса отстаивания: простота

Отстойники делятся на горизонтальные и вертикальные- соответственно тому направлению, в каком движется в них вода. Горизонтальные отстойники- резервуары прямоугольной формы, поступаая в которые вода медленно движется к выходному отверстию, расположенному в противоположном конце. В горизонтальных отстойниках расчетная скорость движения воды 2-4 мм/с.

В вертикальном отстойнике, имеющем цилиндрическую или четырехугольную форму с дном в виде конуса, вода поступает в центральную трубу, опускается и медленно движется вверх. В вертикальных отстойниках скорость воды меньше 1 мм/с (0,5-0,6) и время прохождения через отстойник 4 часа.

Для ускорения процесса отстаивания воды в процессе её очистки и устранения окраски к воде добавляют коагулянты - обычно сульфат натрия - $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$. Для целей коагулирования могут быть использованы также сульфат железа, хлорное железо.

Сульфат алюминия вступает в реакцию с гидрокарбонатами Ca и Mg и образует гидроксид алюминия - $\text{Al}(\text{OH})_3$ в виде студенистых хлопьев. На поверхности хлопьев сорбируются мельчайшие частицы примесей воды, хлопья укрупняются и затем выпадают в осадок. Реакции идут по следующему пути:



Рабочая доза коагулянта зависит от температуры воды, pH, мутности, окраски и величины устранимой жесткости: чем она больше, тем больше требуется коагулянта, однако избыток его нежелателен, так как часть коагулянта остается неиспользованной и придает воде кислый вкус.

В очень мягкой воде коагуляция протекает плохо, так как при добавлении коагулянта не происходит достаточного образования хлопьев гидроксида алюминия, оседающих на дно и способствующих осветлению воды. В таких случаях прибавляют к воде гидрокарбонат калия или известь, чтобы повысить устранимую жесткость и обеспечить образование хлопьев коагулянта.

Фильтрация- следующий после коагуляции и отстаивания технический прием для освобождения воды от взвешенных веществ, не задержанных на первых этапах очистки. Сущность фильтрации состоит в пропускании воды через мелкопористый материал, на поверхности, в верхнем слое или толще которого задерживаются взвешенные частицы.

В настоящее время распространены следующие фильтры: медленные и скорые с двусторонней фильтрацией /АКХ/ и контактные осветлители. Все фильтры представляют собой железобетонные резервуары с двойным дном: нижним сплошным и верхним дырчатым. Между ними образуется дренажное пространство, в него поступает профильтровавшаяся вода или при обратном токе вода на промывку скорого фильтра. На верхнее дно укладывают поддерживающий слой щебня и гравия, затем собственно фильтрующий слой песка.

Медленные фильтры пропускают в час слой воды высотой 10 см. По мере фильтрации на поверхности песка образуется биологическая пленка из задержанной взвеси, водного планктона, в том числе бактерий. Эта пленка играет существенную роль, так как сама служит фильтром и задерживает более мелкую взвесь и бактерии, которые прошли бы сквозь поры песка. Очистка медленных фильтров производится путем удаления вручную 2-3 см верхнего слоя песка один раз в 1,5-2 месяца и занимает 2-3 дня, в течение которых фильтр сначала включается, а затем работает на сброс до образования биологической пленки.

К достоинствам медленных фильтров относится фильтрация, близкая к естественной, через песчаные породы, отсутствие коагуляции, высокая (до 99%) задержка бактерий и простота устройства и эксплуатации: к недостаткам относится- малая производительность и большой объем сооружений и поэтому они уступили место скорым фильтрам. Медленные фильтры применяются на сельских водопроводах из открытых водных источников.

Скорые фильтры пропускают в час столб воды высотой 5-6 м, т.е. производительность их в 50 раз больше, чем медленных, и соответственно уменьшаются площадь, объем и стоимость сооружений. Скорые фильтры, пропуская большие количества воды, естественно, быстро засоряются и требуют очистки 1-2 раза в сутки. Очистка их механизирована и производится обратным током воды.

Вместо биологической пленки здесь после промывки в несколько минут образуется пленка из мелких хлопьев коагулянта, не осевших в отстойнике. Эффективность фильтров в задержании взвеси наиболее ярко проявляется в освобождении воды от бактерий - на 95 %.

Контактный осветлитель, как и скорый фильтр, загружен гравием и песком, но совмещает в себе процессы коагуляции, осветления и фильтрации воды. Вода подается снизу через распределительную систему из дырчатых труб вместе с раствором коагулянта, а хлопья образуются в толще загрузки. Такой вид коагуляции получил название контактной. Скорость фильтрации 4-5 м/час. Основное преимущество контактных осветлителей состоит в том, что отпадает необходимость в отстойниках и камерах реакции.

Литература:

1. Большаков, А.М. Общая гигиена / А.М. Большаков, И.М. Новикова. – М.: Медицина, 2002. – С. 55–67, 77–85, 91–98, 103–107.
2. Гончарук, Е.И. Коммунальная гигиена: учебн. для студ. высш. мед. учеб. заведений / Е.И. Гончарук. – Киев: Здоровье, 2006. – С. 46–96, 111–123, 126–129, 145–186.
3. Пивоваров, Ю.П. Гигиена и экология человека: курс лекций. / Ю.П. Пивоваров. – М.: ВУНМЦ МЗ РФ, 1999. – С. 62–102.
4. Трушкина, Л.Ю. Гигиена и экология человека: учеб. пособие / Л.Ю. Трушкина, А.Г. Трушкин, Л.М. Демьянова. – Ростов н/Д: Феникс, 2003. – С. 108–127.

ЛЕКЦИЯ 6

ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ И ИХ ХАРАКТЕРИСТИКА. ОХРАНА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СТОЧНЫМИ ВОДАМИ

Промышленные предприятия в процессе эксплуатации потребляют определенное количество чистой воды, а также сбрасывают очищенные или неочищенные сточные воды в окружающую среду, что приводит к загрязнению гидрографической сети и территории района его размещения. Основными источниками загрязнения поверхностных вод являются:

- неочищенные или недостаточно очищенные производственные и бытовые сточные воды;
- поверхностный сток с территории предприятия;
- фильтрационные утечки вредных веществ из емкостей, трубопроводов и других сооружений;
- аварийные сбросы сточных вод.

В целях рационального использования и охраны поверхностных вод предприятие должно обеспечить:

- экономное и рациональное использование водных ресурсов;
- наличие лицензии и договора на пользование водным объектом и соблюдение их условий;
- предотвращение и устранение загрязнения поверхностных вод;
- содержание в исправном состоянии очистных, гидротехнических и других водохозяйственных сооружений и технических устройств;
- наличие контрольно-измерительной аппаратуры по определению качества забираемой и сбрасываемой в водный объект воды и соблюдение сроков ее государственной аттестации;
- организацию учета забираемых, используемых и сбрасываемых вод, количества загрязняющих веществ в них, а также систематические наблюдения за водными объектами и их водоохранными зонами;
- соблюдение установленных лимитов забора воды и сброса сточных вод;
- разработку инженерных мероприятий по предотвращению аварийных сбросов неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод, по обеспечению экологически безопасной эксплуатации водозаборных сооружений и водных объектов;
- соблюдение установленного режима использования водоохраных зон;
- предотвращение попадания продуктов производства и сопутствующих ему загрязняющих веществ на территорию производственной площадки промышленного объекта и непосредственно в водные объекты;
- разработку плана мероприятий на случай возможного экстремального загрязнения водного объекта.

В процессе хозяйственной деятельности запрещается сбрасывать в водные объекты сточные (возвратные) воды:

- содержащие вещества или продукты трансформации веществ в воде, для которых не установлены ПДК или ОДУ, а также вещества, для которых отсутствуют методы аналитического контроля, за исключением тех веществ, что содержатся в воде водного объекта;
- которые с учетом их состава и местных условий могут быть направлены в системы оборотного водоснабжения для повторного использования или для других целей;
- оказывающие токсическое действие, по результатам биотестирования, на живые организмы;
- дождевые и талые воды, отводимые с территорий промышленных площадок, не прошедшие очистку до установленных требований;
- в пределах первого и второго поясов зон санитарной охраны источников хозяйственно-питьевого водоснабжения, округов санитарной

охраны курортов, в водные объекты, используемые для лечебных целей, а также в местах массового скопления рыб;

- содержащие возбудителей инфекционных заболеваний, а также содержащие вещества, концентрации которых превышают ПДК и их фоновые значения в водном объекте, если для них не установлены нормы предельно допустимого сброса (ПДС), указанные в разрешении на сброс сточных вод.

Запрещается сброс в водные объекты, на поверхность ледяного покрова и водосбора, а также в системы канализации, пульпы концентрированных кубовых осадков, шламов, образующихся в результате обезвреживания сточных вод, других технологических и бытовых отходов. Не допускаются утечки в водные объекты от нефте- и продуктопроводов, а также сброс мусора. Не допускается сброс грунта, мусора, строительных и других материалов в водные объекты.

Предприятия должны обеспечивать санитарное состояние подведомственной территории и не допускать вынос через дождевую канализационную сеть мусора и отходов производства. Не допускается производить в водных объектах и на их берегах мойку транспортных средств, других механизмов, а также проведение любых работ, которые могут явиться источником загрязнения вод.

С целью предотвращения загрязнения, засорения, заиления и истощения водных объектов создаются водоохранные зоны. В их пределах устанавливаются прибрежные защитные полосы, на территориях которых вводятся дополнительные ограничения природопользования. Для промышленных предприятий, в соответствии с Санитарными нормами, правилами и гигиеническими нормативами "Гигиенические требования к организации санитарно-защитных зон предприятий, сооружений и иных объектов, являющихся объектами воздействия на здоровье человека и окружающую среду", утвержденными постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 30 июня 2009 г. N 78, в пределах водоохранных зон запрещаются:

- размещение складов ядохимикатов, минеральных удобрений и горюче-смазочных материалов, мест складирования и захоронения промышленных и бытовых отходов, накопителей сточных вод;

- складирование мусора;

- заправка топливом, мойка и ремонт автомобилей и других машин и механизмов;

- размещение стоянок транспортных средств;

- проведение без согласования строительства и реконструкции зданий, сооружений, коммуникаций и других объектов, а также землеройных и других работ.

Участки земель в пределах прибрежных защитных полос предоставляются для размещения объектов водоснабжения, водозаборных, портовых и гидротехнических сооружений при наличии лицензий на водопользование, в которых устанавливаются требования по соблюдению водоохранного режима. Прибрежные защитные полосы, как правило, должны быть заняты древесно-кустарниковой растительностью или залужены.

Поддержание в надлежащем состоянии водоохраных зон и прибрежных защитных полос возлагается на водопользователей. Собственники земель и землепользователи, на землях которых находятся водоохраные зоны и прибрежные защитные полосы, обязаны соблюдать установленный режим использования этих зон и полос.

В процессе эксплуатации промышленных объектов возможны аварийные сбросы сточных вод, случайные переливы жидких продуктов производства и полуфабрикатов из емкостей и открытых продуктопроводов, разрывы трубопроводов в результате коррозии и дефектов монтажа и т.п. Для исключения возможности загрязнения окружающей среды сточными водами и жидкими продуктами производства предусматривают:

- устройство дублирующих трубопроводов для своевременного отключения аварийных участков;
- применение оборудования и трубопроводов, стойких к коррозионному и абразивному воздействию агрессивных жидких сред;
- устройство емкостей и накопителей с соответствующими коммуникациями для аккумуляции аварийных сбросов сточных вод;
- обвалование технологических площадок и сооружений, на которых возможны аварийные сбросы сточных вод и жидких продуктов, с созданием системы сбора ливневых вод с этих площадок;
- перекачку продуктов аварийных сбросов обратно на производство или очистные сооружения проектируемого объекта;
- создание системы сбора загрязненного поверхностного стока с территории предприятия с последующей передачей его на очистные сооружения.

Все водопользователи должны иметь планы ликвидации аварий, содержащие указания по оповещению заинтересованных служб и организаций, перечень сооружений и территорий, подлежащих особой защите от загрязнения (водозаборы, пляжи и др.), порядок действий при возникновении аварийных ситуаций, перечень требуемых технических средств, способ сбора и удаления загрязняющих веществ, а также режим водопользования в случае аварийного загрязнения водного объекта. Также все водопользователи должны иметь согласованные со специально уполномоченными органами планы мероприятий, обеспечивающие функциони-

рование предприятий в случае аварийного загрязнения водного объекта другими предприятиями или судами.

Нарушение требований по охране и рациональному использованию водных объектов влечет за собой ограничение, приостановление или запрещение эксплуатации хозяйственных и других объектов, влияющих на состояние водных объектов.

В соответствии с Водным Кодексом Республики Беларусь, водопользователи при использовании водных объектов обязаны вести в установленном порядке учет забираемых, используемых и сбрасываемых вод, а также количества загрязняющих веществ в них. Данные первичного учета используются для заполнения формы государственной статистической отчетности 2ТП-водхоз, составления проектов планов по охране и рациональному использованию водных ресурсов, правильного внесения платежей за негативное воздействие на окружающую среду и за водопользование.

Данные первичного учета, заносятся в типовые формы ПОД-11 "Журнал учета водопотребления (водоотведения) водоизмерительными приборами и устройствами", ПОД-12 "Журнал учета водопотребления (водоотведения) косвенными методами" и ПОД-13 "Журнал учета качества сбрасываемых сточных вод".

Нормативы допустимых сбросов загрязняющих веществ в окружающую природную среду разрабатываются с целью предотвращения нарушения равновесия в окружающей природной среде, а также обеспечения охраны жизни и здоровья населения и устанавливаются, исходя из условия недопустимости превышения предельно допустимых концентраций вредных веществ в водных объектах. Для каждого предприятия-водопользователя нормирование сбросов загрязняющих веществ со сточными водами в водные объекты производится путем установления предельно допустимых сбросов загрязняющих веществ со сточными водами (ПДС) и планов мероприятий по достижению уровня ПДС со сроками их реализации.

Нормативы предельно допустимых сбросов (ПДС) устанавливаются для каждого выпуска сточных вод действующего предприятия - водопользователей, исходя из условий недопустимости превышения предельно допустимых концентраций вредных веществ (ПДК) в контрольном створе или на участке водного объекта с учетом его целевого использования, а при превышении ПДК в контрольном створе - исходя из условия сохранения (неухудшения) состава и свойств воды в водных объектах, сформировавшихся под влиянием природных факторов. При этом учитываются ассимилирующая способность водного объекта и оптимальное распределение массы сбрасываемых веществ между водопользователями, сбрасывающими сточные воды. В случае одновременного использования

водного объекта для различных целей к составу и свойствам воды принимаются наиболее жесткие нормы из числа установленных. Если в водном объекте под воздействием природных факторов по отдельным веществам превышает ПДК, то для этих водных объектов могут разрабатываться региональные нормы качества воды.

При невозможности соблюдения нормативов допустимых сбросов веществ могут устанавливаться лимиты на сбросы на основе разрешений, действующих только в период проведения мероприятий по охране окружающей среды, внедрения наилучших существующих технологий и (или) реализации других природоохранных проектов с учетом поэтапного достижения установленных нормативов допустимых сбросов веществ. Временно согласованные лимиты сбросов загрязняющих веществ в водные объекты устанавливаются предприятиям, исходя из необходимости поэтапного достижения нормативов ПДС загрязняющих веществ в водные объекты, и сроки достижения нормативов ПДС. Установление лимитов на сбросы допускается только при наличии планов снижения сбросов.

В целях достижения нормативов ПДС водопользователями разрабатываются планы водоохранных мероприятий, включающие в себя работы по восстановлению, рациональному использованию и охране водных объектов. По мере осуществления отдельных этапов планов водоохранных мероприятий по достижению нормативов ПДС лимиты пересматриваются в сторону их уменьшения с учетом внедрения наилучших имеющихся технологий по очистке сточных вод, а также с учетом возможности внедрения экологически чистых технологий основного производства, включая ограничение применения опасных веществ и материалов. Продолжительность осуществления плана водоохранных мероприятий по достижению нормативов ПДС и его этапов устанавливается в каждом конкретном случае в зависимости от степени риска для здоровья населения, экологического состояния водного объекта и его биоресурсов, социально - экономических факторов, наилучших имеющихся отечественных и зарубежных технологий.

Нормативы ПДС разрабатываются водопользователем или по его заказу научной, проектной или иной организацией на основании расчетных материалов по нормативам предельно допустимых воздействий на водные объекты, а при отсутствии таковых - исходя из недопустимости превышения предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в водных объектах (ПДК), определенных с учетом целевого использования этих объектов.

Проект нормативов допустимых сбросов (ПДС) в окружающую среду со сточными водами разрабатывается предприятием-водопользователем в соответствии с ГОСТ 17.1.3.13-86 «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от

загрязнения» и другой действующей нормативно-методической документацией.

Разработанные нормативы ПДС согласовываются водопользователями с территориальными органами санитарно-эпидемиологического надзора, Белгидромета, территориальными органами Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь. Нормативы допустимых сбросов в окружающую среду со сточными водами устанавливаются на срок не более 5 лет. На основании норматива допустимых сбросов водопользователю ежегодно выдается разрешение на сброс загрязняющих веществ.

Литература:

1. Большаков, А.М. Общая гигиена / А.М. Большаков, И.М. Новикова. – М.: Медицина, 2002. – С. 55–67, 77–85, 91–98, 103–107.
2. Гончарук, Е.И. Коммунальная гигиена: учебн. для студ. высш. мед. учеб. заведений / Е.И. Гончарук. – Киев: Здоровье, 2006. – С. 46–96, 111–123, 126–129, 145–186.
3. Пивоваров, Ю.П. Гигиена и экология человека: курс лекций. / Ю.П. Пивоваров. – М.: ВУНМЦ МЗ РФ, 1999. – С. 62–102.
4. Трушкина, Л.Ю. Гигиена и экология человека: учеб. пособие / Л.Ю. Трушкина, А.Г. Трушкин, Л.М. Демьянова. – Ростов н/Д: Феникс, 2003. – С. 108–127.
5. Санитарные правила и нормы 2.1.2.12-33-2005 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод от загрязнения».

ЛЕКЦИЯ 7

ХОЗЯЙСТВЕННО-БЫТОВАЯ КАНАЛИЗАЦИЯ. СТОЧНЫЕ ВОДЫ

Важным, опасным и почти повсеместным (при наличии канализации) источниками загрязнения водоемов являются неочищенные или недостаточно очищенные хозяйственно-бытовые сточные воды. Они образуются в населенных пунктах при использовании питьевой воды для физиологических нужд, бытовой и хозяйственной деятельности человека. *Количество сточных вод, образуемых за единицу времени, называется расходом сточных вод ($\text{м}^3/\text{сут}$, $\text{м}^3/\text{ч}$, $\text{м}^3/\text{с}$, л/с).* Объем хозяйственно-бытовых сточных вод почти равен объему питьевой воды, потребляемой в населенном пункте. Измеряется в единицах объема (м^3 , дм^3 или л). Нормы водопотребления зависят от многих факторов: благоустройства населенного пункта или отдельно расположенного объекта (жилого дома, общественного здания); системы водопотребления в населенном пункте

(централизованной, децентрализованной), наличия центрального водяного отопления, природно-климатических и других условий. Сегодня общая средняя норма водопотребления в городах колеблется от 50 до 1000 л/сут на одного человека и составляет: в Нью-Йорке — 600; в Париже — 500; в Москве — 400; в Киеве — 300; в Лондоне — 263.

По подсчетам ученых, объем бытовых сточных вод в населенных пунктах на конец 2000 г. с учетом увеличения количества населения, экономики страны, культуры населения возрос по сравнению с 1900 г. в 15 раз, в промышленности — в 220 раз.

Однообразие источников загрязнения, связанное с такими проявлениями жизнедеятельности и бытового режима, которые свойственны в равной мере населению всех городов, приводит к тому, что среднее количество загрязнений на одного жителя канализованного города, поступающих в канализационную сеть в течение суток, — величина более-менее постоянная. Разница, которая зависит от возраста, уровня культуры, благоустройства жилища, питания и др. и может наблюдаться в пределах незначительной группы людей, выравнивается в общей массе многотысячного населения города.

Перечень загрязнителей хозяйственно-бытовых сточных вод однообразный и постоянный, поэтому можно дать им общую физико-химическую характеристику. Но это не означает, что сточные воды даже одной канализации имеют постоянный, неизменный состав. Напротив, концентрация и количественные соотношения отдельных постоянных элементов загрязнения заметно, а иногда и резко колеблется, отображая особенности и изменения хозяйственного и бытового режима населения по часам, дням и сезонам года. Лишь длительное и систематическое проведение анализов сточной воды дает возможность установить тот средний состав, который уже имеет постоянный характер. Доказано, что человек в среднем ежедневно выделяет 90 г твердых и 1170 г жидких отходов. Среднее количество загрязнений от одного жителя, поступающее в канализационную сеть города в течение суток, более-менее постоянная величина. Такие величины первым установил СМ. Строганов еще в 1939 г. Они не претерпели заметных изменений и сегодня. Это количество загрязнений разбавляется в питьевой воде, которую люди используют для физиологических и бытовых нужд. Поскольку нормы водопотребления в разных населенных пунктах неодинаковые, бытовые сточные воды очень отличаются не по составу, а по концентрации загрязнений.

Со сточной водой в канализационную сеть поступают компоненты физиологических выделений человека, загрязнения от умывания, приготовления пищи, купания, стирки белья, уборки в помещении. Кроме того, со сточными водами выносятся и твердые отходы (полиэтилен, бумага, ветошь и др.). То есть речь идет об органических и неорганических веще-

ствах, которые при попадании в сточные воды могут иметь вид взвешенных веществ (если они нерастворимы в воде) или растворов — коллоидных (сложных органических веществ), молекулярных (простые органические молекулы, например, мочевины, глюкозы, сахарозы), ионных (большинство минеральных веществ, которые в воде способны диссоциировать в ионы). К тому же в сточные воды поступает большое количество микроорганизмов, в том числе патогенных и условно-патогенных (так как среди населения всегда имеются здоровые носители возбудителей некоторых инфекционных болезней, не говоря уже о больных), яиц гельминтов, цист простейших.

Характеризуя в общих чертах хозяйственно-бытовые сточные воды, следует заметить, что они имеют прозрачность до 5 см, слабощелочную реакцию с pH 7,2—7,6. Содержат значительные количества неорганических и органических веществ во взвешенном, коллоидном и растворенном состоянии. Интенсивность запахов свежих, незагнивающих хозяйственно-бытовых сточных вод составляет 3—4 балла. Для хозяйственно-бытовых сточных вод характерно значительное бактериальное загрязнение. Это объясняется тем, что человек ежедневно выделяет $4,48 \cdot 10^{12}$ микробных тел. В зависимости от нормы водоснабжения, существующей в конкретной местности (например, 100 л/сут), общая численность сапрофитных микроорганизмов (микробное число) таких сточных вод будет составлять $4,48 \cdot 10^7$ КОЕ/мл. Титр бактерий группы кишечной палочки (коли-титр) таких сточных вод будет составлять 10^5 – 10^8 КОЕ/л. В сточных водах могут определяться десятки и сотни яиц гельминтов. Некоторые исследователи насчитывали их там до 1466 видов. Даже в неэпидемический период в хозяйственно-бытовых сточных водах могут находиться патогенные кишечные бактерии и вирусы за счет поступления в канализацию экскрементов людей (бактерио- или заразоносителей, больных с невыраженной, или амбулаторной, формой кишечных инфекций, больных с инкубационный период) или недостаточно обеззараженных сточных вод инфекционных больниц и т.д. Известно, что в населенных пунктах количество «здоровых» и реконвалесцентных (переболевших инфекционными болезнями) бациллоносителей составляет 1-2% всего населения.

Для немедленного постоянного удаления и транспортирования (преимущественно самотеком) сточных вод от мест их образования до очистных сооружений предназначена сплавная система, получившая название канализации.

Канализация — это комплекс санитарных мероприятий и инженерных сооружений, обеспечивающих своевременный сбор сточных вод, образующихся на территории населенных пунктов и промышленных предприятий, быстрое удаление (транспортирование) этих вод за

пределы населенных пунктов, а также их очистку, обезвреживание и обеззараживание.

Гигиеническое и экологическое значение канализации бесспорно. После устройства канализации улучшается санитарное состояние населенного пункта, резко снижается заболеваемость кишечными инфекциями. По некоторым данным, благодаря канализации сельских населенных пунктов уровень кишечных инфекций и инвазий у сельского населения снизился в 12—13 раз. Кроме того, устройство канализации в населенных пунктах является важным фактором градостроения, так как дает возможность по-новому решать вопросы планировки и застройки городов.

Задачи по удалению бытовых отходов и их ликвидации на разных этапах развития общества решали по-разному. Наиболее простым и отвечающим санитарно-гигиеническим требованиям является отведение сточных вод при помощи подземной системы труб за пределы населенных пунктов (сплавная система). Такой способ используют издавна. Так, впервые примитивные системы канализации были оборудованы в период рабовладельческого строя, когда начали строить города. Во время раскопок в Египте обнаружили каналы для сточных вод, сооруженные за 2500 лет до нашей эры. В древних городах Индии, Китая, Римской империи была подземная сеть каналов для отведения сточных вод за пределы города в водоемы или на поля орошения. В VI в. до н. э. в Риме построили знаменитый канал «cloaca maxima», который частично используют и ныне. В эпоху феодализма жидкие отходы из домов отводили непосредственно на улицы, а оттуда — через проемы в городских стенах — во рвы. Такая система удаления жидких отходов создавала условия для загрязнения поверхностных водоемов — источников водоснабжения, способствовала возникновению эпидемий кишечных инфекций. Значительное распространение кишечных инфекций и многочисленные эпидемии, охватившие Европу, обусловили необходимость в строительстве водопроводов, а со временем и канализации. Статистические данные свидетельствуют, что после строительства систем водоснабжения и канализации заболеваемость и смертность населения значительно снизились. Особенно уменьшилось количество кишечных инфекций. Интенсивное строительство канализации началось в Европе в XIX в. вследствие развития промышленности и городов. Наибольший подъем наблюдался в Англии, где канализационные системы, хотя и не совсем совершенные, существовали в 1833 г. более чем в 50 городах. Значительно позже начали сооружать канализацию в Германии (в Гамбурге — с 1843 г., в Штеттине — с 1862, во Франкфурте-на Майне — с 1867 г., в Данциге — с 1870 г., в Берлине — с 1873 г.). Более быстрыми темпами строили канализацию в городах США, где до 1902 г. были канализованы почти 1000 городов.

В России первые системы канализации построили в XI—XIV вв. в Новгороде Великом, Московском Кремле. В это же время появилась канализация в Киево-Печерской лавре. Но затем Россия отстала в этом отношении от других стран. В середине XVIII в. в Петербурге начали использовать каналы, в том числе и большие (3,8 x 3,6 м) для отведения атмосферных вод. В такие каналы попадали также и неочищенные бытовые сточные воды. Это способствовало загрязнению поверхностных водоемов и возникновению водных эпидемий кишечных инфекций. Правительство России было вынуждено ускорить темпы строительства канализации, особенно в городах. И уже в 1832 г. Петербург опередил Париж. В конце XIX — в начале XX в. были канализованы многие города России. Причем в отдельных случаях городские стоки отводили на поля орошения.

До 1980 г. на территории Советского Союза (нынешние страны СНГ) введены в строй свыше 270 тыс. км канализационных сетей. Пропускная способность очистных сооружений превышала 90 млн м³ в сутки, а объемы только промышленных сточных вод превышали 120 млн м³ в сутки.

Канализацию как комплекс инженерных сооружений можно разделить на 3 части в зависимости от их назначения.

Внутренняя (домовая) канализация рассчитана на прием сточных вод в местах их образования (например, от санитарных приборов в жилых и общественных зданиях) и отведения за пределы дома, в наружную канализационную сеть.

Наружная канализация — проложенная с уклоном разветвленная подземная сеть труб и каналов для отведения сточных вод самотеком к насосной станции, очистным сооружениям или в водоем. В зависимости от назначения, места расположения на территории населенного пункта или промышленного предприятия и размеров наружной канализации различают: а) дворовую — проложенную в пределах одного владения; б) внутриквартальную — проложенную внутри квартала и объединяющую выпуски от отдельных зданий; в) производственную — проложенную на территории промышленного предприятия и принимающую воды из его зданий и цехов; г) уличную — проложенную на улицах и проездах разветвленную систему канализационных трубопроводов, принимающих сточные воды из дворовых, внутриквартальных и производственных сетей. Для контроля за работой дворовых, внутриквартальных и производственных сетей в конце их оборудуют смотровой колодец, который называется контрольным. Участок сети, соединяющий контрольный колодец с уличной сетью, называется соединительной веткой.

Очистные сооружения предназначены для механической, биологической очистки, обезвреживания и обеззараживания сточных вод; вы-

пуска очищенных сточных вод в поверхностные водоемы без нарушения их естественного состояния согласно СанПиН 4630-88, также для обработки осадка сточных вод с целью дальнейшей его утилизации.

В практике канализации населенных пунктов приобрели распространение несколько систем канализации. Под системой канализации подразумевают общее или раздельное отведение сточных вод трех категорий: хозяйственно-бытовых, производственных, ливневых (атмосферных). Различают общесплавную, раздельную (полную и неполную), полураздельную и комбинированную системы канализации.

Первая система — общесплавная. С ее помощью сточные воды (хозяйственно-бытовые, производственные, ливневые) сплавляются одной общей сетью труб и каналов за пределы городской территории на очистные сооружения.

Раздельная система канализации предусматривает отведение ливневых и условно чистых производственных сточных вод одной сетью труб и каналов, а хозяйственно-бытовых и загрязненных производственных сточных вод — другой (одной или несколькими). Раздельная система канализации может быть полной и неполной. *Полная раздельная система* предусматривает устройство нескольких самостоятельных канализационных сетей: сеть, с помощью которой отводят только ливневые или ливневые и условно чистые производственные сточные воды; сеть для отведения бытовых и части загрязненных производственных сточных вод, разрешенных к приему в бытовую канализацию; сеть для отведения загрязненных производственных сточных вод, которые не допускаются к общему отведению с бытовыми сточными водами. *Неполная раздельная система* предусматривает отведение канализационной сетью только самых загрязненных производственных и бытовых сточных вод. Ливневые воды отводятся в водоемы по кюветным проездам, открытым лоткам, канавам, тальвегам.

Предназначенная для приема и отведения ливневых вод канализационная сеть называется **дождевой (ливневой)**, или водостоком. Если в такую канализацию сбрасывают практически чистые производственные сточные воды, то ее называют производственно-дождевой сетью. **Производственной** называют канализационную сеть промышленного предприятия, предназначенную для приема и отведения только загрязненных промышленных сточных вод (при раздельном их удалении). **Производственно-бытовой** называют сеть для приема и совместного отведения производственных и хозяйственно-бытовых сточных вод. Совместное отведение производственных и бытовых сточных вод допускается только в тех случаях, когда это не нарушает работы канализационной сети и очистных канализационных сооружений.

Полураздельная система канализации состоит из тех же самостоятельных сетей, что и полная раздельная, и одного главного (перехватывающего) коллектора, к которому подсоединены все сети. При помощи последнего на общие очистные сооружения отводят хозяйственно-бытовые, производственные, талые воды, воды от мытья улиц и часть самых загрязненных ливневых вод.

Комбинированные системы возникли в результате расширения городов, имеющих общесплавную систему канализации. При этой системе к общесплавной канализации из районов новой застройки подводят бытовую и производственную канализационные сети. Для ливневых вод устраивают самостоятельные дождевые (ливневые) канализационные сети с выпуском воды в самый ближний водоем без очистки. Таким образом, **комбинированная** система предусматривает **общесплавную** (в старой части города), **полную раздельную** или **неполную раздельную** в районах новой застройки.

Преимуществом общесплавной системы является то, что она наиболее экономичная при многоэтажной застройке, так как ее внутриквартальная и уличная сети на 30—40% короче, чем при устройстве двух самостоятельных сетей полной раздельной системы канализации. В то же время, с гигиенической точки зрения, общесплавная система имеет определенные недостатки. *Во-первых*, на главных и отводных коллекторах этой системы оборудуют ливневые спуски. Во время сильного дождя через такие ливневые спуски смесь дождевых и сточных вод сбрасывается в водоемы без очистки. Это приводит к загрязнению водоема в пределах населенного пункта. *Во-вторых*, в населенных пунктах с малоэтажной застройкой канализационная сеть заполняется не полностью, особенно летом. Это способствует выпадению и загниванию в сети осадка сточных вод. Во время интенсивного дождя сеть переполняется в результате подпора воды, что приводит к затоплению подвалов жилых и общественных домов.

Раздельная система канализации имеет то преимущество, что все ее элементы работают равномерно, поскольку рассчитаны только на расходы бытовых или промышленных сточных вод. Недостатком ее является то, что необходимо устраивать две раздельные сети (производственно-бытовую и ливневую). Кроме того, при раздельной системе канализации сброс всех ливневых вод происходит в поверхностные водоемы без предварительной очистки.

Полураздельная система канализации, с гигиенической и экологической точек зрения, считается наилучшей по сравнению с предыдущими (общесплавной и раздельной), ведь во время дождя в поверхностные водоемы поступает минимальное количество загрязнений.

С эколого-гигиенической и технико-экономической точек зрения, комбинированная система канализации занимает промежуточное положение между общесплавной и раздельной.

По проектной и фактической мощности канализацию разделяют на большую и малую. **Большая канализация** рассчитана на прием, отведение и очистку сточных вод от населенных пунктов с водоотведением свыше $10\,000\text{ м}^3/\text{сут}$. **Малая канализация** рассчитана на прием, отведение и очистку сточных вод от населенных мест и отдельно расположенных объектов с водоотведением до $10\,000\text{ м}^3/\text{сут}$.

Термин «малая канализация» включает все разновидности очистных канализационных сооружений, при помощи которых можно отвести по централизованной или децентрализованной схеме и очистить сточные воды малых населенных пунктов (села, *поселки городского типа, города с количеством жителей до 50 тыс., отдельно расположенные объекты — больницы, санатории, кемпинги, базы отдыха, детские оздоровительные заведения, дачи, виллы, коттеджи и др.*).

Под очистными сооружениями малой канализации следует понимать совокупность очистных сооружений, так называемых местных, рассчитанных на незначительные объемы сточных вод — до $25\text{ м}^3/\text{сут}$, и малых, рассчитанных на $25\text{ м}^3/\text{сут}$ и более — до $10\,000\text{ м}^3$ сточных вод в сутки.

Применение очистных сооружений "малой канализации" целесообразно:

- 1) для канализации сельских населенных пунктов по централизованной, децентрализованной, смешанной или частичной схемам;
- 2) для канализации рабочих и дачных поселков;
- 3) *при размещении объекта канализации далеко за пределами населенного пункта (кемпинги, санатории, специализированные больницы и др.), когда невозможно или экономически нецелесообразно подсоединять объект к канализационной сети населенного пункта;*
- 4) при сложном рельефе местности;
- 5) в населенных пунктах для временной канализации определенных объектов на период до введения в действие первой очереди канализации населенного пункта.

К очистным сооружениям "малой канализации" относятся: небольшие поля орошения; небольшие поля фильтрации; поля подземного орошения; небольшие биологические пруды; циркуляционные окислительные каналы (ЦОК); аэроокислители радиального типа (АРТ); биологические фильтры (капельные, высоконагружаемые, башенные); компактные канализационные установки заводского изготовления типа УКО, БИО, КУ; аэротенки-осветлители колонного и коридорного типов конструкции НИКТИ ГХ, в том числе и изготовленные со стеклоцемента, автоматические станции "Симбиотенк" и др.

К местным очистным сооружениям "малой канализации" относятся те, которые размещены на территории объекта канализования и рассчитаны на очистку до 25 м^3 сточных вод в сутки. Это преимущественно комплексы сооружений с подземной фильтрацией сточных вод. Инженеры по санитарной технике, врачи-профилактики и гигиенисты в понятие "сооружения подземной фильтрации" включают весь комплекс сооружений, которые входят в ту или иную систему и предназначены для предварительной механической и завершающей биологической очистки сточных вод.

Чаще всего в этих условиях для биологической очистки сточных вод применяют площадки подземной фильтрации, фильтрующие траншеи и колодцы, песчано-гравийные фильтры, где происходит завершающий этап биологической очистки. Поэтому всю систему называют по названию главного ее компонента (например, система с фильтрующей траншеей).

Обязательными составными частями любой системы очистных сооружений с подземной фильтрацией должны быть отстойник — типа септика, предназначенный для механической (первичной) очистки сточных вод, и земельный участок, на котором заложены устройства, обеспечивающие подземную фильтрацию сточных вод и их биологическую (вторичную) очистку, то есть подземная оросительная сеть, фильтрующий колодец, подземный фильтр, подземная траншея и т. д.

В зависимости от конкретных условий в состав очистных сооружений с подземной фильтрацией сточных вод могут входить, кроме септика и подземной оросительной сети, дозирующие устройства, распределительные колодцы, вентиляционные приспособления и др.

Дозирующие устройства в системах сооружений подземной фильтрации предназначены для периодического **порционного выпуска осветленных в септике сточных вод в подземную оросительную сеть.**

При количестве сточных вод до $3 \text{ м}^3/\text{сут}$ нет необходимости применять дозирующие устройства, поскольку чем меньше объект канализования, тем неравномернее водоотведение. Само по себе это уже обеспечивает периодическое поступление сточных вод в подземную оросительную сеть.

Если количество сточных вод составляет или превышает $3 \text{ м}^3/\text{сут}$, нужно предусматривать устройство дозирующих и распределительных устройств для периодического, порционного выпуска сточных вод в оросительную сеть. Это дает возможность равномерно распределить сточную воду по всей сети и создать условия для фильтрации перемежающихся сточных вод. Оба фактора способствуют повышению эффекта очистки сточных вод.

В качестве дозирующих устройств применяют конструкции автоматического действия, которые рекомендуют совмещать с септиком. При строительстве сооружений подземной фильтрации применяют качающи-

еся желоба, дозирующие сифоны. Роль дозатора может выполнять станция перекачивания (насосная установка), оборудованная после септика. Качающиеся желоба состоят из двух основных частей — дозирующей камеры и ковша. Емкость каждого отделения желоба с целью обеспечения их прочности не должна превышать 40—50 л. Дозирующие сифоны рекомендуют применять при производительности сооружений подземной фильтрации свыше 5 м³/сут. Они содержат собственно дозирующую (накопительную) камеру и автоматически действующий сифон.

Рабочая емкость камеры дозирующего устройства должна составлять при устройстве желобов 20% емкости центральной распределительной трубы. При устройстве сифонов — от 20 до 100% емкости подземной оросительной сети. В связи с тем, что сифоны очень сложно регулировать на малых очистных сооружениях, поэтому следует шире применять желоба, даже при мощности сооружений подземной фильтрации свыше 5 м³/сут. Эти устройства дешевле, проще конструктивно и в эксплуатации (легко ремонтируются, регулируются, меньше ломаются). Правда, емкость качающегося желоба небольшая (50 л), но даже незначительная периодическая перемежающаяся фильтрация создает более благоприятные условия для самоочищения в почве земельного участка сооружений подземной фильтрации, нежели непрерывная. В качестве надежных устройств можно рекомендовать плавающие насосы. Их устанавливают в колодце после септика и с их помощью подают осветленную сточную воду в подземную оросительную сеть сооружений подземной фильтрации сточных вод. Распределительные устройства и лотки с целью надежности очистки следует изготавливать из железобетонных элементов или кирпича, а также из текстолитового стеклоцемента (лотки будут легче и прочнее). Водоотводные линии от дозирующих устройств и распределительного колодца следует прокладывать из труб диаметром не менее 100 мм, с уклоном не менее 0,005.

Литература:

1. Большаков, А.М. Общая гигиена / А.М. Большаков, И.М. Новикова. — М.: Медицина, 2002. — С. 55–67, 77–85, 91–98, 103–107.
2. Гончарук, Е.И. Коммунальная гигиена: учебн. для студ. высш. мед. учеб. заведений / Е.И. Гончарук. — Киев: Здоровье, 2006. — С. 46–96, 111–123, 126–129, 145–186.
3. Пивоваров, Ю.П. Гигиена и экология человека: курс лекций. / Ю.П. Пивоваров. — М.: ВУНМЦ МЗ РФ, 1999. — С. 62–102.
4. Трушкина, Л.Ю. Гигиена и экология человека: учеб. пособие / Л.Ю. Трушкина, А.Г. Трушкин, Л.М. Демьянова. — Ростов н/Д: Феникс, 2003. — С. 108–127.

ЛЕКЦИЯ 8

КАНАЛИЗАЦИЯ СТОЧНЫХ ВОД ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Производственные сточные воды в основном загрязнены отходами и выбросами производства. Количественный и качественный состав таких стоков разнообразен и зависит от отрасли промышленности, ее технологических процессов. По составу сточные воды делят на три основные группы:

1) сточные воды содержащие неорганические примеси (в том числе токсические). Это воды содовых, сульфатных, азотно-туковых заводов, обогатительных фабрик свинцовых, цинковых, никелевых руд и т. д., в которых содержатся кислоты, щелочи, ионы тяжелых металлов и др.

Сточные воды этой группы в основном изменяют физические свойства воды.

2) сточные воды содержащие органические примеси. Эти воды сбрасывают нефтеперерабатывающие и нефтехимические заводы, предприятия органического синтеза, коксохимические и др. В стоках содержатся различные нефтепродукты, аммиак, альдегиды, смолы, фенолы и другие вредные вещества. Вредоносное действие сточных вод этой группы заключается, главным образом, в окислительных процессах, вследствие которых уменьшается содержание в воде кислорода, увеличивается биохимическая потребность в нем, ухудшаются органолептические показатели воды.

3) сточные воды содержащие неорганические и органические загрязняющие примеси. Эти воды образуются в процессах гальванохимической обработки поверхностей, производстве печатных плат электронной техники, в коксохимических и других технологических процессах. В составе этих стоков присутствуют неорганические кислоты, ионы тяжелых металлов, ПАВ, масла, красители, смолы и другие вещества.

Нефть и нефтепродукты на современном этапе являются основными загрязнителями внутренних водоемов, вод и морей. Попадая в водоемы, они создают разные формы загрязнения:

- плавающую на воде нефтяную пленку, растворенные или эмульгированные в воде нефтепродукты,

- осевшие на дно тяжелые фракции и т. д. При этом изменяется запах, вкус, окраска, поверхностное натяжение, вязкость воды, уменьшается количество кислорода, появляются вредные органические вещества, вода приобретает токсические свойства и представляет угрозу для всего живого. **Всего 12 грамм нефти делают непригодной для употребления тонну воды.**

Довольно вредным загрязнителем промышленных вод является фенол. Фенол содержится в сточных водах многих нефтехимических предприятий и коксохимических производств. При этом резко снижаются биологические процессы водоемов, процесс их самоочищения, вода приобретает специфический запах карболки.

Сточные воды целлюлозно-бумажной промышленности

На жизнь обитателей водоемов пагубно влияют сточные воды целлюлозно-бумажной промышленности. Окисление древесной массы, разложение смолы и других экстрактивных продуктов сопровождается поглощением значительного количества кислорода, что приводит к гибели икры, мальков и взрослых рыб. Из гниющей древесины и коры выделяются в воду различные дубильные вещества, а топляк нередко полностью забивает дно, лишая рыб нерестилищ и кормовых мест. Волокна и другие нерастворимые вещества стоков засоряют воду и ухудшают ее физико-химические свойства. На рыбах и на их корме – беспозвоночных - неблагоприятно отражаются молевые сплавы.

Радиоактивные сточные воды

Объекты ядерной энергетики загрязняют реки радиоактивными стоками. Радиоактивные вещества концентрируются в мельчайших планктонных микроорганизмах и в рыбе, затем по цепи питания передаются другим животным. Установлено, что радиоактивность планктонных обитателей в тысячи раз выше, чем радиоактивность воды, в которой они живут. Сточные воды, имеющие повышенную радиоактивность (100 Кюри на 1 л и более), подлежат захоронению в подземных бессточных бассейнах и специальных резервуарах.

Сточные воды предприятий пищевой промышленности и животноводства.

Сточные воды, содержащие растительные волокна, животные и растительные жиры, фекальную массу, остатки плодов и овощей, отходы кожевенной и целлюлозно-бумажной промышленности, сахарных и пивоваренных заводов, предприятий мясомолочной, консервной и кондитерской промышленности, являются причиной органических загрязнений водоемов.

В сточных водах обычно содержится около 60% веществ органического происхождения, к этой же категории органических веществ относятся биологические загрязнения (бактерии, вирусы, грибы, водоросли) в коммунально-бытовых, медико-санитарных водах и отходах кожевенных и шерстомойных предприятий.

Сточные воды тепловых электростанций

Нагретые сточные воды тепловых электростанций и других производств причиняют «тепловое загрязнение», которое угрожает довольно серьезными последствиями: в нагретой воде меньше кислорода, резко

изменяется термический режим, что отрицательно влияет на флору и фауну водоемов, при этом возникают благоприятные условия для массового развития в водохранилищах сине-зеленых водорослей - так называемого «цветения воды».

Сточные воды гальванических производств

При использовании в технологических процессах вода загрязняется различными органическими и минеральными веществами, в том числе и ядовитыми. Одним из источников загрязнения окружающей среды вредными веществами, и в первую очередь тяжелыми металлами, являются сточные воды гальванических производств. Гальванические покрытия используются практически во всех отраслях промышленности. Гальваническое производство является одним из крупных потребителей цветных металлов (никель, цинк, медь) и достаточно дорогих химических реактивов. Несмотря на существенные различия в технологии металлопокрытий различных изделий, все они создают в процессе эксплуатации отходы, которые могут находиться в жидком, твердом, пастообразном или газообразном состоянии, представляя собой различную степень опасности и токсичности для окружающей природной среды и человека.

Ежегодно для промывки изделий после гальванических покрытий расходуется не менее 650 млн. тонн чистой воды. Ежегодно при промывке изделий после гальвано-химических покрытий из рабочих ванн выносятся не менее 3300 т цинка, 2400 т никеля, 2500 т меди, десятки тысяч тонн других металлов, кислот и щелочей.

Источниками загрязнения окружающей среды в гальванотехнике также являются отработанные концентрированные растворы. Выход из строя рабочих растворов происходит по причинам накопления в электролитах посторонних органических и неорганических веществ и нарушения соотношения основных компонентов гальванических ванн. Сбросы отработанных растворов по объему составляют 0,2-0,3% от общего количества сточных вод, а по общему содержанию сбрасываемых загрязнений достигают 70%. Залповый характер таких сбросов нарушает режим работы очистных сооружений.

Попадание неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод и других видов отходов, содержащих цветные металлы в водные объекты наносит вред вследствие огромного негативного их воздействия на окружающую среду.

Техногенные источники опасности в последние годы становятся более серьезными факторами экологического риска, чем природные. К химически опасным объектам относятся две группы предприятий. Первая группа - промышленные предприятия, на которых опасные химические вещества являются исходным сырьем, образуются на промежуточных стадиях технологических процессов, являются конечными продуктами, используются при

производстве тех или иных изделий. Вторая группа - это многочисленные объекты пищевой промышленности, в которой сильнодействующие ядовитые вещества используются в холодильных установках и морозильниках (аммиак), оптовые продуктовые базы (аммиак), водоочистные станции (хлор), объекты водоканалы, склады и базы химических реактивов и кислот, ТЭЦ (аммиак, серная и соляная кислота), автозаправочные станции (бензин, дизельное топливо) и другие. Нужно отметить, что больше половины химически опасных объектов относятся ко второй группе.

Причем, объекты второй группы, как правило, располагаются обычно в черте города – в густонаселенных районах.

В то же время на территориях городов располагаются другие промышленные предприятия и организации: автотранспортные хозяйства, тепловые электростанции, промышленные отопительных котельные, коммунально-бытовые котельные. Их сточные воды и выбросы различны и многообразны, поэтому выдача рекомендаций по очистке или утилизации стоков и выбросов затруднительна. Данную проблему невозможно решить, используя глобальный и единый подход.

Решение возможно только на базе всестороннего изучения состава стоков, их классификации, а затем подбора соответствующего очистного оборудования.

Сточные воды, образующиеся на предприятиях химических производств, а также стоки, отводимые с территории промышленных предприятий, можно разделить на три категории:

- производственные сточные воды (использованные в технологическом процессе производства или образующиеся при добыче полезных ископаемых);

- бытовые стоки (от санитарных узлов производственных и непроизводственных корпусов и зданий, а также от душевых установок, имеющих на территории промышленных предприятий);

- атмосферные стоки (дождевые и образующиеся от таяния снега).

Производственные сточные воды можно подразделить на два основных вида: незагрязненные и загрязненные.

Незагрязненные производственные сточные воды поступают от холодильных, компрессорных, теплообменных аппаратов. Кроме того, такие стоки образуются при охлаждении технологического оборудования и продуктов производства.

Загрязненные производственные сточные воды содержат различные примеси, такие стоки могут быть загрязнены преимущественно органическими или преимущественно минеральными примесями.

Производственные сточные воды можно различать также по физическим свойствам, например, по температуре кипения: кипящие при тем-

пературе ниже 120 °С, 120 - 250 °С и выше 250 °С (в зависимости от свойств содержащихся в них примесей).

По степени агрессивности сточные воды разделяют на:

- слабоагрессивные (слабокислые, pH 6-6,5 и слабощелочные, pH 8-9);
- сильноагрессивные (сильнокислые, pH < 6 и сильнощелочные, pH > 9);
- неагрессивные (pH 6,5-8).

Для формирования состава производственных сточных вод большое значение имеет вид перерабатываемого сырья. Так, основным загрязняющим компонентом сточных вод нефтеперерабатывающих предприятий является нефть, нефтепродукты. Состав сточных вод зависит также от технологического процесса, состава исходных компонентов, промежуточных продуктов, выпускаемых продуктов, состава исходной воды, местных условий и от других факторов.

На различных предприятиях даже при одинаковых технологических процессах состав производственных сточных вод, режим водоотведения и удельный расход на единицу выпускаемой продукции будут неодинаковы.

Качественная характеристика производственных сточных вод важна для выбора метода их очистки, контроля эксплуатации очистных сооружений и сбросом сточных вод, а также для решения вопросов о возможности повторного использования стоков, извлечения и утилизации веществ, загрязняющих воду.

Флокулянты и коагулянты широко применяются в процессах очистки сточных вод. Задача флокулянтов – образовывать агрегаты или хлопья из тонко дисперсных частиц тем самым разделять двухфазную систему на жидкое и твердое. Добавление флокулянтов приводит к образованию крупных агрегатов, которые могут быть легко удалены из обрабатываемых сточных вод при помощи отстаивания, фильтрации или флотации.

В зависимости от требований к очищенной воде флокуляционная обработка может являться единственным этапом очистки сточной воды или быть предварительным перед фильтрацией в целях снижения количества поступаемых на фильтр твердых частиц, а соответственно увеличивая срок службы фильтров.

Литература:

1. Большаков, А.М. Общая гигиена / А.М. Большаков, И.М. Новикова. – М.: Медицина, 2002. – С. 55–67, 77–85, 91–98, 103–107.
2. Гончарук, Е.И. Коммунальная гигиена: учебн. для студ. высш. мед. учеб. заведений / Е.И. Гончарук. – Киев: Здоровье, 2006. – С. 46–96, 111–123, 126–129, 145–186.
3. Пивоваров, Ю.П. Гигиена и экология человека: курс лекций. / Ю.П. Пивоваров. – М.: ВУНМЦ МЗ РФ, 1999. – С. 62–102.

4. Трушкина, Л.Ю. Гигиена и экология человека: учеб. пособие / Л.Ю. Трушкина, А.Г. Трушкин, Л.М. Демьянова. – Ростов н/Д: Феникс, 2003. – С. 108–127.

ЛЕКЦИЯ 9

АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ И ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ

1. Общая гигиеническая характеристика атмосферного воздуха, его функциональная значимость. Воздушная среда является важным условием жизни: геологические, гидрологические и энергетические процессы тесно взаимосвязаны с воздушной средой. В процессе эволюции человек приспособился к существованию в воздушной среде с определенными свойствами, т.к. к моменту антропогенеза физико-химический состав воздушной среды уже претерпел глобальные изменения, установилось его постоянство. В этой связи резкие изменения химического состава атмосферной среды или ее физических свойств оказывают на состояние здоровья, самочувствие и работоспособность человека отрицательное воздействие. Еще Гиппократ указывал на тесную связь телесных и душевных сил человека от погодно-климатических условий.

Воздушная оболочка земного шара имеет различные свойства на различных высотах. В силу этого, атмосфера условно разделяется на несколько слоев: тропосфера, стратосфера, ионосфера. Общая масса земного воздуха составляет $5,13 \cdot 10^{15}$ т и содержит $1,18 \cdot 10^{15}$ т кислорода.

По своей значимости воздух представляет собой один из наиболее важных факторов окружающей среды и выполняет следующую функциональную нагрузку:

- воздух является непосредственным участником процесса газообмена между человеком и окружающей средой;
- воздух является основной средой, в которой происходит тепловой обмен организма человека с окружающей средой;
- воздух представляет собой резервуар, в котором происходит разбавление до безопасных концентраций ряда химических загрязнителей;
- воздух представляет собой высокоэффективное оздоровительное средство.

К основным гигиеническим показателям качества воздушной среды относятся:

- химический состав воздуха;
- физические свойства воздуха;
- наличие различных механических примесей;
- бактериальный состав воздуха.

Каждый из этих показателей отражает влияние на организм человека конкретных гигиенических факторов воздушной среды и имеет самостоятельное значение в оценке ее качества.

2.Химико-гигиеническая характеристика воздуха. В химическом отношении состав тропосферного (приземного) воздуха представляет собой смесь относительно постоянных в своем концентрационном взаимоотношении газов: азота, кислорода, инертных газов, углекислого газа.

Физиологически важное влияние на организм оказывает содержание *кислорода*: в замкнутых и герметически закрытых помещениях, где концентрация кислорода может составлять 11-13% отмечаются признаки кислородной недостаточности, а при 7-8% – может наступить смерть. Величина насыщения крови кислородом зависит не от процентного его содержания в воздухе, а от парциального давления, приходящегося на долю кислорода. Первые признаки кислородного голодания (гипоксии) наблюдаются уже при парциальном давлении в 140 мм рт.ст., при значениях ниже – признаки горной болезни (одышка, головокружение, слабость, тахикардия, мышечная слабость и др.). С другой стороны, снижение кислородной насыщенности воздуха в условиях высоких высот выступает особым мощным стимулирующим фактором, повышающим компенсаторные возможности организма: усиление легочной вентиляции за счет учащения и углубления дыхательных движений, усиление циркуляции крови за счет увеличения систолического объема сердечных сокращений и увеличения их частоты, увеличение количества циркулирующей крови за счет выхода ее из депо, увеличение количества форменных элементов крови за счет увеличения числа эритроцитов и гемоглобина, углубление процессов биохимического тканевого и клеточного окисления. Данные особенности активно используются в спортивной практике для повышения работоспособности и ускорения восстановительных процессов у спортсменов.

Содержание углекислого газа имеет первостепенное гигиеническое значение для воздуха помещений – является косвенным санитарно-гигиеническим показателем общего загрязнения воздушной среды помещений. Признаки ухудшения самочувствия (головная боль, общая слабость, одышка, сердцебиение, понижение работоспособности) у человека появляются при продолжительном вдыхании воздуха, содержащего 1,0-1,5% углекислого газа, выраженные функциональные изменения отмечаются при концентрации 2,0-2,5% и резко выраженные симптомы – при 3-4%. Концентрация CO₂ порядка 10% считается опасной для жизни, при концентрации 20% происходит паралич дыхательного центра в течение нескольких секунд. Гигиенической нормой содержания углекислого газа

в воздухе жилых и служебных помещений, спортивных залов считается концентрация 0,1%.

Содержание азота, в целом, является индифферентным для человека. Вместе с тем, следует помнить, что нейтральность человеческого организма к азоту наблюдается только в условиях нормального давления. При вдыхании воздуха, насыщенного азотом под повышенным давлением, отмечаются признаки наркотического опьянения.

3. Физико-гигиеническая характеристика воздуха. Более существенное гигиеническое значение имеют физические свойства воздуха: температура, влажность, скорость движения воздуха, атмосферное давление, уровень солнечной радиации, электрическое состояние, уровень ионизирующей радиации.

Температурный режим воздуха – постоянно действующий на человека физический фактор окружающей среды. Основное гигиеническое значение температуры воздуха заключается в ее влиянии на тепловой обмен организма с окружающей средой. Человек может приспособиться к условиям внешней среды, перенося даже значительные колебания температуры воздуха, что обеспечивается сложными терморегуляторными механизмами. В их основе лежит сложная система физиологических сдвигов, способствующих изменению объема тепла организма и интенсивности его выработки и теплоотдаче во внешнюю среду. Нормальная жизнедеятельность человека и его работоспособность возможны лишь в случае отсутствия напряжения в процессах терморегуляции, т.е. в условиях теплового равновесия между процессами продукции тепла и его отдачей в окружающую среду. Ухудшение процессов теплоотдачи приводит к накоплению тепла в организме, его перегреву либо к тепловому удару. Избыточная потеря тепла вызывает охлаждение, простудные заболевания, а иногда и обморожения.

В основе теплового баланса организма лежат различные механизмы теплоотдачи:

- лучеиспускание – излучение тепла с поверхности тела, имеющего более высокую температуру, в окружающую среду или предметам, имеющим более низкую температуру;
- кондукция и конвекция – нагревание воздуха, прилегающего к поверхности тела человека или менее теплых предметов;
- испарение влаги с кожи и слизистых оболочек дыхательных путей;
- теплоотдача с выдыхаемым воздухом и физиологическими отправлениями.

В состоянии покоя и теплового комфорта тепловые потери конвекцией составляют в среднем 15-30%, излучением – 45-55%, испарением – 25-29%. В условиях высоких или низких температур воздуха

или во время интенсивной физической активности эти величины значительно изменяются. С повышением температуры окружающей среды потеря тепла излучением и конвекцией резко снижается и резко возрастает потеря тепла испарением. Если температура воздуха выше температуры тела, то единственным способом потери тепла выступает испарение.

При длительном пребывании человека и выполнении физических упражнений в условиях высокой температуры: повышается частота сердечных сокращений, нарушаются обменные процессы, функциональное состояние органов желудочно-кишечного тракта, функциональное состояние центральной нервной системы, зрительно-моторная координация, ухудшается концентрация и устойчивость внимания, снижаются умственная и физическая работоспособность, скорость простой и дифференцированной зрительно-моторной реакции, двигательных реакций, подвижность основных нервных процессов в коре головного мозга, повышается температура тела, изменяется тепловой баланс. В состоянии покоя тепловое равновесие при нормальной влажности воздуха сохраняется при температуре воздуха $+20...+25^{\circ}\text{C}$, во время физической работы легкой или средней тяжести для обеспечения оптимального теплового баланса необходима температура воздуха $+10...+15^{\circ}\text{C}$, а при тяжелой физической работе $+5...+10^{\circ}\text{C}$. Работоспособность человека при температуре воздуха $+24^{\circ}\text{C}$ снижается на 15% по сравнению с ее уровнем в комфортных условиях, а при температуре $+28^{\circ}\text{C}$ - уже на 30%. Эти изменения способствуют повышению уровня спортивного травматизма.

При длительном пребывании человека и выполнении физических упражнений в условиях низкой температуры: снижается уровень неспецифической иммунобиологической реактивности организма, повышается частота возникновения простудных и инфекционных заболеваний, обостряются хронические заболевания мышц и связочно-суставного аппарата, ухудшается эластичность и сократительная способность мышц и связок, что является одной из причин травматических повреждений опорно-двигательного аппарата, уменьшается тактильная болевая чувствительность, отдельные участки кожи могут приобретать болезненную чувствительность, повышается сонливость и снижается работоспособность.

Функциональная значимость действия температуры на организм определяется не только его абсолютной величиной, но и амплитудой колебаний. Организм труднее приспосабливается к частым и резким колебаниям температуры, многое определяется с какой влажностью и скоростью движения воздуха сочетается данный фактор.

Для жилых помещений при нормальной влажности воздуха гигиенически оптимальной выступает температура $+18^{\circ}\text{C}$. Для спортивных залов гигиеническая норма температурного режима в среднем $+15^{\circ}\text{C}$.

Далее она дифференцируется в зависимости от вида спортивной деятельности, «моторной» плотности уроков физической культуры, интенсивности их проведения и степени тренированности занимающихся: для гимнастов-новичков оптимальны $+17^{\circ}\text{C}$, для хорошо тренированных спортсменов – $+14...+15^{\circ}\text{C}$, в залах для спортивных игр – $+14...+16^{\circ}\text{C}$, для борьбы – $+16...+18^{\circ}\text{C}$, в закрытых легкоатлетических манежах – $+15...+17^{\circ}\text{C}$.

Среди *показателей влажности воздуха* наибольшее гигиеническое значение имеет относительная влажность воздуха: чем она ниже, тем меньше воздух насыщен водяными парами и тем интенсивнее испаряется пот с поверхности тела, что усиливает теплоотдачу. Показатели влажностной насыщенности воздуха свидетельствуют о состоянии терморегуляторных процессов, вернее о возможности отдачи тепла путем испарения. Высокая температура воздуха в сочетании с низкой влажностью переносится человеком значительно легче, чем при повышенной влажности. При высокой температуре воздуха ($+30...+35^{\circ}\text{C}$) и влажности резко снижается отдача тепла с поверхности тела путем испарения. Из-за этого ухудшается общее самочувствие, снижается работоспособность, особенно во время занятий физическими упражнениями, усиливающими теплообразование. При низкой температуре и высокой влажности воздуха теплоотдача во внешнюю среду усиливается благодаря большей теплопроводности влажного воздуха по сравнению с сухим. Одновременно возрастает теплопроводность одежды из-за повышенной влажности воздуха в поддежном пространстве.

Оптимальной величиной относительной влажности воздуха считается 40-60%, допустимой – 30-70%. При физической работе эта величина не должна превышать 30-40%, а при более высокой температуре ($+25^{\circ}\text{C}$) – 20-25%.

Движение воздуха способствует сохранению постоянства и относительной равномерности воздушной среды: уравнивание температур, перемешивание газов, разбавление загрязнений. Гигиеническое значение движения воздуха заключается в его влиянии на вентилируемость помещений, удаление и самоочищение воздушных потоков от загрязнителей, а также в его влиянии на тепловой баланс организма. Движение воздуха определяет уровень теплоотдачи путем конвекции (более холодные массы воздуха удаляют с поверхности тела нагретые его слои) и испарения.

В жилых и общественных помещениях скорость движения воздуха нормируется в пределах 0,2-0,4 м/с. Слишком низкая скорость движения воздуха свидетельствует о плохой вентилируемости помещения, большая (более 0,5 м/с) – создает неприятное ощущение сквозняка. Высокая скорость движения воздушных масс увеличивает теплоотдачу путем конвекции и испарения. Наибольший охлаждающий эффект

возникает при высокой относительной влажности и низкой температуре воздуха. Если же относительная влажность воздуха высока и его температура превышает температуру тела, появляется нагревающий эффект. При небольшой относительной влажности движущийся воздух охлаждающе действует на организм за счет усиления испарения. Сильный ветер, оказывая определенное давление на поверхность тела, затрудняет передвижение человека, что приводит к дополнительному расходу энергии и снижению продуктивности физической работы. Например, сильный встречный ветер замедляет скорость движения на марше на 20-25%. Кроме того, сильный ветер затрудняет дыхание, нарушая его ритм и увеличивая нагрузку на дыхательные мышцы, для преодоления сопротивления давления встречного ветра при выдохе. При сильном ветре, направленном в спину, несколько затрудняется вдох вследствие разрежения воздуха. В процессе тренировочно-соревновательной деятельности все это может привести к снижению спортивных результатов.

Наиболее благоприятной скоростью движения воздуха в летнее время считается 1-4 м/с, а при занятиях спортом в жаркие дни – 2-3 м/с. В спортивных залах допустима скорость движения воздуха до 0,5 м/с, в залах для борьбы и настольного тенниса она не должна превышать 0,25 м/с, в крытых бассейнах – 0,2 м/с. В душевых, раздевалках и массажных помещениях – не более 0,15 м/с.

Атмосферное (барометрическое) давление на поверхности земного шара непостоянно и неравномерно. Диапазон колебаний атмосферного давления в среднем составляет 200-300 Па или 20-30 мм рт.ст. Подобные колебания атмосферного давления, как правило, не оказывают заметного влияния на здоровье людей, но в сочетании с другими метеорологическими факторами могут существенно изменять функциональное состояние организма и его самочувствие.

С увеличением высоты атмосферное давление постепенно падает, одновременно снижается парциальное давление кислорода, что обуславливает симптомокомплекс горной болезни. Более значительное и резкое падение барометрического давления может вызвать явление декомпрессии. Последнее возникает в результате расширения газов, обычно растворенных при нормальном барометрическом давлении, из крови, тканевых жидкостей и естественных полостей организма, что сопровождается костными, суставными и мышечными болями. Наиболее грозным осложнением декомпрессии является воздушная эмболия, а при снижении давления до 47 мм рт. ст. и ниже (на высоте 19 км) происходит закипание жидкости в организме, что выражается в возникновении подкожной эмфиземы.

Для адаптации к условиям пониженного атмосферного давления организму необходима акклиматизация. В процессе такой адаптации в организме формируется комплекс компенсаторно-приспособительных ре-

акций. Основное средство профилактики горной болезни – предварительная тренировка в горных условиях или в барокамере, дополнительное увеличение поступления в организм витаминов (С, группы В, РР, фолиевой кислоты).

Переход к повышенному давлению здоровые люди переносят довольно безболезненно, лишь иногда отмечаются кратковременные неприятные ощущения: чувство сдавления, боль в ушах, затруднение выдоха, увеличение частоты сердечных сокращений. Значительно серьезнее обстоит дело при переходе из области с повышенным давлением в область нормального барометрического давления. При этом азот, растворившийся в крови и тканевых жидкостях организма, стремится выделиться во внешнюю атмосферу. Если декомпрессия происходит медленно, то азот постепенно диффундирует через легкие и десатурация происходит нормально. В случае же ускоренной декомпрессии азот не успевает диффундировать через легочные альвеолы и выделяется в тканевых жидкостях и в крови в газообразном виде. При этом возникают кровотечения и болезненные явления.

Ионизация воздуха (или атмосферное электричество) характеризует электрическое состояние или напряжение атмосферного воздуха. Последнее возникает в результате ионизационных процессов – распада газовых молекул и атомов на отдельные ионы (легкие – отрицательно заряженные; n^- ; тяжелые – положительно заряженные аэроионы; n^+) под влиянием различных ионизаторов. Количество ионов в воздухе непостоянно, т.к. одновременно с ионообразованием происходит обратный процесс – потеря ионов вследствие воссоединения положительных и отрицательных ионов, адсорбции ионов на различных поверхностях (дыхательные пути, поверхность тела, одежда и др.) и оседания на различных частичках, взвешенных в воздухе (пыль, дым, туманы и т.п.).

Степень и характер ионизации воздуха служат гигиеническим критерием качества воздушной среды. Непосредственно у земной поверхности концентрация легких аэроионов выше, чем тяжелых. Вместе с тем существует ряд факторов, изменяющих данное соотношение. В загрязненном воздухе легких ионов значительно меньше, чем в чистом, а тяжелых – больше. От характера ионизации воздуха зависят многие физиологические функции организма. Умеренно повышенные концентрации легких отрицательных аэроионов (3000-5000 в 1 см³ воздуха) оказывают благоприятное тонизирующее влияние на самочувствие и состояние здоровья человека: активизируют обменные процессы и деятельность парасимпатических отделов нервной системы. Под влиянием курса отрицательных аэроионов улучшается сон, аппетит, оптимизируется витаминный и минеральный обмен, повышается устойчивость организма к холоду, а также физическая работоспособность. При значительном пре-

обладании тяжелых положительных аэроионов возникает головная боль, ухудшается самочувствие, повышается артериальное давление.

Геомагнитное поле Земли является одним из компонентов среды обитания человека. Режим устойчивых колебаний является привычным для биосистем и изоляция от них может иметь негативные последствия для организма. Дефицит геомагнитных полей равно как и их переизбыток влечет за собой нарушения со стороны центральной нервной системы: дисбаланс основных нервных процессов в виде преобладания торможения, ухудшения координации движения, снижения уровня внимания, уменьшения скорости двигательной реакции на световые и звуковые раздражители. Могут наблюдаться нарушения со стороны сердечно-сосудистой, иммунной и эндокринной систем. Геомагнитные возмущения могут оказывать десинхронизирующее влияние на биологические ритмы.

4. Методология комплексного влияния метеофакторов на организм. Гигиеническое значения микроклимата. В процессе жизнедеятельности и трудовой активности человеческий организм подвергается влиянию не обособленных отдельных факторов окружающей среды, а их комплексному воздействию. В зависимости от их взаимоотношения, сочетания и величины воздействия отмечаются как благоприятные, так и отрицательные эффекты. Знание закономерностей комплексного воздействия на организм метеофакторов позволяет определить параметры таких влияний и оптимизировать физическую активность.

Территории земного шара отличаются большим разнообразием комплексного воздействия метеофакторов. Являясь важнейшим компонентом окружающей среды, климат оказывает многогранное влияние на человеческий организм. Акклиматизация организма человека достигается путем выработки динамического стереотипа, соответствующего изменившимся климатическим условиям. При акклиматизации к низким температурам наблюдается повышение обмена веществ, увеличение теплопродукции, объема циркулирующей крови, снижение в крови витаминов С, В₁, нарушение синтеза витамина Д. Адаптация к жаркому климату обычно происходит сложнее, чем к холодному. При этом отмечаются урежение частоты пульса, снижение артериального давления, уменьшение частоты дыхания, увеличение потовыделения, снижение температуры тела и основного обмена.

При акклиматизации организм проходит три фазы: начальная, при которой происходят физиологические приспособительные реакции; фаза перестройки динамического стереотипа, которая может развиваться благоприятно или неблагоприятно, и фаза устойчивой адаптации.

Исходным в обосновании и проведении профилактических гигиенических мероприятий по предотвращению побочных эффектов метеотропных реакций является медицинская оценка погоды. Существует несколько видов классификации типов погоды, по их биологической

значимости. Наиболее простой является классификация по Г.П. Федорову, основанная на клинической оценке. Согласно ей различают три типа погоды: оптимальная, раздражающая и острая.

Важное значение для оптимальной работоспособности человеческого организма приобретает гигиеническое состояние микроклимата.

Микроклимат – комплекс физических свойств воздуха, оказывающих влияние на теплообмен человека с окружающей средой, на его тепловое состояние в ограниченном пространстве (в отдельных помещениях) и определяющих его самочувствие, работоспособность и здоровье.

Гигиеническими показателями микроклимата служат: температура воздуха; влажность воздуха; скорость движения воздуха и тепловое излучение окружающих предметов и людей.

Низкая температура в сочетании с низкой относительной влажностью и малой скоростью движения воздуха переносится человеком довольно хорошо. Однако низкая температура в сочетании с высокой влажностью и высокой скоростью движения воздуха создают условия для переохлаждения организма. В силу большой теплопроводности воды (в 28 раз больше воздуха) и большой ее теплоемкости в условиях сырого воздуха резко повышается отдача тепла способом теплопроводения.

В целом, высокая влажность воздуха играет отрицательную роль в вопросах терморегуляции как при высоких, так и при низких температурах, а увеличение скорости движения воздуха, как правило, способствует усилению теплоотдачи. Исключения составляют случаи, когда температура воздуха выше температуры тела, а относительная влажность достигает 100 %. В этом случае повышение скорости движения воздуха не приводит к увеличению теплоотдачи ни способом испарения, ни способом проведения. Данные комплексные условия являются наиболее экстремальными, если не сказать летальными для организма. При сухом воздухе высокая температура переносится значительно легче, потому что при этом значительная часть тепла отдается способом испарения.

При нормировании микроклимата устанавливаются оптимальные величины его параметров и допустимые границы их колебаний. Сами гигиенические параметры микроклимата в помещениях нормируются в зависимости от климата для холодного и теплого периодов года и энерготрат организма. Расчетные нормы температуры в помещениях дифференцируются в зависимости от их функционального назначения. Наиболее благоприятным микроклиматом в учебных помещениях, классах, аудиториях, кабинетах считается температура $+18^{\circ}\text{C}$, в спортивных залах - $+15-17^{\circ}\text{C}$ при относительной влажности в пределах 40-60% и скорости движения воздуха 0,1-0,2 м/с. При этом для обеспечения теплового комфорта температура воздуха должна быть в помещениях относительно равномерной. Изменение температуры по горизонтали от

наружной до внутренней стен не должна превышать 2°C, а по вертикали – 2,5°C на каждый метр высоты. Колебание температуры в помещении в течение суток не должно превышать 3°C.

Для интегральной гигиенической оценки микроклимата используется индекс тепловой нагрузки среды (ТНС-индекс), характеризующий сочетанное действие на организм человека температуры, влажности, скорости движения воздуха и теплового излучения.

5. Гигиенические критерии загрязнения атмосферного воздуха.

Проблема загрязнения атмосферного воздуха приобрела свою актуальность еще в середине XX в. и остается таковой в настоящее время. В составе воздушной среды постоянно обнаруживаются разнообразные химические загрязнители: твердые взвешенные частицы (пылевые аэрозоли), жидкие (кислотные осадки) и газообразные (пары).

Основными искусственными источниками загрязнения атмосферного воздуха выступают: энергетически-отопительные предприятия, автомобильный транспорт, предприятия черной и цветной металлургии, горнодобывающие предприятия, предприятия химической, фармакологической, нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности. Природными источниками загрязнения атмосферного воздуха выступают: почвенная пыль, космическая и радиоактивная пыль.

Запыленность воздуха механическими примесями оказывает вредное действие на организм, проявляющееся, прежде всего, в механическом раздражении слизистых оболочек верхних дыхательных путей и глаз. Систематическое вдыхание запыленного воздуха вызывает заболевания органов дыхания. Степень дисперсности пылевых частиц имеет существенное гигиеническое значение с точки зрения их проникновения в дыхательные пути. Электростатическая зарядность пыли дополнительно усиливает ее способность проникать в легкие и задерживаться в них. По мере увеличения частоты и глубины дыхания, например, при физической работе, в легкие попадает больше пыли. Пыль, содержащая свинец, мышьяк, хром и другие ядовитые вещества, вызывает типичные явления химического отравления. Оседая на поверхности кожи и раздражая ее, пыль вызывает кожные заболевания, а также затрудняет потоотделение и испарение вследствие закупорки выводных протоков потовых желез. Косвенное влияние пыли на здоровье заключается в том, что в запыленном атмосферном воздухе значительно уменьшаются интенсивность солнечной радиации и ионизация воздуха.

Для профилактики неблагоприятного воздействия пыли на организм человека жилые и общественные здания следует располагать по отношению к загрязнителям воздушной среды с наветренной стороны, а между ними устраивать санитарно-защитные зоны. Для борьбы с запыленностью

в жилых, общественных зданиях, спортивных залах следует проводить систематическую влажную уборку. Проветривание помещений во время уборки нецелесообразно, т.к. токи воздуха могут привести к значительному рассеиванию пыли; проветривать помещения нужно после их уборки. Необходимо принимать меры против занесения пыли с улицы в помещение с обувью и верхней одеждой. Поэтому в спортивных залах необходимо всегда быть в специальной одежде и обуви.

В жилых помещениях при недостаточной вентиляции и избыточном скоплении людей на фоне повышенной запыленности резко возрастает бактериальная загрязненность воздуха. Количество микробов в воздухе различных помещений является одним из критериев оценки гигиенического состояния микроклимата. Наибольшую эпидемиологическую опасность представляют болезнетворные бактерии и вирусы. Пылевые частицы с осевшими на них микробами могут держаться в воздухе от нескольких минут до 2-4 ч. Существует известная взаимосвязь: чем больше пыли в воздухе помещений, тем обильнее в нем содержание микрофлоры. Поэтому устранение пыли в жилищах и спортивных сооружениях – эффективное средство борьбы с бактериальным загрязнением воздуха.

Антропогенное загрязнение окружающей среды через атмосферный воздух оказывает на организм человека отрицательное воздействие и вызывают спектр патологических сдвигов:

- снижение неспецифической резистентности организма;
- подострые и хронические состояния, проявляющиеся сугубо неспецифическими общеклиническими проявлениями;
- бессимптомные формы, проявляющиеся изменениями конечных показателей развития физических, адаптационных и интеллектуальных возможностей организма;
- бессимптомные формы с длительным латентным периодом.

Объем вредных веществ, поступающих в атмосферный воздух, неодинаков в разных районах и зависит от вида и интенсивности антропогенной деятельности, а также принимаемых санитарно-гигиенических мер. Объем атмосферных загрязнений изменяется в течение суток: концентрация их ночью ниже, чем утром, в 5-10 раз. Максимальная концентрация оксида углерода, диоксида углерода и других наиболее распространенных в воздушной среде населенных мест ингредиентов наблюдается днем. Большое значение в формировании загрязнения воздушного бассейна имеет направление ветра. При относительно равномерном размещении промышленных объектов на территории населенного пункта зона повышенного содержания ингредиентов смещается в подветренную сторону. Строительство промышленных объектов даже за чертой города по отно-

шению к жилым кварталам без учета розы ветров может привести к тому, что выбросы будут переноситься в сторону города.

Атмосферные примеси, поступающие от различных антропогенных источников, и продукты их трансформации могут распространяться на значительные расстояния: локальный перенос (до 10 км), мезомасштабный перенос (до 100 км) и дальний перенос (более 100 км). Для предупреждения дальнего переноса атмосферных примесей в ноябре 1979 г. на совещании в рамках Европейской экономической комиссии (ЕЭК) по охране окружающей среды в Женеве 34 страны подписали *Конвенцию о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния*. Конвенция является международным документом, направленным на решение проблемы загрязнения воздушного бассейна. Основными направлениями деятельности ЕЭК являются:

- 1) проведение наблюдений и оценка распространения атмосферных загрязнений на большие расстояния в Европе;
- 2) изучение влияния основных атмосферных загрязнений на здоровье человека;
- 3) внедрение новейших технологий, методов пыле- и газоочистки;
- 4) анализ затрат в области борьбы с выбросами вредных веществ в атмосферный воздух;
- 5) содействие обмену информацией.

В целом, атмосферные загрязнения способствуют и инициируют экономический ущерб, изменение микроклимата населенных мест, ухудшение санитарно-гигиенического состояния населения, развитие санитарно-эпидемического неблагополучия и ухудшение здоровья населения.

Законом Республики Беларусь от 15 апреля 1997 г. №29-3 «Об охране атмосферного воздуха» устанавливаются правовые и организационные основы норм хозяйственной и иной деятельности в области использования и охраны атмосферного воздуха.

Гигиенические нормативы (ПДК; максимально разовые и среднесуточные) законодательно утверждаются и определяются согласно законам «Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест», «Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий». Важнейшими системообразующими проблемами гигиены окружающей среды в настоящее время остаются совершенствование методических подходов в определении количественной оценки влияний загрязнения среды. Гигиеническая оценка химического загрязнения воздушной среды может быть дана по результатам анализа приземного слоя атмосферного воздуха в жилой зоне, а в отдельных случаях

может быть получена расчетным путем на основе данных инвентаризации выбросов промышленных предприятий по формуле :

$$K_{\text{атм.}} = \sum (C_1/\text{ПДК}_1 + C_2/\text{ПДК}_2 + C_n/\text{ПДК}_n) \cdot t \leq 1$$

где C_{12n} – фактические концентрации загрязнителей в атмосферном воздухе (среднесуточные или максимально разовые); ПДК_{12n} – ПДК загрязнителей в атмосферном воздухе, t – экспозиция воздействия суммы загрязнений по повторяемости ветра за год.

При этом t рассчитывается по формуле: $t = P/P_0$

где P – среднегодовая повторяемость направления ветра по румбу в процентах (%), P_0 – постоянная величина равная 12,5%.

В условиях одинаковой степени превышения уровня ПДК с учетом того, что степень выраженности биологических эффектов при воздействии веществ разных классов опасности различна, используют коэффициенты кратности превышения ПДК веществ: 1,7; 1,3; 1,0; 0,9 соответственно для веществ 1, 2, 3, 4-го классов опасности. Расчет комплексного показателя загрязнения атмосферы вычисляется в этом случае по формуле:

$$K_{\text{атм.}} = \sum (C_1/\text{ПДК}_1) \cdot 1,7 + \sum (C_2/\text{ПДК}_2) \cdot 1,3 + \sum (C_3/\text{ПДК}_3) \cdot 1,0 + \sum (C_4/\text{ПДК}_4) \cdot 0,9$$

Система охраны атмосферного воздуха включает в себя такие группы мероприятий, как технологические, санитарно-технические, планировочные, административные. Эффективность мероприятий по охране атмосферного воздуха от загрязнений довольно велика. Основная проблема заключается в том, что осуществление этих мероприятий требует значительных капиталовложений. Система контроля и наблюдения за атмосферным воздухом осуществляется в Республике Беларусь Белгидрометом на основании требований «Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных мест» и «Руководство по контролю загрязнения атмосферы». Органом исполнительной власти в области охраны атмосферного воздуха является Республиканская служба в сфере экологии и природопользования, которая производит учет объектов, оказывающих вредное влияние на атмосферный воздух, организует и проводит государственную экологическую экспертизу проектов промышленных объектов при наличии санитарно-эпидемиологического заключения по проекту. Обеспечение санитарно-эпидемиологического надзора за охраной атмосферного воздуха населенных мест является основной задачей Госсанэпиднадзора, входящего в систему Республиканской службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.

Литература:

1. Большаков, А.М. Общая гигиена / А.М. Большаков, И.М. Новикова. – М.: Медицина, 2002. – С. 26–53.
2. Гончарук, Е.И. Коммунальная гигиена: учебн. для студ. высш. мед. учеб. заведений / Е.И. Гончарук. – Киев: Здоровье, 2006. – С. 447–470, 494–506.
3. Пивоваров, Ю.П. Гигиена и экология человека: курс лекций. / Ю.П. Пивоваров. – М.: ВУНМЦ МЗ РФ, 1999. – С. 16–44.
4. Трушкина, Л.Ю. Гигиена и экология человека: учеб. пособие / Л.Ю. Трушкина, А.Г. Трушкин, Л.М. Демьянова. – Ростов н/Д: Феникс, 2003. – С. 87–107.

ЛЕКЦИЯ 10

ГИГИЕНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ

Загрязнение окружающей среды, и в особенности воздуха, выбросами промышленных предприятий, автомобильного транспорта вызывает в последние годы все большее беспокойство во многих странах.

Значительная часть этих выбросов, соединяясь в атмосфере с водяными парами, выпадает затем на землю в виде так называемых кислотных дождей.

Под атмосферными загрязнениями мы условно понимаем те примеси к атмосферному воздуху, которые образуются не в результате стихийных процессов природы, а в результате деятельности человека.

Атмосферные загрязнения разделяются на 2 группы:

- 1) земные;
- 2) внеземные.

Однако искусственные загрязнения антропогенного происхождения в настоящее время приобрели приоритетный характер. Они делятся на радиоактивные и нерадиоактивные.

Нерадиоактивные, или прочие, загрязнения – тема сегодняшней лекции. Они представляют в настоящее время экологическую проблему. Выхлопные газы автотранспорта, составляющие около половины атмосферных загрязнений антропогенного происхождения, продуктов износа механических частей, покрышек и дорожного покрытия.

В состав выхлопных газов, помимо азота, кислорода, углекислого газа и воды, входят окись углерода, углеводороды, окислы азота и серы, а также твердые частицы. Состав отработанных газов зависит от рода применяемого топлива, присадок и масел, режимов работы двигателя, его технического состояния, условий движения автомобиля и др. Токсич-

ность отработанных газов карбюраторных двигателей обуславливается главным образом содержанием окиси углерода и окислов азота, а дизельных двигателей – окислами азота и сажей.

Годовой выхлоп одного автомобиля – это в среднем 800 кг окиси углерода, 40 кг окислов азота и более 200 кг различных углеводородов. В этом наборе окись углерода наиболее коварна. Легковой автомобиль с двигателем 50 л. с. выбрасывает в атмосферу 60 л оксида углерода в минуту.

Токсичность оксида углерода обусловлена высоким сродством с гемоглобином, в 300 раз большим, чем с кислородом. В нормальных условиях в крови человека находится в среднем 0,5 % карбоксигемоглобина. Содержание карбоксигемоглобина более 2 % считается вредным для здоровья человека.

Существуют хроническое и острое отравление оксидом углерода. Острое отравление часто отмечается в гаражах автолюбителей. Действие оксида углерода усиливается в присутствии углеводородов в выхлопных газах, которые также являются канцерогенами (циклические углеводороды, 3,4 – бензпирен), алифатические углеводороды обладают раздражающим слизистые действием (слезоточивый смог). Содержание углеводородов на перекрестках у светофоров в 3 раза больше, чем в середине квартала.

В условиях высокого давления и температуры (что имеет место в двигателях внутреннего сгорания) образуются окислы азота (NO)_n. Они являются метгемо-глобинообразователями и обладают раздражающим действием. Под воздействием УФ-излучения (NO)_n подвергаются фотохимическим превращениям.

Окислы азота и озон – окислители, вступая в реакции с органическими веществами атмосферы, образуют фотооксиданты – ПАН (пероксиацилнитраты) – белый смог. Смог появляется в солнечные дни, после полудня, при большом скоплении автомобилей, когда концентрация ПАН достигает 0,21 мг/л. ПАН обладают метгемоглобинообразующей активностью.

Основными симптомами хронического отравления свинцом являются свинцовая кайма на деснах (его соединение с уксусной кислотой), свинцовый цвет кожи (золотисто-серая окраска), базофильная зернистость эритроцитов, гематопорфирин в моче, повышенное выведение свинца с мочой, изменения со стороны центральной нервной системы и желудочно-кишечного тракта (свинцовый колит).

Второе место по объему выбросов в атмосферу занимают промышленные предприятия. Среди них наибольшую значимость имеют предприятия черной и цветной металлургии, тепловые электростанции, предприятия нефтехимии, сжигание отходов – полимеров. В течение нескольких столетий увеличивались проблемы, связанные с загрязнением

атмосферного воздуха продуктами сжигания топлива, наибольшим проявлением которых стали густые желтые туманы, присущие пейзажам Лондона и других больших городских агломераций. Событием, которое привлекло к себе мировое внимание, явился печально известный лондонский туман в декабре 1952 г., который продолжался несколько дней и унес 4000 жизней, так как имел чрезвычайно высокую концентрацию дыма, двуокиси серы и других загрязнений.

Черная металлургия. Выброс пыли в расчете на 1 т передельного чугуна составляет 4,5 кг, сернистого газа – 2,7 кг и марганца 0,1–0,6 кг. Вместе с доменным газом в атмосферу выбрасываются в небольших количествах также соединения мышьяка, фосфора, сурьмы, свинца, пары ртути и редких металлов, цианистый водород и смолистые вещества.

Выбросы цветной металлургии содержат в себе токсические пылевидные вещества, мышьяк, свинец. При получении металлического алюминия путем электролиза в атмосферный воздух выделяется значительное количество газообразных и пылевидных фтористых соединений. При получении 1 т алюминия в зависимости от типа и мощности электролиза расходуется 38–47 кг фтора, при этом около 65 % его попадает в атмосферный воздух.

Установлен патогенетический аспект влияния загрязнения атмосферного воздуха – системный мембраноповреждающий эффект основных клеточных структур. Понимание этого процесса позволяет определить систему профилактических мероприятий.

Химическое загрязнение атмосферного воздуха повышает чувствительность организма к воздействию неблагоприятных факторов, в том числе инфекции, особенно у детей при нерациональном питании.

В настоящее время существует два подхода в методике санитарной охраны атмосферного воздуха.

1. Совершенная технология производства. Это наиболее эффективный, но в то же время дорогостоящий подход.

2. Управление качеством воздушной среды. Сущность его состоит в гигиеническом нормировании, что и является в настоящее время основой охраны атмосферного воздуха.

Этот подход имеет несколько концепций. Одна концепция заключается в нормировании вредных компонентов в сырье и является неудачной, так как не обеспечивает уровня безопасных концентраций в атмосферном воздухе. Другая – установление предельно допустимого выброса (ПДВ) для каждого предприятия и на основе ПДВ – стабилизация.

ПДК – это концентрации, которые не оказывают на человека ни прямого, ни косвенного вредного и неприятного действия, не снижают его трудоспособности, не влияют отрицательно на его самочувствие и настроение.

По В. А. Рязанову:

1) ниже порога острого и хронического воздействия на человека, животных и растительность;

2) ниже порога запаха и раздражающего действия на слизистые оболочки глаз и дыхательных путей;

3) значительно ниже ПДК, принятых для воздуха производственных помещений.

Необходимо учитывать сведения о заболеваемости и жалобы населения в зоне влияния выбросов, которые не должны оказывать влияния на бытовые и санитарные условия жизни, а также не вызывать привыкания организма.

ПДК загрязнений в атмосферном воздухе устанавливаются по двум показателям – максимальным разовым (ПДК м. р.) и среднесуточным – ПДК с. с. (24 ч).

В таблице приведены сведения о ПДК, средних и максимальных из разовых концентраций приоритетных загрязняющих веществ.

Таблица

Предельно допустимые концентрации
и средние концентрации загрязняющих веществ

Загрязняющие вещества	ПДК с.с.	ПДК м.р.	Концентрация, мкг/м ³	
			средняя по республике	максимальная из разовых
Пыль (взв. в-ва)	150	500	40	1254
Диоксид серы	200	500	0,6	801,0
Оксид углерода	3 000	5000	875	19400
Диоксид азота	100	250	31	1115
Сероводород	-	8	0,6	18,0
Фенол	3	10	1,4	50,0
Аммиак	40	200	28	874
Формальдегид	3	35	8,3	361,0

В то время как в большинстве зарубежных стран для установления стандарта учитываются главным образом эпидемиологические данные о влиянии загрязнений атмосферного воздуха на здоровье населения, в нашей стране доминирует экспериментальный подход.

На первом этапе эксперимента изучаются пороговые концентрации рефлекторного действия – порог запаха и в некоторых случаях порог раздражающего действия. Эти исследования проводятся с волонтерами на специальных установках, обеспечивающих подачу в зону дыхания строго дозируемых концентраций химических соединений. В результате статистической обработки полученных результатов устанавливается пороговая

величина. Эти материалы затем используются для обоснования максимальной разовой ПДК.

На втором этапе исследований изучается резорб-ционный эффект соединений в условиях длительных экспозиций на подопытных животных (обычно беспородных белых крысах) с целью установления среднесуточной ПДК. Хронический эксперимент в специальных затравочных камерах длится не менее 4 месяцев. Животные должны находиться в камерах круглосуточно.

Важным моментом является выбор исследуемых концентраций. Обычно выбирают три концентрации: первая – на уровне порога запаха, вторая – в 3–5 раз выше и третья – в 3–5 раз ниже. Если исследуемое вещество не обладает запахом, то концентрации для токсикологического эксперимента рассчитывают по формулам.

Литература:

1. Большаков, А.М. Общая гигиена / А.М. Большаков, И.М. Новикова. – М.: Медицина, 2002. – С. 26–53.

2. Гончарук, Е.И. Коммунальная гигиена: учебн. для студ. высш. мед. учеб. заведений / Е.И. Гончарук. – Киев: Здоровье, 2006. – С. 447–470, 494–506.

3. Пивоваров, Ю.П. Гигиена и экология человека: курс лекций. / Ю.П. Пивоваров. – М.: ВУНМЦ МЗ РФ, 1999. – С. 16–44.

4. Трушкина, Л.Ю. Гигиена и экология человека: учеб. пособие / Л.Ю. Трушкина, А.Г. Трушкин, Л.М. Демьянова. – Ростов н/Д: Феникс, 2003. – С. 87–107.

ЛЕКЦИЯ 11

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЙ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

Состояние здоровья населения является одним из главных критериев качества окружающей среды. В структуре общей заболеваемости населения все больший удельный вес занимают болезни, являющиеся следствием техногенного загрязнения окружающей среды, в частности атмосферного воздуха. Такая тенденция в последнее время наблюдается не только в промышленных регионах, но и сельских районах. Атмосферные загрязнения могут оказывать острое и хроническое специфическое и неспецифическое действие на организм человека. На рубеже XX—XXI в. при существующем состоянии атмосферы изменилась заболеваемость по классам заболеваний и отдельным нозологическим формам.

Увеличилось количество больных с гипертонической болезнью, злокачественными новообразованиями, патологией органов дыхания.

Чаще стали регистрировать экссудативный диатез, аллергический дерматит, острые респираторные заболевания с астматическим компонентом, отек Квинке, бронхиальную астму. У детей, проживающих в промышленных районах с загрязненным атмосферным воздухом, индекс здоровья (число неболевших детей в пересчете на каждый год жизни на 100 обследованных) в 2—3 раза ниже, чем у детей контрольного района. У них изменен иммунный статус: снижены содержание иммуноглобулина А в слюне, активность лизоцима и титр гетерофильных антител, индекс бактерицидности сыворотки крови, титр гетерофильных антител. В мазках и отпечатках со слизистых оболочек воздухоносных путей ротовой полости выявлено высокое содержание полиморфноядерных лейкоцитов. В цитологических препаратах обнаружено повышенное содержание клеток с признаками деструкции, ослабление их тинкториальных свойств, снижение прочности межклеточных соединений. В буккальном эпителии определяется цитотоксический эффект. О дезорганизации белков соединительной ткани свидетельствует наличие в моче метаболитов коллагена. Кроме того, у детей содержание свинца в моче составляет 0,041—0,07 мг/кг, что превышает верхнюю границу нормы (0,022 мг/кг), в назальном секрете — 0,32—0,45 мг/л (в норме 0,20 мг/л). Частота поражения эндокринной системы составляет в среднем 23,2—25,7 случая на 100 обследованных. Патологию органов пищеварения, дискинезию желчевыводящих путей, вегетоневрозы, аллергические болезни и поражение системы кровообращения наблюдают в 1,2—1,3 раза, заболевания нервной системы и органов чувств — в 1,4—1,7, врожденные аномалии — в 1,5 раза чаще, чем у детей, проживающих в районах с чистым атмосферным воздухом. Загрязненный атмосферный воздух влияет также и на фетоплацентарную систему, которая особенно чувствительна к нарушениям гомеостаза. Установлено достоверное уменьшение массы плаценты, оболочек и пуповины. Деструктивно-дистрофические процессы проявляются увеличением количества бессосудистых, склерозированных, фибриноидных ворсин, появлением их незрелых форм. Уменьшаются объемные частицы хориального эпителия, сосудистого русла ворсин и межворсинчатого пространства, то есть структур, обеспечивающих обменные процессы в системе мать — плод. Изменение процессов метаболизма в околоплодных водах проявляется повышением содержания протеинов, креатинов и щелочной фосфатазы, что обуславливает увеличение проницаемости клеточных и субклеточных мембран плода и плаценты. Содержание РНК и ДНК в плаценте снижается на 24%.

Изменение фетоплацентарной системы на организменном, органном, клеточно-тканевом и субклеточном уровнях вследствие влияния атмосферных примесей является основанием для выявления групп риска детской патологии и проведения целенаправленных мероприятий по профилактике легочных заболеваний. Неблагоприятное влияние вредных

веществ на систему мать — плацента — плод в дальнейшем приводит к возникновению патологии органов дыхания у ребенка. Прослежена корреляция между загрязнением атмосферного воздуха и ростом заболеваний генетической природы. Ряд химических веществ вызывает мутагенное действие, которое проявляется в повышении частоты хромосомных аберраций в соматических и половых клетках и приводит к появлению новообразований, спонтанных аборт, перинатальной гибели плода, аномалий развития и к бесплодию. В районах с загрязненным атмосферным воздухом беременность и роды чаще протекают с осложнениями. Дети рождаются с низкой массой тела, а также с функциональными отклонениями со стороны сердечно-сосудистой и дыхательной систем. В странах с развитым здравоохранением в больницах общего профиля дети с наследственной патологией составляют 15—20%. Среди умерших в возрасте до 1 года 30% составляют пациенты с врожденными аномалиями. По генетическим причинам не вынашивается за год 25% беременностей, появляется на свет 250 тыс. детей с генетическими дефектами, в том числе 100 тыс. с тяжелой наследственной инвалидностью. В 80-е годы XX в. в Гамбурге были зарегистрированы случаи рождения детей от матерей, которые проживали вблизи фабрики концерна "Берингер", производившей диоксин, с врожденной патологией. Широкомасштабное производство и применение полихлорфенолов привело к массовому заболеванию хлоракне, которое получило широкое распространение в 40—50-х годах. Хлоракне является следствием производства во многих странах 2,4,5-трихлорфенола (ТХФ), 2,4,5-трихлорфеноксиуксусной кислоты (2,4,5-Т), антибактериального препарата гексахлорфена (ГХФ) и др. Причина заболевания была установлена в 1956—1957 гг. Р. Dugois и соавторами. Хлоракне вызывает 2,3,7,8-тетрахлордибензо-*h*-диоксин (2,3,7,8-ТХДД), который образуется в виде микропримеси в процессе промышленного получения 2,4,5-ТХФ. Поступая с последним в продукцию (гербициды, антибактериальные препараты и т. п.) и отходы, 2,3,7,8-ТХДД вызывал не только хлоракне, но и острое, под острое и хроническое отравление. Особенно опасными для человека являются тетра-, пента-, гекса-, гепта- и октазамещенные диоксины, которые содержат атомы галогенов в латеральных положениях 2,3,7,8. Так, в 1960—1969 гг. над некоторыми районами Вьетнама распыляли в качестве дефолианта смесь 2,4-дихлорфеноксиуксусной и 2,4,5-трихлорфеноксиуксусной кислот, загрязненных ТХДД (от 0,5 до 47 мг/кг смеси). Площадь распыления достигла 1,3 млн акров земли. В начале 70-х годов XX в. исследовали влияние этого гербицида на состояние здоровья населения и обнаружили увеличение количества случаев рождения детей с врожденными дефектами развития, спонтанных аборт, бесплодия, появления опухолей печени. При воздействии на

организм человека диоксинов развиваются различные симптомы. Среди кожных проявлений — хлоракне, являющееся маркером их действия. К системным эффектам относятся: фиброз печени, повышенное содержание трансаминазы в крови, гиперхлестеринемия, гипертриглицеридемия, расстройство пищеварения, мышечная боль, боль в суставах, слабость в нижних конечностях, опухание лимфатических узлов, поражение сердечно-сосудистой и дыхательной систем, мочевого-водяных путей и поджелудочной железы. Во второй половине 70-х годов опасность распространения диоксинов как суперэкоотоксикантов достигла общепланетарных масштабов. В 1977 г. диоксины были обнаружены в выбросах мусоросжигательных заводов (Нидерланды), в 1980 г. — в выхлопных газах автомобилей и почве (с периодом полураспада 10 лет), в 1984 г. — в грудном молоке, в 1985 г. — в выбросах целлюлозно-бумажной промышленности (Швеция, США). Попадая в организм человека с атмосферным воздухом, они кумулируются и продолжительное время находятся в жировой ткани (период полураспада составляет 5—7 лет), откуда медленно мигрируют в печень, кроветворные органы, вилочковую железу, нарушая их функцию. При накоплении диоксинов в атмосферном воздухе резко возрастает чувствительность организма человека к любому антропогенному действию факторов окружающей среды. Кроме того, полихлордифенилопарадиоксины и полихлордифенилофураны являются синергистами и активаторами значительного количества ксенобиотиков как природных, так и синтетических, в том числе и тяжелых металлов. В 1985 г. принята программа ВОЗ "Диоксин в грудном молоке женщин", которая направлена на предупреждение вредного воздействия этих веществ на репродуктивную функцию женщин. Другие персистентные галогенизированные соединения, в частности полихлорированные бифенилы (торговые названия в США — ароклары, пироклары, пиранолы, в Японии — канеклары, сантотермы, в Украине — соволы, совтолы, в Чехии — делоры, делораны), легко всасываются при ингаляционном поступлении в организм. Обладая выраженной липофильностью, они проявляют сродство с богатой липидами паренхимой печени, тканями головного мозга, почек, легких. Наличие высокого числа атомов хлора в бифенильном ядре ПХБ делает их молекулу труднодоступной для действия различных ферментных систем клеток. Во время прохождения через организм лишь небольшая часть ПХБ подлежит обменной трансформации. Очень важное значение имеют данные о выведении ПХБ из организма. Установлено, что ПХБ проникают через плаценту и выделяются с грудным молоком. Так, в грудном молоке женщин, которые живут на побережье бухты Гудзон в Северном и Южном Квебеке, содержание ПХБ находится в пределах 16—514 мкг/л. В плаценте рожениц, которые проживают в районах размещения предприятий, выбрасывающих ПХБ, их содержание со-

ставляет 0,01—0,025 мкг/г, а в крови жителей, никогда непосредственно не контактировавших с этими веществами достигает 145 мкг/л. Приведенные данные свидетельствуют о чрезвычайно опасном явлении — отравлении младенцев грудным молоком. Эксперты ВОЗ считают, что содержание ПХБ в материнском молоке во многих странах мира уже достигло опасных пределов. Описано массовое отравление ПХБ 800 женщин репродуктивного возраста на Тайване за период 1979—1986 гг. Они родили детей с трансплацентарным отравлением, которое проявилось фетальным синдромом, нарушением функции печени, расширением переднего родничка. Смертность среди этих детей достигла 20,5%. Такие последствия имели место и во время следующих беременностей. Интоксикация, вызванная ПХБ, получила название болезни "ю-ченг", а в Японии — "юшо". Основными клиническими симптомами отравления ПХБ являются коричневая пигментация ногтей, кожи, слизистых оболочек глаз, десен, губ; акне-морфная сыпь; гиперсекреция мейбомиевых желез; гиперкератоз; гиперплазия и дисплазия слизистой оболочки желудка; гипертрофия печени; дегенерация гепатоцитов; развитие рака печени и мочевого пузыря; экссудативный перикардит. Снижается масса тела, появляется отечность лица, нарушается развитие зубов; наблюдаются кальцификация черепа и нижней челюсти, умственная отсталость, иммунодефицит, изменение метаболизма лекарственных препаратов. Прямым следствием ухудшения экологического состояния является появление таких заболеваний, как "итай-итай" и "минамата". Заболевание "итай-итай", или "ох-ох", впервые обнаружено в 1950 г. в префектуре Тояма (Япония), а затем в 1969 г. в районах Фукоко, было вызвано влиянием атмосферного воздуха, загрязненного выбросами рудникового комплекса, содержащими кадмий. Кадмий легко сорбируется легкими, депонируется в печени и почках.

Первыми симптомами заболевания являются боль в области поясницы и миалгия нижних конечностей. Затем деформируется скелет, резко уменьшается масса тела, наблюдаются протеинурия и глаукома. Повышается содержание щелочной фосфатазы в сыворотке крови и снижается содержание неорганического фосфора. Наблюдаются многочисленные костные переломы даже при незначительных нагрузках, например при кашле. Развиваются трахеит, бронхит, бронхиолит с приступами болезненного, судорожного кашля с мокротой, сопровождающиеся резкой слабостью, головной болью. В некоторых случаях возникают пневмония и отек легких, нарушается обмен кальция, появляется протеинурия. Характерны поражение печени и почек, пневмосклероз, неврастенический синдром. Период полувыведения кадмия из организма составляет от 10 до 20 лет.

Заболевание "минамата" впервые было выявлено в 1956 г. в западных районах Южной Японии, на побережье залива Минамата, как следствие поражения населения неорганическими соединениями ртути, кото-

рые содержались в промышленных отходах. Основным в патогенезе смертельного отравления соединениями ртути является ее нефротоксическое действие, в результате которого развивается почечная недостаточность. Выявлена способность ртути проникать через плацентарный барьер и накапливаться в волосах младенцев. Концентрация ртути в волосах матерей и младенцев и в материнском молоке в городах составляет 5,6; 6,67 и 0,55 мг/кг соответственно. При вспышке отравления метилртутью в Ираке была установлена связь между содержанием этого соединения в организме матери и наличием дефектов развития у детей. Доказано, что при содержании метилртути в волосах матерей в пределах 165—320 мг/кг у грудных детей наблюдается задержка психомоторной активности. В префектуре Ниигата (Япония) у 26 из 400 грудных детей были выявлены увечья и врожденные органические заболевания центральной нервной системы. Метилртуть относится к так называемым тиоловым ядам, которые блокируют сульфгид-рильные группы белковых соединений и нарушают белковый обмен и ферментативную деятельность организма. Клиническими проявлениями отравления соединениями ртути являются парез, паралич, нарушение остроты зрения, слуха, речи, потеря чувствительности, слабоумие, судороги с переходом в кому. "Минамату" называют болезнь "смерти, которая улыбается", так как на лице умершего как бы застывает странная улыбка.

В современных городах наблюдаются случаи свинцовой интоксикации. Типичные симптомы хронического отравления свинцом — сатурнизма (от лат. *saturnus* — свинец) — впервые описал греческий врач и поэт Никандр Колофонский около 150 г. до н. э. Сначала появляется усталость. Затем развивается малокровие, кишечная колика, темная "свинцовая" полоса на деснах, становится бледной кожа. Но в то время еще не знали о скрытой, с медленным течением, форме отравления свинцом при многолетнем поступлении малых концентраций металла в организм. Даже если в организм человека ежедневно поступает 1 мг свинца, через некоторое время появляется боль в сердце. У беременных наблюдаются преждевременные роды, гибель плода.

Свинец является протоплазматическим ядом широкого спектра действия. И особенно он становится опасным, когда попадает в организм с атмосферным воздухом, поскольку при этом, во-первых, 60% его сорбируется и, во-вторых, он хуже выводится, чем при других путях поступления. Проникая из легких в кровеносную систему, свинец в виде высокодисперсного коллоидального фосфата и альбумината свинца уже через несколько минут попадает в плазму крови, где быстро связывается с эритроцитами. В эритроцитах свинца содержится в 16 раз больше, чем в плазме крови. Поэтому одним из ведущих синдромов свинцовой интоксикации является гематологический (снижение уровня гемоглобина, по-

явление эритроцитов с базофильной зернистостью). В условиях промышленно развитого города содержание свинца в крови взрослого человека составляет в среднем 15 мкг на 100 мл. Во время обследования 300 детей в возрасте 4—6 лет в Гааге и Роттердаме обнаружили, что у 20% содержание свинца в крови составляло 20 мкг/100 мл, у 6% — 25 мкг/100 мл, у 3% — до 40 мкг/100 мл. Повышение концентрации свинца в организме ребенка по сравнению с таковой у взрослого объясняется высокой интенсивностью процессов обмена у детей, усиленной вентиляцией легких. Результаты обследования 109 жителей (мужчин и женщин) Алма-Аты и области, которые не имели производственного контакта со свинцом, свидетельствуют о наличии в 100 мл крови 31,9 мкг свинца. Установлено, что при повышении уровня свинца в крови более 2 мкмоль/л увеличивается содержание тироксина, снижается концентрация лютеинизирующего, фолликулостимулирующего гормонов, кортизола. В концентрации более 50 мкг в 100 мл он влияет на мембраны эритроцитов, вызывая агрегацию низкомолекулярных белков с образованием высокомолекулярных комплексов и фрагментацию крупных белков. Наличие свинца в крови может обусловить такие аномалии, как кровотечение в первый триместр беременности, преждевременные роды, нарушение дыхания в неонатальный период. Кроме того, свинец снижает активность альвеолярных макрофагов легких, вызывает увеличение содержания промежуточных и конечных продуктов перекисного окисления липидов, что способствует развитию патологии тканей легких. Подтверждена гипотеза, согласно которой основным механизмом токсического действия свинца является его влияние на внутриклеточные процессы, опосредованные кальцием. В костной ткани человека накапливается почти 95% от общего содержания свинца в организме. Содержание свинца у лиц, профессионально не связанных со свинцом, составляет 6 мкг/г минерального вещества костной ткани, увеличиваясь с возрастом на 0,46 мкг/г в год. Чувствительным маркером накопления свинца в организме является его содержание в тканях зубов. В молочных зубах содержится 3,96 мкг/г свинца, в постоянных — 13,09 мкг/г. Исследования, проведенные в Бостоне (США), свидетельствуют о том, что у детей с повышенным содержанием свинца в молочных зубах коэффициент интеллекта в среднем на 4,5 балла ниже, чем у их ровесников с меньшим содержанием свинца. При сравнении данных о содержании свинца в костях аборигенов Перу, живших 1600 лет назад, с таковым у современных англичан и американцев выяснилось, в что в скелете человека XX в. содержится свинца в 700—1200 раз больше, чем у коренного жителя Южной Америки. Свинец накапливается также в волосах.

Следовательно, в городах с развитым машиностроением содержание свинца в волосах детей, проживающих на расстоянии 0,5—1,0 км от

предприятий, варьирует от 4,57 до 9,40 мкг/г (в моче — 17,3 мкг/г). Наиболее неблагоприятная ситуация наблюдается в городах с горно-долинным ландшафтом, где загрязненные массы воздуха практически не выносятся и вследствие этого формируются интенсивные геохимические аномалии на значительной территории. За допустимый уровень свинца в волосах детей принята величина 8 мкг/г, в крови — 12 мкг/100 мл. При концентрации свинца в волосах детей 24 мкг/г повышается частота поражения нервной системы, а при его содержании 30 мкг/г происходят специфические изменения в костях. Свинец оказывает токсическое действие на центральную и периферическую нервную систему, вызывая энцефало-, полиневропатию. Выявлена также корреляция между ишемической болезнью сердца, гипертензией и высоким уровнем свинца в аорте и почках. Последствием влияния атмосферного воздуха, загрязненного свинцом, является накопление его в грудном молоке до 126,6 мкг/л (по данным ВОЗ, этот показатель не должен превышать 2—5 мкг/л) и в плаценте с появлением мальформаций, задержки психомоторного развития.

Большое значение в нарушении здоровья населения имеют канцерогенные соединения выбросов предприятий нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности. Жители таких районов болеют в 1,6—1,8 раза чаще, чем жители экологически чистых районов. При этом в радиусе проживания до 3 км от предприятий нефтехимии заболеваемость выше в 2,6 раза, от 3 до 6 км — в 2,3 раза, от 6 до 10 км — в 1,4 раза по сравнению с жителями других районов. Особенно часто регистрируют заболевания органов дыхания, пищеварения, центральной нервной системы. При углубленном клиническом обследовании 83—90% взрослого населения предъявляют жалобы на невротические расстройства и боль в области сердца. При объективном исследовании у каждого третьего жителя диагностируют вегетососудистую дистонию, а у каждого четвертого — повышенное систолическое давление. Электрокардиографические исследования свидетельствуют о том, что у 42—51 % жителей этих мест нарушены процессы реполяризации и внутрижелудочковой проводимости. Лимфоцитоз, ретикулоцитоз, моноцитоз регистрируют у 46,3—53,4% обследованного населения как следствие раздражающего действия канцерогенов и напряжения компенсаторных механизмов. Изменение иммунного статуса у 52,1—67,6% жителей проявляется снижением природной резистентности организма с формированием на этом фоне аутоиммунных аллергических и иммуннокомплексных нарушений. Установлено, что резко выраженная реакция организма наблюдается даже на расстоянии до 20 км от места расположения таких производств.

В легких горожан, не имеющих производственного контакта с асбестом, выявлены волокна асбеста и патологические изменения, вызванные воздействием асбеста, а именно: кальцификация, мезотелиома плевры.

При длительном вдыхании бензола (максимальная концентрация его в атмосферном воздухе промышленно развитых населенных пунктов составляет 100—150 мкг/м³) появляется головная боль, может наблюдаться потеря сознания, поражаются костный мозг, печень, почки, система крови. Установлено, что средние концентрации бензола, оказывающие отрицательное действие на организм, составляют: в сельской местности — 1—2 мкг/м³, в промышленных районах — 5—20 мкг/м³, вблизи источников выбросов — 10—30 мкг/м³.

При концентрации бензола в атмосферном воздухе города 0,05 мг/м³ в организм человека поступает почти 0,6 мг бензола в сутки. По данным Агентства по охране окружающей среды США, влияние бензола в течение жизни при содержании его в атмосферном воздухе 1 мкг/м³ приводит к возникновению 2,8 случаев лейкемии на 1 млн населения. По данным ВОЗ, количество таких случаев составляет 4, а по данным немецкого Центра по исследованию рака, — 9 на 1 млн населения. В развитии такой патологии большое значение имеет способность бензола к кумуляции. У хронически экспонированных бензолом лиц выделение его из организма задерживается до 150 ч. Главной предпосылкой токсического воздействия бензола является его биотрансформация в активные метаболиты (гидрохинон, катехол, бензотриол), которые нарушают процессы образования клеток и функционирования кроветворной и иммунной систем. Характерный для больших промышленных городов мира смог отрицательно влияет на здоровье населения. По данным ООН, в Париже смог уносит жизни 350 жителей в год, в Лионе — 50 жителей. В США смертность от смога составляет 60 тыс. человек ежегодно, он вызывает более 700 случаев заболеваний раком легких. Воздействию озона, продукта фотохимического тумана, человек подвергается начиная с 40-х годов XX в. Пороговый уровень раздражения глаз озоном составляет 300 мкг/м³, восприятия запахов — 15 мкг/м³, появления головной боли — 100 мкг/м³.

В отличие от других атмосферных загрязнений, влияние озона носит интермиттирующий характер. У здоровых людей после двухчасового воздействия озона в концентрации 200 мкг/м³ выявляются некоторые нарушения функционального состояния легких, а при концентрации 700–800 мкг/м³ снижается проводимость дыхательных путей. При воздействии озона в концентрации 200–500 мкг/м³ в течение 1 ч учащаются приступы бронхиальной астмы и случаи раздражения глаз, снижается сила мышц. Больные хронической пневмонией, проживающие в местности с пиковой одночасовой концентрацией озона в диапазоне 400—1400 мкг/м³, испытывают дополнительный стресс. Агентство по охране окружающей среды США установило такие уровни загрязнения атмосферного воздуха окислителями, требующие своевременного проведения

мероприятий по предупреждению неблагоприятного влияния фотооксидантов на здоровье населения: настораживающий (200 мкг/м^3), предостерегающий (800 мкг/м^3), чрезвычайный (1000 мкг/м^3), наносящий значительный ущерб (1200 мкг/м^3). Азота оксид как сильный окислитель непосредственно поражает легочную ткань. В бронхах и альвеолах выявляют патологические изменения уже при такой концентрации, которая реально определяется в атмосферном воздухе населенных мест. По клиническим симптомам заболевания напоминают эмфизему легких. Особенно чувствительны к азоту диоксиду клетки, осуществляющие газообмен, и реснитчатые клетки. Уменьшаются их количество и активность. При контакте азота оксидов с влажной поверхностью легких образуются кислоты, трансформирующиеся в нитраты и нитриты. Как кислоты, так и их производные раздражают слизистые оболочки, особенно нижних дыхательных путей, что может привести к рефлекторным нарушениям дыхания и даже к отеку легких. Кроме того, нитраты и нитриты превращают оксигемоглобин в метгемоглобин, что вызывает кислородную недостаточность. Установлено, что в концентрации 15 мг/м^3 азота диоксид раздражает глаза, а уровень его от 200 до 300 мг/м^3 представляет опасность при кратковременном вдохе, так как NO_x попадают в легкие, где соединяются с гемоглобином крови и могут привести к отеку легких.

Многочисленные исследования свидетельствуют о зависимости детской заболеваемости от воздействия атмосферного воздуха, загрязненного серы диоксидом. В Англии проанализировали заболеваемость большой группы детей (3866 лиц) с момента их рождения до 15-летнего возраста. Оказалось, что значительное повышение частоты респираторных заболеваний наблюдалось в те дни, когда среднегодовая концентрация серы диоксида превышала $0,13 \text{ мг/м}^3$. Аналогичные данные относительно частоты обострения бронхиальной астмы получены в США. Так, при содержании в атмосферном воздухе серы диоксида в концентрации до $0,049 \text{ мг/м}^3$ заболеваемость взрослого населения Нашвилла составляла 8%, а в районах с концентрацией $0,350 \text{ мг/м}^3$ - 44%. Вследствие высокой растворимости 80—95% серы диоксид поглощается верхними дыхательными путями. Она поступает в легкие и быстро разносится кровью. Изменяет фагоцитоз, обуславливает бронхоспазм, активизирует выделение слизи. В высокой концентрации серы оксиды и аэрозоли ухудшают течение хронических респираторных и сердечно-сосудистых болезней. В носовой части глотки задерживается 25—40% аэрозолей, содержащих частицы размером $3,0\text{--}5,0 \cdot 10^{-3} \text{ мм}$. В легкие попадает 20—25% аэрозольных частиц размером $1 \cdot 10^{-3} \text{ мм}$. Самоочищение органов дыхания от твердых частиц может длиться от нескольких недель до нескольких лет. Большой вред организму наносит копоть, поскольку на ней сорбируется значительное количество кислотных газов, что создает локальную концентра-

цию кислот. Очень опасна белковая пыль. В некоторых городах, где расположены предприятия микробиологической промышленности, наблюдаются вспышки массовых аллергических заболеваний. Зарегистрированы случаи бронхиальной астмы, возникшей при ингаляции пыли соевых бобов. Так, в Барселоне зафиксировано 26 случаев бронхиальной астмы, которые обусловлены влиянием атмосферного воздуха, загрязненного частицами соевых бобов. При этом пострадали 687 человек. Наиболее высокие показатели заболеваемости наблюдаются у детей в возрасте до 1 года. Интенсивные показатели заболеваемости детей этого возраста в районах расположения предприятий цветной промышленности в 1,5—3,5 раза выше, чем у детей, проживающих в контрольном районе. Особенно часто регистрируют случаи поражения органов дыхания, нервной системы, органов чувств.

Экологическим маркером легочной патологии является металлическая пыль в которой содержатся субмикроскопические частицы Pb, Zn, Cd. При попадании в клетку эти металлы вступают во взаимодействие с биологически активными соединениями, образуя комплексы с функциональными группами: аминокислотами, нуклеиновыми кислотами, фосфолипидами. Локализация металлов в клетке зависит от их сродства с этими группами. Так, Zn сосредоточивается в ядерной микросомальной и жидкостной фракции; Pb имеет сродство с цитоплазматической мембраной и мембранами органеллоспецифических структур; Cd связывается с белком. Металлы нарушают метаболические процессы в фагоцитах, что приводит к гибели клеток, снижению защитной функции легких и развитию местного и общего токсического эффекта. Присутствие в атмосферном воздухе комбинаций химических веществ может вызвать синергическое воздействие вредных ингредиентов. Так, фториды активизируют в легких процесс, инициированный бериллием. Комбинация азота диоксида со смолообразными веществами приводит к ухудшению течения рака легких. Совместное воздействие CO и NO_x, CO и H₂S, CO и SO₂ может оказать более выраженное гипотензивное действие. SO₂, NO_x и фенол могут активизировать процессы развития опухолей в легких. Увеличение у населения промышленных городов частоты неспецифической легочной патологии, особенно хронического бронхита, который онкологи рассматривают как предраковое состояние, дает основание считать, что атмосферные загрязнения, провоцируя хронические воспалительные заболевания легких, могут быть одной из причин повышения риска заболевания раком легких. При совместном воздействии аэрозолей цинка сульфата, аммония сульфата и озона нарушается синтез коллагена, и снижаются защитные свойства легких в отношении инфекций, азота диоксид усиливает эти процессы. Легочные заболевания наблюдаются чаще, если атмосферный воздух загрязнен серы диоксидом

и пылью. Комбинированное действие алюминия и хрома оксидов в составе нового вида искусственных минеральных волокон вызывает развитие мезотелиомы. Соединения хрома при этом повышают цитотоксичность волокнистых частиц и фибриногенное воздействие их на легочную ткань, усиливая реакцию трахеобронхиальных лимфатических узлов и повышая накопление липидов в легких. Неблагоприятное воздействие оказывает комбинация бензола, выбрасываемого автотранспортом, с другими канцерогенными веществами, например сажей, среднее содержание которой в воздухе городов составляет 7 мкг/м^3 и которая сама обуславливает риск возникновения рака в 91 случае на 100 тыс. экспонированного населения в год.

Литература:

1. Большаков, А.М. Общая гигиена / А.М. Большаков, И.М. Новикова. – М.: Медицина, 2002. – С. 26–53.
2. Гончарук, Е.И. Коммунальная гигиена: учебн. для студ. высш. мед. учеб. заведений / Е.И. Гончарук. – Киев: Здоровье, 2006. – С. 447–470, 494–506.
3. Пивоваров, Ю.П. Гигиена и экология человека: курс лекций. / Ю.П. Пивоваров. – М.: ВУНМЦ МЗ РФ, 1999. – С. 16–44.
4. Трушкина, Л.Ю. Гигиена и экология человека: учеб. пособие / Л.Ю. Трушкина, А.Г. Трушкин, Л.М. Демьянова. – Ростов н/Д: Феникс, 2003. – С. 87–107.

ЛЕКЦИЯ 12

СИСТЕМА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОХРАНЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Все направления охраны атмосферы можно объединить в четыре большие группы:

1. Группа санитарно-технических мероприятий – сооружение сверхвысоких дымовых труб, установка газопылеочистного оборудования, герметизация технического и транспортного оборудования.
2. Группа технологических мероприятий – создание новых технологий, основанных на частично или полностью замкнутых циклах, создание новых методов подготовки сырья, очищающих его от примесей до вовлечения в производство, замена исходного сырья, замена сухих способов переработки пылящих материалов мокрыми, автоматизация производственных процессов.
3. Группа планировочных мероприятий – создание санитарно-защитных зон вокруг промышленных предприятий, оптимальное расположение промышленных предприятий с учетом розы ветров, вынос

наиболее токсичных производств за черту города, рациональная планировка городской застройки, озеленение городов.

4. Группа контрольно-запретительных мероприятий – установление предельно допустимых концентраций (ПДК) и предельно допустимых выбросов (ПДВ) загрязняющих веществ, запрещение производства отдельных токсичных продуктов, автоматизация контроля за выбросами.

К основным мероприятиям по охране атмосферного воздуха относится группа санитарно-технических мероприятий. В этой группе важным направлением охраны воздуха является очистка выбросов в сочетании с последующей утилизацией ценных компонентов и производством из них продукции. В цементной промышленности – это улавливание цементной пыли и ее использование для производства твердых покрытий дорог. В теплоэнергетике – улавливание летучей золы и утилизация ее в сельском хозяйстве, в промышленности строительных материалов.

При утилизации уловленных компонентов возникают два вида эффекта: экологический и экономический. Экологический эффект состоит в снижении загрязнения окружающей среды при использовании отходов по сравнению с применением первичных материальных ресурсов. Так, при производстве бумаги из макулатуры или использования металлолома в сталеплавильном производстве загрязнение атмосферы уменьшается на 86%. Экономический эффект утилизации уловленных ингредиентов связан с появлением дополнительного сырьевого источника, имеющего, как правило, более благоприятные экономические показатели по сравнению с соответствующими показателями производства из природного сырья. Так, производство серной кислоты из газов цветной металлургии по сравнению с производством из традиционного сырья (природной серы) в химической промышленности имеет более низкую себестоимость и удельные капитальные вложения, более высокую годовую прибыль и рентабельность.

К наиболее эффективным способам очистки газов от газовых примесей относятся три: абсорбция жидкостью, адсорбция твердым веществом и каталитическая очистка.

В абсорбционных способах очистки используются явления различной растворимости газов в жидкости и химические реакции. В жидкости (обычно воде) используются такие реагенты, которые образуют с газом химические соединения.

Адсорбционные методы очистки основаны на способности мелкопористых адсорбентов (активных углей, цеолитов, простых стекол и др.) улавливать из газов при соответствующих условиях вредные компоненты.

Основу каталитических методов очистки составляют каталитические превращения вредных газообразных веществ в безвредные. К этим методам очистки относятся инерционная сепарация, электрическое осаждение и др. При инерционной сепарации осаждение взвешенных твердых частиц происходит благодаря их инерции, возникающей при изме-

нении направления или скорости потока в аппаратах, называемых циклонами. Электрическое осаждение основано на электрическом притяжении частиц к заряженной (осадительной) поверхности. Электрическое осаждение реализуется в различных электрофильтрах, в которых, как правило, зарядка и осаждение частиц происходит совместно.

Для уменьшения загрязнения атмосферы выбросами транспорта необходимо осуществлять следующие мероприятия:

1. совершенствование двигателей и создание новых двигателей;
2. применение альтернативных видов топлива (сжатого природного газа, сжиженных нефтяных газов, синтетических спиртов и т.д.) При использовании природного газа выброс автомобилями вредных компонентов сокращается в 3-5 раз, хотя расход горючего в двигателях внутреннего сгорания больше (при этом экономится нефть);
3. создание новых транспортных средств (электромобилей) и замена одних транспортных средств другими (автобуса – троллейбусом);
4. защита от шума (пассивная и активная). Автотранспорт снижает шум за счет развития шумоподавления дорог, снижения скорости в населенных пунктах, сооружения поперечных валков. Снижение шума на железнодорожном транспорте обеспечивается созданием экранов, тоннелей, улучшением аэродинамики локомотивов;
5. специальные мероприятия административного характера: ограничения на въезд, запреты на парковку, транспортные сектора и др.

Нормативной основой управления охраной атмосферы является стандарты качества воздуха. Показателями качества воздуха является ПДК вредных веществ, ПДВ. ПДК – это такое содержание вредного вещества в окружающей среде, которое при постоянном контакте или при воздействии за определенный промежуток времени практически не влияет на здоровье человека. При определении ПДК учитывается влияние загрязняющих веществ не только на здоровье человека, но и на животных, растения, микроорганизмы, а также на природные сообщества в целом.

Для санитарной оценки воздушной среды используется ПДК для рабочей зоны (ПДК р.з.), максимально разовая (ПДК м.р.) и среднесуточная (ПДК с.с.). ПДК р.з. – предельно допустимая концентрация вредного вещества в воздухе рабочей зоны. Эта концентрация не должна вызывать у работающих при ежедневном вдыхании в течение 8 ч за все время рабочего стажа каких-либо заболеваний или отклонений от нормы в состоянии здоровья. При этом рабочей зоной считается пространство высотой до 2 м над уровнем пола или площадки, на которой расположены места пребывания работающих.

ПДК м.р. – максимально разовая концентрация вредного вещества в воздухе населенных пунктов, которая не должна вызывать рефлекторных реакций в организме человека.

ПДК с.с. – среднесуточная предельно допустимая концентрация вредного вещества в воздухе населенных мест. Эта концентрация не

должна оказывать прямого или косвенного влияния на организм человека в условиях неопределенно долгого круглосуточного вдыхания.

Для оценки степени суммарного загрязнения атмосферы рядом веществ использовался комплексный показатель - индекс загрязнения атмосферы (ИЗА). Его рассчитывают как сумма средних концентраций в единицах ПДК с учетом класса опасности соответствующего загрязняющего вещества:

$$Y_n = \sum_{i=1}^n Y_i = \sum_{i=1}^n \left(\frac{q_{ср i}}{ПДК_{сс i}} \right)^{c_i},$$

где Y_i — единичный индекс загрязнения для i -ого вещества;

$q_{ср i}$ — средняя концентрация i -ого вещества;

$ПДК_{сс i}$ — $ПДК_{сс}$ для i -ого вещества;

c_i — 0,85; 1,0; 1,3; 1,7 соответственно для 4, 3, 2, 1 классов опасности.

В зависимости от степени воздействия на организм человека все вещества подразделяются на 4 класса опасности:

1-й класс — чрезвычайно опасные вещества, значение ПДК которых в воздухе рабочей зоны не превышает 0,1 мг/м³ (бенз(а)пирен);

2 класс - высокоопасные со значением ПДКр.з. от 0,1 до 1 мг/м³ (сероводород, фенол, диоксид азота);

3 класс - умеренно опасные со значением ПДКр.з. от 1 до 10 мг/м³ (диоксид серы, сажа);

4 класс — малоопасные со значением ПДК более 10 мг/м³.

В Беларуси уровень загрязнения считается низким при ИЗА меньше 5, повышенным при ИЗА от 5 до 6, высоким при ИЗА от 7 до 13 и очень высоким при ИЗА равном или большем 14.

Литература:

1. Большаков, А.М. Общая гигиена / А.М. Большаков, И.М. Новикова. — М.: Медицина, 2002. — С. 26–53.

2. Гончарук, Е.И. Коммунальная гигиена: учебн. для студ. высш. мед. учеб. заведений / Е.И. Гончарук. — Киев: Здоровье, 2006. — С. 447–470, 494–506.

3. Пивоваров, Ю.П. Гигиена и экология человека: курс лекций. / Ю.П. Пивоваров. — М.: ВУНМИЦ МЗ РФ, 1999. — С. 16–44.

4. Трушкина, Л.Ю. Гигиена и экология человека: учеб. пособие / Л.Ю. Трушкина, А.Г. Трушкин, Л.М. Демьянова. — Ростов н/Д: Феникс, 2003. — С. 87–107.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Багнетова, Е.А. Гигиена физического воспитания и спорта (курс лекций): учеб. пособие / Е.А. Багнетова. – Ростов н/Д: Феникс, 2009.
2. Большаков, А.М. Общая гигиена / А.М. Большаков, И.М. Новикова. – М.: Медицина, 2002.
3. Большаков, А.М. Руководство по лабораторным занятиям по общей гигиене / А.М. Большаков. – М.: Медицина, 2004.
4. Вайнбаум, Я.С. Гигиена физического воспитания и спорта: учеб. пособ. для студ. высш. пед. учеб. заведений / Я.С. Вайнбаум, В.И. Коваль, Т.А. Родионова. – М.: «Академия», 2002.
5. Гончарук, Е.И. Коммунальная гигиена: учебн. для студ. высш. мед. учеб. заведений / Е.И. Гончарук. – Киев: Здоровье, 2006. – С. 352–382, 396–402, 404–435.
6. Захарова, В.В. Питание как составная часть тренировочного процесса: метод указания / В.В. Захарова, Н.А. Чернова. – Ульяновск: УлГТУ, 2005.
7. Пивоваров, Ю.П. Гигиена и экология человека: курс лекций. / Ю.П. Пивоваров. – М.: ВУНМИЦ МЗ РФ, 1999. – С. 103–118.
8. Рыжкина, Л.А. Теоретический раздел «Гигиена физического воспитания»: метод. указания / Л. А. Рыжкина, Л. В. Чекулаева. – Ульяновск: УлГТУ, 2007.
9. Соловьёва, Н.Г. Краткий курс лекций / Н.Г. Соловьёва. Мн.: БГПУ, 2010.
10. Трушкина, Л.Ю. Гигиена и экология человека: учеб. пособие / Л.Ю. Трушкина, А.Г. Трушкин, Л.М. Демьянова. – Ростов н/Д: Феникс, 2003. – С. 128–149.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЗАЧЕТУ

1. Понятие о гигиене. Предмет, цели, задачи и актуальность гигиены. Структура гигиены и краткая характеристика ее дифференцированных отраслей.

2. Краткая история становления гигиенических знаний. Предмет, цели и задачи гигиены физической культуры и спорта.

3. Методологические принципы и теоретическая база гигиены (шесть законов гигиены). Краткая характеристика гигиенических методов исследования.

4. Окружающая среда и ее влияние на здоровье (естественные и социальные факторы риска). Структура здорового образа жизни. Субъективные и объективные факторы здоровья.

5. Общая гигиеническая характеристика атмосферного воздуха и его функциональная значимость. Гигиеническое значение самоочищения воздуха, спектр патологических изменений, вызванных воздействием загрязненного воздуха.

6. Гигиеническая диагностика. Основные гигиенические показатели качества воздушной среды. Понятие о ПДК (максимально разовые и среднесуточные).

7. Оценка степени загрязненности воздуха. Источники загрязнения воздуха. Система гигиенических мероприятий по охране воздушной среды.

8. Физиолого-гигиеническое значение газообразной и пылевой загрязненности воздуха. Условия, особенности и масштабы распространения загрязнителей воздуха. Гигиенические требования к расположению спортивных сооружений и проведению занятий на открытом воздухе.

9. Составные части атмосферного воздуха. Химико-гигиеническая характеристика воздуха. Гигиеническое значение бактериального состава воздуха.

10. Физико-гигиеническая характеристика воздуха. Гигиеническое значение влияния температуры, влажности, скорости движения воздуха на процессы терморегуляции.

11. Физико-гигиеническая характеристика воздуха. Атмосферное давление, ионизация воздуха, геомагнитное поле и их влияние на организм человека.

12. Методология комплексного воздействия метеорологических факторов на организм. Периодические и аperiodические изменения метеофакторов, их влияния на функциональное состояние организма.

13. Гигиеническая оценка типов погодных условий. Акклиматизация организма к различным условиям комплексного воздействия метеорологических факторов (температура, влажность, скорость движения воздуха).

14. Физиологическое и санитарно-гигиеническое (эпидемическое, эндемическое) значение воды. Потенциально опасные загрязнители воды и их неспецифическое влияние на организм.

15. Источники водоснабжения, санитарно-гигиенические правила выбора и пригодности питьевой воды.

16. Санитарно-гигиенические критерии качества питьевой воды. Характеристика физико-органолептических свойств воды.

17. Санитарно-гигиенические критерии качества питьевой воды. Характеристика химико-органолептических свойств воды.

18. Методика гигиенической оценки определения органолептических свойств воды (визуальный и инструментальные методы).

19. Способы и методы улучшения качества воды (основные и специальные). Методы обеззараживания воды в полевых условиях.

20. Способы очистки воды в бытовых условиях (фильтрация, сорбция, ионный обмен).

21. Почва и ее функциональное назначение. Санитарно-гигиеническое значение состава и свойств почвы. Гигиеническое значение механического состава почвы.

22. Почва и ее функциональное назначение. Санитарно-гигиеническое значение состава и свойств почвы. Гигиеническое значение химического состава почвы.

23. Санитарно-гигиеническое обоснование выбора почв для строительства спортивных сооружений.

24. Санитарная охрана почвы. Мероприятия по санитарной охране и очистке почв.

Учебное издание

Сыса А. Г., Дубина М. А.

**ГИГИЕНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ:
Курс лекций**

Учебное пособие

Редактор *А. В. Красуцкая*
Компьютерная верстка *М. Ю. Мошкова*
Корректор *А. В. Красуцкая*

Подписано в печать 2.06.2015. Формат 60×90 1/16.

Бумага офсетная. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 2,5. Уч.-изд. л. 1,98.

Тираж 100 экз. Заказ №267.

Республиканское унитарное предприятие «Криптотех».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий

№ 1/277 от 07.04.2014.

Ул. Свердлова, 32а, 220006, г. Минск.