

**ТИТОВА Т.С., БАБАК Н.А., МАКАРОВА О.Ю., ТИНУС А.М.,
ШИЛОВА Е.А.**

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ ТЕХНОСФЕРНОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ**

Учебное пособие

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

2016

УДК 502
ББК 20.1

Аннотация

В пособии рассмотрены теоретические основы курса «Экология», позволяющие оценивать антропогенное воздействие на окружающую среду и выбирать методы её защиты. Изложение материала направлено на формирование навыков рационального природопользования и бережного отношения к окружающей среде.

Предназначено для студентов всех специальностей.

ВВЕДЕНИЕ

В начале 21 века одной из важнейших проблем человечества стала проблема осуществления гармоничного взаимодействия между технически высокоразвитым обществом и природой. В связи с этим, современные требования, предъявляемые к подготовке специалистов технических направлений, предполагают необходимость глубокого понимания законов природы, лежащих в основе их будущей профессиональной деятельности.

В настоящее время само инженерное знание должно носить не только технический, но и гуманитарный характер, а одной из основных задач высшего образования, в технических вузах особенно, должна стать задача подготовки качественно новых специалистов, обладающих экологическим мышлением.

Процесс обучения должен быть направлен на формирование знаний по оценке критических экологических явлений: определение причин их возникновения, степени опасности и возможных путей их развития, а также по выбору оптимальных средств их разрешения.

В последние годы обращение разных дисциплин к проблемам экологии и окружающей среды создали тенденцию отказа от дробления современной науки и поискам синтеза между естественными и гуманитарными науками. Экология превратилась в обширный комплекс фундаментальных и прикладных дисциплин, который Н.Ф. Реймерс (1992) назвал мегаэкологией.

По некоторой аналогии с макроэкономикой был введен термин макроэкология (Акимов, Хаскин, 1998), который трактуется как междисциплинарная область знаний о взаимодействии многокомпонентных живых систем (включая человека как биологический вид и социум) с природными и искусственными факторами среды.

Современное состояние развития человеческого общества характеризуется несоответствием антропогенной нагрузки ресурсной базе окружающей среды, что зачастую приводит к локальным экологическим кризисам, расширение которых грозит перейти в глобальный процесс. Именно комплексный подход к разрешению этих противоречий позволит справиться с этими глобальными экологическими проблемами.

Термин «экология» был предложен в 1866 г. немецким естествоиспытателем Эрнстом Геккелем. Слово «экология» имеет два греческих корня — «oikos» — дом, жилище, «logos» — наука, слово, учение. Э. Геккель дал и первое определение этой области знаний: наука об организмах, живущих в своем доме.

В современной экологии можно выделить следующие разделы — аутэкология, демэкология, синэкология. Аутэкология занимается изучением влияния различных экологических факторов на живой организм, то есть исследует взаимодействия организма и среды (aut —

вне). Демэкология — раздел, изучающий популяции (demos, греч.— народ, populus, лат.— народ). Синэкология занимается особенностями структуры экосистем и энергетических потоков в них (sin — вместе).

Современное значение слова экология имеет более широкое значение, чем в начале становления науки. Экология - наука о взаимоотношениях живых организмов между собой и с окружающей их средой.

Основные задачи экологии:

- 1) изучение реакций компонентов окружающей среды на возмущающие воздействия естественного и антропогенного происхождения;
- 2) выявление, анализ законов функционирования и принципов устойчивого развития биосферы и моделирование биосферных процессов;
- 3) определение предельно допустимой нагрузки техносферы на природу;
- 4) разработка теоретических основ и практических приёмов рационального природопользования и охраны окружающей среды в целях обеспечения безопасности природы и общества.

Техносфера — среда обитания, возникшая с помощью прямого или косвенного воздействия людей и технических средств на природную среду биосферу с целью наилучшего соответствия среды социально-экономическим потребностям человека.

По определению, к техносфере относится все, что создано человеком - производственная, городская, бытовая среды, лечебно-профилактическая, культурно-просветительская зоны и т. п.

Оценка воздействия техносферы на биосферу и разработка приемов охраны окружающей среды невозможны без естественнонаучных знаний по биологии, физике, химии, математике и др. Глобальный характер задач, решаемых экологией, предполагает сильную взаимосвязь с комплексом наук о Земле. Это выразилось в формировании особого междисциплинарного направления на стыке экологии и целого спектра географических и геологических наук — геоэкологии. Все более расширяются области проникновения методов прикладной математики в экологические и природоохранные исследования (обработка данных, тестирование гипотез, классификация объектов, моделирование процессов). Техническим специалистам неизбежно приходится сталкиваться со специальными техническими устройствами и технологиями, обеспечивающими осуществление тех или иных приемов очистки воздуха, воды, ликвидации вредного воздействия на почву. Развитие и само существование биосферы нельзя рассматривать вне связи с человеческим обществом. Поэтому одной из задач экологии является анализ путей взаимодействия природы и общества в интересах устойчивого развития всей биосферы. Сама экология выполняет

мировоззренческую функцию, поскольку формирует представление о естественной целостности окружающего мира и взаимообусловленности происходящих в нем явлений.

Авторы надеются, что новое поколение людей будет иметь больше шансов сохранить окружающий нас мир, в том числе и благодаря этому пособию.

БИОСФЕРА

Понятие «биосфера» первоначально было предложено Ж.Б. Ламарком в начале 19 века. Он говорил о том, что на поверхности планеты существует оболочка, населенная живыми организмами. Причем, он акцентировал внимание на том, что «среда их обитания есть продукт их жизнедеятельности». Сам термин «биосфера» был введен австрийским геологом Эдуардом Зюссом в 1875 г. Он трактовал биосферу как геологическое понятие, обозначающее населенную живыми существами оболочку, в которой средообразующая роль живого вещества рассматривалась довольно схематично.

В настоящее время под биосферой понимают глобальную экосистему как совокупность живых организмов и среды их обитания, объединяющую верхние слои планеты, включая толщи осадочных пород литосферы и всю гидросферу, вплоть до озонового слоя атмосферы.

Характеризуя глобальную экосистему планеты, необходимо рассматривать ее комплексно, как единое целое, как сложную систему. С позиции системного подхода, можно отметить следующие системные характеристики глобальной экосистемы планеты:

1. Биосфера – это централизованная система. Центральным ее звеном выступают все живые организмы (живое вещество), в том числе и человек.
2. Биосфера – это открытая система. Ее существование немислимо без поступления энергии извне, прежде всего от Солнца. Однако разного рода космические излучения также вероятно поставляют на Землю какие-то энергии, о влиянии которых можно пока лишь догадываться.
3. Биосфера – это саморегулирующаяся система, поддерживающая состояние гомеостаза (динамического равновесия).
4. Биосфера – это система, характеризующаяся большим разнообразием. Это повышает ее устойчивость, так как дает возможность дублирования отдельных функций отдельных подсистем. В настоящее время описано около 2 млн. видов живых организмов. Полагают, что их на Земле в 2-3 раза больше.
5. Биосфера – это система, имеющая механизмы, обеспечивающие круговорот веществ. Круговорот веществ обеспечивает определенную неисчерпаемость с одной стороны, а с другой – обуславливает практически постоянное количество вещества, так или иначе обеспечивающее развитие жизни на планете. Круговорот веществ есть основное условие существования биосферы.

Теория биосферы В.И.Вернадского

Наибольшее развитие понятие «биосферы» получило в трудах нашего соотечественника академика В.И.Вернадского, которого считают

основоположником современного учения о биосфере. Под биосферой он понимал все пространство литосферы, гидросферы и атмосферы, где существует или когда-либо существовала жизнь, то есть, где встречаются организмы или продукты их жизнедеятельности.

Теория биосферы В.И. Вернадского, получив всемирное признание, развивается и как самостоятельное направление, и как составляющая часть других научных дисциплин.

Теорию биосферы В.И. Вернадского характеризуют следующие положения:

1) жизнь есть неизбежное следствие мирового эволюционного процесса;

2) возникновение Земли как космического тела и появление на ней жизни произошло практически одновременно;

3) наша планета и космос есть единая система, в которой жизнь связывает все процессы в единое целое;

4) количество живого вещества на Земле является постоянной величиной в пределах рассматриваемого геологического периода;

5) жизнь является главной геологической силой на планете;

6) человек есть неизбежное следствие эволюции планеты, на него возложена определенная роль в жизни планеты;

7) в настоящее время человек превращается в главную геологическую силу на планете;

8) однажды развитие биосферы и общества делается неразрывным и биосфера перейдет в новое состояние – ноосферу (сферу разума).

Понятие «ноосфера» было введено под влиянием идей В.И. Вернадского. Вернадский понимал его как состояние взаимоотношений человека и природы, в котором развитие планеты будет подчинено управляющей силе Разума Человека в интересах Человека. Пьер Тейяр де Шарден предложил термин «ноосфера» для обозначения особого этапа эволюции планеты, на котором человеческий разум, слившийся с биосферой в единое целое, породит особое качество – «сверхразум планеты».

Согласно В.И. Вернадскому, жизнь подчиняет себе другие планетарные процессы, определяет химическое состояние наружной коры нашей планеты. Живые организмы, существующие, стареющие и умирающие в течение сотен миллионов лет, порождают всеобщий планетарный процесс – миграцию химическим элементов, движение земных атомов. Живое вещество рассматривается В.И. Вернадским в качестве носителя свободной энергии в биосфере.

Характеризуя вещество биосферы, В.И. Вернадский выделял следующие *основные группы*:

Живое вещество. Под живым веществом Вернадский понимал совокупность всех живых организмов, выраженную через массу, энергию

или химический состав. Живое вещество составляет порядка 0.01 - 0.02 % от массы всей биосферы.

Косное вещество. Так Вернадский называл вещества, образуемые без участия живых организмов. Это, например, горные породы, продукты извержения вулканов и т.п.

Биокосное вещество. Вещество, отнесенное в промежуточную группу, свойства которого, так или иначе, обусловлены воздействием жизни. По сути, это функционально неделимая совокупность живого и косного вещества, например, почва.

Биогенное вещество. Это вещество, образованное в результате жизнедеятельности живых организмов, в том числе и находящееся в ископаемом состоянии. Углеводороды недр, руды металлов, и весь осадочный слой в целом можно отнести к биогенным веществам.

Значение живого вещества в глобальной экосистеме планеты определяют его *функции* в биосфере:

1. *Энергетическая* – аккумуляция энергии и ее перераспределение по пищевым цепям.

Жизнь возникает в соответствии с принципом Ле Шателье-Брауна, как ответ на рост энтропии, то есть на рассеяние энергии в окружающей среде. Поэтому концентрация энергии - это наиболее естественная функция жизни, выполняемая растениями. В процессе фотосинтеза солнечная энергия аккумулируется в виде разнообразных органических соединений, которые в виде пищи распределяются между живыми организмами. Частично энергия рассеивается, а частично накапливается в отмершем органическом веществе, переходя со временем в ископаемое состояние (торф, каменный уголь, нефть).

2. *Окислительно-восстановительная* – окисление вещества в процессе жизнедеятельности и восстановление в процессе разложения при дефиците кислорода.

Наряду с фотосинтезом в зеленых растениях на Земле происходит почти равное ему по масштабу окисление органических веществ в процессе дыхания, брожения, гниения с выделением воды, углекислого газа и теплоты, которая после этого излучается в космическое пространство. Существенно меньшая часть энергии Солнца консервируется в земной коре, или, по словам Вернадского, “уходит в геологию”, формируя залежи каменного угля, нефти, торфа и т.п. Эти процессы связаны с протеканием в бескислородной среде реакций восстановления, сопровождающихся образованием и накоплением сероводорода и метана.

3. *Газовая* – способность изменять и поддерживать определенный газовый состав среды обитания и атмосферы в целом.

Фотосинтез привел к постепенному уменьшению в атмосфере углекислоты и накоплению кислорода и озона. При этом в развитии

биосферы наблюдалось по крайней мере два переломных момента: первая точка Пастера (1.2 млрд лет назад), когда количество кислорода достигло 1 % от современного уровня и появились первые аэробные организмы, живущие только в кислородной среде, в отличие от анаэробных, живущих в бескислородной среде; вторая точка Пастера, когда количество кислорода достигло 10 % от современного уровня, создались условия для синтеза озона и озонового слоя, что защитило организмы от ультрафиолетовых лучей. До этого данную функцию выполняли густые водяные облака.

4. *Деструктивная* – разложение и минерализация мертвого органического вещества и косных веществ.

Эта функция представляет собой один из важнейших этапов круговорота вещества в биосфере, обеспечивающего непрерывность жизни путем превращения сложных органических соединений в минеральные вещества, необходимые для первых звеньев пищевых цепей. Практически все живые организмы биосферы, за исключением растений, в той или иной мере являются деструкторами (разрушителями). Однако главная роль в этом процессе принадлежит грибам и бактериям. Л.Пастер назвал бактерии “великими могильщиками природы”. Одновременно жизнь участвует и в разрушении косных веществ (в частности горных пород), доводя их постепенно до состояния, позволяющего вовлечь их в природный круговорот.

5. *Концентрационная* – способность организмов концентрировать в своем теле рассеянные элементы окружающей среды.

Любое живое существо в процессе своей жизнедеятельности буквально по молекулам собирает из окружающей среды необходимые для него вещества и консервирует их в своей структуре. Поэтому, например, концентрация марганца в теле некоторых организмов превышает его концентрацию в окружающей среде в миллионы раз. Результатом концентрационной деятельности живых организмов являются залежи руд, известняков, горючих ископаемых и т.п.

6. *Транспортная* – перенос и перераспределение вещества и энергии.

Часто такой перенос осуществляется на громадные расстояния, например, при миграциях и кочевках животных, способствуя также концентрации элементов среды, достаточно вспомнить птичьи базары.

7. *Средообразующая* – преобразование физико-химических параметров окружающей среды.

В широком смысле результатом данной функции является вся природная среда. Она создана живыми организмами, они же и поддерживают ее в определенном стабильном состоянии. Так состав атмосферы и гидросферы - это продукт жизнедеятельности в биосфере. Живые организмы активно участвуют в создании особого типа биокосного вещества - почвы. Кораллы создают в океанах целые острова.

8. *Информационная* – накопление информации и закрепление ее в наследственных структурах.

Эта функция пока еще мало изучена. Но, по всей видимости, ее важность превосходит все остальные функции живого вещества.

Если живое вещество распределить на поверхности Земли ровным слоем, его толщина составит всего 2 см. При такой незначительной массе организмы осуществляют свою планетарную роль за счет свойств, формирующихся в процессе эволюции биосферы и представленных в таблице 1.

Таблица 1

Свойства живого вещества

| Свойство | Пояснение и примеры |
|---|---|
| Высокая химическая активность благодаря биологическим катализаторам (ферментам) | В живых организмах протекают реакции между веществами, воспроизведение которых в лабораторных условиях требует создания экстремальных условий. Например, фиксация азота в промышленных условиях протекает при 500 °С и 300-500 атм, в то время как азотофиксирующие бактерии осуществляют этот процесс при естественных температурах и давлении. |
| Высокая скорость протекания реакций | Она на несколько порядков выше, чем в неживом веществе; например, некоторые гусеницы потребляют за день количество пищи, которое в 100-200 раз больше веса их тела; весь углекислый газ проходит через живые организмы в процессе фотосинтеза за 6-7 лет |
| Высокая скорость обновления живого вещества | В среднем для биосферы она составляет 8 лет, для суши - 14 лет, а для океана - 33 дня (здесь преобладают организмы с коротким периодом жизни). За всю историю существования жизни общая масса живого вещества, прошедшего через биосферу, примерно в 10 раз превышает массу Земли. |
| Способность быстро занимать все свободное пространство | Вернадский назвал это "всюдностью жизни". По словам Вернадского, "живое вещество - совокупность организмов, - подобно массе газа, растекается по земной поверхности и оказывает определенное давление в окружающей среде, обходит препятствия, мешающие его движению, или ими овладевает, их покрывает. Это движение достигается путем размножения организмов". Именно это свойство позволило сделать вывод о постоянстве количества живого вещества во все эпохи. Кроме того, жизнь обладает способностью увеличивать поверхность своего тела. Например, площадь листьев растений на 1 га, составляет 8-10 га и более. |
| Активность движения вопреки принципу роста энтропии | Вся история биосферы есть свидетельство борьбы с энтропией, то есть с силами разрушения. Жизнь сопротивляется естественному ходу событий, направленному на установление равновесия в природе. |

| | |
|--|--|
| | Наиболее показательными в этом плане являются такие примеры, как движение рыб против течения реки, движение птиц против силы тяжести и воздушных потоков и т.п. |
| Устойчивость при жизни и быстрое разложение после смерти | В любом живом организме, в том числе и в биосфере, жизнь и смерть не могут обходиться друг без друга. Организм живет, потому что в нем непрерывно что-то умирает и заменяется новым, а нарождающееся через развитие приходит к своей гибели. Любая подсистема организма после смерти должна вернуть вещество в круговорот жизни. Это обеспечивает бесконечность жизненного процесса. |
| Высокая приспособительная способность (адаптация) | Организмы реагируют на воздействия окружающей среды адаптивными изменениями (морфологическими, функциональными, поведенческими), закрепляя эти изменения, передавая их потомству. |

Биосфера Земли подразделена на отдельные структурные элементы — *экосистемы* (экологические системы). Понятие «экосистема» введено в 1935 г. английским биологом Артуром Тенсли. Экосистема есть совокупность взаимосвязанных между собой живых организмов, населяющих определенную территорию, и условий окружающей среды, функционирующую как единое целое за счет обмена веществом, энергией и информацией.

Экосистема - основная функциональная единица экологии, представляющая собой единство живых организмов и среды их обитания, организованное потоком энергии и биологическим круговоротом веществ. Это фундаментальная общность живого и среды его обитания. Например, тундра, тайга, река, озеро, открытый океан.

Функционирование экосистемы проявляется во взаимодействии ее компонентов, которое сводится к участию популяций в энергетических потоках.

Именно энергетические потоки делают экосистему единым целым. Первичным источником вещества и энергии в экосистеме являются *автотрофные* (auto — сам, tropho — питаюсь) организмы, получающие энергию извне в виде солнечной (*фототрофы*, которыми являются растения) или в виде чужеродных для конкретной экосистемы веществ и их энергии связей (*хемотрофы* — некоторые бактерии, осуществляющие хемосинтез). Растения в результате фотосинтеза создают первичные органические вещества. Поэтому растения по способу питания являются автотрофами, а по месту в экосистеме они *продуценты*. Созданную растениями первичную органическую массу потребляют другие организмы, которые используют ее энергию химических связей, как напрямую, так и через поедание других организмов, на прирост собственного тела и поддержание своей жизнедеятельности. Такие

организмы называются *гетеротрофными* по способу питания. Гетеротрофы по месту в экосистеме могут быть *консументами* (консументы первого порядка потребляют непосредственно вещества автотрофов (например, травоядные животные), а консументы второго порядка используют вещества тел консументов первого порядка (плотоядные животные)). Консументами являются животные и грибы. Некоторые из гетеротрофов разлагают органические вещества, образовавшиеся в результате жизнедеятельности консументов, до самых простых неорганических, используя выделяющуюся при этом энергию на свою жизнедеятельность. Эти организмы по месту в экосистеме называются *редуцентами* (к ним относятся, главным образом, бактерии). Таким образом, солнечная энергия, аккумулированная растениями — продуцентами уже в виде энергии химических связей передается другим живым организмам. Поэтому, энергетические потоки направлены от продуцентов через консументов к редуцентам.

Компоненты природных экосистем:

Компонентами природных систем являются:

1. *Абиотический* (вода, минеральные вещества, органические вещества, гумус), который проявляется через абиотические экологические факторы.
2. *Биотический*, представленный тремя основными группами организмов: *Продуценты* – живые существа, способные из неорганических материалов среды строить органические вещества. Это зеленые растения, микроорганизмы. *Консументы* – потребители органической продукции. Организмы, питающиеся только растениями, называют консументами первого порядка (травоядные животные). Организмы, питающиеся другими животными организмами, называют консументами второго, третьего порядка. *Редуценты* (деструкторы) – группа организмов, разлагающих органические вещества до неорганических (вода, минеральные вещества, углекислый газ). Это микроорганизмы, грибы и т.д.

Объединенные биотические компоненты образуют *цепи питания* или *трофические цепи*. Цепь питания – последовательность организмов, по которой передается энергия, заключенная в пище, от ее первоначального источника. Каждое звено в трофической цепи – это трофический уровень.

Живые организмы могут приспосабливаться как к изменениям экологических факторов, так и к неблагоприятным экологическим факторам. Такие приспособления называются *адаптациями*. Адаптации бывают морфологическими, физиологическими и поведенческими. *Морфологические* адаптации предполагают структурные изменения организма, *физиологические* адаптации приводят к функциональным

изменениям, а *поведенческие* адаптации изменяют реакции организма и чаще всего возможны при наличии высшей нервной деятельности.

Адаптации реализуются активным путем (например, поддержание температуры тела у теплокровных животных), пассивным путем (экономия энергии при анабиозе у рептилий и земноводных). Особо можно отметить адаптационное избегание неблагоприятных факторов – миграцию.

Основные закономерности действия экологических факторов

Организм является начальной, основной единицей обмена вещества, энергии и информации. Именно с организма начинается цепочка взаимоотношений живой материи с окружающей средой. Воздействие среды воспринимается организмами через посредство факторов, называемых экологическими.

Экологический фактор – это любое элемент среды, способный оказывать прямое или косвенное воздействие на живой организм хотя бы на протяжении одной из фаз его индивидуального развития. В свою очередь, организм реагирует на экологический фактор специфическими приспособительными реакциями, т.е. адаптируясь к ним.

Экологические факторы весьма разнообразны, имеют разную природу и специфику действия, они могут быть необходимы для организмов или, наоборот, вредны для них, способствовать или препятствовать выживанию и размножению. Их подразделяют на абиотические, биотические и антропогенные.

Абиотические факторы – это все элементы неживой природы (свет, температура, радиация, давление, влажность воздуха, солевой состав воды, рельеф местности и т.д.).

Биотические факторы – это прямые или опосредованные формы воздействия живых существ друг на друга.

Антропогенные факторы обязаны своим происхождением деятельности (настоящей и прошлой) человека.

Общий характер действия экологических факторов на организм отражает *закон толерантности (закон Шелфорда)*.

Толерантность – способность организма переносить неблагоприятное влияние того или иного фактора среды. Американский зоолог В. Шелфорд в начале XX в. сформулировал *закон толерантности*: «Лимитирующим фактором процветания популяции (организма) может быть как минимум, так и максимум экологического воздействия, а диапазон между ними определяет величину выносливости (предел толерантности) организма к заданному фактору» (рис. 1).

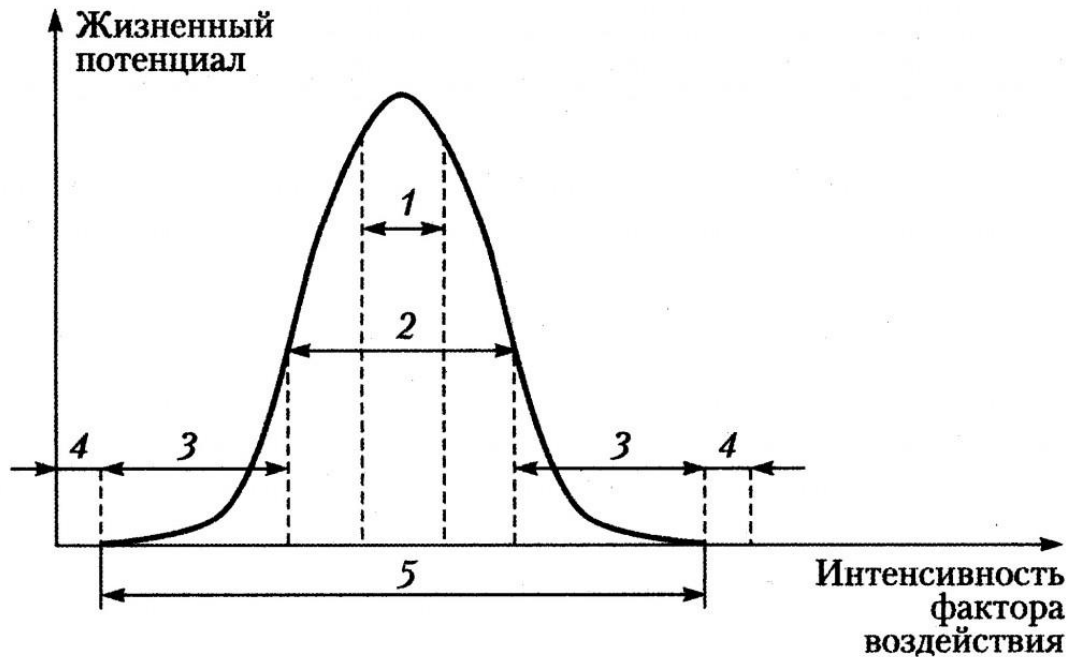


Рис. 1 Зависимость жизненного потенциала от интенсивности фактора воздействия:

1 – зона оптимума (комфорта); 2 – зона допустимой жизнедеятельности; 3 – зона угнетения; 4 – зона гибели; 5 – зона жизни

Каждый вид характеризуется своей толерантностью – способностью переносить отклонения экологических факторов от оптимальных значений.

Если эти отклонения находятся в широких пределах, организмы называются *эврибионтами*, если в узких пределах – *стенобионтами*.

Один и тот же экологический фактор может по-разному действовать на разные организмы (например, если действие ураганного ветра на крупных животных достаточно выражено, на жизнедеятельности мелких животных оно может практически не отражаться; а изменение солевого состава почвы более значимо для растений, чем для животных).

Кроме того, характер воздействия любого фактора на организм зависит от степени интенсивности этого фактора. То есть, - нет абсолютно полезных или абсолютно вредных факторов. Например, действие фтора на организм человека. Определенное количество фтора необходимо, а колебание этого количества в ту и другую сторону может неблагоприятно отражаться на здоровье человека. Так его недостаток может быть одной из причин кариеса, а избыток – приводить к флюорозу, тяжелому заболеванию.

Определяя воздействие того или иного экологического фактора на живой организм, необходимо учитывать то, что всегда имеет место совокупное воздействие очень многих экологических факторов

окружающей среды одновременно. Это подчеркивает *закон относительности действия экологического фактора*, который гласит: направление и интенсивность действия экологического фактора на организм зависит от того, в каких количествах он берется и в сочетании с какими факторами он действует.

Например, действие повышенной для данного вида температуры может быть смягчено пониженной влажностью. Человек может перенести более высокую температуру в сауне при пониженной влажности, чем в турецкой бане при 100% влажности.

Для нормальной жизнедеятельности живого организма необходимо наличие в окружающей среде определенных условий, обусловленных различной степенью выраженности очень многих факторов. Их сочетанное воздействие на организм отражает *закон относительной заменяемости и абсолютной незаменимости экологических факторов*:

абсолютное отсутствие какого-либо из обязательных условий жизни заменить другими экологическими факторами невозможно, но недостаток или избыток одних экологических факторов может быть возмещен действием других.

Например, недостаточную освещенность при росте зеленых растений, в некоторой степени может компенсировать избыток углекислого газа.

При определении воздействия экологических факторов на живой организм важное значение, в том числе и практическое, имеет установление так называемых *лимитирующих факторов*. Это факторы, находящиеся в недостатке или избытке вблизи критических точек, отрицательно влияющие на организмы и, кроме того, ограничивающие возможность проявления силы действия других факторов, в том числе, находящихся в оптимуме.

Например, если в почве находятся все необходимые вещества кроме одного из необходимых для данного вида, то рост и развитие растения будет определяться тем, который находится в недостатке.

Лимитирующий фактор определяет границы распространения видов и популяций, их ареал. Необходимо выявлять такие факторы, чтобы регулировать их действие на живые организмы (например, при использовании удобрений в сельском хозяйстве).

Экологическая ниша – важное понятие в экологии – определяет место вида в природе, характеризующее не только его положение в пространстве, но и его функциональную роль в экосистеме. Образно говоря, местообитание вида – это адрес вида, экологическая ниша – образ жизни. Наиболее важные процессы, протекающие в экологических нишах, определяется следующими закономерностями.

Экологические ниши у совместно проживающих видов перекрываются частично. Это значит, что в пределах одной экологической

ниши не может существовать два различных вида с абсолютно одинаковыми потребностями, трофическими цепями и связями с другими организмами. Это касается представителей флоры и фауны, а также микромира. Например, относящиеся к группе хищников умеренного пояса – волки и лисы, несмотря на пересекающиеся трофические звенья пищевых цепей, имеют различия по способу охоты, по образу жизни.

При возникновении пустующей ниши она заполняется естественным путем. Данное положение можно проиллюстрировать следующим примером распространения инфекционных заболеваний. Существует гипотеза, что активное распространение ВИЧ-инфекции на африканском континенте обусловлено отчасти тем, что некоторые вирусные инфекции, в частности черная оспа, исчезли.

Круговорот веществ и поток энергии в экосистемах

Известный российский эколог Н.Ф. Реймерс отмечает что, жизнь может существовать только в процессе движения через организм потока веществ, энергии и информации.

Экосистема может обеспечить круговорот веществ, если включает: запас биогенных элементов; продуценты; консументы; редуценты.

Круговорот обеспечивается постоянным притоком солнечной энергии.

Поток веществ осуществляется в следующем направлении: продуценты – консументы – редуценты. Хотя в ряде случаев роль консументов бывает столь незначительна, что поток веществ протекает, минуя их – продуценты - редуценты. В качестве примера можно привести субтропические и тропические леса. В этих экосистемах первичная биологическая продукция (растительная масса) лишь частично используется консументами (животными и насекомыми) и в большей степени подвергается деструкции редуцентами (микроорганизмами, грибами, простейшими).

Поток энергии проходит по трофическим уровням. В отличие от потока веществ, которые постоянно циркулируют по блокам экологических систем и могут входить вновь в круговорот, энергия может быть использована один раз.

Причем, на каждом этапе передачи вещества и энергии теряется примерно 90% энергии и только 10% переходит на очередной уровень. (Эта закономерность в литературе называется закон или принцип Линденмана или правило 10%).

Прирост биомассы в единицу времени характеризует биологическую продуктивность экосистемы. Биомасса, образуемая продуцентами, определяется как первичная биомасса данной экосистемы.

В распределении живых организмов, населяющих Землю по видовому составу, наблюдается следующая закономерность. Из общего числа видов 21% приходится на растения, но их вклад в общую биомассу составляет 99%. Среди животных 96% видов – беспозвоночные и только 4% - позвоночные. Из позвоночных животных млекопитающие составляют всего 10%.

В любых экосистемах, независимо от их размеров и сложности видового состава, происходят изменения. Циклические изменения способствуют возвращению биоценозов экосистем в исходное состояние. Примерами таких изменений могут быть суточные, сезонные изменения, видовая многолетняя цикличность. Поступательные изменения (*сукцессии*) предполагают смену одного сообщества другим. Примером таких изменений может быть изменения состояния природного водоема по типу: озеро – болото - луг.

Экосистемы, находящиеся в данный момент в равновесном состоянии с окружающей средой, называются *климаксовыми*.

Поскольку биосфера является глобальной экосистемой, в которой уже на более высоком (планетарном) уровне объединены энергетические потоки всех экосистем Земли, то очевидна необходимость тщательного учета последствий вмешательства человека в них.

Человек в биосфере

На современном этапе отношения в системе «человек – природа» носят сложный характер. С одной стороны, человек, являясь представителем биоты, не может существовать вне природной среды, а с другой, для того, чтобы выживать, он вынужден использовать природные ресурсы. При этом человек является единственным биологическим видом, который, воздействуя на природу, способен необратимо менять ее.

Совокупность воздействий человека на природу экологи называют *антропогенезом*, а факторы, сопутствующие этому процессу – *антропогенными*. В настоящее время антропогенные факторы являются важным аспектом нарушения биосферы, число их невообразимо велико. Причем одно антропогенное воздействие влечет за собой целую цепь необратимых изменений природной среды. Например, в 19 веке почти полному истреблению подверглись американские бизоны. До завоевания американцами Дикого Запада в его прериях мирно паслись около 75 млн. бизонов, а к началу 20 века их осталось около 500 особей. Бизоны в течение многих тысяч лет контролировали функционирование американских прерий, оципывая высокотравье почти до уровня почвы и, тем самым, давая шанс кустарникам и разнотравью конкурировать за место под солнцем. Мощные копыта бизонов аэрировали и рыхлили почву, поддерживая ее структуру. После исчезновения бизонов начались эрозия

почвы, снижение уровня поверхностных вод, уменьшение биоразнообразия растений.

В общем случае существует два ключевых аспекта влияния человека на природу – изъятие природных ресурсов и размещение в природной среде продуктов его жизнедеятельности. Причем каждый из них носит необузданный, варварский характер.

Еще более ярко раскрывается негативный характер воздействия человека на природную среду, если рассмотреть его деятельность, связанную с производственной сферой, то есть техногенез.

Техногенез – это техническая деятельность человека, приведшая биосферу в такую стадию развития, которую называют *техносферой*. На этой стадии между природой и человеком появляется посредник – техника – совокупность орудий труда, технологических приемов, технических навыков, средств и методов исходного воздействия на природную среду.

В настоящее время техника вторглась во все сферы человеческого общества и биосферу. Для ее функционирования требуются еще большие природные ресурсы, чем просто для обеспечения жизнедеятельности.

Под влиянием хозяйственной деятельности человека в современной биосфере происходят крупные биологические и биогеохимические изменения в естественных ландшафтах и экосистемах, почвенном покрове, растительном и животном мире, в структуре и эффективности пищевых цепей, в эффективности фотосинтеза.

Видоизменяется и гидрографическая сеть: строятся дамбы, плотины, водохранилища, меняются русла рек. Происходит глобальное перераспределение огромных масс пород верхней части земной коры. Добыча полезных ископаемых превзошла все границы.

В итоге воздействие современного человека на биосферу приводит к следующим негативным последствиям:

- изменение структуры земной поверхности (распашка земель, горнодобыча, вырубка лесов, осушение болот, создание искусственных водоемов и водотоков и т.п.);

- изменение химического состава природной среды, круговорота и баланса веществ за счет использования нерациональных хозяйственных циклов, приводящих к появлению загрязнений и отходов;

- использование вредных для природы синтетических веществ;

- изменение теплового баланса в пределах, как отдельных регионов земного шара, так и на планетарном уровне за счет использования преимущественно внутренних источников энергии по отношению к биосфере;

- уничтожение структурного многообразия биосферы в результате истребления одних видов животных и растений, создания других видов, перемещения их на новые места обитания;

- истощение природных ресурсов, рост загрязнения природной среды; - ресурсный голод.

Следует отметить, что преобразующая деятельность человека в биосфере неизбежна, так как с ней связано благосостояние населения. А вот незнание или нежелание учитывать свойственные природе законы поставили на грань сомнения возможность достойного развития в ней «человека разумного».

В целом, современная эпоха характеризуется нарастающей необходимостью соблюдения *экологического императива*, то есть жесткого требования учитывать в хозяйственной деятельности человека природные экологические законы и ограничения, не превышая при этом пределов экологической емкости природных экосистем. Емкость природных экосистем определяется их способностью к регенерации изъятых ресурсов и к восстановлению основных природных резервуаров. Необходимо помнить, что если биосфера как саморегулирующаяся система может функционировать при отсутствии человека, то человек неминуемо погибнет без гармоничного единства с окружающей его природой.

ГЛОБАЛЬНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

Глобальные проблемы - это совокупность проблем человечества, от решения которых зависит существование цивилизации и, следовательно, требующих для этого согласованных международных действий.

Эти проблемы характеризуются динамизмом, возникают, как объективный фактор развития общества, и нуждаются в объединённых усилиях всего человечества для их преодоления. Глобальные проблемы взаимосвязаны, охватывают все стороны жизни людей и касаются всех стран мира. Стало очевидным - глобальные проблемы не просто касаются всего человечества, но и жизненно важны для него. Сложные проблемы, возникающие перед человечеством, могут считаться глобальными, так как:

1. они затрагивают все человечество, касаясь интересов и судеб всех стран, народов и социальных слоев;
2. приводят к значительным потерям экономического и социального характера, а иногда и к угрозе существования самой цивилизации;
3. требуют широкого международного сотрудничества для решения этих проблем, так как ни одно государство, каким бы могущественным оно ни было, не в состоянии решить их самостоятельно.

Условно всю проблему деградации мировой экологической системы можно разделить на две составные части: деградация окружающей

природной среды в результате нерационального природопользования и загрязнение ее отходами человеческой деятельности.

Уровень воздействия человека на окружающую среду зависит в первую очередь от технической вооруженности общества. Она была крайне мала на начальных этапах развития человечества. Однако с развитием общества, ростом его производительных сил ситуация начинает меняться кардинальным образом. XX век - это век научно-технического прогресса. Связанный с качественно новым взаимоотношением науки, техники и технологии он колоссально увеличивает возможные и реальные масштабы воздействия общества на природу, ставит перед человечеством целый ряд новых, чрезвычайно острых проблем, в первую очередь - экологическую.

В процессе своей хозяйственной деятельности человек долгое время занимал по отношению к природе позицию потребителя, нещадно эксплуатируя ее, полагая, что природные запасы являются неисчерпаемыми. Одним из негативных результатов человеческой деятельности стало истощение природных ресурсов, загрязнение окружающей среды. В результате опасные для жизни и здоровья человека вещества выбрасывались в атмосферу, разрушая ее, попадали в почву. Загрязнению подверглись не только воздух и суша, но и воды Мирового океана. Это приводит как к уничтожению (вымиранию) целых видов животных и растений, так и к ухудшению генофонда всего человечества.

Сегодня экологическую ситуацию в мире можно охарактеризовать как близкую к критической. Среди глобальных экологических проблем можно отметить следующие:

- уничтожены и продолжают уничтожаться тысячи видов растений и животных;
- в значительной мере истреблен лесной покров;
- стремительно сокращается имеющийся запас полезных ископаемых;
- мировой океан не только истощается в результате уничтожения живых организмов, но и перестает быть регулятором природных процессов;
- атмосфера во многих местах сильно загрязнена, а чистый воздух становится дефицитом;
- частично нарушен озоновый слой, защищающий от губительного для всего живого космического излучения;
- загрязнение поверхности и обезображивание природных ландшафтов: на Земле невозможно обнаружить ни одного квадратного метра поверхности, где бы не находилось искусственно созданных человеком элементов.

Совершенно очевидной стала пагубность потребительского отношения человека к природе лишь как к объекту получения определенных богатств и благ. Для человечества становится жизненно необходимым изменение самой философии отношения к природе.

Демографическая проблема

Демографическая проблема становится все более важной для человечества. Она связана с непрерывным увеличением численности населения проживающего на территории планеты, однако очевидно, что ресурсы Земли (прежде всего продовольственные) ограничены.

Именно от числа живущих на планете людей, территориального размещения и масштабов их хозяйственной деятельности зависят такие важнейшие параметры, как обеспеченность населения ресурсами, состояние биосферы Земли, мировая социальная и политическая среда.

В то же время, демографические процессы на рубеже XXI в. определяют две тенденции:

- демографический взрыв, характеризующийся резким приростом населения в странах Азии, Африки, Латинской Америки, начиная с 60-х годов;
- нулевой прирост населения в странах Западной Европы.

Первая ведет к резкому обострению социально-экономических проблем в развивающихся странах, включая голод и неграмотность десятков миллионов людей. Вторая - к резкому старению населения в развитых странах, включая ухудшение баланса между работающими и пенсионерами и т.д.

В сложившихся к началу XXI века условиях человечество уже не может функционировать стихийно без риска катастрофы для каждой из стран. Единственный выход - в переходе от саморегулирующейся к управляемой эволюции мирового сообщества и его природной среды.

Необходимо, чтобы общечеловеческие интересы - предотвращение ядерной войны, смягчение экологического кризиса, пополнение ресурсов - преобладали над частными экономическими и политическими выгодами отдельных стран, корпораций и партий. В 1970-х гг. прошлого века были введены в действие разного рода программы, начали работу местные, национальные и транснациональные организации. В настоящее время для достижения этой цели человечество располагает необходимыми экономическими и финансовыми ресурсами, научно-техническими возможностями и интеллектуальным потенциалом. Но для воплощения этой возможности необходимы новое политическое мышление, добрая воля и международное сотрудничество на основе приоритета общечеловеческих интересов и ценностей.

Прежде всего, следует перейти от потребительско-технократического подхода к природе к поиску гармонии с нею. Для этого, в частности, необходим целый ряд направленных мер по экологизации производства: природо-сберегающие технологии, обязательная экологическая экспертиза новых проектов, создание безотходных технологий замкнутого цикла. Другой мерой, направленной на улучшение

взаимоотношений человека и природы, является разумное самоограничение в расходовании природных ресурсов, особенно энергетических источников (нефть, уголь), имеющих для человечества важнейшее значение.

Подсчеты международных экспертов показывают, что если исходить из современного уровня потребления, то запасов угля хватит еще на 430 лет, нефти - на 35 лет, природного газа - на 50 лет. Срок, особенно по запасам нефти, не такой уж и большой. В связи с этим необходимы разумные структурные изменения в мировом энергобалансе в сторону расширения применения атомной энергии, а также поиск новых, эффективных, безопасных и максимально безвредных для природы источников энергии, включая космическую.

Мировое сообщество сегодня предпринимает конкретные меры по решению экологических проблем и снижению их опасности: разрабатывает предельно допустимые нормы выбросов в окружающую среду, создает безотходные или малоотходные технологии, более рационально использует энергетические, земельные и водные ресурсы, экономит полезные ископаемые и т.д.

Однако ощутимый эффект все перечисленные и другие меры могут дать лишь при условии объединения усилий всех стран для спасения природы. Еще в 1982 г. ООН приняла специальный документ - Всемирную хартию охраны природы, а затем создала специальную комиссию по окружающей среде и развитию. Кроме ООН большую роль в деле разработки и обеспечения экологической безопасности человечества играет такая неправительственная организация, как *Римский клуб*. Что касается правительств ведущих держав мира, то они стараются бороться с загрязнением окружающей среды путем принятия специального экологического законодательства.

Римский клуб — международная общественная организация, созданная итальянским промышленником Аурелио Печчеи (который стал его первым президентом) и генеральным директором по вопросам науки ОЭСР Александром Кингом 6-7 апреля 1968 года, объединяющая представителей мировой политической, финансовой, культурной и научной элиты. Организация внесла значительный вклад в изучение перспектив развития биосферы и пропаганду идеи гармонизации отношений человека и природы.

Одной из главных своих задач Римский клуб изначально считал привлечение внимания мировой общественности к глобальным проблемам посредством своих докладов. Заказ Клуба на доклады определяет только тему и гарантирует финансирование научных исследований, но ни в коем случае не влияет ни на ход работы, ни на её результаты и выводы; авторы докладов, в том числе и те из них, кто входит в число членов Клуба, пользуются полной свободой и независимостью. Получив готовый доклад,

Клуб рассматривает и утверждает его, как правило, в ходе ежегодной конференции, нередко в присутствии широкой публики — представителей общественности, науки, политических деятелей, прессы, — а затем занимается распространением результатов исследования, публикуя доклады и проводя их обсуждение в разных аудиториях и странах мира.

Глобальные проблемы требуют соблюдения определенных нравственных норм, позволяющих соотнести все возрастающие потребности человека с возможностями планеты их удовлетворить. Ряд ученых (А.В. Иванов, И.В. Фотиева, М.Ю. Шишин, 2010) справедливо считают, что необходим переход всего земного сообщества от тупикового техногенно-потребительского к новому духовно-экологическому, или ноосферному, - типу цивилизационного существования. Его суть в том, что "научно-технический прогресс, производство материальных товаров и услуг, политические и финансово-экономические интересы должны быть не целью, а всего лишь средством гармонизации отношений между обществом и природой, подспорьем для утверждения высших идеалов человеческого существования: бесконечного познания, всестороннего творческого развития и нравственного совершенствования".

Одна из наиболее популярных точек зрения решения данной проблемы - привить людям новые нравственно-этические ценности, являющиеся сутью экологической культуры и экологического мышления. Так в одном из докладов Римскому клубу, написано, что новое этическое воспитание должно быть направлено на:

- 1) развитие всемирного сознания, благодаря которому человек осознает себя как член мирового сообщества;
- 2) формирование более бережливого отношения к использованию природных ресурсов;
- 3) развитие такого отношения к природе, которое было бы основано на гармонии, а не на подчинении;
- 4) воспитание чувства сопричастности к будущим поколениям и готовности отказаться от части собственных благ в их пользу.

Успешно решать глобальные проблемы можно и нужно уже сейчас на основе конструктивного и взаимоприемлемого сотрудничества всех стран и народов, невзирая на различия социальных систем.

Проблема разрушения озонового слоя

Понятие «озоновый слой» является весьма условным и включает в себя совокупность молекул озона, содержащихся в толще воздуха от поверхности Земли до высоты в несколько десятков километров. Причем максимальная концентрация озона характерна для высоты 15-35 км. Далее концентрация озона резко снижается, и на высоте более 85 км озон практически отсутствует.

Общее содержание озона в атмосфере над конкретной территорией изменяется в достаточно широких пределах. По характеру сезонных колебаний и высотному профилю концентраций озона принято выделять три зоны:

- полярная зона – характеризуется наибольшими значениями концентраций озона (содержание молекул озона в 1 см^3 составляет $4,5 \times 10^{12} \text{ см}^{-3}$) и наибольшими сезонными колебаниями;
- тропическая зона с максимальной концентрацией озона $1,5 \times 10^{12} \text{ см}^{-3}$;
- средние широты с максимальной концентрацией озона $3 \times 10^{12} \text{ см}^{-3}$.

Важным свойством озона является способность поглощать излучение. Поглощая излучение с длиной волны меньше 1130 нм (инфракрасное излучение), озон разрушается. Максимум поглощения наблюдается при длине волны менее 320 нм (ультрафиолетовое излучение). Причем озон поглощает ультрафиолетовое излучение в тысячи раз лучше, чем кислород. Содержание озона в стратосфере в десятки и сотни раз превышает его содержание в тропосфере. Причем этого количества достаточно для почти полного поглощения жесткого ультрафиолетового излучения Солнца. Именно поэтому озон стратосферы выполняет защитную функцию, и уменьшение его количества в этой области может представлять опасность для биоты и человека. Озон мезосферы из-за малого содержания в ней вносит небольшой вклад в защиту биосферы от солнечного излучения, но играет важную роль в поддержании теплового баланса планеты.

По оценкам экологов при уменьшении концентрации озона стратосферы на 5% интенсивность ультрафиолетового излучения у поверхности Земли возрастет на $7,5\text{-}15\%$, что может повлечь за собой увеличение заболеваемости раком кожи на десятки, а то и сотни тысяч случаев в год.

Разрушению озона способствует не только солнечная радиация, но и космические лучи, а также некоторые газы: соединения азота, хлора и брома, хлорфторуглероды (фреоны). Ежегодно количество фреонов в атмосфере Земли увеличивается на $8\text{-}9\%$. Они постепенно поднимаются вверх, в стратосферу, и под воздействием солнечных лучей становятся активными – вступают в фотохимические реакции, выделяя атомарный хлор. Каждая частица хлора способна разрушить сотни и тысячи молекул озона. При современном уровне загрязнения этими соединениями через 20 лет количество озона уменьшится на 10% , а за полвека может разрушиться около двух его третей. В 1987 г. впервые наблюдалось полное, хотя и носившее сезонный характер, разрушение озонового слоя над Антарктидой. В 1997 году озоновая дыра по площади составляла уже $27,3$ млн. квадратных километров, что вдвое превышает размеры Европы. В настоящее время озоновая дыра появилась и над Шпицбергом, что

вызывает немалую озабоченность европейского ученого сообщества, ведь в озоновой дыре содержание непосредственно озона составляет на 40-50% меньше допустимого.

Существуют и другие причины ослабления озоновой прослойки.

Во-первых, запуски космических ракет. Сгорающее топливо «выжигает» в озоновом слое большие дыры. Когда-то предполагалось, что эти «дыры» затягиваются. Оказалось, они существуют довольно долго.

Во-вторых, самолеты. Особенно, летящие на высотах в 12-15 км. Выбрасываемый ими пар и другие вещества разрушают озон. Хотя самолеты, летающие ниже 12 км, дают прибавку этого газа.

Для сохранения озона в атмосфере многие страны подписали международное соглашение, предусматривающее сокращение производства веществ, разрушающих озон.

Парниковый эффект

Парниковый эффект относится к числу проявлений глобального экологического кризиса. Эта тенденция наметилась в связи с увеличением в атмосфере концентраций парниковых газов.

Под *парниковыми газами* понимаются газы, создающие в атмосфере экран, задерживающий инфракрасные лучи. В результате этого происходит повышение температуры нижнего слоя атмосферы. Атмосфера играет роль «одеяла», удерживающего тепло. Не будь парникового эффекта средняя температура поверхности Земли должна быть около $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, а в действительности около $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Наиболее значимыми природными парниковыми газами являются пары воды, содержащиеся в атмосфере в большом количестве, а также диоксид углерода, который попадает в атмосферу как естественным, так и искусственным путем и является основным компонентом, вызывающим парниковый эффект антропогенного происхождения.

Атмосферные концентрации углекислого газа и метана увеличились на 31 и 149% соответственно по сравнению с начала промышленной революции в середине XVIII века. Угольные электростанции, автомобильные выхлопы, заводские трубы и другие созданные человечеством источники загрязнения вместе выбрасывают в атмосферу около 22 миллиардов тонн углекислого газа и других парниковых газов в год. В то же время поглощение CO_2 из атмосферы основными его потребителями (лесными растениями и фитопланктоном Мирового океана) сократилось за счет уменьшения площадей лесов, гибели фитопланктона. В результате поступление углерода в атмосферу стало превышать его потребление растениями. Ежегодный прирост CO_2 в атмосфере составляет 3,5 млрд. т. Животноводство, применение удобрений, сжигание угля и другие источники дают около 250 миллионов тонн метана в год. Прирост

метана составляет 1,5 % в год. Около половины всех парниковых газов, выброшенных человечеством, осталось в атмосфере.

Возрастание диоксида углерода в атмосфере усиливает парниковый эффект, так как CO_2 успешно пропускает длинноволновые лучи солнечного света к поверхности Земли и задерживает коротковолновое излучение. Поэтому чем выше концентрация CO_2 в атмосфере, тем меньше тепла рассеивает Земля, тем выше средняя температура у земной поверхности. Потеплению климата Земли способствует также поступление тепла в атмосферу за счет сжигания нефтепродуктов, угля, торфа, работы разнообразных двигателей. Повышение средних температур на земном шаре может существенно изменить ход природных процессов биосферы. Например, известно, что повышение средних температур приземного слоя воздуха в 1930-е годы на $0,4\text{ }^\circ\text{C}$ сопровождалось сокращением площади льдов в Арктике на 10 %, жестокими засухами во многих странах, сдвигами границ ландшафтных зон до 200 км к северу.

В противоположном направлении на климат влияет запыленность атмосферы. Пылевые частицы, скапливаясь в верхних слоях атмосферы, отражают часть солнечных лучей и тем самым сокращают количество тепла, поступающего на Землю от Солнца. Ученые полагают, что, несмотря на увеличение концентрации CO_2 в атмосфере в 1940-е годы, потепление сменилось похолоданием именно за счет увеличения запыленности воздуха.

Кроме диоксида углерода в создании парникового эффекта участвуют фреоны, метан и оксид азота. Роль каждого из указанных газов антропогенного происхождения может быть проиллюстрирована данными, приведенными в табл.2.

Таблица 2

Вклад парниковых газов в глобальное потепление

| Парниковый газ | Основные источники | Доля влияния на глобальное потепление, % |
|--|---|--|
| Диоксид углерода (CO_2) | Сжигание ископаемого топлива (77 %), вырубка лесов (23 %) | 55 |
| Хлорфторуглероды (фреоны) и родственные соединения | Утечка при различных промышленных применениях | 24 |
| Метан (CH_4) | Рисовые плантации, утечка газа, жизнедеятельность животных | 15 |
| Оксиды азота | Сжигание биомассы, применение удобрений, сжигание ископаемого топлива | 6 |

В настоящее время происходит постоянное увеличение выбросов в атмосферу «парниковых» газов. Прежде всего, это касается диоксида углерода, образующегося, главным образом, при сжигании угля и других углеродсодержащих топлив, нефти, газа в топках ТЭЦ, двигателях автомобилей и т. д. За последние 30-35 лет его выбросы особенно резко возросли. Увеличиваются также выбросы метана, оксидов азота, галогенуглеродов.

В 1988 г. Генеральной Ассамблеей ООН была создана Межправительственная группа экспертов по проблемам изменения климата (IPCC). В задачи этой группы входило оценить состояние проблемы и привлечь к ней внимание мировых лидеров.

Учеными был сделан однозначный вывод о том, что выбросы в атмосферу, вызванные человеческой деятельностью, приводят к существенному увеличению концентрации парниковых газов в атмосфере. На основе расчетов с использованием компьютерных моделей было показано, что если сохранится нынешняя скорость поступления парниковых газов в атмосферу, то всего за 30 лет температура в среднем по Земному шару повысится, примерно, на 1°. Это необычно большое повышение температуры, если судить по палеоклиматическим данным.

Необходимо отметить, что оценки экспертов, по-видимому, несколько занижены. Потепление, скорее всего, будет усиливаться в результате ряда природных процессов. Причиной большего, чем прогнозируемое, потепления может быть неспособность нагревающегося океана поглощать из атмосферы расчетное количество диоксида углерода.

Из результатов численного моделирования также следует, что средняя глобальная температура в следующем столетии будет повышаться со скоростью 0,3 °С за 10 лет. В результате к 2100 г. она возрастет (по сравнению с доиндустриальным временем) на 4 °С.

Глобальное потепление должно сопровождаться усилением осадков (к 2030 г. на несколько процентов), а также повышением уровня Мирового океана (к 2030 г. – на 20 см, а к концу столетия – на 65 см).

Прогнозируемое повышение уровня океана на 65 см вызовет опасную ситуацию для жизнедеятельности 800 млн. человек. Подвергнутся затоплению низменные побережья таких стран, как Бангладеш, Египет, Индонезия, Мальдивы, Мозамбик, Пакистан, Таиланд, Гамбия и Суринам.

По другим оценкам уровень Океана к середине XXI века поднимется на 0,5-1 м, а к концу века на 2 м, в результате чего будут затоплены значительные территории суши. При этом резко сократится видовое разнообразие флоры и фауны, увеличатся масштабы обезлесивания, начнется необратимое разрушение экосистем.

По оценкам ученых НИИ прикладной геофизики, потепление и изменение характеристик глобальной климатической системы в результате антропогенных выбросов парниковых газов стало реальной опасностью

для всего человечества. Эти изменения ведут к крупномасштабным негативным последствиям практически во всех областях деятельности человека. Наиболее значительному потеплению подвержены высокие широты Земного шара, в которых расположена значительная часть Российской Федерации.

В Российской Федерации весьма уязвимыми к изменениям климата являются сельское, лесное и водное хозяйства. Это связано, главным образом, с перераспределением осадков и увеличением числа и интенсивности засух. При непринятии превентивных мер ожидается, что падение средней продуктивности зернового хозяйства может достигнуть 26 %, а общей продуктивности растениеводства – порядка 10 %. Резко возрастет поражение лесов вредителями и их гибель от увеличения пожаров во время засух.

Ожидаемые изменения объема и режима стока рек потребует больших затрат на дополнительное обустройство водохранилищ гидроэлектростанций. Эти изменения стока приведут также к изменениям уровня внутренних морей и, как следствие, к неблагоприятным нарушениям прибрежных территорий,

В зоне вечной мерзлоты, которая занимает около 10 млн. кв. км (58 % площади страны), в результате ее таяния при потеплении климата будет разрушаться хозяйственная инфраструктура, в первую очередь, из-за уязвимости добывающей промышленности, энергетических и транспортных систем, коммунального хозяйства. При отсутствии защитных мер разрушениям будут подвергаться, в первую очередь, жилые и производственные здания и сооружения, дороги, аэродромы, нефте- и газопроводы. Подъем уровня Мирового океана приведет к затоплению и разрушению береговой зоны и низменных территорий дельт рек с расположенными здесь городами и поселениями. Подъем уровня океана представляет наибольшую опасность для обширных низменных территорий севера России и крупных приморских городов, например, Санкт-Петербурга. Изменение климата может оказать негативное влияние на здоровье населения как из-за усиления теплового стресса в южных районах, так и распространения многих видов заболеваний (холеры, малярии и т. д.) далеко на север. Возможны и позитивные последствия изменения климата, однако, по существующим представлениям, они будут иметь ограниченный характер. Хозяйственно-полезным, например, может оказаться повышение продуктивности сельскохозяйственных культур при увеличении концентрации CO_2 в атмосфере, увеличение осадков и т. п.

Отмеченные выше возможные изменения в окружающей среде, обусловленные потеплением и изменением характеристик глобальной климатической системы, безусловно, будут сопровождаться серьезными экологическими последствиями, изменениями в структуре природных экосистем, ландшафтов и т. п.

Вместе с тем, следует иметь в виду, что в настоящее время существуют неопределенности и проблемы в понимании экологических изменений, связанных с глобальным потеплением. Нет полной ясности в вопросах взаимосвязи изменения климата с химией атмосферы, динамикой популяций, сообществ и экосистем, а также по некоторым другим направлениям.

Загрязнение мирового океана

Одним из самых ценных богатств Земли является гидросфера - океаны, моря, реки, озера, ледники Арктики и Антарктики. На Земле имеется 1385 млн. километров водных запасов и очень мало, всего лишь 25% пресной воды пригодной для жизни человека. И не смотря на это люди, очень безумно относятся к этому богатству и бесследно, беспорядочно его уничтожают, загрязняя воду различными отходами. На свои нужды человечество использует главным образом пресные воды. Их объём составляет чуть больше 2% гидросферы, причём распределение водных ресурсов по земному шару крайне неравномерно. В Европе и Азии, где проживает 70% населения мира, сосредоточено лишь 39% речных вод. Общее же потребление речных вод возрастает из года в год во всех районах мира. Известно, например, что с начала XXI века потребление пресных вод возросло в 6 раз, а в ближайшие несколько десятилетий возрастёт еще по меньшей мере в 1,5 раза.

Недостаток воды усугубляется ухудшением её качества. Используемые в промышленности, сельском хозяйстве и в быту воды поступают обратно в водоёмы в виде плохо очищенных или вообще неочищенных стоков. Таким образом, загрязнение гидросферы происходит, прежде всего, в результате сброса в реки, озера и моря промышленных, сельскохозяйственных и бытовых сточных вод. Согласно расчетам ученых, вскоре для разбавления этих самых сточных вод может потребоваться 25 тысяч кубических километров пресной воды, или практически все реально доступные ресурсы такого стока.

Нетрудно догадаться, что именно в этом, а не в росте непосредственного водозабора главная причина обострения проблемы пресной воды. Стоит отметить, что сточные воды, содержащие остатки минерального сырья, продукты человеческой жизнедеятельности обогащают водоемы питательными веществами, что в свою очередь приводит к развитию водорослей, а как следствие к заболачиванию водоема. В настоящее время к числу сильно загрязненных относятся многие реки – Рейн, Дунай, Сена, Огайо, Волга, Днепр, Днестр и др.

Городские стоки и крупные свалки часто бывают причиной загрязнения вод тяжелыми металлами и углеводородами. Поскольку тяжелые металлы накапливаются в морских пищевых цепях, их

концентрация может достигнуть летальных доз, что и произошло после большого промышленного выброса ртути в прибрежные воды Японии вблизи города Минимата. Повышенная концентрация этого металла в тканях рыбы привела к гибели многих людей и животных, съевших зараженный продукт. Повышенные дозы тяжелых металлов, пестицидов и продуктов переработки нефти могут заметно ослаблять защитные свойства организмов. Концентрация канцерогенов в Северном море достигает в настоящее время огромных величин. Огромные запасы этих веществ сконцентрировались в тканях дельфинов, являющихся конечным звеном пищевой цепи. Страны, расположенные на побережье Северного моря с недавнего времени проводят комплекс мероприятий, направленных на снижение, а в перспективе и на полное прекращение сброса в море и сжигания токсических отходов. Кроме того, человек осуществляет преобразование вод гидросферы путем строительства гидротехнических сооружений, в частности водохранилищ. Крупные водохранилища и каналы оказывают серьезное отрицательное воздействие на окружающую среду: изменяют режим грунтовых вод в прибрежной полосе, влияют на почвы и растительные сообщества, в конце концов, их акватории занимают большие участки плодородных земель.

В наши дни угрожающими темпами растет загрязнение мирового океана. Причем здесь существенную роль играет не только загрязнение стоками, но и попадание в воды морей и океанов большого количества нефтепродуктов. В целом, наиболее загрязнены внутренние моря: Средиземное, Северное, Балтийское, Японское, Яванское, а также Бискайский, Персидский и Мексиканский заливы. Загрязнение морей и океанов происходит по двум каналам. Во-первых, морские и речные суда загрязняют воду отходами, получаемыми в результате эксплуатационной деятельности, продуктами внутреннего сгорания в двигателях. Во-вторых, загрязнение происходит в результате аварий, когда в море попадают токсичные вещества, чаще всего нефть и нефтепродукты. Дизельные двигатели судов выбрасывают вредные вещества в атмосферу, которые впоследствии оседают на поверхности воды. На танкерах перед каждой очередной загрузкой промываются емкости для удаления остатков ранее перевозимых грузов, при этом промывочная вода, а вместе с ней и остатки грузов чаще всего сбрасываются за борт. Кроме того, после доставки груза танкеры отправляются к пункту новой загрузки порожними, в этом случае для надлежащего плавания танкеры наполняются балластной водой, которая в процессе плавания загрязняется нефтяными остатками. Перед загрузкой эта вода также выливается за борт. Что же касается законодательных мер по контролю над нефтяным загрязнением при работе нефтяных терминалов и слива балластной воды из нефтеналивных судов, то они были приняты гораздо раньше, после того как стала очевидной опасность больших разливов нефти из танкеров. Так, при авариях танкера

«Торри Каньон» у берегов Великобритании в 1967 году и танкера «Престиж» у берегов Испании в 2002 году, последствия для окружающей среды были настолько ужасающими, что целый ряд государств внес большое число поправок для нефтеперевозящих судов и ужесточил наказание за подобные катастрофы. Результаты исследований показали, однако, что малоизвестные небольшие по объему, но постоянно повторяющиеся разливы и утечки нефти наносят экосистемам даже больший ущерб, чем на шумевшие катастрофы. Дeterгенты, применяемые для уничтожения нефтяных пятен с поверхности моря, часто оказываются более опасными для среды, чем сама нефть. Настоятельно необходимо дальнейшее изучение проблемы и дальнейшее совершенствование мониторинга нефтяного загрязнения моря. На пути юридического контроля загрязнения морской, а особенно открытой океанической среды возникают большие трудности, поскольку проблема уничтожения отходов стала сейчас для многих государств весьма острой, а незаконный сброс их в море чрезвычайно привлекателен. Вредные химические соединения и радиоактивные отходы, попавшие в море, постепенно разносятся течениями и волнами, но если они попадают в мелководные приконтинентальные моря, то немедленно наносят вред экосистеме, еще до того, как удастся принять эффективные меры борьбы с этим воздействием. В этом отношении малые моря особенно уязвимы. Воды Ирландского имеют более высокую радиоактивность, чем в других приконтинентальных морях, а объясняется это утечками на атомной электростанции станции в Селлафилде.

Кислотные осадки

Нельзя обойти стороной и такое явление, как выпадение кислотных дождей, также вызываемое химическим загрязнением атмосферы. Это явление теснейшим образом связано с загрязнением гидросферы и литосферы, но предотвратить его возможно только путем сокращения выбросов в атмосферу.

Кислотные дожди – не простое и не единичное явление. При сжигании ископаемых горючих материалов образуется диоксид серы и оксиды азота, а при неполном сгорании образуются еще и углеводороды. Все эти вещества поступают в атмосферу в газообразном состоянии, но иногда вымываются оттуда, выпадая на землю с осадками. Во всех промышленных районах, таких как восточная часть США, Западная Европа и северо-восточные районы Китая и Японии, иногда выпадают дожди, рН которых значительно ниже 4 (в норме нижний предел кислотности дождевой воды равен 5). При естественной концентрации диоксида углерода в атмосфере рН-среда дождевой воды составляет 5,6. В присутствии оксидов серы, поступающих в атмосферу из океана и при

извержении вулканов, эта величина иногда до 4,7.

Частое выпадение кислотных дождей ($\text{pH} < 5$) нередко приводит к крупным изменениям в экосистемах и повреждению зданий. Подобные явления характерны для государств, граничащими с теми, в которых находятся наиболее мощные источники загрязнения. Так, кислотные дожди, выпадающие в Норвегии и Швеции, - это результат загрязнения в Великобритании и Западной Европе, причем вредные вещества распространяются господствующими ветрами, дующими на большой высоте. В Центральной Швеции и Северной Норвегии под действием кислотных дождей снизились уловы лосося и форели, пострадали леса. Повреждение деревьев, связанное с кислотным загрязнением, явление, очень распространенное сейчас в Европе, и есть данные о том, что в Англии от такого загрязнения страдают бук и тис. Нередко обнаруживается, что там, где почва бедна, и не в состоянии нейтрализовать воздействие кислотных осадков, страдает фауна озер и рек. Особенно чувствительными оказываются молодь и икра рыб. В частности, в Скандинавии проблема осложняется тем, что кислотные загрязнители, накопившиеся за зиму в снежном покрове, быстро высвобождаются весной при таянии снега и сразу попадают в большом количестве в талую воду в самый разгар нереста и выклева мальков. Под влиянием кислотных дождей магний и кальций вымываются из почвы и листового опада, а алюминий, марганец и тяжелые металлы постепенно проникают в почвенные воды, где могут достигать токсических концентраций, приводящих к гибели корней деревьев и к разрушению микоризы. В результате этого снижается способность деревьев получать из почвы воду и минеральные соли. Болезни, связанные с недостатком минерального питания, стали весьма обычными, причем в условиях пониженной влажности заболеваемость деревьев увеличивается. К категории кислотных дождей следует отнести озонно-кислотные туманы, служащие, видимо, одной из причин суховершинности древостоя в Шварцвальде (Германия), а также выпадение сухих кислотных осадков. Озон образуется при взаимодействии углеводородов и оксидов азота в самых нижних слоях атмосферы под влиянием солнечного света. Даже в том случае, когда концентрация каждого отдельного загрязнителя безвредна, смесь таких веществ, как озон, диоксид серы, оксиды азота, другие фотооксиданты и тяжелые металлы, может привести к сильному угнетению растительности. В сочетании с климатическими стрессами, особенно засухой, такая смесь из загрязняющих веществ часто бывает причиной гибели деревьев. Таким образом, выражение “кислотные дожди” фактически обозначает несколько разнообразных явлений. Методы борьбы с закислением, например внесение извести в озера или лесную почву дают лишь кратковременный положительный эффект. Серьезных успехов в этом направлении можно достигнуть лишь одним способом – снижением количества газообразных

загрязнителей, поступающих в атмосферу. Особое внимание следует сосредоточить на уменьшении выбросов диоксида серы, который поступает в атмосферу в особенно больших количествах, а источники выбросов сравнительно легко обнаружить: это промышленные предприятия, главным образом работающие на угле электростанции. Кроме того, существуют эффективные и доступные, но дорогостоящие технологии десульфуризации, при использовании которых диоксид серы в атмосферу не выбрасывается. В долгосрочной перспективе, видимо, также важно будет ограничить поступление в атмосферу углеводородов и оксидов азота. В настоящее время согласно среднестатистическим мировым данным доля отраслей промышленности по загрязнению распределяется так: заводы черной металлургии- 42% , угольная промышленность- 16% , химическая и нефтяная промышленность- 17%

Засорение космического пространства

Под *космическим мусором* подразумеваются все искусственные объекты и их фрагменты в космосе, которые уже неисправны, не функционируют и никогда более не смогут служить никаким полезным целям, но являющиеся опасным фактором воздействия на функционирующие космические аппараты, особенно пилотируемые. В некоторых случаях, крупные или содержащие на борту опасные (ядерные, токсичные) материалы объекты космического мусора могут представлять прямую опасность и для Земли. При их неконтролируемом сходе с орбиты, неполном сгорании при прохождении плотных слоев атмосферы Земли и выпадении обломков на населенные пункты, промышленные объекты, транспортные коммуникации, сельскохозяйственные угодья. Проблема засорения околоземного космического пространства продуктами космическим мусором как чисто теоретическая возникла по существу сразу после запусков первых искусственных спутников Земли в конце пятидесятых годов. Официальный статус на международном уровне она получила после доклада Генерального секретаря ООН под названием «Воздействие космической деятельности на окружающую среду» от 10 декабря 1993 года, где особо отмечено, что проблема имеет международный, глобальный характер. Нет засорения национального околоземного космического пространства, есть засорение космического пространства Земли, одинаково негативно влияющее на все страны, прямо или косвенно участвующие в его освоении. В Советском Союзе засоренностью космоса начали заниматься в 1985 году в министерстве обороны и в академии наук страны. Уже в 1990 году были получены первые практические оценки и разработана математическая модель засоренности околоземного космического пространства. В 1992 году впервые в стране был создан проект стандартных исходных данных для

обеспечения работ по созданию космических орбитальных средств. В этой связи следует отметить, что и в настоящее время только две страны - Россия и США имеют возможность и отслеживают всё околоземное космическое пространство в плане техногенного засорения с опорой на свои национальные системы контроля космического пространства. В настоящее время по разным оценкам в регионе низких околоземных орбит вплоть до высот около 2000 километров находится до 5000 тонн техногенных объектов. На основе статистических оценок делаются выводы, что общее число объектов подобного рода достаточно неопределенно и может достигать 60 000 – 100 000. Из них только порядка 10 % обнаруживаются, отслеживаются и каталогизируются наземными радиолокационными и оптическими средствами. Только около 6 % отслеживаемых объектов являются действующими. Около 22 % объектов прекратили функционирование, 17 % представляют собой отработанные составляющие ракет-носителей, и около 55 % — отходы, технологические элементы, сопутствующие запускам, и обломки различного рода взрывов и фрагментации. Большинство этих объектов находится на орбитах с высоким наклоном, плоскости которых пересекаются, поэтому средняя относительная скорость их взаимного пролета составляет около 10 километров в секунду. Вследствие огромного запаса кинетической энергии движения столкновение любого из этих объектов с действующим летательным аппаратом может повредить его или даже вывести из строя. Эффективных мер защиты от объектов космического мусора размером более 1 сантиметра практически нет. Необходимость мер по уменьшению интенсивности техногенного засорения космоса становится понятной при рассмотрении возможных сценариев освоения космоса в будущем. Так существуют оценки, так называемый «каскадный эффект», который в среднесрочной перспективе может возникнуть от взаимного столкновения объектов и частиц космического мусора при существующих условиях засорения, даже с учетом мер по уменьшению техногенного засорения. Это может в долгосрочной перспективе привести к катастрофическому росту количества объектов орбитального мусора на орбитах и, как следствие, к практической невозможности дальнейшего освоения космоса. Эффективных практических мер по уничтожению космического мусора на орбитах более 600 километров, где не сказывается очищающий эффект от торможения об атмосферу, на настоящем уровне технического развития человечества не существует. Вместе с тем актуальность задачи обеспечения безопасности космических полетов в условиях техногенного загрязнения околоземного космического пространства и снижения опасности для объектов на Земле при неконтролируемом вхождении космических объектов в плотные слои атмосферы и их падении на Землю стремительно растет. Поэтому в обеспечение решения этой проблемы международное сотрудничество по проблематике космического мусора

развивается по ряду приоритетных направлений. Идет экологический мониторинг за космическим мусором и ведение каталога объектов космического мусора, разработка способы и средства защиты космических аппаратов от воздействия высокоскоростных частиц космического мусора. Поскольку экономически приемлемых методов очистки космического пространства от мусора пока не существует, основное внимание в ближайшем будущем, будет уделено мерам контроля, исключающим образование мусора, таким как предотвращение орбитальных взрывов, сопутствующих полету технологических элементов, увод отработавших ресурс космических аппаратов на орбиты захоронения, торможение об атмосферу и тому подобным мерам.

Взаимосвязь между глобальными экологическими проблемами и возможные пути их решения

В настоящее время на планете сформировалась сложная катастрофическая экологическая обстановка. Если на данном историческом отрезке человечество не одумается и не попытается найти выход из этой ситуации, то природа не выдержит постоянного вмешательства человека в свои естественные процессы, пойдет неуправляемая деградация и разрушение природных экосистем. В этом случае экологическая катастрофа попросту не минуема. Именно поэтому решение имеющихся экологических проблем является первым и наиважнейшим делом не отдельных государств или групп государств, а всего человечества в целом. Так или иначе, все существующие в настоящее проблемы взаимосвязаны между собой, и объединяет их именно понятие «Человек». Вызваны эти проблемы численностью проживающего на планете населения, неравномерным его распределением по поверхности планеты, его постоянный рост. Если брать за основу именно это утверждение, то связь между всеми экологическими проблемами будет легко проследить. Вырисовывается следующая цепочка:

постоянно растущее население требует все больше и больше пищи, жилья и товаров народного потребления. Это в свою очередь вызывает рост городов и строительство все новых и новых промышленных предприятий. Для их создания человек вырубает леса, а для обеспечения населения пищей распахивает ранее не использовавшиеся в сельском хозяйстве земли. Эти действия приводят к уменьшению площадей мест обитания диких животных, а культурные растения вытесняют дикорастущие. Из-за растущих потребностей в древесине увеличивается вырубка лесов, что в свою очередь сказывается на содержании кислорода в атмосфере Земли. Промышленные предприятия загрязняют токсичными соединениями атмосферу, а затем они вместе с осадками попадают в почву и воду. Углекислый газ, который образуется при сжигании топлива, не

успевают усваиваться растениями и накапливается в атмосфере. Многие выбрасываемые в окружающую среду вещества вступают в реакцию с озоновым слоем Земли и тем самым разрушают его. Через образовавшиеся «озоновые дыры» проникает ультрафиолетовое излучение, которое совместно с накоплением в атмосфере углекислого газа вызывает явление известное под названием «парниковый эффект», в конечном итоге приводящий к глобальному потеплению климата. Подобный результат рано или поздно способен привести к катастрофе планетарного масштаба, главной жертвой которого и станет человечество. Также нельзя не упомянуть такие проблемы как снижение численности или полное исчезновение некоторых видов животных и растений и связанное с этим серьезное нарушение пищевых цепей в природе, загрязнение почвы выбросами промышленных предприятий, пестицидами и вносимыми в излишке удобрениями. Серьезной проблемой стала эрозия почвы и вызванное эрозией снижение площадей плодородных земель, что в конечном итоге привело к тому, что на отдельных территориях планеты человечество столкнулось с неурожаем и голодом. Неправильная мелиорация быстро приводит к снижению качества и плодородия почвы, уменьшению количества задерживаемой почвой и произрастающими на ней растениями влаги, это приводит к опустыниванию. Вместо того чтобы пытаться восстановить утраченные земли, человек распахивает новые, видя в этом спасение от голода, при этом, как правило, уничтожаются леса.

Следствием вышеприведенной цепочки является нарушение естественного природного равновесия. Под угрозой ставится сама возможность существования жизни на Земле. Если в ближайшее время не произойдет каких-либо изменений в отношении человечества к окружающей среде, то рано или поздно человек как биологический вид может навсегда исчезнуть с лица планеты.

Поскольку, как удалось доказать выше, первопричиной всех проблем является человечество, то борьбу с проблемами должно осуществлять именно общество, а не отдельные люди. Без осознания всем мировым сообществом губительности сложившейся ситуации проблемы просто физически не удастся разрешить. Прежде всего необходимо выработать высокий уровень человеческой сознательности, который станет отправной точкой в деле разрешения экологических проблем. Необходимо, чтобы Человек учился любить и заботиться о природе с младых лет. Для этого требуется внедрение экологических дисциплин в систему начального и среднего образования во всемирном масштабе. Эта обязанность лежит прежде всего на национальных и региональных правительствах, так как без их деятельного участия ситуация на местах не изменится. Ими же должна проводиться политика экологической пропаганды среди населения. Как показал опыт последних лет, такая деятельность привела к успехам. Так, благодаря экологическим роликам на телевидении и в Интернете за

последнее десятилетие уровень бытового загрязнения в США упал на 5,4%, в Канаде на 5,9%, в Финляндии и Норвегии почти на 7,5%, а в среднем по Европе на 6,1%, причем значительного снижения добились именно промышленно развитые страны, с многоотраслевой индустрией. Также национальные правительства должны всячески поощрять и способствовать деятельности экологических правозащитных организаций, выступающих против особо грубых экологических нарушений. Так, по состоянию на март 2007 года, офисы международной природоохранной организации «Гринпис» действуют в 41 стране мира, в том числе и в России. За 35 лет своего существования активистам организации удалось привлечь внимание мировой общественности к более 100 000 экологическим проблемам в разных регионах мира, благодаря действиям организации прекращена деятельность около 30 000 вредоносных производств. Не менее важной является роль отдельно взятых государств в области ужесточения наказания за экологические преступления и правонарушения. Обычно ужесточение законодательства происходило уже после наступления печальных последствий, вызванных теми или иными экологическими катастрофами. В настоящее время все более важная роль уделяется вопросам превентивного ужесточения наказаний за потенциально возможные экологические преступления. Серьезные экономические и уголовные последствия снизили число экологических преступлений в среднем по миру на 15-20% за последние 5-7 лет, что можно считать успехом правосудия в области экологии. На межгосударственном уровне должен осуществляться процесс мониторинга окружающей среды, заключающийся не только в наблюдении за природными процессами и явлениями, но и в оценке состояний среды и прогнозировании ее изменений. Результаты, полученные в ходе мониторинга, должны становиться объектом международного достояния, так как комплексный сбор информационных данных помогает комплексно и всесторонне подходить к проблеме. Но все приведенные усилия окажутся безрезультатными, если к решению проблем не привлекается научно-технический прогресс. Организация производств должна вестись не только с позиции экономической выгоды, формируемой рынком, но и с позиций экологической безопасности, формируемых здравым смыслом. В последнее время появился новый термин «экоэкономика», подразумевающий под собой такой тип экономической деятельности, который являлся бы оберегающим для планеты. Примерами такого типа служат достижения ряда стран в энергетической отрасли. Так свыше 30% энергии в таких странах, как Великобритания, Нидерланды, Дания, Норвегия и Швеция, производится ветром, причем без какого либо вреда для природы. Ряд современных автомобильных концернов внедряет в производство автомобили с водородными двигателями, работающими на безотходном водородном сырье. В настоящее время на смену бензину все

чаще приходят газовое топливо-пропан и бутан - являющиеся более безопасным для среды по причине полного сгорания. В настоящее в мире около 20% автомобилей работает на газовом топливе. Как итог, в результате развития программы экономики существенно сокращается число промышленных выбросов.

АТМОСФЕРА

Свойства атмосферы

Важнейшие климатические и экологические особенности Земли определяются наличием и свойствами ее газовой оболочки – атмосферы. Благодаря специфическому газовому составу, способности поглощать и отражать солнечную радиацию, озоновому слою, в котором задерживается основная часть коротковолнового излучения Солнца, благоприятному температурному режиму и присутствию водяного пара атмосферу можно назвать одним из главных источников жизни на Земле.

Общая масса атмосферы составляет $(5,1—5,3) \cdot 10^{15}$ т. Давление и плотность воздуха в атмосфере Земли с высотой убывают. Атмосфера в зависимости от распределения температуры подразделяется на тропосферу (до 10-12 км), стратосферу (до 50-55 км), мезосферу (до 80-85 км), термосферу (до 800 км) и экзосферу (на высоте около 2000—3000 км экзосфера постепенно переходит в так называемый ближнекосмический вакуум). При том 95% всей массы воздуха находится в тропосфере.

Атмосферный воздух – смесь газов, из которых состоит атмосфера Земли. Воздух представляет собой неоднородную смесь газов, жидких и твердых частиц, отличающихся малой скоростью. Воздух не имеет запаха, прозрачен, его плотность при 0⁰С равна 1,2928 кг/м³, растворимость в воде 29,18 см³/л, в жидком состоянии приобретает голубоватую окраску. Без воздуха человек может прожить 4-5 минут.

Современный газовый состав атмосферы, который отличается постоянством, приведен в таблице 4.

Таблица 4

Газовый состав атмосферы

| Вещество | Концентрация в сухом воздухе, объемные % |
|-----------------------------------|--|
| Азот (N ₂) | 78,084 |
| Кислород (O ₂) | 20,9476 |
| Аргон (Ar) | 0,934 |
| Углекислый газ (CO ₂) | 0,034 |
| Остальные газы | 0,0004 |

Кроме приведенных здесь газов, в атмосфере Земли в измеримых количествах присутствуют (в порядке убывания): неон, криптон, метан,

гелий, ксенон, оксиды азота, оксид углерода (II), водород, аммиак, оксиды серы, сероводород, углеводороды. На долю этих веществ приходится всего около 0,0004%.

Термическая структура тропосферы обусловлена нагреванием земной поверхности солнечной радиацией с последующим переносом тепла вверх путем турбулентного перемешивания и конвекции. Господствующие в тропосфере процессы (испарение водяного пара и его конденсация) приводят к образованию облаков и осадков, поскольку в тропосфере содержится преобладающая часть водяного пара атмосферы. В отличие от тропосферы, в которой важную роль играет турбулентный обмен, стратосфера весьма устойчива, содержит мало влаги, и в ней отсутствуют погодные явления в обычном смысле слова, а единственным видом облачности являются серебристые облака.

Защищая поверхность Земли от воздействия различных излучений, атмосфера в то же время пропускает достаточное количество солнечной энергии, необходимой для осуществления реакции фотосинтеза, освещения поверхности Земли, а также некоторое количество ультрафиолетовых лучей, обеспечивающих санирующий эффект. Газовый состав атмосферы формировался в течение миллиардов лет. Параллельно с этим происходили эволюционные процессы живой материи. В результате все живое на нашей планете приспособилось к существованию в такой атмосфере. Атмосферный воздух необходим для поддержания жизненных процессов и формирования погодно-климатических условий на Земле.

Состояние среды обитания человека определяется физико-химическими свойствами воздуха, его газовым составом, влажностью и электрическими свойствами атмосферы. Среди физических свойств воздуха следует выделить температуру. Основным источником поступления тепла на поверхность Земли является солнечное излучение, часть которого непосредственно нагревает воздух, а часть проходит через него и облучает поверхность Земли. Эта энергия, частично поглощается, а частично отражается от поверхности Земли и нагревает воздух.

Нормирование и контроль выбросов загрязняющих веществ в атмосферу

Источники загрязнения атмосферы

Загрязнением называется поступление в атмосферу каких-либо веществ и энергии в количестве, вызывающем неблагоприятное воздействие на здоровье человека, животных, состояние растений и экосистем, материалы, оборудование, здания и сооружения.

Основные источники загрязнения атмосферного воздуха подразделяются: на естественные (природные) источники и искусственные (антропогенные).

К *естественным* источникам относятся: извержение вулканов, пыльные бури, лесные и степные пожары, туманы, тонкий песок пустынь и пыль от эрозии почв, различные продукты жизнедеятельности микроорганизмов, растений и животных. Естественные источники загрязнений носят либо распределенный, либо кратковременный, стихийный характер и мало влияют на общий уровень загрязнения.

Антропогенные (искусственные) – источники, возникающие в результате деятельности человека. Они являются наиболее опасными источниками загрязнения атмосферы.

Вещества, загрязняющие атмосферу, могут быть твердыми, жидкими и газообразными и оказывать вредное воздействие непосредственно, после химических превращений в атмосфере, либо совместно с другими веществами.

Загрязнение атмосферы представляет собой множество примесей к основным компонентам воздуха. Поэтому последствия загрязнений – результат комбинированного, часто синергического (синергизм – совместное влияние двух факторов, значительно превышающее сумму эффектов от их независимого друг от друга влияния) воздействия целой смеси загрязняющих веществ на биосферу. При этом порой трудно выделить конкретного виновника того или иного отрицательного воздействия.

Основные загрязняющие вещества в атмосферном воздухе и их воздействие на живые организмы

Сегодня имеются данные, что до 77% всех заболеваний, более 50% всех смертей и около 60% случаев неправильного физического развития связаны, так или иначе, с условиями изменяющейся природной среды. Кроме того, по мнению ВОЗ, 75-90% всех онкологических заболеваний связано с действием факторов ОС.

Основными загрязняющими веществами (ЗВ), попадающими в атмосферу из антропогенных источников, являются: диоксид серы, оксид углерода, оксиды азота, углеводороды и ЛОС (летучие органические соединения). Кроме них в атмосферу попадает и множество других соединений, многие из которых являются мутагенами и канцерогенами (бензол, мышьяк, никель, кадмий, хром, свинец, диоксины и другие).

Оксид серы (IV) – вызывает раздражение слизистой верхних дыхательных путей. Проникая в организм растений, принимает участие в различных окислительных процессах, что в дальнейшем отрицательно влияет на многие процессы (дыхание, фотосинтез и др.). Опасность загрязнения SO_2 связана еще и с увеличением кислотной седиментации. Попадая в атмосферу, он окисляется до SO_3 , который растворяется в капельках влаги с образованием серной кислоты.

Оксиды азота – воздействие оксидов азота способствует возникновению эмфиземы легких, ухудшение зрения. Они участвуют в образовании кислотных дождей, играют ключевую роль в образовании «фотохимического» смога, разрушают озоновый экран.

Оксид углерода (II) – отрицательно влияет на растения, токсичность действия для животных связана с его способностью, связываться с ионами железа в молекуле гемоглобина в 210 раз более эффективно, чем кислород. Образующийся в результате этой реакции карбоксигемоглобин теряет способность переносить кислород. Он вызывает головную боль, общую утомляемость, эндокринные нарушения.

Углеводороды – обладают сильными отравляющими свойствами, оказывают вредное воздействие на центральную нервную систему, печень эндокринную и сердечно-сосудистую системы.

Взвешенные частицы – при их проникновении в органы дыхания происходит нарушение системы дыхания и кровообращения.

Вклад различных отраслей в суммарные выбросы основных загрязняющих веществ представлены в таблице 5.

Таблица 5

Вклад различных отраслей в суммарные выбросы загрязняющих веществ

| Вещество | Отрасль | % от суммарного загрязнения |
|-------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| SO ₂ | Цветная металлургия | 44,7 |
| | Электроэнергетика | 34,4 |
| CO | черная металлургия | 37,1 |
| | топливная промышленность | 15,4 |
| | транспорт | 15,4 |
| | Цветная металлургия | 7,6 |
| NO _x | Электроэнергетика | 56,9 |
| | транспорт | 9,4 |
| | черная металлургия | 7,9 |
| Углеводороды (без ЛОС*) | Топливная промышленность | 62,3 |
| | транспорт | 33,8 |
| ЛОС | Топливная промышленность | 59,9 |
| | Транспорт | 17,8 |
| Сажа | Топливная промышленность | 46,3 |
| | Черная металлургия | 7,2 |

*ЛОС – летучие органические соединения.

Факторы, определяющие уровень загрязнения атмосферы

Существуют два основных подхода к способам оценки уровня загрязнения воздуха. Оба эти подхода справедливы и не противоречат, а скорее дополняют друг друга. Один из этих подходов основан на описании распределения концентраций вредных примесей по рассматриваемой территории. Это позволяет проводить диагностику и анализ фактического

уровня загрязнения с помощью измерений и расчетов, а также прогнозировать ожидаемое распределение концентраций вредных примесей. Такой подход является основным инструментом при планировании, оценке эффективности и контроле исполнения мероприятий по охране атмосферного воздуха в привязке к конкретным территориям и к конкретным источникам загрязнения. Однако этот подход неудобен при оценке величины дозы загрязненного воздуха, получаемой человеком (группой населения), поскольку при этом неявно предполагается, что человек (группа населения) постоянно находится в одной и той же точке. Очевидно, что такое допущение справедливо только в отношении малоподвижного населения – детей и стариков. Поэтому для определения индивидуальной и коллективной дозы следует учитывать миграцию населения в течение суток, сезонов и жизни в целом. Следует отметить что этот второй подход на основе дозы, требует, очень больших затрат на изучение миграции различных категорий населения внутри города.

Уровень загрязнения атмосферы определяется многими факторами. К основным следует отнести: характеристики атмосферных условий, источников загрязнения, вредных выбросов.

При комплексном описании уровня загрязнения атмосферы желательно иметь хотя бы главные сведения об используемом сырье, о технологических процессах, в которых образуются вредные вещества, поступающие затем в атмосферу, а также о газоочистном оборудовании, которое должно предотвращать вредные выбросы. Описание факторов будет неполным, если в него не включить хотя бы качественные характеристики распределения плотности населения по территории города с указанием основных «горячих» точек, где в дневные часы наблюдается скопление больших групп населения.

Начнем с атмосферных условий, поскольку именно атмосфера является тем *транспортным средством*, которое «доставляет» вредные примеси к человеку или иному объекту воздействия. Процесс переноса атмосферных примесей может быть достаточно детально описан, если известны направление и скорость ветра над рассматриваемой территорией, а также параметры вертикального и горизонтального перемешивания воздушных масс в нижнем слое атмосферы. Необходимо также знать климатические характеристики условий рассеивания примесей в данной местности.

Нормативы качества атмосферного воздуха

В теоретическом плане, основой всей системы экологического нормирования является норматив, т.е. (по определению Н.Ф. Реймерса), степень максимально допустимого вмешательства человека в экосистемы, обеспечивающая, у экосистем сохранение, желательной структуры и динамических качеств (воздействие, не ведущее к опустыниванию).

Нормированием качества среды называется установление пределов, в которых допускается изменение, ее естественных свойств.

Для практических целей требуются несколько иные нормативы, учитывающие, в частности, необходимость последующего контроля и существующую практику государственной статистической отчетности. Реагировать на исчезновение даже отдельных компонентов биоценоза слишком поздно.

Нормирование выбросов ЗВ в атмосферу производится путем установления значений предельно допустимых выбросов (ПДВ) этих веществ, для всех источников выбросов.

ПДВ – это масса выбросов ЗВ в единицу времени от данного источника, или совокупности источников загрязнения атмосферы, производственного объекта (промышленной площадки, предприятия, города и т.д.), с учетом перспективы развития всех предприятий и рассеивания вредных веществ в атмосфере, создающая приземные концентрации, не превышающие их предельно допустимые концентрации (ПДК) для населения, растительного и животного мира.

Нормативы ПДВ являются основой для проведения экологической экспертизы и планирования мероприятий по снижению загрязнения атмосферы.

Нормирование предельно допустимых нагрузок на какой-либо отдельный компонент окружающей природной среды (вода, земля, воздух) осуществляется с помощью норм предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ. Под ПДК понимается концентрация загрязняющего вещества в единице объема природной среды (водной, воздушной и т.д.), которая не оказывает отрицательного (прямого или косвенного) воздействия на живой организм (отравление организма человека и животных, порчу зеленых растений, снижение прозрачности атмосферы и т.д.). ПДК измеряется $г/м^3$, $мг/л$, $мг/м^3$.

В бывшем СССР впервые были разработаны и внедрены с 1949 года в практику природоохранной деятельности нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в воздухе населенных пунктов исходя из гигиенических требований. Нормативы ПДК устанавливаются для оценки состояния атмосферного воздуха в интересах охраны здоровья человека, охраны растительности и животного мира. ПДК – максимальная концентрация примеси в атмосфере, отнесенная к определенному времени осреднения, которая при периодическом воздействии или на протяжении всей жизни человека не оказывает вредного воздействия, включая отдаленные последствия на него и на окружающую среду в целом. Эта величина обоснована клиническими и санитарно – гигиеническими исследованиями, носит законодательный характер.

Все загрязняющие вещества оценивают по их *воздействию на организм*. Наиболее характерными являются токсические и рефлекторные воздействия. *Рефлекторные* реакции, могут, проявляется в форме ощущения запаха, световой чувствительности и т.п. *Токсическое* действие может быть общетоксическим, канцерогенным, мутагенным и другим. Эти обстоятельства вызвали необходимость устанавливать для загрязняющих воздух веществ, три вида ПДК: максимально разовую, среднесуточную и рабочей зоны.

Максимально разовая концентрация вводится с целью предупреждения негативных и рефлекторных реакций при кратко временном воздействии и обозначается ПДК_{м.р.} а среднесуточная – для предупреждения токсического действия – ПДК_{с.с.}.

Максимально разовая концентрация (ПДК_{м.р.}) определяет допустимое краткосрочное воздействие (20 минут).

ПДК_{с.с.} - определяет допустимое длительное воздействие (24 часа) загрязняющего вещества.

Для целей, связанных с решением инженерных задач, пользуются исключительно нормативами ПДК_{м.р.}.

В России, как правило, ПДК соответствуют самым низким значениям, которые рекомендованы Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ).

Максимальная разовая величина ПДК в воздухе населенных мест (ПДК_{м.р.}) – это такая концентрация вредного вещества в воздухе, которая не вызывает рефлекторных реакций в организме человека при коротком (20 минут) вдыхании.

Среднесуточная ПДК в воздухе населенных мест (ПДК_{с.с.}) - это такая концентрация вредного вещества в воздухе, которая не оказывает на человека прямого или косвенного, вредного воздействия в условиях длительного (70 лет) круглосуточного вдыхания.

ПДК в воздухе рабочей зоны (ПДК_{р.з.}) – такая концентрация, которая не вызывает у рабочих людей при ежедневном вдыхании в пределах 8 часов в течение всего рабочего стажа заболеваний или отклонений в здоровье. Рабочей зоной считается пространство высотой до 2 метров над уровнем пола или рабочей площадки.

Нормативы ПДК разрабатываются в системе Госсанэпиднадзора и периодически издаются в виде списков.

На вещества, для которых ПДК не установлены, Госсанэпиднадзором устанавливаются временные допустимые нормативы, называемые «ориентировочные, безопасные уровни воздействия» (ОБУВ), мг/м³. ОБУВ являются максимальными разовыми.

В настоящее время нормативно-методическая база нормирования продолжает развиваться. Это касается широкого круга вопросов: процедуры инвентаризации выбросов вредных веществ в атмосферный

воздух, с использованием как инструментальных, так и расчетных методов; организации и проведения расчетов загрязнения атмосферы; формирования предложений по нормативам ПДВ (ВСВ), а также определению периодичности производственного контроля за соблюдением установленных нормативов выбросов.

Учет выбросов загрязняющих веществ в атмосферу (инвентаризация)

Первым этапом любого нормирования загрязнения атмосферы является инвентаризация источников выделения и выбросов загрязняющих веществ (ЗВ). Результаты инвентаризации выбросов вредных веществ и их источников являются базовой основой работ по нормированию выбросов, и всей деятельности по охране атмосферного воздуха, обязательность, которой узаконена ст.22 ФЗ «Об охране атмосферного воздуха». Качество инвентаризации определяет обоснованность устанавливаемых величин ПДВ (ВСВ).

Инвентаризация представляет собой систематизацию сведений о распределении источников по территории, количестве и составе выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

Основной целью инвентаризации источников выделения и выбросов загрязняющих веществ является получение данных для:

- оценки степени влияния выбросов ЗВ предприятия на окружающую среду (атмосферный воздух);
- установление предельно допустимых норм выбросов ЗВ в атмосферу как в целом по предприятию, так и по отдельным источникам загрязнения атмосферы;
- организация контроля соблюдения установленных норм выбросов ЗВ в атмосферу;
- оценки состояния пылегазоочистного оборудования предприятия;
- оценки экологических характеристик используемых на предприятии технологий;
- оценки эффективности использования сырьевых ресурсов и утилизации отходов на предприятии;
- планирования воздухоохраных работ на предприятии.

Инвентаризация должна проводиться один раз в пять лет. Досрочная инвентаризация выбросов предприятия должна быть проведена в случае реконструкции и изменения технологии производства, если контролирующие органы установили неучтенные источники выбросов ЗВ и т.д.

Инвентаризацию источников выделения и выбросов ЗВ в атмосферу проводят все действующие предприятия, независимо от их организационно-правовых форм и форм собственности, производственная деятельность которых связана с выбросом ЗВ в атмосферу.

При инвентаризации используют следующую терминологию:

- *источник образования ЗВ* – объект, в котором происходит образование ЗВ (технологическая установка, устройство, аппарат, склад, площадка, емкость и т.д.);
- *источник выброса ЗВ* – объект, от которого ЗВ поступает в атмосферу. Источник выбросов ЗВ может быть организованным или неорганизованным, стационарным или передвижной.

Организованный источник – источник, осуществляющий выброс через специально сооруженные устройства (дымовые и вентиляционные трубы, дефлекторы, вентиляционные шахты, аэрационные фонари).

Неорганизованный источник – источник загрязнения, который не имеет специальных устройств, для вывода выбросов в атмосферу. На производстве, источниками таких выбросов становятся: неплотности в оборудовании или открытые поверхности; погрузо-разгрузочные работы; открытое хранение сырья, материалов и отходов; оборудование и технологические процессы как в производственных помещениях, не оснащенных вентиляционными установками, так и расположенные на открытом воздухе (например, передвижные сварочные посты, резервуары хранения нефти и нефтепродуктов и т.д.); взрывные работы. При этом выбросы удаляются через неплотности в зданиях, оконные проемы, дверные проемы и ворота. На предприятиях общезаводские очистные сооружения промышленных или хозяйственных стоков (отстойники, аэротенки биологической очистки, шламонакопители), могут быть довольно крупными источниками неорганизованных выбросов. Хранение автотранспорта на открытой площадке, передвижение его по территории предприятия также относятся к неорганизованным выбросам. Все эти источники являются площадными.

Площадной источник – источник, имеющий значительные геометрические размеры площадки, по которой относительно равномерно происходит выделение загрязнений, и, в том числе, как результат рассредоточения на площадке большого числа источников (открытая стоянка автотранспорта и т.д.). Различают также точечный источник выброса ЗВ и линейный.

Точечный источник – источник в виде трубы или вентиляционной шахты.

Линейный источник – источник в виде канала (щели) для прохода загрязненного воздуха с поперечным сечением, имеющим значительную протяженность (длину): в несколько раз большую, чем ширина, например, ряд открытых, близко расположенных в одну линию оконных фрамуг, либо аэрационные фонари и т.п.

Для определения количественных и качественных характеристик источников выделения и выбросов ЗВ в атмосферу используются

инструментальные и расчетные (балансовые, а также основанные на удельных технологических нормативах или закономерностях протекания физико-химических процессов) методы. К расчетным методам, как правило, относятся и расчетно-аналитические методы, в которых в качестве параметров расчетных формул для определения величин выброса (г/с) используются значения измеренных концентраций вредных веществ (мг/м^3) в атмосферном воздухе.

Выбор методов определения количественных и качественных характеристик выделений и выбросов ЗВ в атмосферу зависит, в первую очередь, от характера производства и типа источника.

Инструментальные методы являются превалирующими для источников с организованным выбросом ЗВ в атмосферу.

Расчетные методы применяются, в основном, для определения характеристик источников с неорганизованными выделениями (выбросами). При этом могут использоваться только методики, рекомендованные в установленном порядке к применению в «Перечне документов по расчету выделений (выбросов) ЗВ в атмосферный воздух, действующих в 2001-2002 годах» или в документах, дополняющих и корректирующих этот перечень.

Определение параметров источников загрязнения атмосферы (ИЗА) должно осуществляться при регламентных загрузке и условиях эксплуатации технологического и пылегазоочистного оборудования. Наряду с этим, параметры источников загрязнения атмосферы (ИЗА) следует фиксировать и на основных режимах работы технологического оборудования (установки) и стадиях технологических процессов.

Нормирование выбросов в атмосферу

Нормирование выбросов ЗВ в атмосферу производится для каждого действующего, реконструируемого, строящегося или проектируемого предприятия или другого объекта, имеющего стационарные источники загрязнения атмосферы.

Под стационарным источником понимается любой источник с организованным или неорганизованным выбросом, дислоцируемый или функционирующий постоянно (или временно) на территории объекта.

Целью нормирования выбросов ЗВ от объекта, от которого они поступают в атмосферу, является обеспечение соблюдения критериев качества атмосферного воздуха. Критерии качества атмосферного воздуха регламентируют предельно допустимое содержание в нем вредных веществ, для здоровья населения и основных составляющих экологической системы, а также условия не превышения показателей предельно допустимых (критических) нагрузок на экологическую систему и других экологических нормативов. При нормировании выбросов учитываются

технические нормативы выбросов и фоновое загрязнение атмосферного воздуха.

Предельно допустимый выброс ЗВ (ПДВ) – это норматив предельно допустимого выброса ЗВ в атмосферный воздух, который устанавливается для стационарного источника загрязнения атмосферного воздуха. Норматив устанавливается с учетом технических нормативов выбросов и фонового загрязнения атмосферного воздуха при условии не превышения данным источником гигиенических и экологических нормативов качества атмосферного воздуха, предельно допустимых (критических) нагрузок на экологические системы, других экологических нормативов.

Временно согласованный выброс (ВСВ) – временный лимит выброса вредного ЗВ в атмосферный воздух, который устанавливается для действующих стационарных источников выбросов с учетом качества атмосферного воздуха и социально-экономических условий развития соответствующей территории в целях поэтапного достижения установленного предельно допустимого выброса.

Нормирование выбросов ЗВ в атмосферу предусматривает учет не только гигиенических, но и экологических нормативов качества атмосферного воздуха.

Экологический норматив качества атмосферного воздуха – это критерий качества атмосферного воздуха, который отражает предельно допустимое максимальное содержание ЗВ в атмосферном воздухе и при котором отсутствует вредное воздействие на окружающую природную среду.

В настоящее время нормирование выбросов ЗВ в атмосферу основано на необходимости соблюдения гигиенических критериев качества атмосферного воздуха населенных мест. Вместе с тем, как показывают результаты ряда исследований, разные уровни загрязнения атмосферного воздуха влияют на различные составляющие экосистемы (растительность и лесные насаждения, сельскохозяйственные угодья разных видов, почва, вода, фауна и т.д.) не одинаково. При этом нередко для сохранения этих компонентов экосистемы необходимы более жесткие критерии качества атмосферного воздуха, чем для атмосферного воздуха населенных мест.

Нормативы ПДВ (ВСВ) устанавливаются для каждого конкретного стационарного источника загрязнения атмосферы и объекта в целом (а также его отдельных функциональных частей при условии их расположения на удалении друг от друга на расстоянии большем, чем размеры зоны влияния их выбросов).

Величину ПДВ нормируют для каждого источника загрязнения атмосферы при условии, что выбросы вредных веществ данным источником и совокупностью других с учетом рассеивания этих веществ в атмосфере не создадут приземных концентраций, превышающих ПДК_{м.р.}

Максимальное значение приземной концентрации при выбросе газовой смеси из одиночного точечного источника с круглым устьем определяется по формуле:

$$C_{i_i} = \frac{A \cdot M_i \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{Q \cdot \Delta T}}, \text{ мг/м}^3$$

где A – безразмерный коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы;

M_i – масса каждого из вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу, г/с;

F – безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ;

m и n – коэффициенты, учитывающие условия выхода газовой смеси из устья источника выброса;

H – высота источника выброса над уровнем земли, м;

η – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности;

ΔT – разность между температурой выбрасываемой газовой смеси T_r и температурой атмосферного воздуха T_b ;

Q – расход газовой смеси, м³/с.

Экозащитная техника и технологии при защите атмосферы

Промышленные атмосферные выбросы имеют сложный гетерогенный состав. Загрязнители, присутствующие в них, обладают самыми различными физико-химическими свойствами и находятся в различном агрегатном состоянии: твердом, жидком, газообразном. Поэтому для их удаления необходим широкий спектр экозащитных технологий и оборудования. Принцип действия оборудования напрямую зависит от свойств и агрегатного состояния загрязнителей, их концентрации в очищаемом воздухе и степени дисперсности.

При необходимости очистки выброса от всех типов загрязнителей экозащитная технология должна содержать оборудование, последовательно удаляющее твердые и жидкие аэрозоли, а затем газообразные загрязнители.

Очистка выбросов от твердых частиц

Из многочисленных загрязнений атмосферы по определению комитета экспертов ВОЗ основными загрязнителями являются взвешенные частицы – аэрозоли различных составов, подразделяющиеся на золу (более 100 мкм), пыль (1-100 мкм) и дым (0,1-1 мкм).

Зола, пыль и дым относятся к порошковым материалам и представляют собой дисперсные системы, состоящие из газовой дисперсионной среды и твердой дисперсной фазы, между частицами которой имеется физический контакт, а характерной особенностью

является подвижность частиц относительно друг друга и способность перемещаться под действием внешней силы. Связь между частицами порошков обусловлена силами Ван-дер-Ваальса, имеющими молекулярную природу, когезионным взаимодействием, капиллярными силами и силами механического сцепления.

Порошковые материалы можно рассматривать как особую форму агрегатного состояния вещества, обладающую свойствами твердых тел, такими как температура плавления, параметры кристаллической решетки, магнитная восприимчивость и т.д.

Порошковые материалы имеют некоторые свойства, характерные для жидких сред: кинематическую вязкость, малое сопротивление напряжениям сдвига, способность гравитационно вытекать через отверстия и принимать форму сосуда, в который они помещены. Имеется и ряд свойств, характерных лишь для порошковых материалов, - насыпная плотность, угол естественного откоса и обрушения, сводообразование, сыпучесть, слеживаемость и уплотняемость.

Определяющими при решении практических задач создания высокоэффективных экологически безопасных технологий являются такие параметры порошковых материалов, которые характеризуют способность к изменению объема порошкового материала под действием внешних нагрузок и механохимическую активность порошков или их ингредиентов. Механохимическая активность порошка обуславливает интенсивное протекание процесса коагуляции аэрозольных частиц, приводящего к полидисперсности порошкового материала, которая, в свою очередь, является существенным препятствием для достижения 100%-ной эффективности средств очистки газо-воздушных потоков от пыли.

Принцип действия оборудования, предназначенного для удаления твердых и жидких частиц из воздушных потоков, основан на использовании действия одного поля или совокупности полей некоторых сил: силы тяжести, центробежной силы, сил близкого взаимодействия, электростатических сил и др.

В целом, все пылеуловители делятся на сухие и мокрые. В сухих в процессе очистки участвуют две фазы: газообразная и твердая, в мокрых – три: газообразная, жидкая и твердая.

Сухие пылеуловители по принципу действия делят на гравитационные, инерционные, центробежные и фильтрационные.

Мокрые аппараты или скрубберы подразделяют на форсуночные, скрубберы Вентури, скрубберы ударно-инерционного действия, барботажные скрубберы и другие.

Отдельным элементом в рассматриваемом ряду стоят электрофильтры: в электрофильтрационных процессах могут участвовать как две, так и три фазы.

В общем случае установка очистки воздушных потоков от твердых частиц представляет собой систему, в которой твердые частицы загрязнения, содержащиеся в проходящем через нее воздушном потоке, подвергаются воздействию поля некоторых сил. Действующие силы придают каждой частице составляющую скорости, отличающуюся по направлению от направления газового потока, в результате чего частицы отделяются от основного газового потока. Для обеспечения высокой эффективности процесса прилагаемые силы должны быть достаточно велики, чтобы удалить частицу из газового потока за время ее пребывания в улавливающей системе.

Простейшим методом удаления твердых частиц из потока газа является их *осаждение под действием гравитационной силы*. Для этого используют гравитационные и инерционные пылеосадительные камеры. При пропускании через них потока воздуха происходит осаждение содержащихся в нем твердых частиц загрязнения на горизонтальные поверхности конструкции под действием силы тяжести. В инерционных камерах по сравнению с гравитационными на удаляемую частицу, кроме силы тяжести, действует дополнительный момент движения вниз, что позволяет увеличить эффективность процесса пылеулавливания. Скорость газа в гравитационных камерах составляет 0,2–1,5 м/с. В них улавливаются частицы с эффективным размером не менее 50 мкм.

Скорость газового потока в инерционных пылеуловителях выше скорости в гравитационных камерах и составляет 5–15 м/с. Минимальный размер улавливаемых в них частиц 25–30 мкм.

Существуют самые разнообразные конструкции пылеосадительных камер. Например, в зависимости от направления движения газа различают гравитационные камеры горизонтального и вертикального типов (рис. 2 а и б).

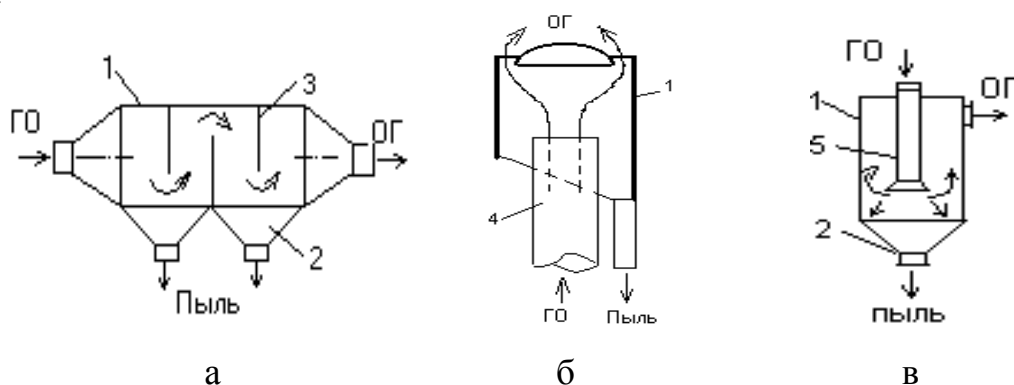


Рис. 2 Пылеосадительные камеры:

- а – гравитационная горизонтальная с вертикальными перегородками,
- б – гравитационная вертикальная дефлекторного типа, в – инерционная с подачей газового потока через центральную трубу; 1 – корпус; 2 – бункер; 3 – перегородки, 4 – ваграночный дымоход, 5 – центральная труба; ГО – газ на очистку, ОГ – очищенный газ.

На рис. 2, в в качестве примера представлена инерционная пылеосадительная камера с вертикальным вводом загрязненного воздуха через центральную трубу.

Пылеосадительные камеры имеют ряд преимуществ и недостатков. К преимуществам относятся: простота конструкции; низкая стоимость установки и незначительные эксплуатационные расходы; минимальный перепад давления и широкий интервал рабочих температур и давлений, ограниченный только видом конструкционного материала; складирование уловленного материала в сухом виде и возможность улавливания абразивных материалов. Основным недостатком осадительных камер с горизонтальным потоком являются слишком крупные габариты. Их общим недостатком является невысокая степень очистки: не более 70% по крупнодисперсной фракции для гравитационных камер и не более 80% для инерционных.

Для больших газовых потоков возможен вариант последовательной или параллельной установки нескольких подобных пылеуловителей.

Следующий тип очистного оборудования, основанный уже на *действии поля центробежной силы*, называется циклонным, а его единичный аппарат – циклоном.

Физическая сущность циклонного процесса заключается в том, что во вращающемся воздушном потоке на взвешенные частицы действует центробежная сила, отбрасывающая их к периферии от центра по радиусу со скоростью, равной скорости осаждения. Частицы при этом сталкиваются с внутренней поверхностью корпуса аппарата, оседают на ней и постепенно выводятся из аппарата через коническое днище в пылесборный бункер.

Вращательное движение придается газовому потоку различными способами: тангенциальным входом, газоходом с загибом, входом по спирали, входом газа по оси и т.д. В соответствии с этим и классифицируют циклоны. Несмотря на многочисленность конструкций промышленных циклонов, все они однотипны.

Центробежная сила больше силы тяжести на несколько порядков. Именно поэтому циклоны очень эффективны для удаления частиц гораздо меньших размеров по сравнению с пылеосадительными камерами, и при одинаковых объемах очищаемых газов размеры циклонов значительно меньше.

Различают циклоны, в корпусе которых входящие и выходящие потоки газа движутся вдоль его оси в одном направлении (прямоточные, рис. 3 а) или в противоположных направлениях (противоточные, рис.3 б).

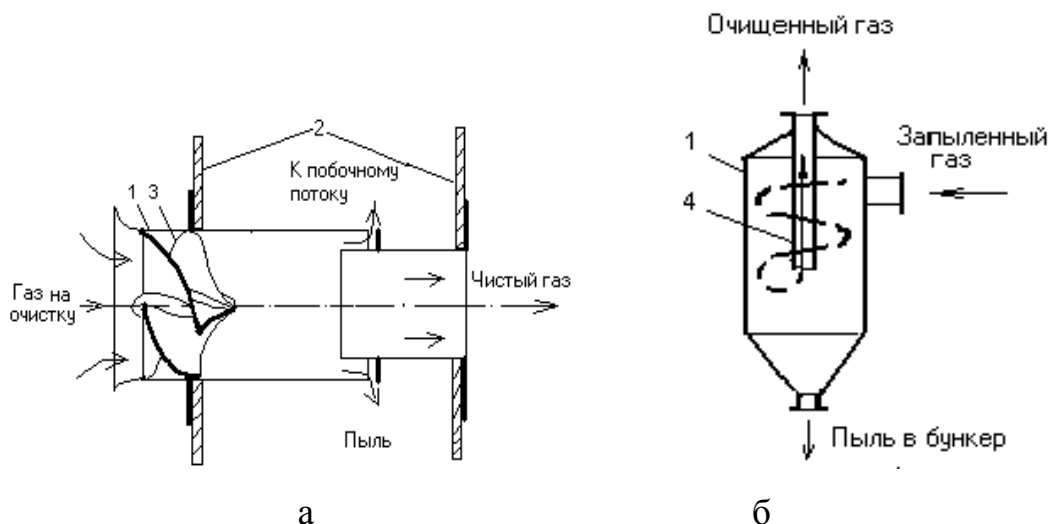


Рис. 3. Схемы циклонов: а - прямоточный циклон с неподвижными лопастями, б – противоточный циклон с тангенциальным входом; 1 – корпус, 2- пылесборник, 3 – неподвижные лопасти, 4 – выходная труба.

Эффективность работы циклонов зависит от концентрации пыли и размеров ее частиц и резко снижается при уменьшении этих характеристик. Средняя эффективность обеспыливания газов в циклонах составляет 0,98 при размере частиц пыли 30-40 мкм, 0,8–при 10 мкм, 0,6–при 4-5 мкм.

К преимуществам циклонов относятся простота устройства, небольшие габариты, отсутствие движущихся частей, высокая производительность, сравнительно небольшое гидравлическое сопротивление, возможность очистки с их помощью агрессивных и высокотемпературных газов. Недостатки - затраты энергии на вращение; большой абразивный износ частей аппарата пылью.

Если в аппарате происходит удаление твердых и жидких частиц с помощью сил близкого взаимодействия, то в этом случае говорят о процессе фильтрования.

Процессом *фильтрования* в промышленности называют разделение твердых и жидких аэрозолей на составные части путем пропускания их через пористую перегородку, называемую фильтром.

Фильтрование обеспечивает почти полное освобождение газов от взвешенных в них твердых и жидких частиц и в этом отношении имеет преимущество перед процессом осаждения. Движущей силой процесса фильтрования является разность давлений перед фильтром и после него.

Улавливание частиц фильтрами основано на том, что газовый поток, проходящий через фильтр, подносит частицы вплотную к улавливающему материалу, при этом улавливание осуществляется с помощью сил близкого взаимодействия: инерционного соударения, перехвата и диффузии.

Эффективность работы фильтров - 98-99,9%, размер удаляемых частиц до 2мкм.

Основным недостатком фильтрующего оборудования является невозможность его использования при содержании пыли в очищаемом воздушном потоке свыше 60г/м^3 .

Использование *поля электрических сил* позволяет удалять из воздушных потоков твердые и жидкие частицы самой разной степени дисперсности.

Действие электрического поля на заряженную частицу определяется в значительной мере величиной ее электрического заряда. При электроосаждении частицам небольших размеров удается сообщить значительный электрический заряд и благодаря этому осуществить процесс осаждения очень малых частиц, который невозможно провести под действием силы тяжести или центробежной силы.

Физическая сущность процесса электроосаждения состоит в следующем. Газовый поток, содержащий взвешенные частицы, предварительно ионизируют. Взвешенные в газе частицы приобретают при этом электрический заряд. При прохождении ионизированного газового потока в электрическом поле между двумя электродами заряженные частицы под действием электрического поля перемещаются к противоположно заряженному электроду, называемому осадительным и удерживаются на нем. Затем по мере стекания заряда с осажденных частиц частицы пыли под действием силы тяжести перемещаются в пылесборник.

Аппараты, в которых осуществляется электроосадительный процесс очистки воздуха от пыли, называют электрофильтрами. На рис. 4 в качестве примера приведена схема трубчатого электрофильтра.

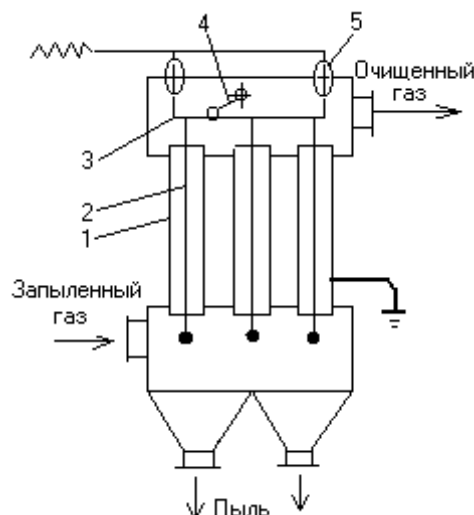


Рис 4. Трубчатый электрофильтр: 1- осадительный (трубчатый) электрод; 2 – коронирующий электрод; 3 – рама; 4 – встраиваемое приспособление; 5 – изоляторы.

Электрофилтры по форме осадительных электродов делятся на трубчатые и пластинчатые. В зависимости от характера осаждаемых из газа частиц различают сухие и мокрые электрофилтры. Первые применяют для очистки газов от пыли, а вторые – от мелкодиспергированной жидкости, взвешенной в газе.

Достоинства электрофилтрационной аппаратуры: высокая степень очистки, достигающая в отдельных случаях 99,9%; улавливание твердых и жидких частиц в широком диапазоне дисперсности от 0,1 до 100мкм при их концентрации в газах до 50г/м³; невысокое гидравлическое сопротивление; невысокие затраты энергии, возможность полной автоматизации их работы.

Недостатки: электрофилтры весьма чувствительны к изменению условий технологического процесса- температуры, влажности, объемного расхода. Степень очистки в них в значительной степени зависит от проводимости пыли. Высокая капиталоемкость установок обуславливает их использование для очистки больших объемов запыленных газов. Кроме этого, их можно применять только там, где отсутствует опасность взрыва.

Электрофилтры неизменно используются на электростанциях, в цементной промышленности, в химической промышленности и смежных с ней отраслях, в мощных системах улавливания дыма металлургической промышленности и т. д.

Возможна *мокрая очистка газов* от твердых частиц путем их орошения водой. Этот процесс называется скруббированием, а аппараты, в которых он происходит, называют скрубберами или газопромывателями. Мокрую очистку газов применяют в тех случаях, когда допустимы охлаждение и увлажнение очищаемых газов и хорошо отработаны технологические мероприятия по предотвращению брызгоуноса и утилизации отработанных жидких шламов.

При мокром пылеулавливании действуют те же механизмы осаждения, что и в других процессах удаления пыли из газовых потоков: гравитационное осаждение или седиментация, инерционное осаждение, эффект касания, осаждение под действием центробежной силы, диффузия, электрическое осаждение и другие. Преобладание того или иного механизма зависит от различных факторов: конструкции пылеуловителя, размера капель распыленной жидкости, плотности орошения, размеров, плотности, смачиваемости частиц, скорости движения газового потока, свойств газа и т.д.

Наибольшее распространение в отечественной промышленности получили форсуночные скрубберы, скрубберы Вентури, аппараты ударно-инерционного, барботажного и других типов. Максимальную эффективность процесса очистки обеспечивают аппараты, внутри которых создается турбулизованная газо-жидкостная среда и за счет этого обеспечивается максимальный контакт частиц загрязнения с жидкостью.

Этими аппаратами являются скрубберы Вентури и аппараты ударно-инерционного действия, однако энергопотребление первых намного больше, чем у вторых.

На рис. 5 приведена схема скруббера ударно-инерционного действия.

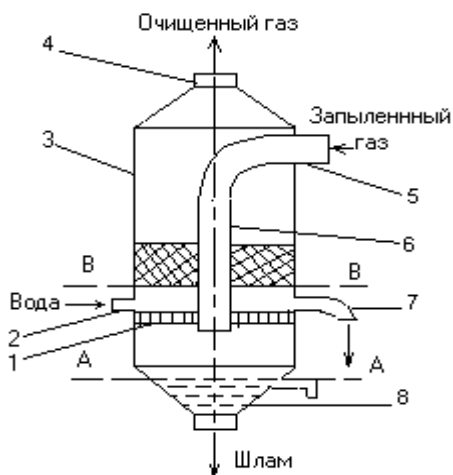


Рис. 5. Скруббер ударно-инерционного действия: 1 – решетка; 2 – труба; 3 – корпус; 4 – выхлопная труба; 5 – воздуховод; 6 – вертикальный стояк; 7 – труба; 8 – конический бункер.

В нем контакт газов с жидкостью осуществляется при ударе газового потока о поверхность жидкости с последующим пропусканием газожидкостной взвеси через отверстия различной конфигурации или непосредственным отводом газо-жидкостной взвеси в сепаратор жидкой фазы. В этой конструкции скруббера ударный механизм удаления частиц пыли совмещен с барботированием. Эффективность очистки газов в аппаратах ударного действия определяется размерами зазоров, через которые пропускают турбулизирующую струю газа.

Если из этой конструкции убрать ударную составляющую, то получится барботажный пенный аппарат. И те, и другие обеспечивают высокую степень очистки.

Достоинства мокрых пылеуловителей: сравнительно невысокая стоимость; возможность удаления из газов пыли разной дисперсности, (до 0,1 мкм); достаточная универсальность (пылеулавливание можно сочетать с абсорбцией и теплообменом). В отличие от аппаратов сухого пылеулавливания, их можно применять при повышенной влажности газов, а также в условиях пожаро- и взрывоопасности.

К недостаткам относятся: необходимость решения проблемы накопления шламов, забивание газоходов и оборудования твердыми отложениями, а также в ряде случаев – брызгоунос и коррозия оборудования.

Очистка промышленных выбросов от аэрозолей

Многие промышленные выбросы наряду с твердыми частицами загрязнения содержат туманы кислот, щелочей, масел и других жидкостей.

Механизмы улавливания капелек жидкости из газовых потоков аналогичны рассмотренным выше механизмам улавливания твердых частиц и основаны на действии центробежных, гравитационных, электростатических сил, а также сил близкого взаимодействия: инерционного столкновения, перехвата, диффузии.

Аппараты, в которых происходит улавливание жидких частиц из воздушных потоков, называют туманоуловителями или каплеуловителями. Наиболее часто для предотвращения капельного уноса используют аппараты на основе инерционного и центробежного механизмов осаждения.

Основой инерционных туманоуловителей являются различного рода насадки, устанавливаемые на выходе газового потока из аппарата, в виде слоя высотой 80-200мм из колец Рашига, Паля, Берля, стержней, мелких сеток, волокон, а также обычных массообменных тарелок.

Насадочные каплеуловители обеспечивают достаточно высокую эффективность очистки при скорости газа до 3м/с. При более высоких скоростях может наступить захлебывание аппарата или вторичный унос капель.

Широко распространены сетчатые плоские насадки, сплетенные из проволоки. Сетку изготавливают из мягких термостойких, антикоррозионных материалов - нержавеющей стальной проволоки, никелевых, танталовых и титановых сплавов и элементарного политетрафторэтиленового волокна.

Более высокая эффективность очистки воздушного потока от тумана достигается в специальных фильтрах из стекловолокна, называемых фильтрами патронного типа или свечного типа.

Фильтрующие свечи изготовлены путем намотки волокна на каркас или путем набивки в сетчатый каркас. Сетчатый каркас изготовлен из стали или поливинилхлорида. Такой туманоуловитель удовлетворительно работает в широком диапазоне давления в среде агрессивных газов. Возможна установка нескольких патронов в один корпус по принципу рассмотренных ранее патронных фильтров.

Патронные волокнистые туманоуловители используют для улавливания агрессивных дисперсных частиц в производстве серной кислоты, фосфора и его соединений и др.

В плоских фильтрах скорость прохождения газов 1,5-2,5м/с, в патронных 0,1-0,2м/с. Плотность набивки, и, следовательно, перепад давления, определяется химическим составом тумана и размерами его частиц. Эффективность улавливания высокая - 99,9%. При улавливании

масляного тумана возможна работа фильтров в режиме высокого давления—1500КПа.

Из центробежных каплеуловителей в настоящее время применяют обычные циклоны с коническим днищем и циклоны с цилиндрическим корпусом (рис. 6)

Различие между удалением твердых частиц и капелек аэрозоля заключается в том, что при улавливании жидкого аэрозоля нет необходимости в применении методов встряхивания или каких-либо других способов удаления частиц, так как капли сливаются и стекают с фильтрующих поверхностей. Поэтому в конструкции фильтра для улавливания жидких аэрозолей должно быть предусмотрено устройство дренажа уловленной жидкости.

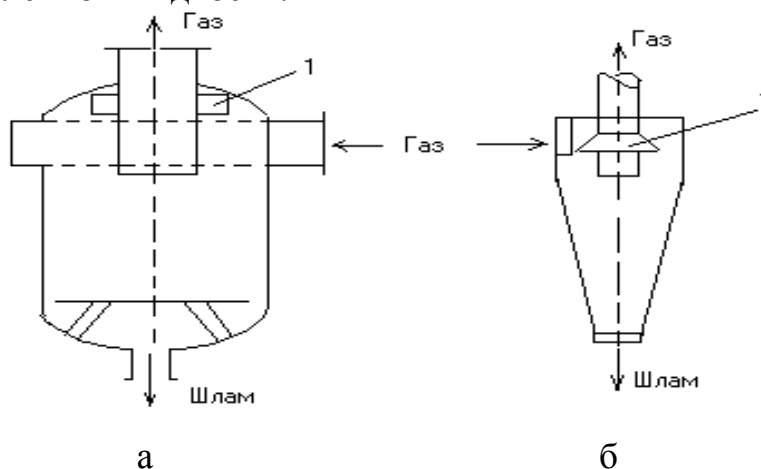


Рис. 6. Циклоны для улавливания капель: а — цилиндрическая модель с отражателем над сливом (1 — юбка для предотвращения ползучести жидкости); б — обычный циклон с тангенциальным входом и юбкой 1

При пропускании аэрозолей с жидкой фазой через уловители происходит осаждение капель жидкости на внутренних поверхностях этих аппаратов с образованием текучего жидкого слоя. И если осаждение произошло на стенках корпуса, то жидкий слой стекает в коническое днище, а если это выходная труба циклона, то слой жидкости подтекают к окончанию выходной трубы и легко увлекаются отходящим газом. Захват и увлечение капель будет происходить также в зоне низкого давления по оси циклона, и капли жидкости, движущиеся к основанию конуса, могут всасываться потоком отходящих газов. Эти особенности тоже требуют дополнительных изменений в конструкции аппаратов, таких как установка «юбок» на выходных трубах циклонов или отражателей капель над сливом. Помимо этого уменьшению уноса способствует цилиндрическая форма корпуса.

«Юбка» на крышке корпуса предотвращает сползание жидкости в выходную трубу: жидкость сдувается с юбки и отбрасывается к стенке.

Отражатель капель представляет собой плоскую плиту, являющуюся

фальшивым основанием. Между плитой и корпусом образуется щель, через которую жидкость стекает в отстойник.

Для предотвращения вторичного уноса капель вход аэрозоля с жидкой фазой располагают в нижней части циклона, замедляя этим продвижение жидкости вверх.

Кроме рассмотренных конструкций аппаратов, для очистки газов от тумана можно использовать различные конструкции традиционных пылеулавливающих устройств: насадочных скрубберов, скрубберов Вентури, электрофильтров и т. д. Например, в производстве контактной серной кислоты в качестве пылеуловителя применяют сушильную башню, представляющую собой насадочную колонну, орошаемую серной кислотой. В производстве серной кислоты из сероводорода для улавливания брызг и тумана используют электрофильтры кислотные трубчатые. Перечисленные аппараты характеризуются значительной капиталоемкостью, выгоднее применять волокнистые и сетчатые туманоуловители.

Очистка промышленных выбросов от газообразных загрязнений

Для удаления газообразных загрязнений из воздушных потоков используются физико-химические и химические методы, такие как абсорбция, адсорбция, сжигание в пламени и каталитическое сжигание. Эффективность очистки на основе этих методов может достигать 99,9%.

Абсорбция представляет собой физико-химический процесс разделения газо-воздушной смеси на составные части путем поглощения одного или нескольких газовых компонентов жидкостью – абсорбентом с образованием раствора.

Процесс является избирательным и обратимым. Обратимость позволяет после избирательной абсорбции одного или нескольких компонентов из газовой смеси провести процесс десорбции, то есть выделить эти компоненты из жидкости в качестве целевого продукта, а регенерированный абсорбент вернуть на абсорбцию. Движущей силой процесса абсорбции является градиент концентрации вещества в очищаемом воздушном потоке и в объеме абсорбента.

Абсорбционной очистке подвергают газообразные выбросы, содержащие один или несколько газообразных загрязнителей. В зависимости от используемого абсорбента и его селективности можно выделить либо один компонент, либо последовательно несколько.

Абсорбент должен удовлетворять ряду требований, основными из которых являются высокая поглощательная способность и селективность по отношению к извлекаемому компоненту; невысокая летучесть и быстрое восстановление при регенерации.

Выбор абсорбента определяется физико-химическими свойствами газообразных загрязнений – растворимостью в воде, кислым или основным характером и т.д.

Аппараты, используемые в этом процессе, называют абсорберами. Их конструкция должна обеспечивать максимально развитую поверхность контакта газовой и жидкой фаз для максимально эффективного протекания процесса очистки воздуха. Условно абсорберы подразделяют на следующие группы:

- поверхностные, в которых контакт фаз происходит на зеркале жидкости или поверхности жидкой пленки, стекающей по каналам различной формы (пленочные), элементам насадки (насадочные) или пленки, образующейся на элементах движущихся частей (механические);
- барботажные, в которых контакт происходит на поверхности пузырьков и струй, возникающих при пропускании газа через слой жидкости в аппарате (барботажные), на тарелке (тарельчатые), в затопленной насадке (с подвижной насадкой) либо в пространстве с перемешивающими устройствами (механические);
- распыливающие, в которых контакт происходит на поверхности капель распыляемой жидкости (полые, скоростные прямоточные, механические).

Пленочные и распыливающие абсорберы, имеющие достаточно примитивную конструкцию, являются малоэффективными аппаратами. Для абсорберов с более сложной конструкцией (насадочные, барботажные, тарельчатые) характерна высокая эффективность процесса очистки. В промышленности наиболее распространены насадочные и тарельчатые конструкции абсорберов. На рис. 7 приведены контактные устройства этих аппаратов.

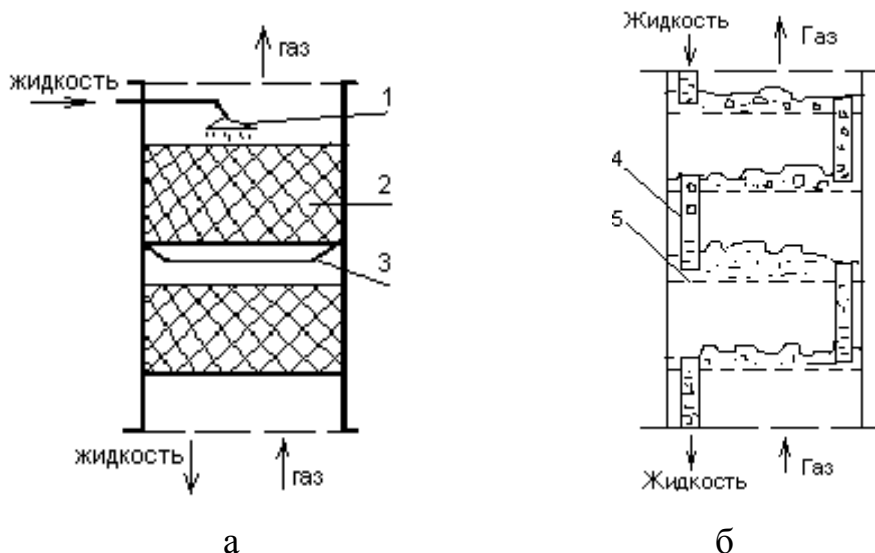


Рис. 7. Контактные устройства насадочного (а) и тарельчатого (б) абсорберов: 1 – приспособление для распределения жидкости; 2- насадка; 3 – устройство для перераспределения жидкости, 4 – переливное устройство; 5 – тарелка.

Насадочный абсорбер представляет собой цилиндрическую колонну, в которой имеются приспособления, распределяющие жидкость по насадке, насадочные тела и устройства, направляющие к центру растекающуюся жидкость. Элементы насадки могут располагаться либо хаотично, либо в определенном порядке. Насадка расположена выше входного отверстия газа. Жидкость противотоком стекает через слой насадки. Газ вводится снизу и движется вверх по каналам, образованным насадочными телами.

Насадка, или насадочные тела, могут иметь самую разнообразную форму. Практическое значение имеют хордовая насадка, кольца, фасонные насадочные тела, спиральная и сетчатая металлическая насадка, а также дробленый кусковой материал.

Тарельчатые абсорберы выполняются в виде вертикальных цилиндров, внутри которых одна под другой горизонтальные перегородки – тарелки, обеспечивающие возможность течения жидкости сверху вниз, а газа снизу вверх.

Различают тарельчатые колонны с неорганизованным переливом жидкости или с провальными тарелками и колонны с переливными устройствами. В колоннах с переливными устройствами жидкость поступает на верхнюю тарелку, проходит через переливные устройства сверху вниз и удаляется из нижней части аппарата. Газ вводится в нижнюю часть аппарата и перемещается вверх, распределяясь на каждой тарелке в виде пузырьков или факелов.

Под *адсорбцией* понимают физико-химический процесс концентрирования молекул вещества на поверхности раздела фаз или в объеме пор твердого тела. Твердое тело называют адсорбентом, а сконцентрированное вещество адсорбатом.

Адсорбенты могут иметь электронейтральную или неполярную поверхность, а могут быть полярными. К первому типу относятся все углеродные адсорбенты, например, активированные угли, активированная сажа, углеродные молекулярные сита, углеродные волокнистые материалы и т.д. Полярную поверхность имеют, как правило, минеральные адсорбенты: силикагели, цеолиты, активная окись алюминия, активная окись железа, пористые стекла и т. д.

Протекание процесса адсорбции обусловлено наличием поля универсальных сил межмолекулярного взаимодействия – сил Ван-дер-Ваальса. Движущей силой процесса адсорбции, как и любого массообменного процесса, является градиент концентрации загрязняющего вещества в воздушном потоке и в объеме пор адсорбента.

Адсорбция – это самопроизвольный, экзотермический, избирательный и обратимый процесс. Благодаря избирательности и обратимости процесса возможно поглощение из газовых смесей одного или нескольких компонентов, а затем выделение их в чистом виде.

В общем случае адсорбционная очистка газов наиболее эффективна при обработке больших объемов газов с малым содержанием примесей, например, при тонкой очистке технологических газов; при очистке аспирационных газов; при рекуперации паров летучих растворителей и т.д. При удалении паров ядовитых веществ и предполагаемых канцерогенов наиболее целесообразно использовать метод адсорбции в тех случаях, когда содержание примесей необходимо уменьшить до нескольких миллионных долей и даже ниже.

Для всех типов адсорбентов и адсорбатов величина адсорбции определяется свойствами поглощаемого вещества, параметрами пористой структуры адсорбента и внешними условиями процесса: температурой, давлением, влажностью, концентрацией загрязнения в потоке очищаемого воздуха.

Восстановление сорбционной емкости использованного сорбента осуществляется с помощью десорбции. При этом десорбции будут способствовать факторы, замедляющие процесс адсорбции, а именно: повышение температуры адсорбента, понижение давления над адсорбентом и наличие в фазе над адсорбентом конкурирующего вещества.

В промышленности адсорбционную очистку воздушных смесей осуществляют в аппаратах, называемых адсорберами. Адсорберы могут быть как периодического, так и непрерывного действия. И те и другие могут быть односекционными и многосекционными (рис. 8).

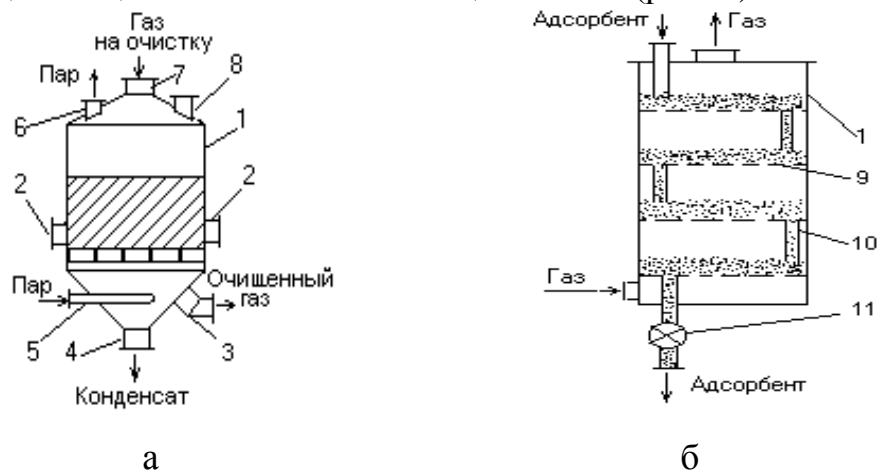


Рис. 8. Схема адсорбера периодического действия с неподвижным слоем адсорбента (а) и многоступенчатого адсорбера с псевдооживленным слоем адсорбента (б): 1 – корпус; 2 – люки для выгрузки адсорбента; 3 – штуцер для вывода очищенного газа; 4 – штуцер для отвода конденсата; 5 – барботер для подачи острого пара при десорбции; 6 – штуцер для отвода паров при десорбции; 7 – штуцер для подачи газа; 8 – люки для загрузки адсорбента; 9 – газораспределительная решетка; 10 – переливной патрубок; 11 – затвор-отводчик.

В аппаратах периодического действия слой поглотителя, состоящий из гранулированного, дробленого или порошкового материала, неподвижен, в аппаратах непрерывного действия слой поглотителя находится во взвешенном состоянии и циклическом движении.

Адсорберы работают по четырехфазному циклу – адсорбция, десорбция, сушка и охлаждение.

На стадии адсорбции очищаемые газы поступают в слой поглотителя, где из них адсорбируются загрязнения, и затем выводятся из аппарата.

После того, как адсорбционная емкость поглотителя будет использована полностью, проводят стадию десорбции, на которой в слой адсорбента подают нагретую смесь водяных паров и инертного газа или воздуха, в результате чего происходит вытеснение молекул адсорбата из объема пор адсорбента. Образовавшиеся пары и конденсат отводят.

Далее поглотитель сушат горячим воздухом или инертным газом и охлаждают тем же воздухом или газом, но с пониженной температурой. По окончании всех стадий рабочий цикл в аппарате повторяется.

Метод сжигания в пламени или огневого обезвреживания используется в том случае, если загрязняющие вещества, присутствующие в потоке очищаемого воздуха, могут быть легко окислены, а продукты окисления газообразны и нетоксичны. В основе этого метода лежит реакция окисления загрязняющих веществ, главным образом, органического происхождения.

Основные преимущества использования данного метода газоочистки – универсальность, высокая эффективность (более 95%) и возможность рекуперации тепла.

Огневое обезвреживание происходит при температуре 700-800°С, для чего требуется поддерживать реакцию горения топлива или горючих компонентов газового потока.

Огневое обезвреживание используют для очистки технологических и хвостовых газов, а также для очистки аспирационного воздуха.

Эффективность процесса огневого обезвреживания зависит от целого ряда факторов, таких как концентрация удаляемых примесей, температура процесса, количество кислорода, наличие турбулентного перемешивания воздушного потока, его предварительный подогрев, дополнительная подача в систему обезвреживания воздуха или водяного пара для полного окисления ненасыщенных углеводородов, достаточное время пребывания молекул загрязняющих веществ в системе и т.д.

Температура, выше которой горение газов или паров поддерживается произвольно, называемая температурой самовоспламенения, зависит от физико-химических свойств органического загрязнения и количества тепла, выделяющегося в процессе горения.

Термическое обезвреживание отходящих газов промышленных предприятий осуществляют в основном в устройствах двух типов: факельных установках и печах различной конструкции.

Каталитическое сжигание представляет собой дальнейшее расширение технологии сжигания газов в замкнутом пространстве. Преимуществом метода является то, что окисление на поверхности катализатора происходит при температуре ниже температуры самовоспламенения и при таких концентрациях горючих загрязнений в воздухе, которые не обеспечивают тепловыделения, необходимого для протекания самоподдерживающейся реакции горения. Помимо этого для каталитического сжигания расходуется только лишь стехиометрическое количество кислорода.

Каталитическое дожигание целесообразно в тех случаях, когда отходящие газы представляют собой многокомпонентные смеси различных веществ, разделение которых другими методами малоэффективно, а продукты окисления газообразны и нетоксичны.

Катализаторы могут терять свои основные свойства – активность и селективность с течением времени или при контакте с каталитическими ядами, в результате которого происходит либо химическое взаимодействие компонентов загрязнения с катализатором, либо покрытие катализатора слоем дезактивирующего вещества.

Если не произошло разрушения структуры катализатора в процессе его эксплуатации, то его активность может быть восстановлена в процессе регенерации. Для этого катализатор обрабатывают кислородом, воздухом либо смесью воздуха с водяным паром при температуре 400-500°С, причем верхняя температура регенерации зависит от термической стойкости катализатора.

ГИДРОСФЕРА

Снижение антропогенного воздействия на гидросферу

Распределение воды на Земле, круговорот воды

Водные запасы на Земле огромны, они образуют гидросферу – одну из мощных сфер нашей планеты. Гидросфера, литосфера, атмосфера, являясь составными компонентами биосферы, взаимосвязаны и находятся в постоянном, тесном взаимодействии. Все сферы в своём составе имеют воду. Водные ресурсы слагаются из статических (вековых) запасов и возобновляемых ресурсов. Гидросфера объединяет Мировой океан, моря, реки и озёра, болота, пруды, водохранилища, полярные и горные ледники, подземные воды, почвенную и биологическую влагу, а также пары в атмосфере.

Вода – наиболее распространенное на Земле вещество. Она находится в трёх фазах: газообразной, жидкой и твёрдой.

В атмосфере вода встречается в парообразном состоянии в воздушной оболочке, окружающей Землю, в капельножидком состоянии – в облаках, туманах и в виде дождя, твёрдом – в виде снега, града и кристалликах льда высоких облаков.

В жидком состоянии вода находится в гидросфере. В твёрдом состоянии вода в виде льда и снега находится у полюсов планеты, на горных вершинах, зимой покрывает водоёмы на значительных площадях.

Общая площадь океанов и морей в 3 раза больше площади суши, а объём воды на Земле составляет примерно 1 500 000 км³. Распределение водных ресурсов Земли представлено в табл. 6.

Таблица 6

Распределение воды в биосфере

| | |
|----------------|-----------------------------|
| Мировой океан | 1370323 тыс. м ³ |
| Подземные воды | 60000 тыс. м ³ |
| Ледники | 24000 тыс. м ³ |
| Озера | 280 тыс. м ³ |
| Почва | 85 тыс. м ³ |
| Пары атмосферы | 14 тыс. м ³ |
| Реки | 1,2 тыс. м ³ |

Вода постоянно находится в движении – циркуляции. Её перемещение происходит в результате механического движения – потоки воды в реках, течение в толще океана; в результате изменения фазового состава – вода испаряется и попадает в атмосферу посредством диффузионного и конвективного потоков. В северных районах наблюдается очень редкий способ перемещения воды способом возгонки. Снег, испаряясь, сразу превращается в пар и попадает в атмосферу. Для передвижения воды затрачивается много энергии, в основном солнечной. 22 % всей достигающей Земли поверхности энергии расходуется на испарение воды.

Приобретая такую огромную энергию, вода повышает свою энтропию. Находясь в неустойчивом равновесии, она стремится вернуться в исходное состояние. Таким образом, происходит непрерывный замкнутый процесс циркуляции воды на земле, именуемый Кругооборотом, или влагооборотом. Различают малый, большой и входящий в него внутренний материковый круговорот. Ежегодно в круговороте на поверхности Земли участвует более 1 млн км³ воды.

Интересен тот факт, что вода, являясь столь необходимым, жизненно важным веществом биосферы, обладает уникальными свойствами, отличающими ее от остальных жидких веществ планеты.

Аномальные свойства воды:

1. Точка замерзания и точка кипения. Если провести аналогию по группе кислорода, то учитывая свойства таких соединений как H_2S H_2Se H_2Te , температуры должны быть -90 и $+70$ соответственно.
2. При замерзании объем воды увеличивается.
3. Лед плавает в воде, то есть плотность льда меньше плотности воды. Максимальная плотность воды при $+4$. Замерзание водоемов начинается с поверхности.
4. Высокая теплоемкость. 1 г воды нагревается на 1 градус с затратой 1 кал, 4,184 Дж, а 1 г железа – 0,1 кал.
5. Аномально высокое значение силы поверхностного натяжения и связанное с ним движение по капиллярам.
6. Абсолютная прозрачность в видимом участке спектра.

Природные и сточные воды характеризуется следующими свойствами: физическими (температура, содержание взвешенных частиц, цветность, запах, привкус); химическими (растворенные газы, биогенные вещества и микроэлементы, органические вещества, рН, жесткость, главные ионы, содержание солей, и т.д.); биологическими (гидробионты и гидрофлора для природных вод) и бактериологическими, характеризующими безвредность воды относительно присутствия в ней болезнетворных микробов.

Источники загрязнения воды

Основной причиной деградации гидросферы является техногенное загрязнение. Его главными источниками служат: сточные воды промышленных предприятий; сточные воды коммунального хозяйства городов; стоки систем орошения, поверхностные стоки с полей и других сельскохозяйственных объектов; атмосферные осадки и ливневые стоки.

Наряду с химическим загрязнением, имеет место тепловое и микробное загрязнение вод. Наиболее интенсивному антропогенному загрязнению подвергаются пресноводные водоемы, особенно речные воды.

Около трети всей массы загрязняющих веществ вносится в водоисточники с поверхностными и ливневыми стоками. Наиболее распространенные загрязняющие вещества – нефтепродукты, фенолы, левоокисляемые органические вещества, соединения металлов. Стоки предприятий сельского и коммунального хозяйства загрязняют воды пестицидами, биологическими вредными компонентами.

Нормирование загрязняющих веществ в водных объектах

Важнейшей водоохранной задачей в условиях хозяйственной деятельности является установление допустимых нагрузок на водные объекты. Основным нормативным требованием к качеству воды является соблюдение установленных ПДК, т.е. группы экологических стандартов,

оценивающих состояние водной экосистемы и качества воды с позиции ее безопасности для здоровья человека.

ПДК загрязняющего вещества в воде – это такая концентрация, при превышении которой вода становится непригодной для ее использования.

Для ограничения загрязнения объектов в соответствии с требованиями санитарных правил и норм для природопользователей устанавливаются нормативы допустимых сбросов сточных вод (НДС).

Норматив допустимого сброса – масса вещества в сточной воде, допустимая к отведению в водный объект за единицу времени в данной точке, обеспечивающая нормативное качество воды в контрольной точке водоема.

Экозащитная техника и технологии при защите гидросферы

Классификация примесей в сточных водах

В индустриально развитых странах суммарный объем промышленных сточных вод, примерно, в 10 раз превышает объем хозяйственно-бытовых стоков. Способы очистки хозяйственно-бытовых сточных вод разработаны достаточно детально, тогда как очистка промышленных сточных вод продолжает оставаться сложной. Это связано с чрезвычайным разнообразием примесей в промышленных стоках, количество и состав которых постоянно изменяется вследствие появления новых производств и совершенствования существующих технологий.

Промышленные сточные воды представляют собой сложные гетерогенные системы загрязняющих веществ, находящихся в растворенном, коллоидном или нерастворенном состоянии.

Примеси, содержащиеся в производственных сточных водах можно отнести к трем группам:

- минеральные примеси (металлургия, машиностроение, производство минеральных кислот, удобрений и т.д.);
- органические примеси (мясная, рыбная, консервная, пищевая промышленность;
- органо-минеральные примеси (текстильные, нефтедобывающие, нефтеперерабатывающие, кожевенные и другие предприятия).

Поступление загрязняющих веществ в водоем вызывает многообразные нежелательные последствия: засорение водоема нерастворимыми веществами, ухудшение физико-химических свойств воды и кислородного режима, изменение рН, повышение содержания органических веществ и минерализации и, наконец, отравление водных обитателей токсичными веществами.

Таким образом, сброс неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод может приводить к резкому ухудшению всего гидрохимического режима водоемов, а, следовательно, и условий существования в них водных организмов.

Классификация методов очистки сточных вод

Очисткой сточных вод называют их обработку с целью разрушения и удаления из них вредных веществ. При наличии в сточной воде большого количества трудноудаляемых токсичных или ядовитых примесей производят ее устрaнение путем закачки в скважины, глубины моря и захоронения.

Существует несколько признаков классификации методов очистки промышленных сточных вод. *По растворимости и степени дисперсности* загрязненных веществ в воде методы очистки сточных вод делят на методы очистки от нерастворимых примесей и методы очистки от растворимых примесей. Первая группа далее подразделяется на методы очистки от грубодисперсных примесей и от мелкодисперсных примесей, а вторая - на методы очистки от минеральных примесей, от органических веществ и от газов.

По своей сути методы очистки сточных вод могут быть разбиты на две группы: деструктивные и регенеративные.

Деструктивные методы обеспечивают разрушение загрязняющих веществ с последующим удалением образующихся продуктов распада в виде газов и осадков.

Регенеративные методы предусматривают извлечение из сточных вод всех ценных веществ и их последующую переработку.

По механизмам протекания процессов очистки сточных вод выделяют механические, физико-химические, химические, биологические и термические методы. Также возможен вариант комплексной очистки при одновременном использовании двух и более методов.

При выборе метода очистки и конструктивного оформления процесса обезвреживания сточных вод учитывают следующие факторы:

- санитарные и технологические требования, предъявляемые к качеству очищенных вод для дальнейшего их использования;
- количество сточных вод;
- наличие у предприятия необходимых энергетических и материальных ресурсов (топлива, пара, электроэнергии, реагентов) и площади для очистных установок;
- эффективность методов обезвреживания.

Обязательным элементом комплекса очистных сооружений промышленных стоков являются сооружения механической очистки. В зависимости от требуемой степени очистки они могут дополняться сооружениями на основе других методов. Перед сбросом в водоем очищенные сточные воды обеззараживаются. Образующийся на всех стадиях очистки осадок или избыточная биомасса поступает на сооружения по обработке осадка. Очищенные сточные воды могут направляться в оборотные системы водообеспечения промышленных предприятий, на сельскохозяйственные нужды или сбрасываться в водоем.

Обработанный осадок может утилизироваться, уничтожаться или складироваться.

Перед подачей сточных вод на механическую очистку их могут направлять в устройства, которые регулируют состав и расход сточных вод. Это обусловлено тем, что состав сточных вод и их объем в результате залповых выбросов значительно изменяется в течение суток. К таким устройствам относят усреднители, которые либо дифференцируют поток сточных вод, либо интенсивно перемешивают их отдельные потоки.

К *механическим* методам очистки относят процеживание, отстаивание, фильтрование, циклонирование и центрифугирование.

В состав *физико-химических* методов входят такие методы как коагуляция, флотация, мембранная очистка, адсорбция, ионный обмен, экстракция, дегазация и отгонка с водяным паром (эвапорация), электрохимические методы и т.д.

Мембранная очистка включает в свой состав механизмы обратного осмоса, ультрафильтрации, микрофильтрации, электродиализа и др.

Химические методы основаны на использовании реакций химического взаимодействия при объединении различных стоков и на использовании окислительно-восстановительных процессов.

Сутью *биологического метода* очистки сточных вод является процесс биохимического окисления органических загрязнений, являющихся для микроорганизмов источником одного из элементов питания - углерода.

Механическая очистка производственных сточных вод

Механическая очистка применяется для выделения из сточных вод крупнодисперсных нерастворимых минеральных и органических примесей. Как правило, она является методом предварительной очистки и предназначена для подготовки сточных вод к физико-химическим или биологическим методам очистки. Механическая очистка позволяет выделить из сточных вод до 60...75 % нерастворимых примесей, многие из которых повторно используются в производстве.

Для удаления взвешенных частиц из сточных вод используют гидромеханические процессы процеживания, отстаивания, фильтрования, циклонирования и центрифугирования. Выбор метода зависит от размера частиц примесей, их физико-химических свойств и концентрации, а также расхода сточных вод и необходимой степени очистки.

Процеживание – первичная стадия обработки сточных вод для извлечения из них крупных нерастворимых примесей, а также более мелких волокнистых фракций, которые в процессе дальнейшей обработки стоков препятствуют нормальной работе очистного оборудования. Для этого сточные воды пропускают через решетки (сита) и волокнуловители, которые устанавливаются перед отстойниками.

Решетки могут быть неподвижными, подвижными, а также совмещенными с дробилками. При эксплуатации решетки должны периодически или непрерывно очищаться.

Для удаления более мелких взвесей, а также ценных продуктов применяют сита, которые могут быть двух типов: барабанные и дисковые. Сито барабанного типа представляет собой сетчатый барабан с отверстиями 0,5-1 мм. При вращении барабана сточная вода фильтруется через его внешнюю или внутреннюю поверхность в зависимости от подвода воды снаружи или внутри. Задерживаемые примеси смываются с сетки водой и отводятся в желоб. Производительность сита зависит от диаметра барабана и его длины, а также от свойств примесей.

Принцип действия волокнуловителей, применяемых для задерживания волокнистых веществ, основан на процеживании сточной воды через конусообразные диски с перфорацией или специальные фильтры.

Отстаивание – удаление из сточных вод взвешенных веществ, которые под действием гравитационных сил оседают на дно отстойника, или под воздействием выталкивающих сил всплывают на поверхность очищаемой воды. Очистку сточных вод отстаиванием осуществляют в песколовках, отстойниках, осветлителях и нефтеуловителях.

Для примера на рис. 9 приведена схема горизонтальной песколовки, а на рис. 10 схема простейшего отстойника.

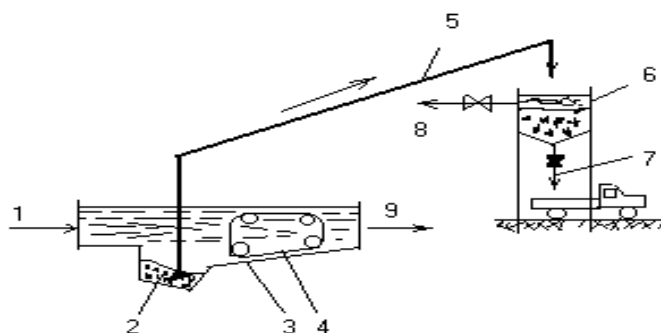


Рис. 9. Схема горизонтальной песколовки с обезвреживающим бункером: 1 – подводящий канал сточных вод; 2 – песковый приямок; 3 – резервуар песколовки; 4 – устройство для сгребания песка в приямок; 5 – трубопровод песчаной пульпы; 6 – бункер; 7 – обезвоженный песок; 8 – поток воды обратно в песколовку; 9 – отводящий канал сточных вод.

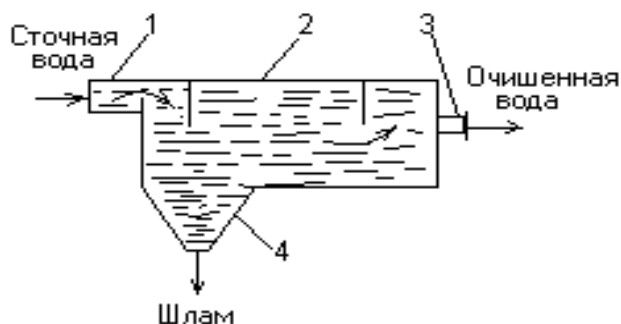


Рис. 10. Отстойник горизонтальный: 1 – входной лоток; 2 – отстойная камера; 3 – выходной лоток; 4 – приямок.

Песколовки, применяемые для выделения из сточных вод тяжелых минеральных примесей, в основном песка, устанавливают перед отстойниками, что упрощает эксплуатацию последних, а также сооружений по обработке осадка. Время пребывания сточных вод в песколовке составляет 0,5-2 мин. Песколовки, представляющие собой горизонтальные (прямоугольные или круглые в сечении) резервуары из сборного или монолитного железобетона, рассчитываются так, чтобы в них фильтровались только минеральные примеси. Выпавший осадок собирается в приямок и удаляется либо в песочные бункеры, либо на песочные площадки. При надежном обеззараживании обезвоженный песок можно использовать при дорожных работах и изготовлении строительных материалов.

Отстойники бывают трех типов: вертикальные, горизонтальные и радиальные. В них основная масса взвешенных веществ (40-60%) выпадает в осадок в течение 1,5 часов отстаивания. Вертикальные отстойники применяют при расходах сточных вод до 10 тыс. м³ в сутки, при расходах более 10 тыс. м³ в сутки используют горизонтальные или радиальные отстойники. Эффективность отстойников можно повысить, увеличив скорость осаждения частиц путем их укрупнения коагуляцией и флокуляцией или уменьшив вязкость сточной воды путем ее подогрева.

В осветлителях одновременно с отстаиванием происходит фильтрация сточных вод через слой взвешенных частиц.

Для очистки сточных вод, содержащих нефтепродукты, жиры, смолы, парафины при концентрации более 100 мг/л применяют нефтеловушки. Эти сооружения могут быть горизонтальными, радиальными, многоярусными. В них нефть и вода разделяются из-за разности их плотностей. Всплывшая на поверхность нефть собирается и удаляется на утилизацию. Нерастворимая минеральная фракция загрязнений отделяется от воды под действием силы тяжести и собирается в бункере на дне аппарата. Нефтеловушки не задерживают тонкоэмульгированные и растворенные нефтепродукты.

В гидроциклонах и центрифугах идет осаждение нерастворимых частиц загрязнений из сточной воды, которое происходит под действием центробежной силы.

Для создания поля центробежных сил в технике используют два приема. Либо обеспечивают вращательное движение потока жидкости в неподвижном аппарате, либо поток направляют во вращающийся аппарат, где он будет вращаться вместе с аппаратом. В первом случае происходит циклонный процесс, а аппарат называют гидроциклоном, а во втором – отстойное центрифугирование в аппарате, называемом центрифугой.

Гидроциклоны по конструкции и принципу действия аналогичны циклонам для очистки газа. В промышленности наиболее широкое применение получили открытые гидроциклоны и напорные гидроциклоны.

Гидроциклоны – надежные и высокопроизводительные аппараты. Площади и объемы, занимаемые ими, неизмеримо меньше габаритов отстойников той же производительности. Для повышения производительности гидроциклоны малого диаметра объединяют в общий агрегат - мультигидроциклон, в котором они работают параллельно. Недостатком их является большой расход электроэнергии и быстрый износ стенок в связи с высокими абразивными свойствами извлекаемых компонентов.

Фильтрация - процесс удаления взвешенных веществ из сточной воды путем пропускания ее через слой пористого материала или через сетки с определенным размером отверстий. С помощью фильтрации очищают сточные воды, содержащие тонкодисперсные твердые примеси в небольшой концентрации. Его также применяют после физико-химических и биологических методов очистки, так как некоторые из них сопровождаются выделением в очищаемую жидкость механических загрязнений.

Аппараты, в которых происходит процесс фильтрации сточной воды, называют фильтрами. Фильтры подразделяют на фильтры периодического и фильтры непрерывного действия. Первые имеют один фильтрующий элемент – плоскую перегородку из дробленого материала, а вторые - батарею листовых дисковых и трубчатых фильтрующих элементов, полых внутри.

Фильтрующей загрузкой может служить кварцевый песок, керамзит, керамическая крошка, пористая керамика, дробленый антрацит. Размер зерен фильтрующей загрузки 0,5-2 мм, высота фильтрующего слоя до 2 м. Элементы батарейных фильтров выполняют либо из фильтрующей ткани, либо из пористой керамики.

Основные типы фильтров сточной воды периодического действия представлены на рис. 11.

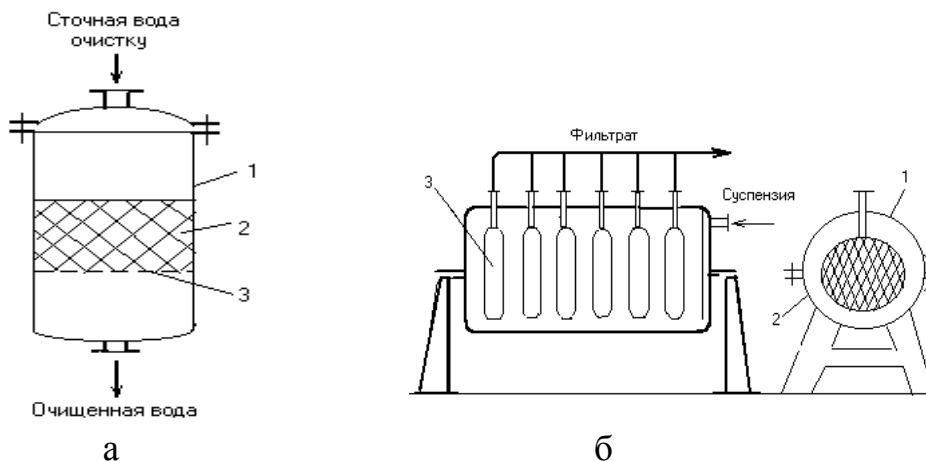


Рис. 11. Однослойный фильтр с зернистой загрузкой (А): 1 – корпус аппарата, 2 – слой фильтрующего материала, 3 – удерживающая перегородка; Листовой батарейный фильтр с дисковыми фильтрующими элементами: 1 – верхняя половина корпуса, 2 – нижняя откидная половина корпуса, 3 – дисковые фильтрующие элементы.

Большинство фильтров периодического действия вследствие образования на фильтрующем элементе осадка с большим удельным сопротивлением работают под давлением. Фильтры, работающие под давлением, выполняют в виде цилиндрической емкости со сферической крышкой и дном. После загрузки в аппарат порции сточной воды над ней создают давление, подавая в аппарат сжатые воздух или инертный газ, и ведут процесс под давлением. По окончании фильтрования аппарат сообщают с атмосферой при помощи крана, крышку снимают и полученный осадок выгружают вручную через специальные люки для выгрузки осадка.

Фильтры очистки сточной воды непрерывного действия работают под разрежением. Среди них наиболее распространены ленточные, барабанные, дисковые и карусельные.

Физико-химическая очистка сточных вод

Основными физико-химическими методами очистки сточных вод являются *коагуляция, флотация, мембранная очистка, адсорбция, ионный обмен, экстракция и ряд других.*

Данные методы используют для удаления из сточных вод тонкодисперсных взвешенных частиц (твердых и жидких), растворимых газов, минеральных и органических веществ. Их применяют как самостоятельно, так и в сочетании с механическими и биологическими методами. В последние годы область применения физико-химических методов расширяется, причем они наиболее эффективны при локальной очистке сточных вод промышленных предприятий.

Коагуляция представляет собой самопроизвольный физико-химический процесс разрушения дисперсных систем вследствие их термодинамической неустойчивости. Обусловлена коагуляция

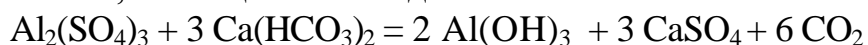
агрегативной неустойчивостью дисперсной системы и ее тенденцией к уменьшению свободной энергии.

Процесс коагуляции применяют как один из методов очистки сточных вод от эмульгированных веществ, тонкодисперсных примесей с размером частиц 1- 100 мкм. Эффективность очистки может достигать 90-95%.

Для ускорения процесса коагуляции на дисперсную систему может быть оказано внешнее воздействие: увеличение температуры, механическое, электрическое, химическое и др. В промышленности наиболее распространено химическое воздействие, при котором в очищаемую воду вводят химическое вещество, ускоряющее процесс агрегатирования загрязнений и называемое коагулянтом. Выбор коагулянта зависит от его состава, физико-химических свойств, концентрации примесей в воде, pH очищаемой воды и ее солевого состава.

В качестве коагулянтов используют соли алюминия, железа или их смеси, например, сернокислый глинозем $(Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O)$, алюминат натрия $NaAlO_2$, гидроксохлорид алюминия $Al_2(OH)_5Cl$, квасцы алюмокалиевые $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ и аммиачные $NH_4Al(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$.

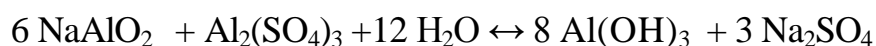
Из перечисленных веществ наиболее распространен сульфат алюминия, который эффективен в интервале значений $pH = 5 \dots 7,5$. Он хорошо растворим в воде и имеет относительно низкую стоимость. Его применяют в сухом виде, или в виде 50%-ного раствора. При коагулировании он взаимодействует с гидрокарбонатами, имеющимися в воде



Алюминат натрия применяют в сухом виде или в виде 45%-ного раствора. Он является щелочным реагентом, при $pH=9,3 \dots 9,8$ образует быстроосаждающиеся хлопья. Для нейтрализации избыточной щелочности можно использовать кислоты или дымовые газы, содержащие CO_2

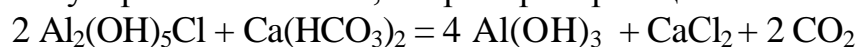


В большинстве случаев используют смесь $NaAlO_2$ и $Al_2(SO_4)_3$ в соотношении 10:1...20:1



Совместное использование этих солей дает возможность повысить эффект осветления воды, увеличить плотность и скорость осаждения хлопьев, расширить оптимальную область pH среды.

Оксихлорид алюминия обладает меньшей кислотностью и поэтому пригоден для очистки слабощелочных вод. Вследствие высокого содержания в нем водорастворимого алюминия ускоряется процесс хлопьеобразования и осаждения коагулированной взвеси, например по реакции



Из солей железа в качестве коагулянтов используют сульфаты железа $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 2H_2O$, $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 3H_2O$ и $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, а также $FeCl_3$ - хлорное железо. $FeCl_3$ применяют в сухом виде или в виде 10...15 %-ных растворов.

Сульфаты используют в виде порошков. Доза коагулянтов зависит от рН сточных вод. Для Fe^{3+} рН = 6...9, а для Fe^{2+} рН = 9,5 и выше. Для подщелачивания сточных вод используют NaOH и $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Соли железа как коагулянты имеют ряд преимуществ перед солями алюминия: лучшее действие при низких температурах воды; более широкая область оптимальных значений рН среды; большая прочность и гидравлическая крупность хлопьев; возможность использовать для вод с более широким диапазоном солевого состава; способность устранять вредные запахи и привкусы, обусловленные присутствием сероводорода. Однако имеются и недостатки: образование при реакции катионов с некоторыми органическими соединениями сильно окрашенных растворимых комплексов; сильные кислотные свойства, усиливающие коррозию аппаратуры; менее развитая поверхность хлопьев.

При использовании смесей $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ и FeCl_3 в соотношениях от 1:1 до 1:2 достигается лучший результат коагулирования, чем при отдельном использовании реагентов.

Кроме названных коагулянтов для обработки сточных вод могут быть использованы различные глины, алюминийсодержащие отходы производства, травильные растворы, пасты, смеси, шлаки, содержащие диоксид кремния.

Расчет дозы коагулянта

Соли, применяемые в качестве коагулянтов природных и сточных вод, при их полном гидролизе реагируют с бикарбонатными ионами в эквивалентных количествах. На этом основании дозу коагулянта иногда рассчитывают по величине естественной щелочности воды, что неправильно. Доза коагулянта, в основном, зависит от концентрации коллоидных веществ в воде. Поэтому доза, рассчитанная таким образом, может оказаться либо слишком большой при большой щелочности воды и малом содержании загрязнений, что поведет к непроизводительному расходу коагулянта, либо слишком малой - при малой щелочности воды и высокой концентрации загрязнений.

Оптимальная доза коагулянта рассчитывается в зависимости от мутности или цветности воды.

Для цветных вод $D_K = 4\sqrt{^0C}$, где D_K - доза коагулянта в мг/л безводного сульфата алюминия или хлорида железа и 0C - цветность воды в градусах платино-кобальтовой шкалы. Для мутных вод доза тех же коагулянтов определяется по формуле $D_K = 3,5\sqrt{M}$, где M - мутность воды.

К сожалению, в настоящее время еще строго не установлены количественные закономерности, на основе которых расчетным путем можно было бы точно устанавливать оптимальную дозу коагулянта. Поэтому режим коагуляции и дозу коагулянта обычно устанавливают экспериментальным путем на основе пробного коагулирования. При

этом учитываются те факторы, которые влияют на процесс коагуляции, а именно, температура и рН раствора, доза коагулянта, интенсивность перемешивания и солевой состав воды.

Оптимальной дозой коагулянта называют то его наименьшее весовое количество, при введении которого в воду достигается требуемая степень очистки воды (понижение окисляемости, увеличение прозрачности, уменьшение цветности) и при котором процесс коагуляции протекает наиболее интенсивно, т.е. сопровождается быстрым образованием крупных или средних хорошо осаждающихся хлопьев. Пробное коагулирование природных вод с большой цветностью и щелочностью производят без подщелачивания в градуированных цилиндрах емкостью 0,5-2 л, в которые наливают 0,5-2 л исследуемой воды. К пробам воды добавляют последовательно увеличивающиеся дозы коагулянта. После быстрого (в течение 0,5-1 мин) и тщательного перемешивания стеклянной палочкой воды с коагулянтom наблюдают время образования хлопьев, их внешний вид (крупные, средние, мелкие), время отстаивания основной массы хлопьев, объем выпавшего осадка и внешний вид отстоянной воды (прозрачная - бесцветная, опалесцирующая, мутная - окрашенная). После отстаивания воду отфильтровывают от остающихся в ней хлопьев и в фильтрате определяют рН, окисляемость, цветность и прозрачность воды. В отдельных случаях можно ограничиться визуальным определением цветности и прозрачности воды. По результатам наблюдения устанавливается оптимальная доза коагулянта.

На рис. 12 приведена общая схема установки для очистки воды коагуляцией.

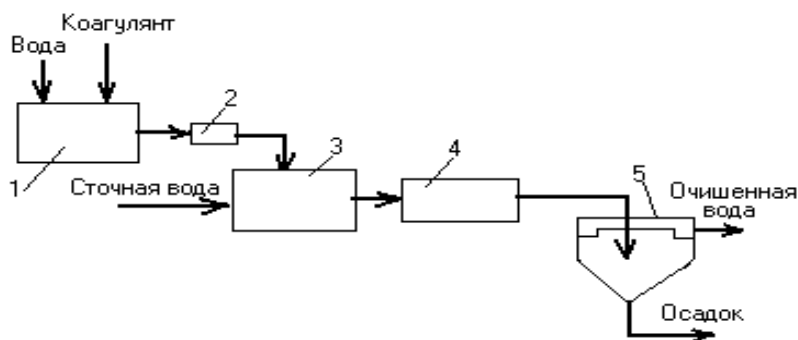


Рис.12. Схема установки для очистки вод коагуляцией: 1 – емкость для приготовления растворов; 2 – дозатор; 3 – смеситель; 4 – камера хлопьеобразования; 5 - отстойник

Раствор коагулянта подается дозировочным насосом в смеситель 3, где смешивается с очищаемой водой в течение нескольких минут. Затем эта смесь направляется в камеру хлопьеобразования 4, где выдерживается 10 - 30 минут в зависимости от конструкции камеры. После образования хлопьев обработанные стоки поступают на механические очистные

сооружения – отстойники или гидроциклоны 5. Расход коагулянта составляет 0,1-5 кг на кубометр сточных вод.

Преимущества, которыми обладает метод очистки сточных вод коагуляцией, следующие: простота оборудования, невысокая стоимость его монтажа, легкость регулирования расхода реагентов, а также легкость остановки и запуска установки коагуляции сточной воды.

К недостаткам следует отнести образование значительных объемов осадков, имеющих большую влажность и трудно поддающихся обезвоживанию, и большой расход коагулянтов.

Очень перспективным методом очистки сточных вод гальванических и травильных отделений от хрома и других тяжелых металлов, а также от цианидов является *электрокоагуляция*.

Электрокоагуляция – процесс образования нерастворимых гидроксидов в сточных водах при их прокачке через электрокоагулятор (рис. 13).

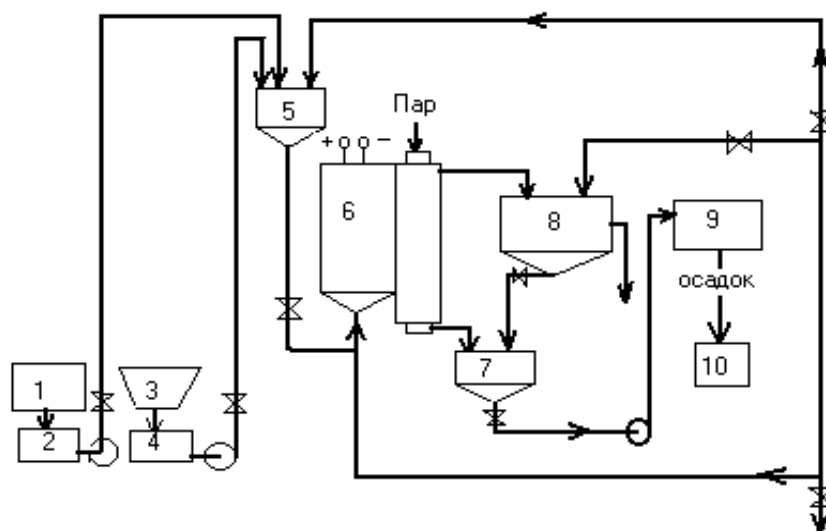


Рис. 13. Схема электрокоагуляционной очистки сточных вод: 1-4 – приемные емкости, 5 – усреднитель; 6 – электрокоагулятор 7 – илонакопитель; 8 – отстойник; 9 – обезвоживающая установка; 10 – уплотнитель

Установка работает следующим образом. Поступающие на очистку сточные воды подвергаются предварительной очистке от грубых механических примесей в приемных емкостях 1-4, откуда сточные воды подаются на усреднитель 5, где исключается влияние волновых высококонцентрированных сбросов сточных вод. Далее сточные воды направляются в электрокоагулятор 6, оснащенный блоком электродов, выполняемых, как правило, из стали или сплавов алюминия. На электроды подается постоянный ток. Под влиянием электрического поля, с одной стороны, дисперсные системы сточных вод становятся менее устойчивыми, а с другой, коагулируют с трудно растворимыми гидроксидами железа или алюминия. Гидроксидами металлов образуются в результате гидролиза материала электродов. Затем сточная вода

поступает в отстойник 8, где в течение 30-45 минут образуются и выпадают в осадок агрегаты размером до 1000 мкм. Осадок последовательно направляют в илонакопитель 7, обезвоживающую установку 9 и уплотнитель 10. Далее его утилизируют или захоранивают.

Несмотря на повышенный расход электроэнергии электрокоагуляционный метод очистки сточных вод позволяет перейти на обратное водоснабжение, так как в результате действия электрического поля вода практически полностью очищается от бактерий. Это приводит к увеличению сроков службы воды, а также исключает возможность появления у обслуживающего персонала экзем, грибковых и других заболеваний кожи, неизбежно возникающих при обращении с бактериально загрязненной водой.

Флотация представляет собой физико-химический процесс разделения дисперсной фазы на составные части вследствие их различной смачиваемости. Наиболее широко этот процесс используют при обогащении твердого сырья и при очистке сточных вод.

Процесс флотации как метод очистки воды заключается в образовании в толще воды газовых пузырьков, чаще воздушных, прилипанию несмачиваемых частиц загрязнения к поверхности раздела газовой и жидкой фазы, всплывании этих комплексов на поверхность очищаемой воды и последующем удалении образовавшегося пенного слоя.

Флотацию обычно ведут совместно с коагуляцией взвеси для выделения коллоидных малоконцентрированных примесей. Такое сочетание методов обусловлено тем, что коллоидные вещества, гидратированные взвеси, мелкодисперсные вещества из-за малой плотности, соизмеримой с плотностью воды, осаждаются медленно даже при наличии коагулянтов. Флотация применяется для очистки производственных сточных вод, содержащих поверхностно-активные вещества, нефть, нефтепродукты, масла, волокнистые частицы.

Различают следующие методы флотационной обработки сточной воды: перенасыщение сточной воды воздухом, механическую флотацию и электрофлотацию.

Флотацию за счет перенасыщения сточной воды воздухом подразделяют на вакуумную и напорную. При вакуумной флотации сточную воду предварительно насыщают воздухом при атмосферном давлении в аэрационной камере, а затем направляют во флотационную камеру, где вакуум-насосом поддерживается некоторое разрежение. Выделяющиеся в верхнюю часть камеры пузырьки воздуха выносят загрязнения на поверхность воды.

На рис. 14 в качестве примера приведена схема флотационной установки.

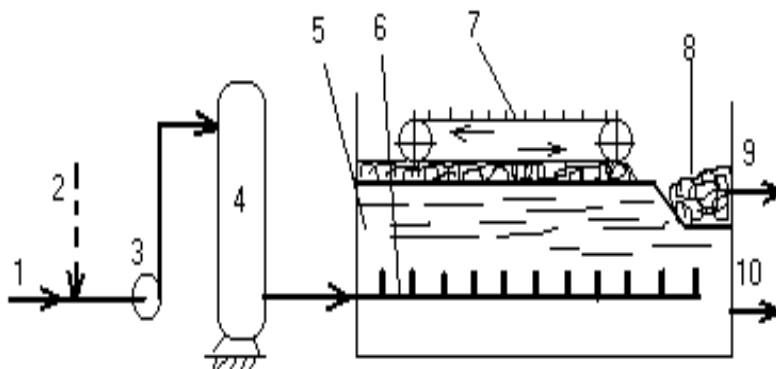


Рис. 14. Схема напорной флотационной установки: 1- подача сточной воды; 2 – подача воздуха; 3 – насос; 4 – напорный бак; 5 – флотационная камера; 6 – система распределения водовоздушной смеси; 7 – механизм сгребания пены; 8 – пеносборник; 9 – отвод пены; 10 – отвод обработанной сточной воды

Напорная флотация протекает в две стадии: насыщение сточной воды воздухом под избыточным давлением и последующее резкое снижение давления до атмосферного. Смесь очищаемой воды и сжатого воздуха компрессором 3 подается в сатуратор 4, где за несколько минут происходит насыщение воды воздухом и отделение нерастворившегося воздуха. Насыщенная вода, становясь пересыщенной после снижения давления, поступает во флотатор 5. Там на ее поверхности в течение 10-20 минут формируется слой пены со взвесью загрязнения. Всплывающая масса непрерывно удаляется механизмом для сгребания пены в пеносборник.

Объем подаваемого воздуха составляет 1,5-5% объема очищаемой воды. В ряде случаев сточную воду насыщают кислородом или озоном.

Для механической флотации используют импеллеры (турбины насосного типа), форсунки и пористые пластины.

Суть метода электрофлотации состоит в том, что в процессе электролиза воды выделяющиеся пузырьки водорода и кислорода сталкиваются со взвешенными частицами, прилипают к ним и поднимают их на поверхность жидкости. Основную роль в процессе флотации частиц выполняют, как правило, пузырьки водорода. Во избежание перемешивания газов и образования гремучей смеси ($\frac{2}{3}$ водорода и $\frac{1}{3}$ кислорода) электрофлотацию предпочтительно проводить с использованием диафрагмы.

Достоинством флотации являются непрерывность протекания процесса; широкая область использования; небольшие капитальные и эксплуатационные затраты; селективность выделения примесей; по сравнению с методом отстаивания более высокая скорость процесса, а также возможность получения шлама более низкой влажности (90 – 95 %); высокая степень очистки (95 – 98 %); возможность рекуперации удаляемых веществ. Флотация сопровождается аэрацией сточных вод,

снижением концентрации ПАВ и легкоокисляемых веществ, бактерий и микроорганизмов. Все это способствует успешному проведению последующих стадий очистки сточных вод.

Адсорбция. Блок адсорбционной очистки сточной воды, как правило, включают в общую систему очистки на заключительной стадии обезвреживания воды, когда из нее отстаиванием, фильтрацией, коагуляцией уже удалена основная масса взвешенных частиц, эмульгированных смол и масел.

Адсорбционная очистка эффективна во всем диапазоне концентраций примеси в воде, однако более всего ее преимущества сказываются на фоне других методов очистки при низких концентрациях загрязнений.

Наиболее распространенным адсорбентом для очистки воды являются активные угли. С их помощью возможно практически полное удаление из растворов почти всех органических соединений, а при определенных условиях и эффективная очистка воды от некоторых токсических ионов неорганических веществ.

Адсорбционную очистку воды можно проводить порошкообразными или зерненными адсорбентами в периодическом или непрерывном процессе с достаточно высокой эффективностью 95-98%. Наиболее эффективна очистка воды порошкообразными адсорбентами, однако при использовании порошкообразного угля трудно осуществить его регенерацию, что приводит к значительному расходу адсорбента и является основным недостатком этого варианта.

В настоящее время все шире проектируют и строят очистные станции, работающие на гранулированных сорбентах, а порошки применяют малыми дозами для предварительной очистки от основного количества примесей.

Очистка воды гранулированными адсорбентами также может происходить в непрерывном или периодическом режиме.

При периодическом процессе адсорбер, заполненный неподвижным слоем поглотителя, регулярно отключается от потока очищаемой воды после полного использования емкости сорбента, разгружается и вновь заполняется свежим или регенерированным сорбентом для нового цикла.

На рис. 15, в качестве примера, приведена схема непрерывной адсорбционной очистки воды со взвешенным слоем сорбента.

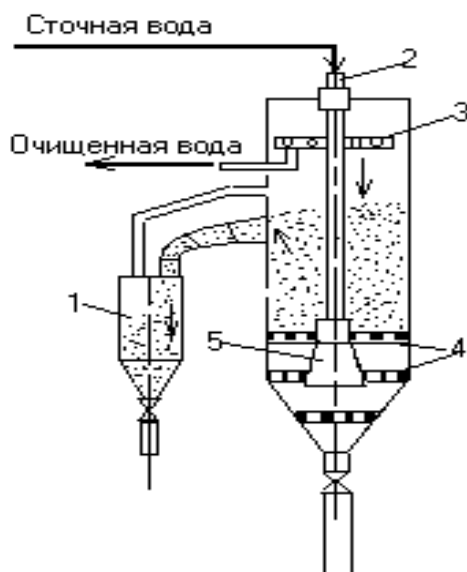


Рис. 15. Адсорбер с взвешенным слоем активного угля: 1 – выносной уплотнитель; 2 – центральная труба; 3 – дырчатая кольцевая труба; 4 – распределительные решетки; 5 – диффузор

Непрерывный процесс адсорбции проводят в схемах со взвешенным слоем адсорбента и разнонаправленными движущимися потоками адсорбента и исходного раствора с регенерацией поглотителя как в том же самом, так и в отдельном аппарате.

Адсорбент подают вместе со струей воды, поступающей на очистку по центральной трубе 2 через диффузор 5. После прохождения распределительной решетки 4, вода вступает в контакт со взвешенным слоем угля. Очищенную воду отводят из верхней части установки через дырчатую затопленную кольцевую трубу 3. Установка оснащена выносным углеуплотнителем 1 с принудительным отсосом адсорбента.

Недостаток адсорберов с неподвижным слоем – их невысокая производительность, так как скорость потока воды должна поддерживаться на уровне 2-6 м/ч. Адсорберы непрерывного действия имеют производительность на порядок больше. Кроме этого, эти адсорберы позволяют подавать на очистку воду со значительным содержанием взвешенных частиц. Недостатком схемы со взвешенным слоем поглотителя является быстрый износ стенок аппаратуры и частичек адсорбента.

Важнейшей стадией адсорбционной очистки воды является регенерация поглотителя. Адсорбированные вещества извлекают из адсорбента методом десорбции с использованием насыщенного или перегретого водяного пара или нагретого инертного газа и избыточного давления. Температура перегретого пара при этом равна 200...300⁰С, а инертных газов 120...140⁰С. После десорбции пары конденсируют и вещество извлекают из конденсата.

Для регенерации углеродных адсорбентов может быть использована экстракция (жидкофазная десорбция) органическими низкокипящими и легко перегоняющимися с водяным паром растворителями (метанолом, бензолом, толуолом, дихлорэтаном и др.). После экстракции растворители вымывают горячей водой или растворами кислот и оснований.

В некоторых случаях перед регенерацией адсорбированное вещество путем химического превращения переводят в другое вещество, которое легче извлекается из адсорбента.

Ионный обмен – это обмен ионами между раствором и твердым веществом, называемым ионитом. Этот процесс позволяет извлекать и утилизировать из сточных вод ценные примеси, такие как соединения мышьяка, фосфора, хром, цинк, свинец, мель, ртуть, а также радиоактивные вещества при высокой степени очистки воды. Ионный обмен широко распространен при обессоливании в процессе водоподготовки.

В качестве ионитов используют синтетические ионообменные смолы, представляющие собой синтетические полимеры с сетчатой структурой. Они характеризуются высокой поглотительной способностью, механической прочностью, химической устойчивостью и большой гидрофильностью. По знаку подвижного иона различают катиониты, аниониты и полиамфолиты. Последние способны осуществлять как катионный обмен, так и анионный обмен.

Иониты могут быть природного и искусственного происхождения и органического и неорганического составов.

К неорганическим природным ионитам относятся цеолиты, глинистые материалы, полевые шпаты, различные слюды и др. Катионообменные свойства их обусловлены содержанием алюмосиликатов типа $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{SiO}_2 \cdot m\text{H}_2\text{O}$. К неорганическим синтетическим ионитам относятся силикагели, пермутиты, трудно растворимые оксиды и гидроксиды некоторых металлов (алюминия, хрома, циркония и др.).

Органические природные иониты – это гуминовые кислоты почв и сульфоугли. Однако они имеют малую химическую стойкость и низкую механическую прочность зерен при небольшой обменной емкости, особенно в нейтральных средах.

Наиболее широкое применение в процессах очистки сточной воды приобрели органические искусственные - ионообменные смолы с развитой поверхностью. Синтетические ионообменные смолы представляют собой высокомолекулярные соединения, углеводородные радикалы которых образуют пространственную сетку с фиксированными на ней ионообменными функциональными группами.

Иониты при контакте с водой не растворяются, но поглощают некоторое количество воды и набухают, являясь гелями с ограниченной

набухаемостью. Набухание влияет на скорость и полноту обмена иона, а также на селективность ионита.

После истощения емкости поглощения катионитовые фильтры регенерируют кислотой, а анионитовые раствором щелочи.

В процессе ионообменной очистки сточная вода может быть очищена до предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ и использоваться в технологических процессах или системах оборотного водоснабжения.

Ионообменные установки могут быть периодического или непрерывного действия. В аппарате периодического действия с неподвижным слоем смолы высотой до 2,5м попеременно осуществляются все стадии процесса: сорбция, регенерация и промывка от реагента (рис. 16).

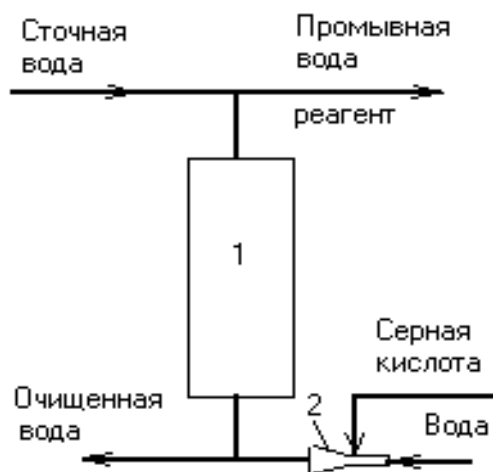


Рис. 16. Схема ионообменной установки периодического действия с приточной циркуляцией: 1 – катионитовый фильтр; 2 - эжектор

В аппаратах непрерывного действия смола движется по замкнутому контуру, последовательно проходя перечисленные стадии.

Экстракция это физико-химический процесс, заключающийся в извлечении одного или нескольких растворенных веществ из одной жидкой фазы другой жидкой фазой, практически не смешивающейся с первой.

С помощью жидкостной экстракции очищают сточные воды от фенолов, масел, жирных кислот и др. Целесообразность использования экстракции для очистки сточных вод определяется концентрацией органических примесей в них. В общем случае экстракция предпочтительнее адсорбции при концентрациях примесей выше 3-4 г/л.

Суть метода заключается в том, что растворенное в очищаемой воде вещество при диспергировании в ней не смешивающейся с водой органической фазы, называемой экстрагентом, будет перераспределяться между ними в соответствии с его растворимостью. На практике экстрагент подбирают таким образом, чтобы после достижения равновесного

состояния концентрация в нем извлекаемого вещества во много раз превышала концентрацию извлекаемого вещества в воде.

По достижении равновесного состояния образуются две жидкие фазы: экстракт, который содержит извлекаемое вещество и экстрагент, и рафинат, который содержит очищенную воду и следы экстрагента. В последующем эти фазы разделяют на индивидуальное вещество, экстракт и очищенную воду.

Для обеспечения высокой эффективности процесса очистки воды методом экстракции экстрагент должен обладать рядом определенных свойств: легко отгоняться как от извлеченного вещества, так и от воды, иметь низкую коррозионную активность, низкую горючесть, быть нетоксичным.

Экстракционная очистка сточной воды может осуществляться по непрерывной или периодической схеме. На рис. 17 представлена схема непрерывной противоточной экстракционной очистки воды. При этом процесс очистки состоит из трех стадий:



Рис. 17 Схема непрерывной противоточной экстракции: 1 – система для удаления экстрагента из рафината; 2 – экстракционная колонна; 3 – система для удаления экстрагента из экстракта

Первая – интенсивное смешивание сточной воды с экстрагентом - органическим растворителем, плотность которого меньше плотности воды, с образованием экстракта и рафината. Вторая стадия – разделение экстракта и рафината. Третья - регенерация экстрагента из экстракта и рафината, чаще всего осуществляется отгонкой.

Экстракционные колонны или экстракторы могут быть самого различного типа - смесительно-отстойные, колонные и центробежные.

Эффективность экстракционных методов очистки сточных вод достигает 0,8-0,95%.

Мембранная очистка. К основным мембранным методам разделения жидких систем относятся обратный осмос, ультрафильтрация, микрофильтрация, электродиализ. Преимущества этих методов заключаются в возможности ведения процесса при нормальной температуре, кроме процесса испарения через мембрану, без фазовый превращений и при меньших энергетических затратах, чем в других

методах очистки, простоте оформления аппаратуры, высокой степени разделения, позволяющей увеличить выход готового продукта.

Процессы обратного осмоса, ультра- и микрофльтрации ведут под избыточным давлением. При этом молекулы или ионы растворенных веществ переносятся через полупроницаемую перегородку (мембрану) под давлением, превышающим осмотическое. Под осмосом понимают самопроизвольный перенос растворителя через мембрану в результате молекулярной диффузии.

Движущей силой процессов ультрафльтрации и обратного осмоса является разность рабочего и осмотического давлений разделяемого раствора у поверхности мембраны

Обратный осмос (гиперфльтрация). Это процесс разделения водных растворов путем их фильтрования под давлением выше осмотического (6...8 МПа) через полупроницаемую мембрану.

Мембраны пропускают молекулы растворителя, задерживая молекулы растворенного вещества. При обратном осмосе разделяют растворы низкомолекулярных веществ с высоким осмотическим давлением (с размерами молекул и гидратированных ионов 0, 0001-0, 001 мкм).

Обратный осмос широко используется для обессоливания воды в системах водоподготовки ТЭЦ и предприятий различных отраслей промышленности.

Ультрафльтрация отличается от обратного осмоса тем, что в этом случае разделяются низкоосмотические растворы с большой молекулярной массой (больше 500) и размерами частиц 0,001-0,02 мкм. Осмотическое давление высокомолекулярных соединений мало и поэтому ультрафльтрацию можно проводить при невысоком давлении 0,2-1 МПа.

Диализ и электродиализ используют при деминерализации сточных вод и разных смесей. Диализ - процесс разделения веществ в результате их неодинаковой диффузии через мембрану. По существу, диализ является разновидностью ультрафльтрации. При электродиализе происходит разделение раствора ионизированных веществ под действием электродвижущей силы, создаваемой в растворе по обе стороны мембран.

Более широкое применение при обработке воды и растворов находят в последние годы электродиализ. Электродиализные аппараты с биполярными и ионообменными мембранами применяют для выделения отдельных компонентов из сточных вод, регенерации и вторичного использования фтористоводородной и азотной кислот, щелочей из травильных растворов и из жидкостей после скрубберов для очистки газов, сульфата натрия, серной кислоты и т. д.

Для очистки сточных вод применяют мембранную установку, включающую наряду с мембраной и фильтр-держателем, образующими

мембранный модуль, емкости, насосы, контрольно-измерительную аппаратуру и системы очистки мембран.

Процессы очистки воды на основе мембранных методов имеют высокую эффективность. Их недостатками являются сложность конструкции аппаратов с плоскими мембранами, малая удельная поверхность трубчатых аппаратов, малая интенсивность перемешивания раствора в случае полых волокон. Основным недостатком электродиализа является концентрационная поляризация, приводящая к осаждению солей на поверхности мембран и снижению показателей очистки.

Химическая очистка производственных сточных вод

Эти методы применяют в тех случаях, когда обеззараживание стоков возможно лишь в результате химических реакций стоков с реагентами и образованием новых веществ, которые легче удалить из сточных вод. В результате протекания реакций нейтрализации, окисления и восстановления появляются менее токсичные вещества и соединения. Растворимые соединения превращаются в нерастворимые. Кислые и щелочные стоки нейтрализуются. Применение методов химической очистки требует больших расходов реагентов, а образующиеся в результате реакций новые вещества загрязняют воду, и требуют дополнительной очистки другими способами.

Химические методы применяют для удаления растворимых веществ в замкнутых системах водоснабжения, а иногда и для дополнительной очистки сточных вод до или после биологической очистки. С помощью химической очистки наиболее часто удаляют ионы тяжелых металлов.

Нейтрализация применяется во многих отраслях промышленности для обработки производственных сточных вод, содержащих щелочи и кислоты. В большинстве кислых сточных вод могут содержаться соли тяжелых металлов, которые необходимо выделять для предупреждения коррозии материалов водоотводящих сетей и очистных сооружений, нарушения биохимических процессов в биологических окислителях и водоемах.

Реакция нейтрализации – это химическая реакция между веществами, имеющими свойства кислоты и основания, которая приводит к потере этих свойств. В общем виде $H^+ + OH^- = H_2O$.

При спуске производственных сточных вод в водоем или в городскую канализационную сеть практически нейтральными следует считать смеси с $pH = 6,5 \dots 8,5$.

На практике применяют следующие способы нейтрализации: нейтрализация реагентами; взаимная нейтрализация кислых и щелочных сточных вод; фильтрация через нейтрализующие материалы, нейтрализация щелочных вод дымовыми газами.

Если на промышленных предприятиях имеются только кислые или щелочные сточные воды применяют реагентный метод.

Выбор реагента для нейтрализации кислых сточных вод зависит от вида кислот и их концентрации, а также от растворимости солей, образующихся в результате химической реакции. Для нейтрализации минеральных кислот применяют любой щелочной реагент, но чаще всего гашеную и негашеную известь, а также карбонаты кальция или магния в виде суспензии. Эти реагенты сравнительно дешевы и общедоступны, но имеют ряд недостатков: затруднительно регулирование дозы реагента по рН нейтрализованной воды, сложное реагентное хозяйство.

Для нейтрализации щелочных стоков используют кислые агенты, например, растворы кислот или дымовые газы кислого характера. Применение отходящих дымовых газов, содержащих CO_2 , SO_2 , NO_2 и др., позволяет одновременно нейтрализовать сточные воды и очищать выбросы от вредных компонентов.

Поскольку в кислых и щелочных производственных сточных водах практически всегда присутствуют ионы металлов, то дозу реагента следует определять с учетом выделения в осадок солей тяжелых металлов.

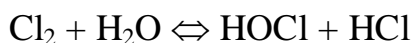
Окисление как метод очистки применяют для обезвреживания производственных сточных вод, содержащих токсичные примеси (цианиды, комплексные цианиды меди и цинка, растворимые соединения мышьяка) или соединения, которые нецелесообразно извлекать из сточных вод, а также очищать другими методами (сероводород, сульфиды).

Очистка окислителями связана с большим расходом реагентов, поэтому ее применяют только тогда, когда загрязняющие вещества, например, цианиды, растворимые соединения мышьяка и др., нецелесообразно или нельзя извлекать другими способами.

В качестве окислителей используют сжиженный и газообразный хлор, гипохлорит кальция и натрия, хлорную известь, диоксид хлора, озон, технический кислород и кислород воздуха. Иногда применяют пероксид водорода, оксиды марганца, перманганат и бихромат калия, которые могут быть использованы для окисления фенолов, крезолов, цианидсодержащих примесей и т.д.

Окисление активным хлором один из самых распространенных методов очистки сточных вод от цианидов, сероводорода, гидросульфидов, сульфидов, метилмеркаптана и др.

При введении в воду хлор гидролизует, образуя хлорноватистую и соляную кислоты



В сильнокислой среде равновесие сдвинуто влево и в воде присутствует молекулярный хлор, при значениях $\text{pH} > 4$ Cl_2 отсутствует. Установка хлорирования воды состоит из двух ступеней (рис.18)

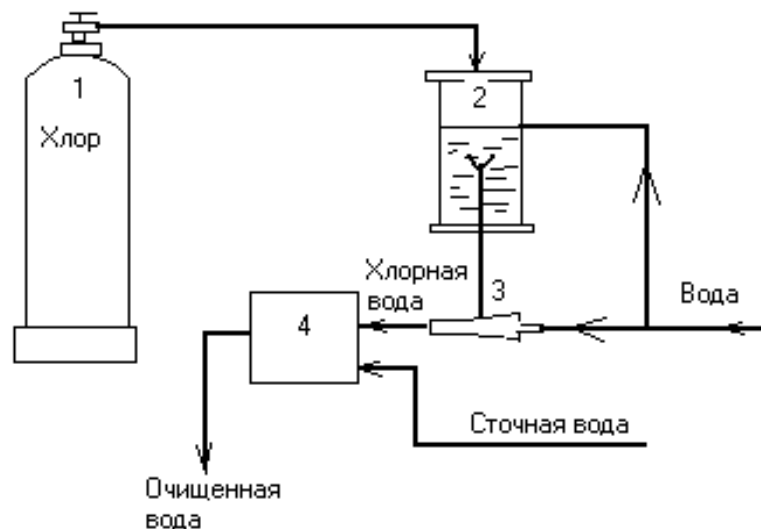


Рис. 18. Схема установки для очистки сточных вод активным хлором: 1 – баллон с хлором; 2 – смеситель; 3 – эжектор; 4 – контактный аппарат.

На первой ступени происходит образование хлорной воды в смесителе 2, а на второй – непосредственно хлорирование сточной воды в контактном аппарате 4 с образованием менее токсичных нерастворимых соединений, которые удаляются из аппарата в виде осадка.

Окисление кислородом воздуха наиболее часто используют для очистки воды от двухвалентного железа путем аэрирования воздуха через сточную воду. В результате происходит окисление двухвалентного железа в трехвалентное с образованием нерастворимого в воде гидроксида железа трехвалентного. Гидроксид железа отстаивают в контактном резервуаре, а затем отфильтровывают.

Возможно окисление кислородом воздуха содержащейся в сточной воде гидросульфидной и сульфидной серы при повышенных температуре и давлении до иона SO_4^{2-} .

Метод озонирования основан на высокой окислительной способности озона, который при нормальной температуре разрушает многие органические компоненты сточных вод. В процессе озонирования воды одновременно возможны обесцвечивание, дезодорация, обеззараживание сточной воды и насыщение ее кислородом. Озонирование используют, как правило, для очистки сточных вод от ароматических соединений и нефтепродуктов.

Наиболее экономичным методом получения значительных количеств озона является пропускание воздуха или кислорода через электрический разряд высокого напряжения (5 – 25 кВ) в генераторе озона, называемом озонатором.

На рис. 19 представлена схема очистки сточной воды озонированием.

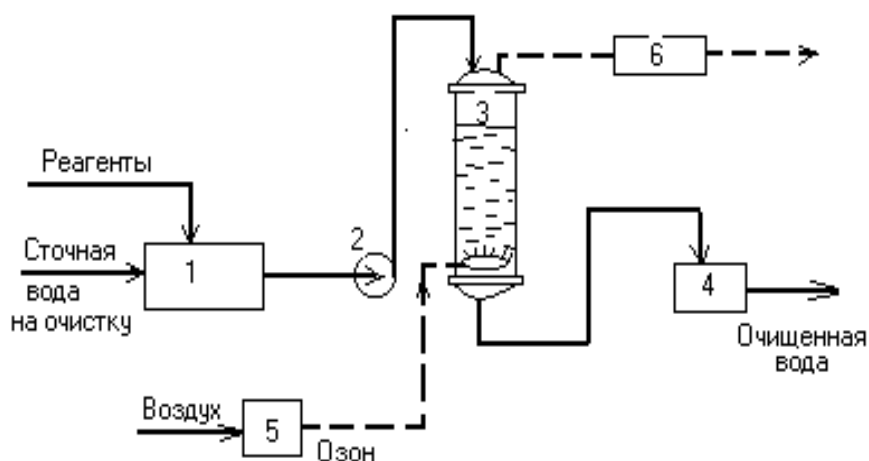


Рис. 19. Схема установки для очистки сточных вод методом озонирования: 1 – смеситель; 2 – насос; 3 – барботажная колонна; 4 – сборник; 5 – озонатор; 6 – аппарат для очистки отходящих газов

Данная схема позволяет проводить наряду с озонированием воды ее реагентную очистку как один из предварительных этапов обработки. Кроме барботажных колонн, как показано на схеме, с высокой степенью эффективности могут быть использованы инжекторы и роторные аппараты, напорные трубопроводы и змеевики.

Длительность процесса очистки сточных вод значительно сокращается при совместном использовании ультразвука и озона или ультрафиолетового облучения и озона.

Очистку сточных вод *методом восстановления* используют тогда, когда сточные воды содержат легко восстанавливаемые вещества. Эти методы широко употребимы для удаления из сточных вод соединений ртути, хрома, мышьяка. Так, для восстановления ртути и ее соединений предложено применять сульфид железа, боргидрид и гидросульфит натрия, гидразин, железный порошок, алюминиевую пудру и др.

Электрохимические процессы в очистке сточных вод

Электрохимические методы позволяют извлекать из сточных вод ценные продукты при относительно простой автоматизированной технологической схеме очистки без использования реагентов. Основным недостатком этих методов является большой расход электроэнергии. Очистку сточных вод электрохимическими методами можно проводить периодически или непрерывно. В процессах электрохимического окисления вещества, находящиеся в сточных водах, полностью распадаются с образованием углекислого газа, аммиака и воды или переходят в более простые и нетоксичные вещества, которые можно удалять другими методами.

Электрохимическая очистка сточных вод основана на использовании электрической энергии при осуществлении процессов электролиза водных

растворов электролитов. Сущность электролиза заключается в проведении химических превращений за счет электрической энергии.

Электрохимические процессы протекают на электродах при пропускании через сточную воду постоянного электрического тока

Ионы в растворе передвигаются в двух противоположных направлениях: положительные ионы (катионы) двигаются к катоду, отрицательные (анионы) – к аноду. Достигая катода, катионы получают от него недостающие им электроны и становятся нейтральными атомами или группой атомов (молекулами). Одновременно с этим анионы отдают аноду свои «лишние» электроны, также переходя в нейтральные атомы или молекулы. При этом число электронов, получаемых анодом равно числу электронов, передаваемых за тот же период времени катодом.

При электролизе протекают окислительно-восстановительные процессы: на аноде – окисление, на катоде – восстановление.

Основными процессами при электролизе водных растворов являются на катоде – выделение водорода, разряд металлических ионов с электрохимическим выделением металлов или восстановление вещества без выделения самостоятельной фазы; на аноде – выделение кислорода, галогенов, окисление вещества без выделения самостоятельной фазы или электролитическое растворение металла электрода.

Окислительно-восстановительные электролитические процессы используют для очистки сточных вод от растворенных примесей - цианидов, роданидов, аминов, спиртов, альдегидов, нитросоединений, азокрасителей, сульфидов, меркаптанов и др. Процессы анодного окисления также используют для удаления из сточных вод различных красителей и нефтяных загрязнений.

Катодное восстановление применяют для удаления из сточных вод ионов металлов с получением осадков, для перевода загрязняющего компонента в менее токсичные соединения или в легко выводимую из воды форму (осадок, газ). Катодное восстановление целесообразно использовать для очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов Pb^{2+} , Sn^{2+} , Hg^{2+} , Cu^{2+} , As^{3+} , Cr^{6+} . При этом процесс идет по схеме: $Me^{n+} + ne \rightarrow Me$. Металлы осаждаются на катоде и могут быть рекуперированы.

В качестве анодов используют различные электролитически нерастворимые материалы: графит, магнетит, диоксиды свинца, марганца, рутения, которые наносят на титановую основу.

Катоды изготавливают из молибдена, сплава вольфрама с железом или никелем, из графита, нержавеющей стали и других металлов, покрытых молибденом, вольфрамом или их сплавами. Кроме основных процессов электроокисления и электровосстановления, одновременно могут протекать электрофлотация, электрофорез и электрокоагуляция.

Дегазация

Присутствие в сточных водах растворенных газов затрудняет очистку и использование сточных вод, усиливает коррозию трубопроводов и аппаратуры, придает воде неприятный запах. Для удаления растворенных газов используют процесс дегазации, осуществляемый химическими, физическими, физико-химическими методами.

Методы химического удаления газов из воды состоят в том, что к воде добавляют вещества, количественно реагирующие с газообразными загрязнениями.

Химические способы дегазации требуют строгого контроля за количеством добавляемого к воде реагента, так как всякий избыток дегазатора ухудшает свойства воды. Поэтому физические и физико-химические методы дегазации практически проще и меньше загрязняют воду новыми продуктами реакции.

К физико-химическим методам относится мутационное фильтрование. Сущность метода состоит в том, что вода фильтруется через слой вещества, способного химически реагировать с находящимися в воде загрязнениями, причем продукты реакции выносятся вместе с водой.

Физические методы основаны на законе Генри-Дальтона, в соответствии с которым растворимость газов уменьшается с понижением их парциального давления над раствором или с ростом температуры. Исходя из этого, воду дегазируют дождеванием, фонтанированием, разбрызгиванием в вакууме или барботажем воздуха через слой воды. При пропускании воздуха или другого инертного малорастворимого в воде газа (азот, диоксид углерода, топочные дымовые газы и др.) через сточную воду летучий загрязняющий компонент диффундирует в газовую фазу. Десорбция обусловлена более высоким парциальным давлением газа над раствором, чем в окружающем воздухе.

Термоокислительные методы

При очистке промышленных сточных вод, содержащих главным образом высокотоксичные органические компоненты, обезвреживание которых другими методами невозможно или экономически неоправданно, прибегают к термоокислительному (огневому) методу. Сущность этого метода заключается в том, что сточная вода, вводимая в распыленном состоянии в высокотемпературные (900 – 1000 °С) продукты горения топлива, испаряется, а органические компоненты сгорают, образуя продукты полного окисления. При этом минеральные примеси переходят в расплавленные или твердые частицы, которые либо уносятся дымовыми газами, либо выводятся из камеры сгорания. Обычно для обезвреживания сточных вод методом сжигания применяют специальные камеры или различного рода печи – шахтные, циклонные или с кипящим слоем. Высокий расход топлива ограничивает применение огневого метода и

делает его использование целесообразным лишь в отдельных случаях, например, для относительно небольших объемов сточных вод, содержащих высокотоксичные и труднорастворимые органические компоненты.

Разновидностью термоокислительных методов обезвреживания сточных вод является метод жидкофазного окисления, называемый иногда методом Циммермана, или методом мокрого сжигания. Сущность этого метода состоит в окислении органических компонентов сточных вод кислородом воздуха при относительно невысоких температурах (до 350 °С) и давлениях, обеспечивающих нахождение воды в жидкой фазе. В зависимости от температуры и времени контакта окисление органических примесей сточных вод происходит полностью или частично. Преимуществом метода при отсутствии необходимости полного испарения воды являются значительно меньшие затраты тепла.

Биологические методы очистки сточных вод

Эти методы применяют для очистки хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод от многих растворенных органических и некоторых неорганических веществ.

В основе механизма процесса биохимической очистки лежит способность микроорганизмов использовать загрязняющие вещества для питания в процессе жизнедеятельности – органические вещества для микроорганизмов являются источником углерода.

Биохимическая очистка сточных вод может протекать в аэробных (в присутствии кислорода) и анаэробных условиях.

Очистка в аэробных условиях происходит в присутствии растворенного в воде кислорода, представляя собой модификацию протекающего в природе естественного процесса самоочищения водоемов.

Очистка в анаэробных условиях происходит под действием анаэробных микроорганизмов, в результате количество органических загрязнителей, содержащихся в сточной воде, уменьшается благодаря превращению их в газы (метан, диоксид углерода) и растворенные соли, а также росту биомассы анаэробных растений.

Анаэробный метод используют в основном для сбраживания избыточного активного ила, образующегося при аэробной очистке.

Биологическая очистка сточных вод может осуществляться в естественных или искусственных условиях.

В естественных условиях используют специально подготовленные участки земли (поля орошения и фильтрации) или биологические пруды. Они представляют собой земляные резервуары глубиной 0,5-1 м, в которых происходит биохимическое окисление.

Поля орошения – специально подготовленные земельные участки, используемые одновременно для очистки сточных вод и агрокультурных целей, то есть для выращивания зерновых и силосных культур, трав,

овощей, а также для посадки кустарников и деревьев. Поля фильтрации предназначены только для биологической очистки сточных вод.

Биологические пруды предназначены для биологической очистки и для доочистки сточных вод в комплексе с другими очистными сооружениями. Их выполняют в виде каскада прудов, состоящих из 3-5 ступеней.

Поля орошения и биопруды располагают на местности, имеющей уклон ступенями для того, чтобы вода самотеком переливалась с одного участка на другой. Очистка от загрязнений происходит в процессе фильтрации вод через почву, в которой задерживаются взвешенные и коллоидные частицы. На их поверхности размножаются микроорганизмы, образуя в порах грунта микробиальную пленку. Наиболее сильное окисление происходит в верхних слоях почвы, то есть на глубине 0,2-0,4 м.

Процесс очистки сточных вод реализуется по следующей схеме: бактерии используют для окисления загрязнений кислород, выделяемый водорослями в процессе фотосинтеза, а также кислород из воздуха. Водоросли, в свою очередь, потребляют двуокись углерода, фосфаты и аммонийный азот, выделяемый микроорганизмами при биохимическом разложении органических веществ. Поэтому для нормальной работы прудов необходимо соблюдать оптимальные значения рН и температуру сточной воды. Температура должна быть не менее 6°C, поэтому в зимнее время пруды не эксплуатируются.

Для биоочистки промышленных сточных вод в искусственных условиях наиболее распространены процессы с использованием активного ила. Активный ил представляет собой не задержанные на предыдущих стадиях очистки взвешенные частицы и коллоидные системы с размножающимися на них микроорганизмами.

Сооружения для искусственной биологической очистки по признаку расположения в них активной биомассы можно разделить на две группы:

- сооружения, в которых активная биомасса находится в обрабатываемой сточной воде во взвешенном состоянии - аэротенки;
- сооружения, в которых активная биомасса закрепляется на неподвижном материале, а сточная вода обтекает его тонким пленочным слоем (биофильтры).

Аэротенки представляют собой железобетонные резервуары, прямоугольные в сечении, разделенные перегородками на отдельные коридоры. Поступая в них после сооружений механической очистки, сточная вода смешивается с возвратным активным илом и последовательно проходит по коридорам аэротенка. Время нахождения обрабатываемой сточной воды в аэротенке в зависимости от ее состава колеблется от 6 до 12 ч. За этот период основная масса органических загрязнений перерабатывается биоценозом активного ила. На рис. 20 приведена примерная схема обработки сточной воды на основе аэротэнков.

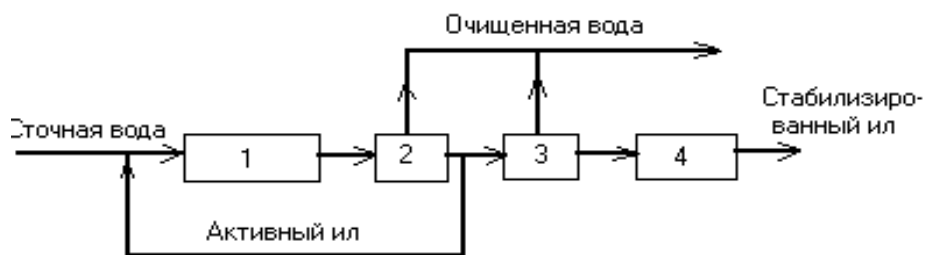


Рис. 20. Схема установки аэробной стабилизации активного ила: 1 – аэротенк; 2 – вторичный отстойник; 3 – илоуплотнитель; 4 - стабилизатор

Для поддержания активного ила во взвешенном состоянии, интенсивного его перемешивания и насыщения обрабатываемой смеси кислородом воздуха в аэротенках устраиваются различные системы аэрации. Активный ил в аэрируемой жидкости значительно ускоряет процессы окисления и создает условия для процессов адсорбции органических веществ. В процессе биологического окисления происходит прирост биомассы активного ила

Из аэротенков смесь обработанной сточной воды и активного ила поступает во вторичный отстойник, откуда очищенная сточная вода поступает либо на дальнейшую доочистку, либо дезинфицируется. Основная часть активного ила возвращается в аэротенк, а его избыток выводится из системы и направляется в сооружения по обработке осадка.

Концентрация иловой массы в аэротенке (доза по сухому веществу) составляет 2-5 г/л. Расход воздуха 5-15 м³ на 1 м³ сточной воды. Нагрузка по органическим загрязнениям 400-800 мг БПК на 1 г беззольного активного ила в сутки. При этих условиях обеспечивается полная биологическая очистка.

Комплексы очистных сооружений, в состав которых входят аэротенки, имеют производительность от нескольких десятков до 2-3 млн м³ сточных вод в сутки.

Биофильтры находят широкое применение при суточных расходах бытовых и производственных сточных вод до 30 тыс. м³ в сутки. Важнейшей составной частью биофильтров является загрузочный материал. По типу загрузочного материала их разделяют на две категории: с объемной и плоскостной загрузкой.

Биофильтры представляют резервуары круглой или прямоугольной формы в сечении, которые заполняются загрузочным материалом.

Объемный материал, состоящий из гравия, керамзита, шлака с размерами частиц 15-80 мм, после сортировки засыпается слоем высотой 2-4 м.

Плоскостной материал выполняется в виде жестких кольцевых, трубчатых элементов из пластмасс, керамики, металла) и мягких (рулонная

ткань) блоков, которые монтируются в теле биофильтра слоем толщиной 8 м.

Биологическая очистка не обеспечивает полного уничтожения в сточных водах всех болезнетворных бактерий. Поэтому после нее воду дезинфицируют жидким хлором или хлорной известью, озонированием, ультрафиолетовым излучением, электролизом или ультразвуком.

В результате очистки сточных вод образуется большое количество илового осадка, загрязненного токсичными веществами, склонного к загниванию и зараженного патогенными микроорганизмами. Это обуславливает необходимость специальной обработки осадка для последующего использования либо необходимость его ликвидации.

Основными стадиями переработки илового осадка являются процессы уплотнения, стабилизации, кондиционирования, обезвоживания и термической обработки. Их протекание обеспечивает удаление свободной и структурно связанной влаги, разрушение биологически разлагаемой части органического вещества с выделением углекислого газа, метана и воды, отделение воды, сжигание или сушку осадка.

Сжигание осадков производят тогда, когда их утилизация невозможна или нецелесообразна, а также когда отсутствуют условия их складирования, так как после их сжигания объем осадков уменьшается, примерно, на два порядка.

На основе биохимических методов достигается достаточно глубокая степень очистки, а сами методы являются наиболее экономичными. Вместе с тем, биохимические методы имеют и определенные недостатки. Прежде всего, биологические очистные сооружения занимают очень большие территории. Кроме того, большой прирост биомассы создает дополнительные проблемы, связанные с утилизацией осадка. Процесс очистки малоуправляем. Наконец, биологические очистные сооружения не могут работать с перегрузкой. При попадании в них высокотоксичных соединений в количествах, превышающих ПДК, эффективность очистки резко падает, и в случае гибели микрофлоры очистка может полностью прекратиться. Чтобы избежать нарушений в режиме работы биохимических очистных сооружений, высококонцентрированные сточные воды подвергаются предварительной очистке с помощью различных физико-химических методов, что не только стабилизирует работу аэротенков, но и значительно уменьшает их объем.

ЛИТОСФЕРА

Состав и загрязнения литосферы

Литосфера (от греческого «литос» - камень) представляет собой верхнюю каменную оболочку Земли, включающую в свой состав земную кору и часть верхней мантии. Считается, что мощность литосферы составляет 50-200 км, в том числе земной коры – до 75 км на континентах и 10 км под дном океана.

Верхняя часть земной коры, постоянно видоизменяемая под влиянием механического и химического воздействий погодноклиматических факторов, растений и животных, выделяется в отдельный слой, называемый корой выветривания.

Одно из отличий литосферы от других объектов окружающего нас мира заключается в том, что она является постоянным местом обитания человека, а поэтому в наибольшей степени подвержена антропогенному воздействию (с учетом эксплуатации поверхностного слоя и недр Земли). При этом максимальному загрязнению и разрушению подвергается почва – самый верхний слой литосферы.

Под недрами Земли обычно подразумевается часть земной коры, в пределах которой возможна добыча полезных ископаемых.

В составе земной коры, усредненная плотность которой $2,8 \text{ г/см}^3$, преобладают легкие элементы. По мере движения к центру планеты увеличивается содержание тяжелых элементов. Это обусловлено процессом формирования нашей планеты: легкие элементы из расплава всплывали на поверхность, образуя литосферу, а также атмосферу и гидросферу. Плотность верхней мантии составляет $5,5 \text{ г/см}^3$.

Химические элементы земной коры образуют естественные соединения, состоящие из нескольких элементов и называемые минералами.

Минералы – однородные по составу, внутренней структуре и свойствам твердые химические соединения. Известно более 3 тыс. минералов, большинство из них имеют кристаллическую структуру. Из них несколько десятков минералов играют существенную роль в строении земной коры. Их называют породообразующие. Наиболее распространены из них – полевые шпаты (55%), иные силикаты (15%), кварц (12%), различные виды слюды (3%), магнетит и геллатит (3%).

В земной коре минералы группируются в естественные ассоциации – горные породы. Выделяют магматические, осадочные и метаморфические породы.

Магматические породы образовались при остывании расплавленной магмы. Они состоят преимущественно из силикатов и алюмосиликатов: гранит, диорит, пироксенит, базальт, андезит и т. д.

Осадочные породы возникли путем переотложения на поверхности Земли или на дне морей, озер, болот, рек продуктов разрушения различных коренных пород – обломочных, глинистых, химических, биохимических. К ним относятся песчаные породы, глинистые, бокситы, фосфориты, известняки, мел, доломиты, гипс, бурые и каменные угли, горючие сланцы и т. д.

Метаморфические горные породы есть результат глубокого преобразования магматических и осадочных пород под действием огромных давлений и высоких температур на большой глубине. Примеры: твердые глинистые и слюдяные сланцы, мрамор, кварциты, яшмы и т. д.

В пределах верхних оболочек Земли происходит непрерывная постепенная замена одних пород другими, называемая большим круговоротом вещества. Геологические процессы образования и разрушения гор являются величайшими энергетическими процессами в биосфере Земли.

На земной поверхности протекают такие процессы, как эрозия, выветривание и перенос осадков за счет энергии Солнца, трансформированной в кинетическую энергию ветра и водных потоков, а также тепловую энергию. В их результате образуются осадочные породы, которые снова частично поднимаются на поверхность, а частично трансформируются в метаморфические породы и т. д.

На поверхности коры выветривания формируется почвенный покров – основа земельного фонда биосферы.

Почва представляет особое органоминеральное природное образование, сформировавшееся в результате длительного преобразования поверхностных слоев литосферы при совместном воздействии гидросферы, атмосферы, живых и мертвых организмов в различных условиях климата и рельефа в гравитационном поле Земли.

Любую почву можно рассматривать как гетерогенную систему, состоящую из трех фаз: твердой (минеральный «скелет», органическая и биологическая компоненты), жидкой (почвенный раствор) и газообразной (почвенный воздух).

Твердая часть почвы состоит из минеральных и органических веществ. Минеральный состав определяется составом почвообразующих пород, возрастом почвы, особенностями рельефа, климата и т. д. Его образуют кремний, алюминий, железо, калий, натрий, магний, кальций, фосфор, сера, некоторые микроэлементы: медь, молибден, йод, вольфрам, фтор, свинец и т. п. Большинство из них находится в окисленной форме. Также распространены соли угольной, серной, фосфорной, хлористоводородной и других кислот.

Породы основного характера содержат алюминий, железо, щелочные и щелочноземельные металлы, кислого – кремний. В засоленных почвах преобладают хлориды и сульфаты кальция, магния, натрия.

Органический состав формируется из соединений, содержащихся в большом количестве в растительных и животных остатках. Это белки, углеводы, органические кислоты, жиры, лигнин, дубильные вещества и т.д. Не полностью разложившиеся остатки органических веществ называют подстилкой или детритом, а конечный продукт разложения, в котором невозможно различить первоначальный материал, – гумусом.

Гумус – аморфное органическое вещество почвы, образующееся в результате разложения растительных и животных остатков и продуктов жизнедеятельности организмов, причем, утратившее тканевую структуру.

По химическому составу гумус – это сложная смесь разнообразных органических молекул. Гумус состоит из гуминовых кислот, фульвокислот, гумина и ульмина, имеет цвет от темно-бурого до черного. По агрегатному состоянию он похож на глину, то есть находится в коллоидном состоянии.

В верхних горизонтах почвы содержится до 18% гумуса, а мощность гумусовых горизонтов от нескольких см до 1,5 м.

Формирование урожаев связано с большим расходом биогенных элементов почв и распадом гумуса. Так, на урожай зерновых, равный 50 ц/га, расходуется не менее 10 ц гумуса.

Для формирования гумуса необходим дренаж почвы, так как при переувлажнении разложение идет очень медленно из-за нехватки кислорода, препятствующей росту аэробных редуцентов. В таких условиях растительные и животные остатки сохраняют свою структуру и, спрессовываясь, образуют торф.

Главными почвообразующими факторами являются климат, геологические условия, топография, живые организмы и время.

Физическое и химическое разрушение материнской породы под влиянием климата и в меньшей степени живых организмов называется выветриванием. Основными факторами, вызывающими выветривание, являются вода и температурные колебания, поэтому осадки и температурный режим – два главных климатических фактора почвообразования.

Влияние топографии связано с тем, что на различной высоте, при различной крутизне и экспозиции склона условия различны.

Живые организмы образуют органические компоненты почвы – подстилку и гумус.

Важное значение для образования почвы имеет время. Скорость этого процесса в умеренном климате различна – может потребоваться от нескольких десятилетий (при формировании почвы на вулканическом пепле) до нескольких тысяч лет (на обнаженной поверхности скальных пород).

Основными направлениями негативного воздействия человека на почву являются ее физическое, химическое и биологическое загрязнение,

нерациональное землепользование, вызывающее эрозию почв, изъятие земельных участков под строительство производственных и жилищных объектов, транспортных систем, а также для складирования и захоронения промышленных и бытовых твердых отходов и т.д.

Почва – самый верхний и плодородный слой литосферы, является связующим звеном между всеми оболочками планеты и живыми организмами, играет важную роль в процессах обмена веществом (энергией) между компонентами биосферы. Почва – среда обитания большого количества живых организмов, и многие химические процессы, происходящие в почве, как части литосферы, напрямую связаны с процессами в биосфере. В почве могут протекать химические, физические и биологические процессы.

Биологическая составляющая почвенных экосистем представлена зелеными растениями, микроорганизмами и животными. Основная почвообразующая роль принадлежит лесной растительности, второе место занимает травянистая растительность. В формировании плодородия почв важная роль принадлежит почвенным микроорганизмам (бактериям, грибам, водорослям). Микрофлора почвы составляет в сухом весе примерно 2 т вещества животного происхождения на гектар.

Важную роль в почвенном круговороте веществ играют бактерии. Гетеротрофные бактерии разлагают органические остатки до простых минеральных соединений. Автотрофные бактерии осуществляют в почве процессы окисления минеральных соединений – продуктов жизнедеятельности гетеротрофов.

К физико-химическим процессам, происходящим в почвах, относятся процессы эрозии и засоление почв.

Эрозия почв – это явление разрушения и сноса почв и рыхлых пород потоками воды и ветра. Соответственно бывает ветровая и водная эрозия. Эрозия уносит с полей биогенные элементы P, K, N, Ca, Mg гораздо больше, чем их вносится с удобрениями. Продуктивность почв при этом может снижаться на 35-70%. То, что смывается или выдувается при естественной эрозии в течение столетий, антропогенная эрозия уносит в самые короткие сроки. Разрушение почвы за счет эрозии происходит быстро, тогда как для естественного восстановления верхнего плодородного слоя толщиной 25 см требуется сотни и тысячи лет. Одними из основных причин антропогенной эрозии почвы являются:

- уменьшение содержания гумусовых веществ в почве, приводящее к изменению структуры и водопроницаемости пахотных земель;
- нарушение баланса по воде, которое является следствием вырубки лесов, орошаемого земледелия и других воздействий, снижающих структурную устойчивость почв.

Засоление почв – процесс накопления вредных для растений солей (CaCO_3 , MgCO_3 , Na_2CO_3 , Na_2SO_4 , NaCl и др.) в верхних слоях почвы. Этот

процесс ежегодно превращает в разных странах мира сотни тысяч гектаров поливных земель в бесплодные. Процессу засоления способствуют нарушение правил строительства и эксплуатации ирригационных систем, которые орошают огромные площади земли. Засоление также происходит из-за того, что минерализованные грунтовые воды (в них содержится больше солей), поднимаются на поверхность, способствуя накоплению солей в почвенном профиле. Фактически при поверхностном орошении через 8-10 лет грунтовые воды поднимаются до критического уровня (1,5-2 м) и вызывают засоление и заболачивание. Избежать этого можно, если применять современные технологии: использование закрытых трубопроводов, дождевой воды, концентрирование оросительных вод, т.е. целого комплекса технологических мероприятий и высокой культуры земледелия.

Основными направлениями негативного воздействия человека на почву являются ее физическое, химическое и биологическое загрязнение, нерациональное землепользование, вызывающее эрозию почв, изъятие земельных участков под строительство производственных и жилищных объектов, транспортных систем, а также для складирования и захоронения промышленных и бытовых твердых отходов и т.д.

Для уменьшения степени негативного воздействия человека на почву и сохранения земельных ресурсов предпринимаются определенные меры, такие как посадка защитных лесополос, защита почв неживыми и живыми покрытиями, введение специальных почвозащитных севооборотов, проведение специальных гидротехнических мероприятий, предотвращение засорения почв промышленными и бытовыми сточными водами, твердыми бытовыми и промышленными отходами, санитарная очистка почвы и территории населенных мест.

Наиболее остро в настоящее время стоит проблема изъятия значительных по площади земельных участков под размещение отходов различных видов.

Образование, сбор, накопление, хранение и первичная обработка отходов являются неотъемлемой частью любой человеческой деятельности.

Ежегодно в результате жизнедеятельности крупнейших индустриальных центров России образуются десятки миллионов тонн промышленных и бытовых отходов при совокупном росте их объемов на 5-8% в год.

Отходы производства и потребления (далее отходы) — вещества или предметы, которые образованы в процессе производства, выполнения работ, оказания услуг или в процессе потребления, которые удаляются, предназначены для удаления или подлежат удалению в соответствии с Федеральным законом от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ "Об отходах производства и потребления" в редакции 458-ФЗ от 29.12.2014г.

Твердые коммунальные отходы - отходы, образующиеся в жилых помещениях в процессе потребления физическими лицами, а также товары, утратившие свои потребительские свойства в процессе их использования физическими лицами в жилых помещениях в целях удовлетворения личных и бытовых нужд. К твердым коммунальным отходам также относятся отходы, образующиеся в процессе деятельности юридических лиц, индивидуальных предпринимателей и подобные по составу отходам, образующимся в жилых помещениях в процессе потребления физическими лицами

Предметом комплексной стратегии обращения с твердыми коммунальными (бытовыми) отходами в Российской Федерации (далее - комплексная стратегия) являются отходы, которые образуются в многоквартирных и индивидуальных жилых домах в результате потребления товаров (продукции) физическими лицами и включают также товары (продукцию), использованные физическими лицами в целях удовлетворения личных потребностей и утратившие свои потребительские свойства.

Отходы потребления - подлежащие обезвреживанию, утилизации (использованию) или удалению посредством размещения остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, иных изделий или продуктов, которые образовались в процессе потребления, включая готовые товары (продукцию), подлежащие утилизации (использованию) после утраты потребительских свойств, в том числе упаковки таких товаров (продукции).

Стадиями обращения с отходами по 298 Приказу МПР от 14.08.2013 и по ФЗ №89-ФЗ от 24.06.1998 в новой редакции являются:

- Сбор;
- Накопление;
- Обработка (сортировка);
- Утилизация (использование);
- Обезвреживание;
- Транспортирование;
- Размещение.

Лицензии на деятельность по обезвреживанию и размещению отходов I - IV классов опасности, выданные до 1 июля 2015 года, сохраняют свое действие до 1 января 2019 года. Юридические лица, индивидуальные предприниматели, имеющие лицензии на деятельность по обезвреживанию и размещению отходов I - IV классов опасности, вправе переоформить их на лицензии на деятельность по сбору, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, размещению отходов I - IV классов опасности.

Юридические лица, индивидуальные предприниматели, осуществляющие деятельность по сбору, транспортированию, обработке,

утилизации отходов I - IV классов опасности, обязаны получить лицензию на ее осуществление до 1 января 2016 года. После 1 января 2016 года осуществление данной деятельности без лицензии не допускается.

Обращение с отходами - деятельность по сбору, накоплению, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, размещению отходов.

Обращение с отходами - виды деятельности, связанные с документированными (в том числе паспортизованными) организационно-технологическими операциями регулирования работ с отходами, включая предупреждение, минимизацию, учет и контроль образования, накопления отходов, а также их сбор, размещение, утилизацию, обезвреживание, транспортирование, хранение, захоронение, уничтожение и трансграничные перемещения. «ГОСТ 30772-2001, статья 5.15» (примечание - к обращению с отходами также относится повторное использование отходов, преобразование во вторичные материальные и энергетические ресурсы).

Стадии обращения с отходами

- *Сбор отходов* - прием или поступление отходов от физических лиц и юридических лиц в целях дальнейших обработки, утилизации, обезвреживания, транспортирования, размещения таких отходов;
- *Транспортирование отходов* - перемещение отходов с помощью транспортных средств вне границ земельного участка, находящегося в собственности юридического лица или индивидуального предпринимателя, либо предоставленного им на иных правах;
- *Накопление отходов* - временное складирование отходов (на срок не более чем одиннадцать месяцев) в местах (на площадках), обустроенных в соответствии с требованиями законодательства в области охраны окружающей среды и законодательства в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, в целях их дальнейших утилизации, обезвреживания, размещения, транспортирования;
- *размещение отходов* - хранение и захоронение отходов;
- *хранение отходов* - складирование отходов в специализированных объектах сроком более чем одиннадцать месяцев в целях утилизации, обезвреживания, захоронения;
- *захоронение отходов* - изоляция отходов, не подлежащих дальнейшей утилизации, в специальных хранилищах в целях предотвращения попадания вредных веществ в окружающую среду.
- *обработка отходов* - предварительная подготовка отходов к дальнейшей утилизации, включая их сортировку, разборку, очистку;

- *сортировка вторичного сырья* - разделение вторичного сырья по определенным признакам на классы, группы, марки. «ГОСТ 25916-83 Ресурсы материальные вторичные. Термины и определения»
- *вторичные материальные ресурсы* - отходы производства и потребления, образующиеся в народном хозяйстве, для которых существует возможность повторного использования непосредственно или после дополнительной обработки. «ГОСТ 30772-2001, статья 3.3»
- *сортировка отходов* - разделение и/или смешение отходов согласно определенным критериям на качественно различающиеся составляющие. «ГОСТ 30772-2001»
- *утилизация отходов* - использование отходов для производства товаров (продукции), выполнения работ, оказания услуг, включая повторное применение отходов, в том числе повторное применение отходов по прямому назначению (рециклинг), их возврат в производственный цикл после соответствующей подготовки (регенерация), а также извлечение полезных компонентов для их повторного применения (рекуперация);
- *обезвреживание отходов* - уменьшение массы отходов, изменение их состава, физических и химических свойств (включая сжигание и (или) обеззараживание на специализированных установках) в целях снижения негативного воздействия отходов на здоровье человека и окружающую среду;

Ликвидация отходов: Деятельность, связанная с комплексом документированных организационно-технологических процедур по утилизации обезвреженных отходов и сбросов, для получения вторичного сырья, полезной продукции и/или уничтожения и захоронения неиспользуемых в настоящее время опасных и других отходов. «ГОСТ 30772-2001, статья 5.17»

Малоотходная технология: Процесс производства, при реализации которого для получения единицы продукции образуется меньшее количество отходов по сравнению с существующими способами получения этой же продукции. «ГОСТ 30772-2001, статья 5.23». Малоотходной, как правило, считается технология, при реализации которой из первичной массы сырья, веществ, материалов и комплектующих изделий при производстве продукции образуется не более 1,5% отходов «ГОСТ 14.322»

Избавление от отходов производится путем утилизации инертных компонентов (частей) и/или удаления опасных для окружающей среды составляющих. «ГОСТ Р 53692-2009, статья 3 примечание 2»

Этапы технологического цикла отходов (далее - ЭТЦО): Последовательность процессов и операций менеджмента в технологическом цикле отходов в период времени от их появления в

хозяйственной деятельности, на стадиях жизненного цикла продукции и/или в быту до избавления от них, путем утилизации и/или захоронения, уничтожения

«ГОСТ Р 53642, пункт 3.1.16».

ЭТЦО от конкретного объекта начинаются на стадии его ликвидации после снятия этого объекта с эксплуатации и списания.

Объекты размещения отходов - специально оборудованные сооружения, предназначенные для размещения отходов (полигон, шламохранилище, в том числе шламовый амбар, хвостохранилище, отвал горных пород и другое) и включающие в себя объекты хранения отходов и объекты захоронения отходов.

Вид объекта размещения отходов

- Полигон захоронения твердых коммунальных отходов
- Полигон захоронения промышленных отходов
- Выработанная шахта, штольня, используемая для захоронения отходов
- Шламохранилище (кроме шламового амбара)
- Шламовый амбар
- Хвостохранилище
- Отвал горных пород, террикон
- Отработанный карьер, используемый для захоронения отходов
- Шлакозолоотвал
- Навозохранилище
- Пометохранилище
- Открытая площадка с грунтовым покрытием
- Открытая площадка с водонепроницаемым покрытием
- Крытая площадка (под навесом) с грунтовым покрытием
- Крытая площадка (под навесом) с водонепроницаемым покрытием
- Производственное помещение (или его часть)
- Другой специально оборудованный объект хранения отходов
- Другой специально оборудованный объект захоронения отходов

Требования к объектам размещения отходов

- Запрещается захоронение отходов в границах населенных пунктов, лесопарковых, курортных, лечебно-оздоровительных, рекреационных зон, а также водоохраных зон, на водосборных площадях подземных водных объектов, которые используются в целях питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения.
- Запрещается захоронение отходов в местах залегания полезных ископаемых и ведения горных работ в случаях, если возникает угроза загрязнения мест залегания полезных ископаемых и безопасности ведения горных работ.

- Запрещается размещение отходов на объектах, не внесенных в государственный реестр объектов размещения отходов.
- На территориях объектов размещения отходов и в пределах их воздействия на окружающую среду собственники объектов размещения отходов, а также лица, во владении или в пользовании которых находятся объекты размещения отходов, обязаны проводить мониторинг состояния и загрязнения окружающей среды в порядке, установленном федеральными органами исполнительной власти в области обращения с отходами в соответствии со своей компетенцией.

В основе обращения с отходами лежат следующие основные принципы:

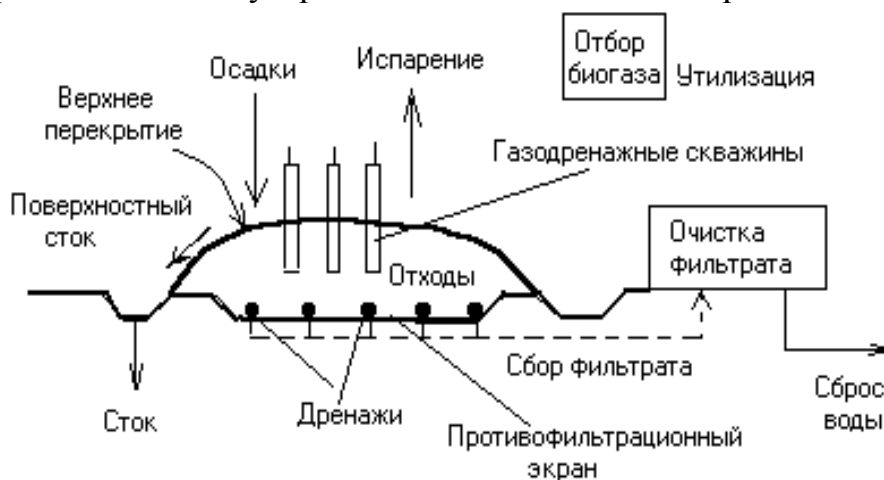
- максимальное использование рабочего объема полигона,
- контроль состава поступающих на захоронение отходов;
- учет поступающей на захоронение массы;
- минимизация негативного влияния ингредиентов отхода на биосферу.

Санитарному захоронению подлежат отходы, обезвреживание которых нецелесообразно по экономическим соображениям или технически затруднено.

Земельный участок, отводимый под полигон, должен удовлетворять ряду требований, а именно:

- не затопляется паводковыми водами;
- на нем должны отсутствовать используемые для водоснабжения водоемы и водные горизонты;
- вблизи поверхности должны быть расположены водоупорные грунты.

На рис. 21 приведена схема устройства полигона для захоронения отходов.



- Рис. 21. Принципиальная схема устройства полигона для санитарного захоронения ТБО

Полигон для захоронения отходов должен быть обустроен природоохранными техническими средствами, обеспечивающими перехват водных и газовых эмиссий, формируемых структурой отходов. К этим средствам относятся: противофильтрационный экран в основании полигона, система дренажа для сбора фильтрата в основании полигона, система дренажа для отвода поверхностного стока с прилегающих территорий, система откачки и очистки свалочного фильтрата, газодренажная система, система откачки и обезвреживания газовых эмиссий, непроницаемый поверхностный рекультивационный экран.

Отходы производства и потребления могут включать в себя опасные отходы – отходы, содержащие вещества, обладающие токсичностью, взрывоопасностью, пожароопасностью, высокой реакционной способностью, или содержащие возбудителей инфекционных болезней. Опасные отходы могут представлять непосредственную или потенциальную угрозу для окружающей природной среды и здоровья человека самостоятельно или при вступлении в контакт с другими веществами.

Опасные отходы в зависимости от степени их негативного воздействия на окружающую среду и здоровье человека подразделяются на пять классов опасности: 1 класс – чрезвычайно опасные; 2 класс – высоко опасные; 3 класс – умеренно опасные; 4 класс – малоопасные; 5 класс – практически неопасные.

В таблице 8 приведены критерии отнесения отходов к различным классам опасности.

Таблица 8

Критерии отнесения отходов к классу опасности

| Класс опасности отхода для окружающей среды | Степень негативного воздействия опасных отходов на окружающую среду | Критерии отнесения опасных отходов к классу опасности |
|---|---|---|
| 1 класс чрезвычайно опасные | очень высокая | Экологическая система необратимо нарушена. Период восстановления отсутствует |
| 2 класс высокоопасные | высокая | Экосистема сильно нарушена. Период восстановления не менее 30 лет после полного устранения источника вредного воздействия |
| 3 класс умеренно опасные | средняя | Экосистема нарушена. Период восстановления не менее 10 лет после снижения вредного воздействия от существующего источника |

| | | |
|-------------------------------------|--------------|--|
| 4 класс малоопасные | низкая | Экосистема нарушена. Период самовосстановления не менее 3 лет. |
| 5 класс практически неопасные | очень низкая | Экосистема практически не нарушена |

Отнесение отходов к тому или иному классу опасности может быть осуществлено двумя методами: расчетным или экспериментальным. Первый метод основан на расчете степени опасности отхода по показателям степеней опасности его отдельных компонентов, а второй - на биотестировании водной вытяжки отходов.

Независимо от класса опасности отходы производства и потребления оказывают негативное воздействие на окружающую среду вследствие изъятия из окружающей среды значительных территорий для их хранения и эмиссии из их структуры загрязняющих веществ. В связи с этим любая антропогенная деятельность должна быть направлена на сокращение объемов образования отходов и широкомасштабное использование методов их утилизации. Отходы, не подлежащие дальнейшей переработке, подвергаются захоронению в соответствии с действующим законодательством.

Для решения этих базовых проблем существуют испытанные технические приемы, позволяющие заметно продвинуть их решение:

- селективный сбор отходов;
- сокращение количества отходов;
- повторное использование из состава ТБО (один из видов рецикла ресурсов – компостирование большей части органических отходов и внесение компоста в качестве компонента почв);
- сжигание некомпостируемых отходов с целью сокращения их объема, при этом должны соблюдаться весьма строгие ограничения на эмиссию в атмосферу с дымовыми газами вредных примесей и безопасное депонирование золы;
- депонирование ТБО для длительного хранения на специально подготовленных полигонах;
- удаление из использованных предметов и материалов, содержащих вредные вещества, прежде всего тяжелые металлы и полихлорированные вещества.

В общем случае стратегия обращения с отходами, выбираемая отдельным регионом или государством в целом, зависит от уровня его экономического развития.

Обезвреживание твердых отходов осуществляют на основе химических методов, а также методов капсулирования, переплавки,

цементирования, фиксации с использованием органических полимерных материалов.

Извлечение ценных компонентов из отходов происходит путем экстрагирования и кристаллизации.

Уничтожение твердых отходов с помощью термических методов позволяет использовать их энергетический потенциал, а в случае комплексной переработки - помимо энергетического потенциала извлекать из продуктов термообработки вторичные материальные ресурсы.

Термические методы уничтожения твердых отходов могут быть высокотемпературными и низкотемпературными.

К первой группе методов относятся сжигание и пиролиз. Их осуществляют в термических реакторах различных конструкций: шахтных, циклонных, с псевдосжиженным слоем и др. Общим недостатком высокотемпературного метода является образование больших объемов топочных газов, подлежащих дополнительной очистке. Наиболее перспективны в настоящее время комплексные установки высокотемпературной переработки твердых отходов, позволяющие полностью утилизировать продукты окисления или пиролиза и, вследствие этого, не оказывающие негативного воздействия на окружающую среду.

К низкотемпературным термическим методам переработки отходов относят биотермические методы аэробного компостирования с получением компоста и анаэробного сбраживания с образованием биогаза и органического удобрения. Оба метода позволяют перерабатывать нетоксичные бытовые отходы, состоящие, главным образом, из пищевых отходов, бумаги, картона и дерева.

Аэробное компостирование – биохимический процесс, осуществляемый благодаря жизнедеятельности аэробных микробов, которые выделяют большое количество тепла и разогревают отходы до 70°C. При этом болезнетворные микробы гибнут, сырье перегорает, образуется компост.

В естественных условиях этот процесс длится месяцами. На заводах, где измельченные твердые бытовые отходы (ТБО) постоянно перемешиваются, чтобы микробы имели требуемый им избыток воздуха, компостирование заканчивается за 2-3 дня.

Заводы при всем разнообразии технологических и конструктивных схем имеют три основные технологические линии: для приема и предварительной подготовки ТБО с отделением некомпостируемой фракции; биотермического аэробного компостирования в биобарабанах; окончательной обработки и складирования компоста. По мере необходимости компост из штабелей отправляют потребителям.

На комплексных заводах, кроме того, предусматривают сжигание или пиролиз отделившихся при предварительной и окончательной обработке ТБО некомпостируемых фракций. Извлеченный в процессе

предварительной сортировки черной металлургией в виде спрессованных блоков поступает на металлургические предприятия для дальнейшей переработки.

Выход компоста колеблется от 50 до 60% массы ТБО в зависимости от влажности поступающего материала и длительности пребывания компоста на складе готовой продукции. Остальные 40 - 50% приходятся на некомпостируемые фракции (пленка, стекло и т. д.) 25-33%, газовые потери 8-16%, черной и цветной металлургией 4%.

Метод анаэробного сбраживания осуществляют в биогазовых установках на основе метатенков, в которых происходит анаэробная ферментация органической части отходов с получением биогаза, являющегося эффективным энергоносителем. Шлам, образующийся после переработки, используют в сельском хозяйстве в качестве органического удобрения.

Установление лимитов на размещение отходов

Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» №89-ФЗ от 24.06.1998 г. определил правовые основы обращения с отходами в целях предотвращения их вредного воздействия на здоровье человека и окружающую среду, а также вовлечения отходов в хозяйственный оборот в качестве дополнительных источников сырья. В соответствии с требованиями этого закона индивидуальным предпринимателям и юридическим лицам устанавливаются лимиты на размещение и нормативы образования отходов.

Лимиты на размещение отходов устанавливают в соответствии с нормативами предельно допустимых, вредных воздействий на окружающую природную среду специально уполномоченные федеральные органы исполнительной власти в области обращения с отходами в соответствии со своей компетенцией.

Лимит размещения отходов – это объем (масса) отходов, который допускается размещать в установленный период времени.

Он определяется, исходя из норм расхода сырья и материалов с учетом планируемого объема производства продукции за вычетом планового объема (массы) отходов, используемых в качестве сырья и материалов в соответствии с программами по использованию отходов или переданных сторонним природопользователям в качестве сырья и материалов.

Для определения (расчета) нормативов образования отходов используются различные методы и, соответственно, разные единицы их измерения. В соответствии с технологическими особенностями производства нормативы образования отходов определяются в единицах массы (объема) либо в процентах от количества используемого сырья, материалов или от количества производимой продукции.

ФИЗИЧЕСКОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Физическое загрязнение окружающей среды связано с изменением ее физических, энергетических, волновых и радиационных параметров. Энергетическое загрязнение окружающей среды связано с распространением в ландшафтах биосферы энергии колебаний различной частоты (от тысячных долей Гц до десятков ГГц). Источниками загрязнения являются колебания, возникающие при соударении, трении, скольжении твердых тел, истечении жидкостей и газов (шум, вибрация), генерации, передаче и использовании электрической энергии (электромагнитное излучение). Особую опасность представляет радиоактивное загрязнение, главными источниками которого являются последствия испытаний ядерного оружия, аварии на ядерных объектах, а также радиоактивные отходы.

Наиболее значимо антропогенное воздействие на такие физические факторы, как температура, уровень звука и вибрации, интенсивность различных электромагнитных излучений, включая ионизирующее и световое.

В общем случае физическое загрязнение, называемое также параметрическим, подразделяют на: акустическое, электромагнитное, тепловое и радиационное.

Акустическое загрязнение

К акустическому загрязнению относят шум и вибрацию. Шум – одна из форм физического (волнового) загрязнения окружающей среды, адаптация организмов к которому практически невозможна. В связи с этим обстоятельством шумы в настоящее время рассматриваются как реальный и серьезный загрязнитель биосферы. Поэтому измерение, регуляция и ограничение (в законодательном порядке) шумового загрязнения имеют большое значение.

Шумом называют любые звуки разной частоты и мощности, раздражающе действующие на человека и мешающие восприятию полезных сигналов или нарушающие тишину.

Звуковые волны могут возникать в твердой, жидкой и газообразной среде под воздействием механических колебаний какого-либо тела. Эти колебания приводят к появлению чередующихся сжатий и разрежений среды, которые распространяются в пространстве, окружающем массу, и воспринимаются как звук.

Время, в течение которого колеблющееся тело совершает одно полное колебание, называется периодом колебаний и измеряется в секундах. Период колебаний представляет собой время одного полного колебания. Частота колебаний определяется числом колебаний в единицу

времени и измеряется в герцах (Гц). 1 Гц - это одно колебание в одну секунду. К звуковым волнам, воспринимаемым ухом человека, относят только те, которые находятся в пределах от 20 до 20000 Гц. Эти границы неодинаковы у различных людей и зависят от возраста и состояния слухового аппарата.

Шумы принято делить на низкочастотные (до 350 Гц), среднечастотные (350 - 800 Гц), высокочастотные (свыше 800 Гц). Высокочастотный шум оказывает наиболее неблагоприятное воздействие на организм и субъективно более неприятен. Но человек реагирует не на абсолютный прирост частоты и громкости, а на относительный. Так, физиологически прирост частоты вдвое на низкой или высокой частоте воспринимается одинаково. Именно поэтому все звуковое частотное поле делят на девять октав. Октава – полоса частот, верхняя граничная частота которой в два раза больше нижней. За основную характеристику октавной полосы принимают среднегеометрическую частоту f_{cp}

$$f_{cp} = \sqrt{f_n \cdot f_v}$$

где f_n и f_v – нижняя и верхняя граничные частоты.

Обычно пользуются октавными полосами частот, средние значения которых соответствуют диапазону слышимых звуков и составляют стандартный ряд 31,5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц.

Частотный состав шума характеризует его спектр. Спектром шума называют зависимость уровней звукового давления в частотных полосах от средних частот этих полос. Спектр можно представить либо в виде таблицы, либо графически в виде ломаной линии.

Спектр, а, следовательно, и шум, которому он соответствует, может быть низкочастотным (максимум уровня звукового давления находится в области частот ниже 300 Гц), среднечастотным (область частот от 300 до 800 Гц) и высокочастотным (область частот более 800 Гц).

Звук с частотами ниже 20 Гц называют инфразвуком, а с частотой выше 20 000 Гц – ультразвуком. Эти звуки не слышимы для человека.

Скорость распространения звуковых волн в различных средах неодинакова. Зависит она и от температуры среды. Так, скорость распространения звука в воздухе при температуре 20°C равна 344 м/с при температуре 250°C - 460 м/с.

Пространство, в котором распространяются звуковые волны, называют звуковым полем. Звуки, распространяющиеся в воздухе, называют воздушными, а в твердых телах - структурными.

При прохождении в среде звуковых волн возникает дополнительное звуковое давление. Его величина незначительна и в общем случае изменяется в диапазоне от $2 \cdot 10^{-5}$ Па до 200 Па. Пороговое значение звукового давления ($P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па), при котором звук не воспринимается

ухом человека, называется порогом слышимости. Возможен переход звукового давления в болевое. Значение звукового давления в этом случае называют порогом болевого ощущения.

Человеческое ухо различает не разность, а кратность изменения абсолютных величин в логарифмической зависимости звукового ощущения от звукового давления. В связи с этим в акустике принято оценивать силу звука и звуковое давление чаще всего не в абсолютных, а в относительных логарифмических единицах - белах или децибелах (1дБ = 1/10Б). Измеряемые таким образом величины называют уровнями, т. е. отношением создаваемого давления к давлению, принятому за нулевой уровень.

Уровень звука (или уровень звукового давления) равен отношению:

$$L = 20 \lg \frac{P}{P_0}$$

где L – уровень звука; P – давление в данной точке; P_0 – минимальное звуковое давление воспринимаемое человеческим ухом (принимается равным $2 \cdot 10^{-5}$ Па).

Динамический диапазон слышимых звуков составляет от 0 до 140 дБ при стандартном значении атмосферного давления 101,325 кПа. На практике достаточно проводить вычисления до целых чисел, так как изменения уровня звукового давления менее чем на 1дБ слухом не воспринимаются.

Классифицируют шумы по нескольким признакам.

По источнику происхождения выделяют:

- шум аэродинамического происхождения - шум, возникающий вследствие стационарных или нестационарных процессов в газах (истечение газа из отверстий; пульсация давления при движении газа в трубах или при движении в воздухе тел с большими скоростями, горение жидкого и распыленного топлива в форсунках и др.);
- шум гидродинамического происхождения - шум, возникающий вследствие стационарных и нестационарных процессов в жидкостях (гидравлические удары, турбулентность потока, кавитация и др.);
- шум механического происхождения - шум, возникающий вследствие вибрации поверхностей машин и оборудования, а также одиночных или периодических ударов в сочленениях деталей, сборочных единиц или конструкций в целом;
- шум электромагнитного происхождения - шум, возникающий вследствие колебаний элементов электромеханических устройств под влиянием переменных магнитных сил (колебания статора и ротора электрических машин, сердечника трансформатора и др.).

По характеру спектра шума выделяют:

- широкополосный шум с непрерывным спектром шириной более одной октавы;
- тональный шум, в спектре которого имеются выраженные тоны.

По временным характеристикам шума выделяют:

- постоянный шум, уровень звука которого за 8-часовой рабочий день или за время измерения изменяется во времени не более чем на 5 дБА;
- непостоянный шум, уровень которого за 8-часовой рабочий день или во время измерения изменяется во времени более чем на 5 дБА.

Непостоянные шумы подразделяют на:

- колеблющийся во времени шум, уровень звука которого непрерывно изменяется во времени;
- прерывистый шум, уровень звука которого ступенчато изменяется (на 5дБА и более), причем длительность интервалов, в течение которых уровень остается постоянным, составляет 1 с и более;
- импульсный шум, состоящий из одного или нескольких звуковых сигналов, каждый длительностью менее 1 с, при этом уровни звука в дБА и дБА, измеренные соответственно на временных характеристиках «импульс» и «медленно», отличаются не менее чем на 7 дБ.

Для человека шум является общебиологическим раздражителем, который в определенных условиях может влиять не все органы и системы организма, включая нервную систему, зрение, вестибулярный аппарат, пищеварение, обмен веществ и т. п.

Различают 5 ступеней действия шума на человека.

1. Уровень звука ниже порога слышимости, что соответствует полной тишине. Человек ощущает психологический дискомфорт. Такие условия в природе встречаются редко.
2. 15-35 дБ. Обычный шумовой фон, такой шум необходим для нормальной жизнедеятельности. Наилучшие условия для отдыха, в частности для сна, создаются при тихих звуках спокойной природы – тихий шелест листвы, негромкое пение птиц, слабые звуки морского прибоя.
3. 40-70 дБ. Психологическая область действия шума. Этот шум, особенно если он неконтролируемый и не несет определенную информацию, оказывает раздражающее действие, не изменяя функций слуха и не мешая восприятию полезных сигналов (музыка, шум санитарно-технического или инженерного оборудования зданий).
4. 75-120 дБ. Характерная область для производственных и транспортных шумов. Интенсивный шум ведет к снижению производительности труда. Это снижение тем значительнее, чем выше уровни шума и сложнее трудовой процесс, чем больше в нем элементов умственного труда. При этом уровне шума происходит поражение органов слуха, страдают центральная нервная система и сердечно-сосудистая система, возникает раздражительность, головные боли, снижение

внимания и памяти, сонливость, утомляемость, нарушение сна. Работники чаще болеют гипертонией, язвенной болезнью, гастритами, невротами, развивается профессиональная тугоухость.

При очень высоком шуме (более 110 дБ) возникает звуковое опьянение, аналогичное по субъективным ощущениям алкогольному и наркотическому.

5. Уровень звука более 120 дБ может привести к акустической травме в виде значительного понижения слуха. При шуме на уровне 130 -140 дБ находится порог болевых ощущений. Далее начинается разрушение тканей тела, прежде всего слухового аппарата. При шуме на уровне более 145 дБ у человека происходит разрыв барабанных перепонки. При постоянном шуме 170 дБ и импульсном шуме 180 дБ и выше может наступить контузия или смерть.

При частотах звука ниже 20 Гц наиболее заметные нарушения в жизнедеятельности возникают из-за явления резонанса при совпадении частоты внешнего воздействия с частотой собственных колебаний отдельных внутренних органов. Так, у человека частоты 6-12 Гц соответствуют собственным колебаниям органов, а частота 7 Гц – α -ритмам мозга.

В природе инфразвуки являются сигналами опасности: приближающихся землетрясений, штормов, извержений вулканов и прочих экстремальных природных явлений. Они побуждают животных к действиям в поисках спасения. Антропогенные инфразвуки создают ощущение психологического дискомфорта, развивают безотчетное чувство страха, например, звуки пролетающих тяжелых вертолетов, движущихся тяжелых машин, работающих прессов и ряда других источников. Инфразвук большой мощности может вызвать остановку сердца человека.

Ультразвуки антропогенного происхождения воздействуют практически только на локальном уровне, например, на персонал, обслуживающий ультразвуковую установку.

Специфической формой акустического загрязнения является звуковой удар – ударная волна, образующаяся при прохождении самолетом звукового барьера, когда его скорость становится больше скорости распространения звуковых волн в воздушной среде. Ударная волна с громоподобным звуком достигает поверхности Земли, обуславливая скачкообразное повышение избыточного давления, что, в свою очередь, вызывает реакцию беспокойства у живых организмов. Звуковой удар, как правило, сопровождается вибрацией отдельных элементов конструкций зданий и сооружений. В косной природе при этом происходит воздействие на неустойчивые элементы подстилающей земной поверхности, провоцирующее сход снежных лавин, камнепады и другие аналогичные явления.

Для обеспечения благоприятных условий жизнедеятельности человека уровень шума в окружающей среде *нормируют*. Различают санитарные и технические нормы шума. Санитарные нормы устанавливают допустимые характеристики шума с целью предупреждения его вредного воздействия на организм человека. Технические нормы устанавливаются с целью ограничения уровней шума, создаваемого при работе различных агрегатов и механизмов.

Степень вредного воздействия шума зависит от его интенсивности, спектрального состава, времени воздействия, места нахождения человека, характера выполняемой им работы и индивидуальных особенностей.

При гигиеническом нормировании в качестве допустимого устанавливается такой уровень шума, действие которого в течение длительного времени не вызывает изменений комплекса физиологических показателей, отражающих реакции наиболее чувствительных к шуму систем организма.

Нормативные уровни звукового давления и уровни звука для помещений жилых и общественных зданий, территорий микрорайонов, мест отдыха устанавливаются в соответствии с санитарными нормами допустимого шума (табл. 9).

Допустимый шум уличного движения у стен домов не должен превышать днем 50 дБ и ночью 40 дБ, а общий уровень шума в жилых помещениях – 40 дБ днем и 30 дБ ночью.

В качестве допустимых параметров авиационного шума на местности в условиях жилой застройки могут быть приняты максимальные уровни звука 75 дБ ночью и 85 дБ днем и эквивалентные уровни звука 55 дБА ночью и 65 дБА днем.

Таблица 9

Допустимые уровни шума на территориях различного хозяйственного значения

| Наименование территории | Эквивалентный уровень шума, дБА | |
|---|---------------------------------|-----------------------|
| | Днем с 7 до 23 часов | Ночью с 23 до 7 часов |
| Селитебная зона населенных мест | 55 | 45 |
| Реконструируемая жилая застройка | 60 | 50 |
| Территории жилой застройки вблизи аэропортов и аэродромов | 65 | 55 |
| Зоны массового отдыха и туризма | 50 | 30-35 |
| Санитарно-курортная зона | 40-45 | 30-35 |
| Территории заповедников и заказников | до 25 | до 20 |

В России приняты нормы шума, которые основываются на спектральной и интегральной оценке, за рубежом применяются нормы,

устанавливающие предельно допустимый уровень (ПДУ) звука в акустических децибелах.

Образец техники, эксплуатация которого сопровождается повышенным уровнем шума, не должен создавать шум на территории, непосредственно прилегающей к жилым зданиям, выше уровня, приведенного в табл.10.

Таблица 10

Нормы допустимых уровней звука в жилой застройке (СП 51.13330.2011)

| Назначение помещений или территорий | Время суток, ч | Уровень звукового давления (эквивалентный уровень звукового давления) L, дБ, в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами, Гц | | | | | | | | Уровень звука L_A (эквивалентный уровень звука $L_{Aэкв}$), дБА | Максимальный уровень звука L_{Amax} , дБА | | |
|---|---------------------------|---|----|-----|-----|-----|------|------|------|--|---|------|----|
| | | 31,5 | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | | | 8000 | |
| Жилые комнаты квартир* | 7.00 - 23.00 | 76 | 59 | 48 | 40 | 34 | 30 | 27 | 25 | 23 | 35 | 50 | |
| | - в домах категории А | 23.00 - 7.00 | 69 | 51 | 39 | 31 | 24 | 20 | 17 | 14 | 13 | 25 | 40 |
| | - в домах категорий Б и В | 7.00 - 23.00 | 79 | 63 | 52 | 45 | 39 | 35 | 32 | 30 | 28 | 40 | 55 |
| | | 23.00 - 7.00 | 72 | 55 | 44 | 35 | 29 | 25 | 22 | 20 | 18 | 30 | 45 |
| Территории, непосредственно прилегающие к жилым зданиям | 7.00 - 23.00 | 90 | 75 | 66 | 59 | 54 | 50 | 47 | 45 | 44 | 55 | 70 | |
| | 23.00 - 7.00 | 83 | 67 | 57 | 49 | 44 | 40 | 37 | 35 | 33 | 45 | 60 | |
| Площадки отдыха микрорайонов и групп жилых домов | | 90 | 75 | 66 | 59 | 54 | 50 | 47 | 45 | 44 | 55 | 70 | |

* Нормативные требования по уровням шума в жилых и общественных зданиях установлены для различных категорий:

категория А - обеспечение высококомфортных условий;

категория Б - обеспечение комфортных условий;

категория В - обеспечение предельно допустимых условий.

Категорию здания устанавливают техническим заданием на проектирование.

Для шума, создаваемого автомобильным и железнодорожным транспортом, а также для авиационного шума на расстоянии 2 м от ограждающих конструкций первого эшелона шумозащитных типов жилых зданий, обращенных в сторону образца, допускается превышение эквивалентного и максимального уровней звука на 10 дБА.

Санитарными нормами выделены четыре производственные категории для работников различных профессий (табл. 11)

Таблица 11

Предельно допустимая шумовая нагрузка для различных профессий, дБ

| Категория | Профессия | Допустимая шумовая нагрузка |
|-----------|---|-----------------------------|
| 1.2 | Рабочие, крестьяне, учащиеся | 70-80 |
| 3 | Рабочие кузнечных и ткацких станков, школьные учителя, люди, работающие в 3 смены | 60 |
| 4 | Диспетчеры аэропортов, профессионалы-водители, руководители крупных предприятий | 50 |

Пределы действия (ПДУ) шума на человека гарантируют, что остаточное понижение слуха после 50 лет работы у 90% работающих будет менее 20 дБ, т.е. ниже того предела, когда это начинает мешать человеку в повседневной жизни. Потеря слуха на 10 дБ практически не замечается.

Если уровень шума изменяется по времени не более чем на 5 дБ, он считается постоянным, в противном случае – непостоянным.

Санитарными нормируемыми параметрами постоянного шума в расчетных точках являются уровни звукового давления L , дБ, в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000 и 8000 Гц. Для ориентировочных расчетов допускается использование уровней звука L_A , дБА.

Нормируемыми параметрами непостоянного шума являются эквивалентные уровни звукового давления $L_{экр.}$, дБ, и максимальные уровни звукового давления $L_{макс.}$, дБ, в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000 и 8000 Гц.

Эквивалентный (по энергии) уровень звука ($L_{экр.}$, дБ) - уровень звука постоянного шума, который имеет то же самое среднеквадратическое звуковое давление, что и исследуемый непостоянный шум в течение определенного интервала времени.

Максимальный уровень звука ($L_{макс.}$, дБ) - уровень звука непостоянного шума, соответствующий максимальному показанию измерительного, прямопоказывающего прибора (шумомера) при визуальном отсчете, или уровень звука, превышаемый в течение 1% длительности измерительного интервала при регистрации шума автоматическим оценивающим устройством (статистическим анализатором).

Допускается использовать эквивалентные уровни звука $L_{\text{Аэкв.}}$, дБА, и максимальные уровни звука $L_{\text{Амакс.}}$, дБА. Шум соответствует пределам нормы, когда он как по эквивалентному, так и по максимальному уровню не превышает установленные нормативные значения.

Нормативный уровень шума при его превышении обеспечивают средствами и методами защиты.

Средства и методы защиты от шума по отношению к защищаемому объекту подразделяются на: средства и методы коллективной защиты; средства индивидуальной защиты.

Средства коллективной защиты по отношению к источнику возбуждения шума подразделяются на:

- средства, снижающие шум в источнике его возникновения;
- средства, снижающие шум на пути его распространения от источника до защищаемого объекта.

Средства и методы коллективной защиты от шума в зависимости от способа реализации подразделяются на:

- акустические;
- архитектурно-планировочные;
- организационно-технические.

Акустические средства защиты от шума в зависимости от принципа действия подразделяются на: средства звукоизоляции; средства звукопоглощения; средства виброизоляции; средства демпфирования; глушители шума.

Архитектурно-планировочные методы защиты от шума включают в себя: рациональные акустические решения планировок зданий и генеральных планов объектов; рациональное размещение технологического оборудования, машин и механизмов; рациональное размещение рабочих мест; создание шумозащищенных зон в различных местах нахождения человека.

Организационно-технические методы защиты от шума предполагают применение малошумных технологических процессов; оснащение шумных машин средствами дистанционного управления и автоматического контроля; применение малошумных машин, изменение конструктивных элементов машин, их сборочных единиц; совершенствование технологии ремонта и обслуживания машин; использование рациональных режимов труда и отдыха работников на шумных предприятиях.

Средства индивидуальной защиты от шума в зависимости от конструктивного исполнения представляют собой различного рода противозумные приспособления: вкладыши, перекрывающие наружный слуховой проход или прилегающие к нему; наушники, закрывающие ушную раковину снаружи; шлемы и каски; костюмы.

Борьба с производственным шумом на предприятиях железнодорожного транспорта ведется по следующим направлениям:

1. Снижение шума в источнике возникновения, изменение и замена шумных технологических процессов или оборудования малошумными.
2. Звукопоглощение.
3. Звукоизоляция и экранирование.
4. Применение глушителей шума.

В зависимости от конкретных условий мероприятия по борьбе с шумом осуществляются отдельно, в различных сочетаниях или чаще всего в комплексе.

Снижение шума в источнике

Задача борьбы с шумом в источнике возникновения может быть решена путем изменения конструкции агрегата или коренного изменения технологического процесса, позволяющего заменить шумное оборудование более совершенным малошумным.

Автоматизация производственных процессов позволяет снизить или полностью исключить воздействие шума на обслуживающий персонал.

Ослабление шума в источнике образования или изменение технологического процесса наиболее эффективны, однако осуществить эти мероприятия можно далеко не всегда, а разработка малошумного оборудования или замена шумных машин малошумными требует значительных средств и длительного времени. В этих условиях для создания надлежащего шумового режима в шумных помещениях применяются звукоизолирующие и звукопоглощающие конструкции, кожуха, экраны. В случаях, когда технические мероприятия не позволяют снизить шум до допустимых норм, применяется средства индивидуальной защиты от шума.

Звукопоглощение

Звукопоглощающими называют материалы и конструкции, которые обладают способностью поглощать падающую на них звуковую энергию. Потери звуковой энергии в звукопоглощающих материалах обусловлены трением воздуха в порах материала и свойством теплопроводности стенок пор, приводящим к необратимым потерям звуковой энергии. Иногда, особенно на низких частотах, поглощение звука происходит за счет колебания материала, на который падают звуковые волны.

Для снижения шума в помещениях облицовывают стены и потолок звукопоглощающим материалом или размещают его вблизи источников шума в виде местных объемных поглотителей (квадраты, треугольники, кубы и т. п., подвешиваемые над шумными агрегатами).

Степень снижения шума в помещениях за счет отделки ограждений звукопоглощающими материалами зависит от объема помещения,

внутренней его облицовки, распределения звуковой энергии по помещению, частотного спектра шума, правильности выбора звукопоглощающих конструкций и их размещения. При выборе звукопоглощающих конструкций следует учитывать толщину материала, его плотность, эффективность поглощения на тех частотах, которые необходимо снизить. Звукопоглощающий материал должен отвечать экономическим и санитарно - гигиеническим требованиям: быть долговечным, безвредным, красивым, допускать влажную уборку, когда это требуется, а также удовлетворять противопожарным требованиям.

Звукопоглощающие материалы подразделяют на жесткие и мягкие. К жестким материалам относятся звукопоглощающие штукатурки и плиты-древесноволокнистые; из неорганических зерен и волокон; пенопласты и др. Мягкие материалы - минеральная вата, стекловолоконные материалы, капроновое волокно, пенополиуретан эластичный и др.

Звукоизоляция

Звукоизоляцией называют свойство ограждений препятствовать прохождению звука из одного помещения в другое. Так как звуки могут распространяться в воздухе и в материалах ограждения в виде вибраций, существуют самостоятельные методы звукоизоляции от воздушного и структурного шумов.

Звукоизоляция от воздушного шума обеспечивается при помощи обычных строительных материалов - кирпича, бетона и железобетона, металла, фанеры, древесностружечных плит, стекла и т. п. Звукоизолирующими же материалами называют прокладочные материалы, применяемые в конструкциях перекрытий для снижения передачи структурного (ударного) звука преимущественно в жилых и общественных зданиях. В качестве звукоизолирующих материалов используют маты и плиты из стеклянного или минерального волокна, мягкие древесностружечные плиты, картон, резину, металлические пружины, утепленный линолеум и т. п. Эти материалы должны обладать определенными упругими свойствами и долговечностью. Однако роль их в увеличении звукоизоляции перекрытия от воздушного шума невелика, а иногда даже отрицательна.

Звукоизоляцию однородных и однослойных ограждений можно увеличить дополнительной «гибкой» обшивкой, использовав для этого, например, древесно-волоконные или стружечные плиты. Эти плиты одновременно могут быть декоративные, но окрашивать их следует только эмульсионными красками, с тем, чтобы не закрывались поры материала.

Повышение звукоизоляции при сохранении неизменной массы ограждения достигают следующими путями:

- применением ограждений, состоящих из двух и более слоев, разделенных воздушным промежутком или слоем легкого волокнистого материала;

- повышением внутреннего трения в конструкции благодаря применению соответствующего материала ограждения или нанесению вибродемпфирующего слоя, что позволяет уменьшить влияние резонансов в конструкции;

- ликвидацией всякого рода неплотностей и щелей, особенно в дверях и окнах, а также в местах сопряжения различных конструкций (например, примыкание перекрытия к стене);

- уплотнением притворов, двойным и тройным остеклением, устройством тамбуров у дверей, т. е. тщательной звукоизоляцией «слабого звена» ограждений - окон и дверей;

- уменьшением косвенной передачи звука (выбор соответствующих строительных конструкций, установка упругих и вибропоглощающих элементов на пути передачи звука, рациональное размещение конструкций с малой и большой массой, шарнирная заделка конструкций, где это допустимо, вместо жесткой и т. п.).

При необходимости увеличения звукоизолирующей способности ограждений их целесообразно выполнять из двух панелей разной толщины и веса (примерно в 2 раза) с воздушным промежутком между ними. Собственная частота колебаний такого ограждения должна быть по возможности низкой. Одну из панелей следует выполнять в виде гибкого экрана (например, из сухой штукатурки, древесноволокнистых плит и др.).

Исключительную способность задерживать и поглощать значительную часть звуковой энергии, особенно звуки высокой частоты, проявляют растения. Их листовая поверхность, отражая и поглощая звуковую энергию вследствие высокого акустического сопротивления, переводит ее в тепловую. Древесные породы, особенно лиственные, в данном случае более эффективны, чем кирпичная или бетонная стена. Этому способствует различная ориентация листовых пластин, эластичность, опушенность и колебания листьев.

Наибольшим звукопоглощающим эффектом характеризуются древесные породы, имеющие большую площадь и густоту листьев. Хвойные породы отличаются более низкой звукопоглощающей способностью, но их влияние проявляется в течение всего года. Наилучшей звукопоглощающей способностью обладают насаждения, в составе которых находятся как деревья, так и кустарники в виде живой изгороди. Древесные культуры способны изолировать шум. Доказано, что наивысшей звукопоглощающей способностью обладают зеленые перегородки из клена (уменьшают уровень шума на 15 дБ), тополя (до 11 дБ), липы (до 9 дБ) и ели (до 5 дБ).

Экранирование

Методы защиты от шума при помощи экранов подразделяют на методы, применяемые в производственных помещениях, и методы, используемые на открытом воздухе.

В производственных помещениях экранирующие сооружения служат для ограждения источников шума и рабочих мест. Экраны сооружаются в виде прямоугольных или полукруглых стенок или полукабин. Они могут быть как стационарными, так и передвижными.

Для изготовления экранизирующих сооружений используется сталь, дерево, фанера, пластик с обязательной облицовкой внутренних поверхностей звукопоглощающими материалами.

Экранирующие сооружения для защиты от шума на открытом воздухе используют с целью снижения шума, создаваемого при движении поездов, при реостатных испытаниях тепловозов, при работе вентиляторов, компрессоров и др. В этом случае защиту от шума получают жилые районы, районы маневровой работы или другие объекты, требующие тишины.

Экраны применяются только в тех случаях, когда другие, более действенные методы борьбы с шумом, неприменимы. Часто для этого используют лесопосадки. Например, два ряда среднерослых деревьев, высаженных на расстоянии 50 м от здания, уменьшают шум на 20 дБ. Лесопосадки вдоль железных дорог уменьшают шум на 0,1 – 0,2 дБ на метр длины насаждения (для более плотных изгородей – до 0,5 дБ на метр).

Глушители шума

Интенсивный шум на предприятиях железнодорожного транспорта возникает при нагнетании и выбросе воздуха различным оборудованием: компрессорами, вагонными замедлителями, электропневматическими молотами, вентиляторами, пневматической почтой для пересылки документов, а также при испытании воздухораспределителей, обдувке коллекторов тяговых двигателей, обдувке стрелок, при работе пневматического инструмента и др. Снижение такого шума в источнике представляет большие трудности; поэтому зачастую в этих случаях используют глушители.

В зависимости от принципа действия глушители делят на абсорбционные, реактивные и комбинированные. Снижение шума в абсорбционных глушителях происходит за счет поглощения звуковой энергии в применяемых для них звукопоглощающих материалах, а в реактивных глушителях – в результате отражения звука обратно к источнику. Комбинированные глушители обладают свойством, как поглощать, так и отражать звук.

Выбор типа глушителей определяется требуемой величиной снижения уровня шума, его спектром, мощностью агрегата, удобством монтажа и обслуживания. Он должен быть долговечным, прост в изготовлении и обслуживании, иметь минимальные габариты, вес и стоимость. С наибольшим эффектом эти требования могут быть учтены при проектировании зданий, машин, механизмов.

Вибрация

Вибрация - это совокупность механических колебаний. Звуковая вибрация представляет самостоятельный интерес лишь при очень высоких ее уровнях в связи с вибрационной усталостью материалов и конструкций. Вибрация представляет собой движение точки или механической системы под воздействием внешней силы, при котором происходят колебания характеризующих ее скалярных величин, вызывая резонансные явления в конструкциях.

Вибрационное загрязнение является близким к шумовому и характеризуется в значительной мере аналогичными показателями. Основное различие заключается в том, что вибрация распространяется только в твердых телах, а звук – в любых средах.

Вибрация может измеряться с помощью абсолютных и относительных величин. Абсолютные параметры – виброперемещение, виброскорость и виброускорение. Общие и локальные вибрации оцениваются средними квадратичными и скорректированными значениями (вертикальными, продольными, поперечными) виброскорости (м/с) и виброускорения (м/с²). Основной относительной величиной является уровень виброскорости L_v (дБ), который определяется по формуле:

$$L_v = 20 \lg v / v_0,$$

где v_0 – пороговое значение виброскорости и v – среднеквадратичное значение виброскорости, м/с.

Первая производная по скорости - виброускорение (м/с²) формирует ограничения на конструкцию механической системы – источника вибрации, так как при ее вибрации генерируются частоты вынужденных колебаний до 20 Гц, при которых входят в резонанс с частотой собственных колебаний отдельные внутренние органы человека.

По временной характеристике различают:

- постоянную вибрацию, для которой контролируемый параметр за время наблюдения изменяется не более чем в 2 раза (6 дБ);
- непостоянную вибрацию, изменяющуюся по контролируемым параметрам более чем в 2 раза.

Воздействие вибрации на человека классифицируют:

- по способу передачи колебаний;
- по направлению действия вибрации;
- по временной характеристике вибрации.

Вибрация по способу передачи колебаний телу человека подразделяется на общую (воздействие на все тело человека) и локальную (воздействие на отдельные части тела – руки или ноги).

Общую вибрацию по источнику ее возникновения и возможности регулирования интенсивности оператором подразделяют на следующие категории (ГОСТ 12.1.012-2004):

- категория 1 – транспортная вибрация, воздействующая на оператора на рабочих местах самоходных и прицепных машин и транспортных средств при их движении по местности, агрофону и дорогам, в том числе при их строительстве; при этом оператор может активно, в известных пределах, регулировать воздействия вибрации;

- категория 2 – транспортно-технологическая вибрация, воздействующая на человека-оператора на рабочих местах машин с ограниченной подвижностью при перемещении их по специально подготовленным поверхностям производственных помещений, промышленных площадок и горных выработок; при этом оператор может лишь иногда регулировать воздействие вибрации;

- категория 3а – технологическая вибрация, воздействующая на оператора на рабочих местах стационарных машин или передающаяся на рабочие места, не имеющие источников вибрации;

- категория 3б – вибрация на рабочих местах работников умственного труда и персонала, не занимающегося физическим трудом. К ней относятся рабочие места на промышленных кранах, у станков металло- и деревообработки, кузнечно-прессового оборудования, литейных машин и другого стационарного технологического оборудования.

Локальная вибрация по источнику возникновения подразделяется на :

- передающуюся от ручных машин (с двигателями), органов ручного управления машин и оборудования;

- передающуюся от ручных инструментов (без двигателей) и обрабатываемых деталей.

Основными источниками вибраций в окружающей среде служат технологическое оборудование ударного действия (молоты, штампы и прессы), мощные энергетические установки (насосы, компрессоры, двигатели), спектр инфразвука а также некоторые транспортные системы (железнодорожный транспорт и т. д.). Во всех случаях вибрации распространяются по грунту и достигают фундаментов общественных и жилых зданий и далее по строительным конструкциям передаются на ограждающие конструкции отдельных помещений. При передаче вибраций через фундаменты и грунт опасность представляет неравномерная осадка

фундаментов и грунта. Это может привести к разрушению расположенных на них инженерных и строительных конструкций. Особенно такая опасность велика при грунтах, насыщенных влагой.

Источниками вибрации на железнодорожном транспорте являются такие технологические процессы как укладка бетонных смесей, производство крупнопанельных конструкций. А также движущиеся поезда, механические колебания, которые они возбуждают. Так при следовании поезда через мост вибрации передаются через его основание, реку и рядом находящиеся объекты.

Вибрационные поля оказывают вредное воздействие на население в диапазоне частот от 1 до 100 Гц. Длительное воздействие высоких уровней вибрации на организм человека приводит к преждевременному утомлению, снижению производительности труда, а зачастую к развитию профессиональной и росту общей заболеваемости.

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

При действии на организм общей вибрации страдает в первую очередь нервная система и анализаторы: вестибулярный, зрительный, тактильный. У рабочих вибрационных профессий отмечены головокружения, расстройство координации движений, симптомы укачивания, вестибуловегетативная неустойчивость. Нарушение зрительной функции проявляется сужением и выпадением отдельных участков полей зрения, снижением остроты зрения, иногда до 40 %, субъективно - потемнением в глазах.

Под влиянием общих вибраций отмечается снижение болевой, тактильной и вибрационной чувствительности. Особенно опасна толчкообразная вибрация, вызывающая микротравмы различных тканей с последующими реактивными изменениями. Общая низкочастотная вибрация оказывает влияние на обменные процессы, проявляющиеся изменением углеводного, белкового, ферментного, витаминного и холестерина обмена, биохимических показателей крови.

Вибрационная болезнь от воздействия общей вибрации и толчков регистрируется у водителей транспорта и операторов транспортно-технологических машин и агрегатов, на заводах железобетонных изделий. У водителей машин, трактористов, бульдозеристов, машинистов

экскаваторов, подвергающихся воздействию низкочастотной и толчкообразной вибраций, характерны изменения в пояснично-крестцовом отделе позвоночника.

Локальная вибрация вызывает спазмы сосудов кисти, предплечий, нарушая снабжение конечностей кровью. Одновременно колебания действуют на нервные окончания, мышечные и костные ткани, вызывают снижение кожной чувствительности, отложение солей в суставах пальцев, деформируя и уменьшая подвижность суставов.

Колебания низких частот вызывают резкое снижение тонуса капилляров, а высоких частот - спазм сосудов.

Сроки развития периферических расстройств зависят не столько от уровня, сколько от дозы (эквивалентного уровня) вибрации в течение рабочей смены. Преимущественное значение имеет время непрерывного контакта с вибрацией и суммарное время воздействия вибрации за смену. У формовщиков, бурильщиков, заточников, рихтовщиков при среднечастотном спектре вибраций заболевание развивается через 8...10 лет работы. Обслуживание инструмента ударного действия (клепка, обрубка), генерирующим вибрацию среднечастотного диапазона (30...125 Гц), приводит к развитию сосудистых, нервно-мышечных, костно-суставных и других нарушений через 12... 15 лет.

С целью снижения риска заболеваний и отклонений состояния здоровья, уменьшения нагрузки на организм и ухудшения работоспособности осуществляется нормирование вибрации.

Нормирование вибраций является принципиально важной составляющей любого технологического процесса и зависит от ее октавной полосы. Нормирование регламентирует то количество времени, в течение которого человек может подвергаться вибрации без появления нарушений здоровья и ухудшения работоспособности.

При нормировании вибрации в качестве основных показателей используется 4 требования: сохранение здоровья человека, обеспечение должного уровня комфорта, сохранение способности к труду, а также безопасность жизнедеятельности работника. Безопасность обеспечивается посредством определения допустимых уровней вибрации на рабочем месте.

Различают *техническое и гигиеническое* нормирование.

Техническое нормирование вибрации производится по отношению к источнику вибрации, гигиеническое устанавливает предельно допустимый уровень вибрации на рабочем месте человека. При этом накладываются ограничения на уровень виброскорости и виброускорения. При гигиеническом нормировании внимание уделяется средним квадратичным значениям виброскорости и виброускорения. В случае интегральной оценки нормируется скорректированное значение контролируемого параметра вибрации.

По отношению к человеку определяется положение трех осей: X, Y и Z. Относительно данных осей производится замер всех параметров и определяется влияние вибрации на организм человека. Нормы, определенные в стандартах, поделены на три категории: категория 1 (транспортная вибрация), категория 2 (транспортно-технологическая вибрация), категория 3 (технологическая вибрация). Категория 3, в свою очередь, имеет подкатегории, также определяющие нормирование вибрации для различных типов помещений.

Предельно допустимый уровень (ПДУ) вибрации - это уровень фактора, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. Соблюдение ПДУ вибрации не исключает нарушение здоровья у сверхчувствительных лиц.

Основными нормативными документами в области гигиенического нормирования вибраций на производстве являются ГОСТ 12.1.012-2004 "ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования" и санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.556-96 "Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий". Документы устанавливают классификацию вибраций, методы гигиенической оценки, нормируемые параметры и их допустимые значения, режимы труда лиц виброопасных профессий, подвергающихся воздействию локальной вибрации, требования к обеспечению вибробезопасности и к вибрационным характеристикам машин.

Допустимые уровни вибрации в жилых домах, условия и правила их измерения и оценки регламентируются Санитарными нормами СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Основными нормируемыми параметрами вибрации являются средние квадратичные величины уровней виброскорости и виброускорения в октавных полосах частот.

Эти нормы обязательны для всех министерств, ведомств и организаций, проектирующих, производящих и эксплуатирующих средства наземного и подземного транспорта, технологическое, инженерное, санитарно-техническое оборудование зданий и бытовые приборы, являющиеся возможной причиной возникновения вибрации в жилых домах.

Защита от вибраций выполняется либо за счет снижения вибраций в источнике, либо путем воздействия на вибрации на пути распространения упругих колебаний в различных средах.

Снижение вибраций в источнике может быть достигнуто за счет установления оптимального режима работы, устраняющего возникновение резонансных колебаний.

Подавление вибраций в средах распространения достигается применением средств виброгашения, виброизоляции и вибродемпфирования.

Суть метода виброгашения состоит в увеличении массы и жесткости конструкции, в объединении механизма – источника вибраций с фундаментом, с опорной плитой или виброгасящими основаниями.

Суть метода виброизоляции состоит в креплении оборудования на виброизолирующих опорах. В качестве виброизоляторов используются резиновые и пластмассовые прокладки; листовые рессоры; цилиндрические рессоры; пневматические виброизоляторы, использующие воздушные подушки.

Смысл метода вибродемпфирования состоит в повышении активных потерь колебательных систем. Для этого используются различные вибродемпфирующие мастичные и листовые покрытия (мастики – А-2, ВД-17-58, ВД-17-63, пластик «Агат» и др.; покрытия – пенопласт ПХВ-Э, волосяной войлок, минерало-ватная плита, губчатая резина, винитор технический и др.).

Кроме того, в целях профилактики неблагоприятного воздействия локальной и общей вибрации используют средства индивидуальной защиты, которые подразделяются на средства:

- для рук оператора - рукавицы, перчатки, вкладыши, прокладки. (ГОСТ 12.4.002-97 Средства индивидуальной защиты рук от вибрации. Общетехнические требования).

- для ног машиниста - специальная обувь, подметки, наколенники. (ГОСТ 12.4.024-76. Обувь специальная виброзащитная. Общие технические требования).

На предприятиях с участием санэпиднадзора медицинских учреждений, служб охраны труда должен быть разработан конкретный комплекс медико-биологических профилактических мероприятий с учетом характера воздействующей вибрации и сопутствующих факторов производственной среды.

Электромагнитное загрязнение

Электромагнитное загрязнение представляет собой изменение электромагнитных свойств среды в результате значительного превышения интенсивности излучения антропогенных источников относительно природного фонового излучения и приводит к нарушениям в работе электронных систем и изменениям в тонких клеточных и молекулярных биологических структурах. Естественные изменения в электромагнитном фоне при изменении солнечной активности называют электромагнитными аномалиями. В последнее время в связи с широчайшим развитием электронных систем управления, передачи, связи, электроэнергетических

объектов на первый план вышло антропогенное электромагнитное загрязнение – создание искусственных электромагнитных полей (ЭМП).

Электромагнитное поле – особая форма материи, посредством которой осуществляется воздействие между электрическими заряженными частицами. Количественными характеристиками ЭМП являются напряженность электрического поля E , Вт/м, напряженность магнитного поля H , А/м, и плотность потока энергии I , Вт/м². Физические причины наличия ЭМП обусловлены тем, что изменяющееся во времени электрическое поле напряженностью E порождает магнитное поле напряженностью H , а изменяющееся магнитное поле – вихревое электрическое поле. Обе составляющих, E и H , непрерывно изменяясь, возбуждают одна другую.

Электромагнитные поля неподвижных или равномерно движущихся заряженных частиц неразрывно связаны с этими частицами. При ускоренном движении заряженных частиц ЭМП отрывается от них и не исчезает с устранением источника, а существует независимо в форме электромагнитных волн. Электромагнитные волны характеризуются длиной волны - λ . Источник, генерирующий излучение, а по сути создающий электромагнитные колебания, характеризуется частотой – f (табл. 12).

Таблица 12

Международная классификация электромагнитных волн по частотам

| Наименование частотного диапазона | Граница диапазона | Наименование волнового диапазона | Границы диапазона |
|-----------------------------------|-------------------|----------------------------------|-------------------|
| Крайние низкие, КНЧ | 3-30 Гц | Декамегаметровые | 100-10 Мм |
| Сверхнизкие, СНЧ | 30-300 Гц | Мегаметровые | 10-1 Мм |
| Инфранизкие, ИНЧ | 0,3-3 кГц | Гектокилометровые | 1000 – 100 км |
| Очень низкие, ОНЧ | 3-30 кГц | Мириаметровые | 100 – 10 км |
| Низкие частоты, НЧ | 30-300 кГц | Километровые | 10 – 1 км |
| Средние частоты, СЧ | 0,3-3 МГц | Гектометровые | 1 – 0,1 км |
| Высокие частоты, ВЧ | 3-30 МГц | Декаметровые | 100 – 10 м |
| Очень высокие, ОВЧ | 30-300 МГц | Метровые | 10 – 1 м |
| Ультравысокие, УВЧ | 0,3-3 ГГц | Дециметровые | 1 – 0,1 м |
| Сверхвысокие, СВЧ | 3-30 ГГц | Сантиметровые | 10 – 1 см |
| Крайне высокие, КВЧ | 30-300 ГГц | Миллиметровые | 10 – 1 мм |
| Гипервысокие, ГВЧ | 300-3000 ГГц | Децимиллиметровые | 1 – 0,1 мм |

Измерителями электромагнитного излучения являются:

- напряженность электрической составляющей (В/м). служит для оценки интенсивности ЭМП в диапазоне частот 30 кГц-300 МГц;
- плотность потока энергии (Вт/м²) – количество энергии, переносимой электромагнитной волной в единицу времени через единицу поверхности, перпендикулярной направлению распространения волны.

Служит для оценки интенсивности ЭМП в диапазоне частот 300 МГц – 300 ГГц.

Электромагнитные поля окружают человека постоянно. В их состав входит ионизирующее, ультрафиолетовое, видимое, инфракрасное, микроволновое и радиочастотное излучения (табл. 13).

Таблица 13

Структура электромагнитного спектра

| Название диапазона | | Длины волн, λ | Частоты, ν | Источники |
|--|-------------------------------|------------------------------|---|--|
| <u>Радиоволны</u> | <u>Сверхдлинные</u> | Более 10 км | Менее 30 кГц | Атмосферные явления. Переменные токи в проводниках и электронных потоках (<u>колебательные контуры</u>). |
| | <u>Длинные</u> | 10 км – 1 км | 30 кГц - 300 кГц | |
| | <u>Средние</u> | 1 км - 100 м | 300 кГц - 3 МГц | |
| | <u>Короткие</u> | 100 м – 10 м | 3 МГц – 30 МГц | |
| | <u>Ультракороткие</u> | 10 м – 1 мм | 30 МГц - 300 ГГц | |
| <u>Оптическое излучение</u> | <u>Инфракрасное излучение</u> | 1 мм - 780 нм | 300 ГГц - 429 ТГц | Излучение молекул и атомов при тепловых и электрических воздействиях. |
| | <u>Видимое излучение</u> | 780 нм - 380 нм | 429 ТГц - 750 ТГц | |
| | <u>Ультрафиолетовое</u> | 380 нм - 10 нм | $7,5 \cdot 10^{14}$ Гц - $3 \cdot 10^{16}$ Гц | Излучение атомов под воздействием ускоренных электронов. |
| <u>Ионизирующее электромагнитное излучение</u> | <u>Рентгеновские</u> | 10 нм - $5 \cdot 10^{-3}$ нм | $3 \cdot 10^{16}$ Гц - $6 \cdot 10^{19}$ Гц | Атомные процессы при воздействии ускоренных заряженных частиц. |
| | <u>Гамма</u> | менее $5 \cdot 10^{-3}$ нм | более $6 \cdot 10^{19}$ Гц | Ядерные и космические процессы, радиоактивный распад. |

Для оценки биологического воздействия электромагнитных полей различают зону индукции (ближнюю) и зону излучения (дальнюю). Ближняя зона расположена на расстоянии от источника, равном 1/6 от длины волны. Здесь магнитная составляющая напряженности поля выражена слабо, поэтому ее действие на организм незначительно. В дальней зоне проявляется эффект обеих составляющих поля.

ЭМП могут быть как природного, так и антропогенного происхождения. *Природные источники ЭМП* делят на две группы. К первой группе относят постоянное магнитное поле Земли (магнитосфера).

Процессы в магнитосфере вызывают колебания геомагнитного поля в широком диапазоне частот: от 10^{-5} до 10^2 Гц. Во вторую группу входят радиоволны, генерируемые космическими источниками. Вследствие относительно низкого уровня излучения космических радиоисточников их суммарный эффект поражения земных биообъектов незначителен. Человеческое тело также излучает ЭМП с частотой более 300 ГГц и плотностью потока энергии – $0,003 \text{ Вт/м}^2$.

Антропогенные источники ЭМП в соответствии с международной классификацией также делят на две группы. Первая – источники, генерирующие крайне низкие и сверхнизкие частоты 0 – 3 кГц. Вторая – источники, излучающие частоты 3кГц – 300 ГГц, включая СВЧ - излучение.

К первой группе относят в первую очередь все системы производства, передачи и распределения электроэнергии. Источником электрических полей промышленной частоты являются токоведущие части действующих электроустановок: линии электропередач, трансформаторные подстанции, электростанции, индукторы, конденсаторы термических установок, генераторы, трансформаторы, электромагниты, соленоиды, электро- и кабельная проводки, металлокерамические магниты, офисная электро- и электронная техника, транспорт на электроприводе и др.

Вторую группу составляют функциональные передатчики (коммерческие передатчики, радиотелефоны, средства направленной радиосвязи, навигации, локаторы), различное технологическое оборудование, использующее СВЧ - излучение, переменные и импульсные магнитные поля, медицинские терапевтические и диагностические установки, бытовое оборудование, средства визуального отображения информации на электроннолучевых трубках и т.д.

Неионизирующие электромагнитные излучения поглощаются биологическими системами, при этом электромагнитная энергия трансформируется в кинетическую, вызывая общий нагрев тканей по всей глубине проникновения внутрь организма. Если количество поступающей энергии превышает допустимое количество энергии, которое может быть отведено механизмом терморегуляции теплокровных животных, то ее избыток вызывает постепенное повышение температуры тела. В результате сначала происходит нарушение функционирования соответствующих органов, а в конечном итоге возникают очаги локального распада биологических тканей. Тепловые процессы, происходящие при воздействии электромагнитных полей на биологические ткани, используют при создании современных бытовых СВЧ – печей.

Кроме термического действия, переменные электромагнитные поля оказывают и сложное биологическое действие, в значительной степени

зависящее от частоты колебаний: с повышением частоты биологическое действие становится более выраженным.

Наиболее высока чувствительность организмов к многократным воздействиям ЭМП, когда начинает проявляться кумулятивный эффект. Реакция возникает в результате ряда действий, каждое из которых самостоятельно не вызывает реакции. Такие суммарные эффекты наблюдаются и при длительном непрерывном воздействии электромагнитных излучений.

При комбинированном воздействии ЭМП и других неблагоприятных физических факторов (шум, тепловое воздействие) отмечается снижение приспособляемости организма человека к ним.

У персонала предприятий, подверженного постоянному действию электромагнитных полей радиочастот, зачастую возникает головная боль, нарушение сна, слабость, снижение либидо, импотенция, боль в груди, чувство общего недомогания. Возможны функциональные сердечно-сосудистые изменения, неврастения, а также функциональные нарушения пищеварительного тракта.

Различают поражения острые и хронические. Первые встречаются крайне редко – при авариях или грубых нарушениях техники безопасности. Вторые отличаются полисимптомностью со стороны различных органов и систем. При этом характерны выраженная астения, диэнцефальные расстройства, угнетение функции половых желез.

Нормативной базой в Российской Федерации являются санитарные правила и нормы (СанПиН), а также предельно-допустимые уровни (ПДУ) для некоторых источников ЭМП.

В качестве ПДУ для ЭМП воздушных линий электропередач переменного тока промышленной частоты принимается напряженность электрического поля, равная: внутри жилых зданий – 0,5 кВ/м; на территории жилой застройки – 1,0 кВ/м; в ненаселенной местности, часто посещаемой людьми, - 5 кВ/м; в труднодоступной местности – 20 кВ/м. при этом для всех случаев при $E > 1$ кВ/м должны быть приняты меры, исключающие воздействие разрядов и токов стекания на человека. Представленные величины ПДУ определены исходя из величины опасного уровня плотности наведенных в теле человека токов, равного 10 мА/м². Напряженность магнитного поля H , опасная для здоровья, определена в 4 кА/м. Интенсивность ЭМП в диапазоне частот 300 МГц – 300 ГГц характеризуется плотностью потока энергии I , Вт/м².

Указанные нормативы для населения существенно отличаются от ПДУ для рабочих мест. Так, СанПиН 2.2.3.1191 – 03 «Электромагнитные поля в производственных условиях» устанавливает ПДУ напряженности от ЭМП промышленной частоты для рабочей смены в 5 кВ/м и 8 кА/м. Пребывание в зоне с $E = 20 - 25$ кВ/м без средств защиты не допускается.

При $E = 5 - 20$ кВ/м время допустимого пребывания T , час, определяется по зависимости

$$T = (50/E) - 2$$

По магнитной составляющей время ограничивается минутами ($H = 24$ кА/м; $T = 0-10$ мин.)

Предельно допустимые уровни воздействия на людей ЭМП от радиотехнических устройств в диапазоне частот 30 кГц – 300 ГГц определяются в соответствии с СанПиН 2.1.8/2.2.4.1383-03 «Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. Гигиенические требования к размещению и эксплуатации передающих радиотехнических объектов». Согласно этому документу в диапазоне частот 30 кГц – 300 МГц интенсивность ЭМП оценивается значением напряженности электрического поля и напряженности магнитного поля; в диапазоне частот 300 МГц – 300 ГГц интенсивности ЭМП – значениями плотности потока энергии. Предельно допустимые уровни электромагнитных полей от радиотехнических объектов приведены в табл. 14.

Таблица 14

**Предельно-допустимые уровни электромагнитных излучений
радиочастотного диапазона**

| Диапазон частот | | | | |
|---|-------------|------------|--------------|--|
| 30 -300 кГц | 0,3 – 3 МГц | 3 – 30 МГц | 30 – 300 МГц | 300 МГц – 300 ГГц |
| Нормируемый параметр | | | | |
| Напряженность электрического поля E , В/м | | | | Плотность потока энергии мкВт/см ² |
| 25 | 15 | 10 | 3,0 | 10 |

Основные методы защиты от ЭМП.

В зависимости от условий воздействия ЭМП, характера и местонахождения источника излучения могут быть использованы: организационные мероприятия, инженерно-технические мероприятия, снижение интенсивности излучения и экранирование источника, защита рабочего места от излучения, применение средств индивидуальной защиты, медико-профилактические и лечебные мероприятия.

Организационные мероприятия включают выбор рациональных режимов работы оборудования, ограничения места и времени нахождения персонала в зоне действия электромагнитного излучения радиочастот, периодический контроль облучаемости и т.д.

К инженерно-техническим мероприятиям относятся: рациональное размещение оборудования; использование средств, которые ограничивают поступление электромагнитной энергии на рабочие места (поглотители

мощности, экранирование); использование минимальной мощности генератора и т.п.

Защита временем применяется в отсутствии возможности уменьшить напряженность ЭМП до ПДУ. Она предусматривает максимально возможное ограничение времени пребывания человека в ЭМП. При пользовании мобильным телефоном следует говорить возможно коротко и четко, соблюдать определенный зазор между ухом и трубкой, плотно охватывать трубку рукой.

Допустимое время (τ) определяют из соотношения

$$6,42 = \text{ППМ th}(0,05 \tau)^{1,2},$$

где ППМ – плотность потока мощности электромагнитной волны.

Наиболее эффективным методом является *защита расстоянием*. Этот метод используется, если нельзя снизить интенсивность облучения другими методами. При этом прибегают к увеличению расстояния между излучателем и обслуживающим персоналом.

Для ЭМП с частотой 30 кГц – 300 ГГц «защитное» расстояние рассчитывают следующим образом

$$R = \frac{\sqrt{30\rho G}}{E_{\text{доп}}},$$

где ρ - средняя выходная мощность, Вт;

G – коэффициент направленности антенны;

$E_{\text{доп}}$ – допустимая напряженность электрического поля, В/м.

Для диапазона СВЧ (3-30 ГГц)

$$R = \frac{\sqrt{30\rho G}}{4\pi\text{ППМ}_{\text{доп}}}, \text{ где}$$

$\text{ППМ}_{\text{доп}}$ – допустимая плотность потока мощности, Вт/м².

Для защиты населения вдоль ОЭП устанавливаются санитарно-защитные зоны (СЗЗ), в пределах которых запрещается строить жилые и общественные здания. В соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 для вновь проектируемых линий электропередач (ЛЭП) при $E \geq 1$ кВ/м, зданий и сооружений допускаются следующие границы СЗЗ: 20 м – при 330 кВ; 30 м – при 500 кВ; 40 м – при 750 кВ; 55 м – при 1150 кВ. такая мера защиты сопровождается отчуждением больших территорий с запретом использовать их в сельском хозяйстве.

В целях защиты населения от ЭМП, создаваемых радиотелевизионными средствами связи и радиолокаторами, также

используется методы защиты расстоянием при помощи СЗЗ. Размеры последних, обеспечивающие ПДУ напряженности поля в населенных местах, представлены в табл. 15.

Таблица 15

Диапазон границ СЗЗ радиопередающих объектов

| Тип объекта | Диапазон частот | Размер СЗЗ |
|-------------------------------|-----------------|------------|
| Длинноволновые радиостанции | 30-300 кГц | 100-1000 м |
| Средневолновые радиостанции | 300-3000 кГц | 200-1000 м |
| Коротковолновые радиостанции | 300-300 МГц | 50-700 м |
| Телецентры и УКВ-радиостанции | 30-1000 МГц | 25-800 м |

В пределах СЗЗ запрещается размещать жилые и общественные здания и сооружения, проводить культурные и спортивные мероприятия, устраивать площадки для стоянки и остановки всех видов транспорта, размещать предприятия по обслуживанию автомобилей и склады нефти и нефтепродуктов, производить операции с горючим, выполнять ремонт машин и механизмов, не рекомендуется собирать плоды, ягоды, лекарственные растения.

При установке бытовой и офисной электро- и электронной техники необходимо тщательно выполнять рекомендации их технических паспортов. Следует соблюдать оптимальные расстояния, стараться не помещать приборы в углах комнат в зданиях с железобетонными конструкциями, по возможности приобретать бытовые приборы с меньшим уровнем энергопотребления, размещать наиболее опасные приборы на расстоянии не менее 1.5 м от мест, предназначенных для сна и т.д.

Уменьшение мощности излучения осуществляется непосредственной регулировкой генератора или его заменой на менее мощный с помощью специальных устройств – аттенюаторов, которые поглощают, отражают или ослабляют передаваемую энергию на пути от генератора к антенне.

Экранирующие устройства являются основными видами средств коллективной защиты. Они представляют собой составные части электрической установки, предназначенные для защиты персонала.

Экраны подразделяют на поглощающие и отражающие электромагнитную энергию. Выбор конструкции экранов зависит от характера технологического процесса, мощности источника и диапазона волн. Отражающие экраны, которые могут быть стационарными и переносными, выполняются из металлических листов, сетки, ткани с микропроводом и др. Защитные экраны применяют в виде камер или

шкафов, в которые помещают передающую аппаратуру, в случае высокой интенсивности ЭМП соответствующие установки размещают в отдельных помещениях, имеющих непосредственный выход в коридор или наружу.

Существуют эластичные экраны, представляющие собой либо материалы из фольги, наклеенной на ткань либо радиозащитные ткани, либо специальные поглощающие материалы – резина, поролон.

Наряду с экранирующими устройствами применяют индивидуальные экранирующие комплекты. Последние предназначены для защиты от воздействия электромагнитного излучения с $E \leq 60$ кВ/м, создаваемого электроустановками с частотой 50 Гц и напряжением 400, 500 и 750 кВ. К средствам индивидуальной защиты относят щитки, шлемы, защитная одежда. Они используются в тех случаях, когда рассмотренные методы защиты от ЭМП не обеспечивают надлежащего эффекта, например, при настройке антенно-фидерных устройств и определении разрешающей способности РЛС, когда плотность потока энергии превышает допустимую в сотни раз.

Для защиты глаз от ЭМП применяют очки отдельно либо вмонтированными в капюшон. Стекла очков покрыты полупроводниковым диоксидом олова, который обеспечивает существенное ослабление электромагнитной энергии.

Медико-профилактические и лечебные мероприятия осуществляются в целях предупреждения, ранней диагностики и лечения нарушений в состоянии здоровья работника, связанных с воздействием ЭМП. К ним относятся:

- просветительская работа среди населения о возможных биологических эффектах ЭМП, о действующих стандартах и методах защиты;
- гигиенические и терапевтические мероприятия по лечению пострадавших от электромагнитного воздействия;
- временный или постоянный перевод на другую работу отдельных категорий граждан.

Тепловое загрязнение

Тепловое загрязнение представляет собой повышение температуры окружающей среды как результат антропогенеза. Может возникать и как вторичный результат изменения химического состава среды, например, парниковый эффект.

Основным условием существования человеческого общества является непрерывный обмен энергией с окружающей средой. Поэтому энерговооруженность общества составляет условие прогресса человечества, а дальнейшее развитие материальной культуры непосредственно связано с решением энергетической проблемы. Уровень

материального благосостояния современного общества определяется количеством энергии, вырабатываемой на душу населения. Прогресс качества жизни, а также рост численности населения являются главным фактором роста энергопроизводства.

Необходимая обществу энергия высокого уровня, представляющая собой солнечную энергию, накопленную в планетарных источниках, поступает из планетарных источников в экономическую подсистему, используется в ней и возвращается назад в планетарную экосистему в виде энергии низкого уровня, вызывая тепловое загрязнение.

Физическая сущность теплового загрязнения заключается в переносе тепла различными способами (теплопроводность, конвекция, излучение).

Теплопроводность представляет собой перенос теплоты в результате движения молекул, атомов, ионов, свободных электронов и др. При конвекции носителем энергии является движущаяся среда. Различают вынужденную конвекцию, обусловленную действием внешней силы, и естественную, движущая сила которой различие между плотностями теплоносителя, обусловленное изменением температуры в объеме среды.

Конвективный теплообмен заключается в теплоотдаче, т.е. в переносе теплоты из объема подвижной среды к граничащей с ней стенке или к другой, не смешивающейся подвижной среде. Теплообмен излучением происходит в результате переноса энергии в форме электромагнитных волн длиной 780 нм-1мм. Тепловое излучение иначе называют инфракрасным по названию диапазона электромагнитной шкалы.

Источники инфракрасного излучения могут быть природного или антропогенного происхождения. К природным источникам относятся Солнце, действующие вулканы, термальные воды, процессы тепломассопереноса в атмосфере, лесные пожары и т.п. Ко второму типу источников принадлежат все виды современного промышленного производства вследствие несовершенства технологических процессов и сравнительно невысокого коэффициента полезного действия энергетических агрегатов, транспорт, городская инфраструктура, бытовые электрические и электронные приборы и т.д. Основным техногенным источником теплового загрязнения является теплоэнергетика, производящая необходимые виды энергии путем преобразования теплоты, выделяемой при сгорании ископаемых энергоносителей. Так при производстве $3,6 \cdot 10^6$ Дж электроэнергии на тепловой станции тепловые отходы в атмосферу и воду, используемую для охлаждения, составляют соответственно $1,67 \cdot 10^6$ и $5,65 \cdot 10^5$ Дж, а на современной атомной электростанции - $5,44 \cdot 10^5$ и $7,95 \cdot 10^6$ Дж. Таким образом, атомная электростанция средних размеров, производящая 3000 МВт электроэнергии, производит тепловой поток свыше $5,82 \cdot 10^9$ Вт. Следовательно для рассеивания тепла требуется водная поверхность

порядка 0,6 га на 1 МВт, или 1800 га на электростанцию мощностью 3000 МВт в местностях с умеренным климатом. Мощные тепловые электростанции отводят большие количества тепла с подогретыми сбросными водами в реки, озера, искусственные водохранилища, тем самым влияя на термический и биологический режимы водоемов.

Воздействие на биосферу. Тепловое загрязнение оказывает негативное воздействие на все компоненты биосферы: живое вещество, атмосферу, гидросферу, почву, нарушая их температурный режим и вызывая, в конечном итоге, необратимые изменения. Данное воздействие проявляется на локальном и глобальном уровнях.

На локальном уровне тепловое загрязнение атмосферы связано в основном с возникновением так называемых «островов теплоты», то есть грандиозных промышленно-городских конгломератов, занимающих площадь до сотни квадратных километров, характеризующихся мощной концентрацией энергии при ее производстве, но в большей степени при потреблении. Температура воздуха внутри таких островов устойчиво превышает на 1-4°C естественную температуру воздуха вокруг них, что приводит к возникновению сильной вертикальной конвекции и, как следствие, к увеличению облачности, которая сопровождается повышением интенсивности выпадающих осадков, в том числе и кислотных дождей, а в совокупности с продуктами сгорания и к образованию влажного смога.

Высоких значений тепловое загрязнение может достигать и на локальных участках гидросферы вследствие сброса охлаждающей воды с АЭС, ГРЭС и других промышленных предприятий. Так, температура воды, сбрасываемой АЭС в водоемы, составляет 40-45°C.

Повышение температуры в водоемах приводит к изменениям химических и биологических параметров среды, уменьшая содержание в воде кислорода, снижая доступ солнечного света к водным растениям. В результате происходит замена обычной флоры сине-зелеными водорослями, выделяющими при разложении токсические вещества. Площадь пятен нагретых вод в прибрежных районах может достигать 30 км². Такая вода не пригодна не только для питья и рыбного хозяйства, но и зачастую для промышленности, так как возможны нарушение технологических процессов и коррозия металлических конструкций. Токсические вещества, образующиеся в водоемах при нарушении их температурного режима опасны для человека, так как активно накапливаются в пищевых цепях.

Резкое повышение температуры в водоемах пагубно влияет на жизнь гидробионтов, поскольку они не успевают адаптироваться к новым условиям среды. Высокие значения температуры могут вызвать тепловой шок гидробионтов. Кроме того, повышение температуры воды усиливает скорость обмена веществ у холоднокровных организмов (рыб и водных

беспозвоночных), в результате чего растет их потребность в растворенном кислороде. Растворимость же кислорода в воде с ростом температуры среды падает. Нехватка кислорода вызывает жестокий физиологический стресс организмов и даже смерть. В летнее время повышение температуры воды всего на несколько градусов может вызвать 100%-ную гибель рыб и беспозвоночных.

Сброс теплых вод может создавать тепловой барьер для рыбы на ее путях к нерестилищам, вызывая несвоевременный нерест.

Если тепловое загрязнение усугубляется химическим загрязнением в виде органических и минеральных веществ – элементов питания гидробионтов, происходит процесс антропогенной эвтрофикации, то есть резкого повышения продуктивности водоема. Результатом является помутнение воды, гибель донных растений, снижение концентрации растворенного кислорода, недостаток его для глубоководных рыб и моллюсков. Богатая бентосная растительность водоема заменяется фитопланктоном, происходит процесс деградации водной экосистемы.

Тепловое загрязнение на планетарном уровне вызывает глобальное потепление, обусловленное парниковым эффектом и перешедшее на современном этапе развития общества в энергетический кризис потребления. Результатом нарушения термодинамического режима планеты являются климатические изменения в биосфере, повышение уровня Мирового океана вследствие таяния полярных льдов и сокращения площадей горного оледенения, локальные кризисные климатические ситуации, связанные с возникновением торнадо, смерчей, резкими перепадами погоды, наводнениями.

Основными направлениями преодоления энергетического кризиса являются:

- повышение коэффициента полезного использования энергии теплоносителей, перевод энергозатратной хозяйственной структуры страны в энергосберегающую;

- переход на использование энергии недобавляющих источников - всех источников энергии, непрерывно действующих в биосфере Земли.

Современный энергетический кризис порожден, прежде всего, нерациональным использованием энергетических ресурсов и энергии, а не их нехваткой. В России на душу населения на два порядка добывается больше нефти и газа, производится больше электроэнергии, чем в большинстве развитых стран. Однако показатели конечных экономических достижений прямо противоположны. При получении на ТЭС одной полезной (работающей) калории тепла 3-4 калории тепла сбрасываются в окружающую среду с охлаждающей водой или воздухом. По мнению специалистов, при современной нерациональной экономической структуре в стране никогда не хватит энергии, сколько бы ее не производилось.

Во-первых, для перестройки энергозатратной структуры хозяйства страны в энергосберегающую необходимо заменить устаревшие технологии на экономичные. Например, широкое использование в металлургии СНГ энергосберегающего оборудования позволит сэкономить, примерно, 12% вырабатываемой энергии, что соответствует ее производству на всех АЭС.

Во-вторых, необходимо отметить колоссальные энергозатраты в системе ЖКХ, превосходящие на порядки всякие разумные пределы. Подземные коммуникации со слабой теплоизоляцией, дома, квартиры щедро поставляют тепло в окружающую среду. Треть всех коммуникаций находится в аварийном состоянии. Между тем опыт других стран показывает, что экономия энергии, используемой для отопления и освещения зданий, может составить до 15% расходуемой энергии. По мнению специалистов, при современном уровне добычи ископаемых энергоносителей и рациональном использовании производимой энергии можно было бы увеличить эффективное энергопотребление почти на треть.

В-третьих, существуют колоссальные возможности по увеличению добычи энергоресурсов за счет совершенствования технологий их извлечения. Сейчас в недрах остается около 70% нефти из-за технологического отставания нефтедобывающей промышленности. Столь же значительные резервы заключаются в увеличении глубины переработки сырья. О возможности энергосберегающего развития свидетельствует опыт многих стран, где экономический рост за последние годы обеспечивался исключительно за счет экономии энергоресурсов без строительства новых станций и разработки новых месторождений. Например, в Японии в 70-х годах прошлого века разразился экономический кризис. Правительство страны провозгласило политику экономии энергоресурсов и взяло под жесткий контроль бизнес, обязав его развивать конкурентоспособные энергосберегающие технологии от мелких бытовых приборов до крупных агрегатов, автомобилей, авиалайнеров, судов и т. д. В результате через 10 лет произошло удвоение валового внутреннего продукта, а энергопотребление возросло всего на 8%.

Другим способом преодоления энергетического кризиса является переход энергопроизводящей отрасли на масштабное использование недобавляющих источников энергии.

Следует отметить, что первичные источники энергии планеты подразделяются на возобновляемые и невозобновляемые. К первой группе относятся все виды энергии, непрерывно действующие в биосфере Земли: солнечная радиация, энергия ветра и воды, гидроэнергетика, энергетические ресурсы биомассы, геотермальная энергия.

Невозобновляемые источники – ядерное и термоядерное топливо, ископаемые угли, нефть и газ. Невозобновляемая энергетика в отличие от

возобновляемой характеризуется истощением запасов своих энергетических ресурсов

Важное различие этих источников заключается в их влиянии на биосферу. Энергетика, основанная на невозобновляемых источниках, приводит к дополнительному нагреву среды обитания, их энергия добавляется к теплу, обусловленному солнечной радиацией, поэтому эти виды источников называют добавляющими. Использование возобновляемых источников энергии не приводит к дополнительному нагреванию планеты, поэтому такая энергия называется недобавляющей.

Недобавляющая энергия является безотходной, а добавляющую следует рассматривать в качестве источника теплового загрязнения биосферы. Согласно расчетам отечественных и американских геофизиков, безопасный предел использования добавляющей энергии составляет около 0,1% от солнечной энергии, приходящей на Землю (примерно, 100 млрд. кВт). То есть это предел роста добавляющей энергетики. Сейчас земная цивилизация производит для своих нужд добавляющую энергию в десять раз меньше допустимого предела. Последние десятилетия ежегодный прирост производства добавляющей энергии составляет около 3% в год. При сохранении такого темпа допустимый предел будет достигнут, по мнению ученых, через 75 лет. Уже в середине 21 века рост производства невозобновляемых видов энергии должен быть полностью прекращен, или последствия грозят глобальным кризисом цивилизации, имеющим геополитическое значение. Масштабное использование возобновляемых источников энергии – энергии солнца, ветра, мирового океана, геотермальных источников позволит без ущерба для окружающей среды дать энергию, в несколько раз превосходящую вырабатываемую в мире сегодня за счет добавляющих источников.

Влияние на организм человека. Реальные техногенные вариации температурных полей непосредственного влияния на человеческий организм не оказывают, однако вызываемые ими негативные геологические процессы могут ухудшать условия жизни и труда, а в отдельных случаях - даже делать их опасными.

Нормирование. Основным глобальным нормативом теплового загрязнения является указанная выше величина теплового барьера.

Локальные нормы теплового загрязнения установлены для водных объектов и определяются допустимым повышением их температуры. В водоемах питьевого и культурного пользования повышение температуры не должно превышать 3 °С в летнее время. В рыбо-хозяйственных водоемах не должно быть более 3 °С в летний период и более 5 °С в зимний период.

Радиационное загрязнение

Радиационное (ионизирующее) загрязнение обусловлено превышением естественного уровня содержания радиоактивных веществ в окружающей среде. Радиоактивность представляет собой самопроизвольное превращение неустойчивого нуклида в другой нуклид, сопровождающееся испусканием ионизирующего излучения.

Ионизирующее излучение – это любое излучение, взаимодействие которого со средой приводит к образованию электрических зарядов разных знаков (ионов, нуклидов)

Механизм ионизации. Атомы химических элементов, имеющие ядра с одинаковым числом протонов, но различающиеся по числу нейтронов, относят к разновидностям одного и того же химического элемента и называют изотопами. Ядра всех изотопов образуют группу нуклидов. Большинство нуклидов нестабильны и постоянно превращаются в другие нуклиды. При каждом таком акте распада образуются электрические заряды различных знаков и высвобождается энергия, которая передается дальше в виде излучения. Самопроизвольный распад нуклидов является радиоактивным, а они называются радионуклидами.

Ионизирующее излучение по своей природе может быть корпускулярным и квантовым (электромагнитным). К первой группе относятся альфа- и бета-излучение и нейтронное излучение. Ко второй - рентгеновское и гамма-излучение.

Альфа-излучение представляет собой поток ядер гелия с массой 4 и зарядом +2, обладающих большой скоростью. Они образуются при радиоактивном распаде элементов с большим массовым числом. В настоящее время известно более 120 искусственных и естественных альфа-радиоактивных ядер, которые, испуская альфа-частицу, теряют 2 протона и 2 нейтрона.

Альфа-частицы имеют энергию не более нескольких МэВ и скорость движения около 20000 км/с.

Длина пробега альфа-частиц в воздухе обычно не более 10 см. В воде или в мягких тканях человеческого тела длина пробега альфа-частиц составляет несколько десятков микрометров. За счет своей большой массы при взаимодействии с веществом альфа-частицы быстро теряют свою энергию. Это объясняет их низкую проникающую способность и высокую удельную ионизацию: при движении в воздушной сфере альфа-частица на 1 см своего пути образует несколько десятков тысяч пар заряженных частиц – ионов.

Бета-излучение представляет собой поток электронов или позитронов, возникающих при радиоактивном распаде. В настоящее время известно около 900 бета-радиоактивных изотопов.

Скорость бета-частиц может лежать в пределах 0,3-0,99 скорости света в зависимости от природы их источника. Энергия бета-частиц не превышает нескольких МэВ, длина пробега в воздухе не превышает 2,0 см. Из-за меньшей массы и заряда проникающая способность бета-частиц выше, чем альфа-частиц.

Нейтронное излучение есть поток ядерных частиц, не имеющих электрического заряда. Масса нейтрона приблизительно в 4 раза меньше массы альфа-частиц. В зависимости от величины энергии частицы различают медленные нейтроны (с энергией менее 1 КэВ), нейтроны промежуточных энергий (от 1 до 500 КэВ) и быстрые нейтроны (от 500 КэВ до 20 МэВ). Из медленных нейтронов выделяют тепловые с энергией менее 0,2 эВ, которые находятся по существу в состоянии термодинамического равновесия с тепловым движением атомов среды. Скорость их движения при комнатной температуре около 2200 м/с. Проникающая способность нейтронов зависит от их энергии, но она существенно превышает данный показатель альфа- и бета-частиц. Так, длина пробега нейтронов промежуточных энергий составляет около 15 м в воздушной среде и 3 см в биологической ткани. У быстрых нейтронов длина пробега 120 м и 10 см, соответственно. Таким образом, нейтронное излучение обладает высокой проникающей способностью и представляет для человека наибольшую опасность из всех видов корпускулярного излучения.

Гамма-излучение испускается при ядерных превращениях или взаимодействии частиц и представляет собой электромагнитное излучение с высокой энергией и с малой длиной волны. Высокая энергия (0,01-3 МэВ) и малая длина волны обуславливают его большую проникающую способность. Это излучение обладает меньшей ионизирующей способностью, чем альфа- и бета-излучение.

Рентгеновское излучение представляют собой один из видов электромагнитного излучения. Его получают искусственным путем в специальных рентгеновских трубах, в ускорителях электронов, в среде, окружающей источник бета - излучения. Энергия рентгеновского излучения обычно не превышает 1 МэВ. Рентгеновское излучение, как и гамма-излучение, обладает малой ионизирующей способностью и большой глубиной проникновения.

Воздействие ионизирующего излучения на вещество характеризуется *дозой излучения*. Дозой излучения называют часть энергии, переданную излучением веществу. Количественной характеристикой взаимодействия ионизирующего излучения с веществом является поглощенная доза. *Поглощенная доза* представляет собой количество энергии ионизирующего излучения, поглощенное единицей массы вещества

Данная характеристика определяет степень воздействия любых видов ионизирующих излучений на различные вещества, в том числе и на живые организмы.

В качестве единицы поглощенной дозы излучения в системе СИ предусмотрена специальная единица «грей» (Гр).

1Гр – это такая единица поглощенной дозы, при которой 1кг облучаемого вещества поглощает энергию в 1 джоуль (Дж). Ранее использовалась внесистемная единица «рад», соответствующая энергии 0,01 Дж поглощенной одним кг вещества. Следовательно, 1Гр=1Дж/кг = 100 рад.

Равные дозы различных видов излучения могут вызвать различные биологические эффекты. Так, альфа-излучение считается опаснее в 20 раз других видов излучения. Поглощенная доза нейтронного излучения приводит к более тяжелым последствиям, чем такая же доза гамма-излучения. Поэтому, сопоставляя радиационные эффекты, оперируют такой единицей измерения как *эквивалентная доза* $H_{T,R}$, которая представляет собой величину поглощенной дозы в органе или ткани, умноженной на соответствующий взвешивающий коэффициент, отражающий эффективность конкретного вида радиации, W_R

$$H_{T,R} = W_R \cdot D_{T,R}$$

где $D_{T,R}$ – средняя поглощенная доза в органе или ткани T, W_R – взвешивающий коэффициент для излучения R.

Если поле излучения представляет собой совокупность нескольких излучений с различными величинами W_R , то эквивалентная доза определяется в виде:

$$H_m = \sum_R W_R \cdot D_{TR}$$

Единицей измерения эквивалентной дозы является $\text{Дж} \cdot \text{кг}^{-1}$, имеющий специальное название *зиверт* (Зв).

В качестве меры возникновения отдаленных последствий облучения всего тела человека и отдельных его органов с учетом их радиочувствительности используют величину, называемую *эффективной дозой* E . Она представляет сумму произведений эквивалентной дозы в органе на соответствующий коэффициент для данного органа или ткани:

$$E = \sum_T W_T \cdot H_T,$$

где H_T – эквивалентная доза в ткани T за время τ , а W_T – взвешивающий коэффициент для ткани T . Единица измерения эффективной дозы – зиверт (Зв).

Полное воздействие излучения на группу людей называют эффективной коллективной дозой S :

$$S = \sum E_i \cdot N_i ,$$

где E_i – средняя эффективная доза i -ой подгруппы группы людей, N_i – число людей в подгруппе.

Единица измерения эффективной коллективной дозы человеко-зиверт (чел-Зв).

Для оценки повреждающего действия различных видов ионизирующего излучения на биологические объекты принята специальная единица – бэр (биологический эквивалент рентгена): 1 бэр = 0,01 Зв.

Источниками радиации являются:

- источники, создающие естественный радиационный фон;
- источники, создающие техногенный фон.

В повседневных условиях человек получает наибольшую дозу от естественных источников радиации. Разные виды излучений попадают на землю из космоса постоянно и поступают от радиоактивных веществ, находящихся в земной коре.

Облучению от естественных источников радиации подвергается любой житель земли. Однако одни группы людей получают большие дозы, другие меньшие. Это зависит от географического расположения местности, что связано с залежами в недрах земли радиоактивных пород.

В Бразилии, неподалеку от города Посусди - Келдас, имеется небольшая возвышенность, уровни радиации на которой в 800 раз выше обычного. Отмечаются места с высоким уровнем радиации в Индии, Иране, на острове Мадагаскар. Известны такие: места во Франции и Нигерии.

Доза облучения зависит также от образа жизни. Применение некоторых естественных строительных материалов (гранит, глиноземы и др.), использование газа для приготовления пищи, угля для отопления, герметизация помещений и другие факторы увеличивают уровень облучения.

По характеру источников естественную радиацию следует разделить на два вида: земную и космическую. На долю земных источников радиации приходится 5/6 годовой дозы, которая получается населением в основном за счет внутреннего облучения (2/3 этой дозы). Прежде чем попасть в организм радионуклиды иногда проходят

сложный цикл. К примеру — через почву на пастбищах они попадают к животным и в качестве продуктов питания (мясо, молоко) — в организм человека.

Наиболее весомым из всех источников естественной радиации является радон (невидимый, не имеющий вкуса и запаха газ), который со своими продуктами радиоактивного распада составляет 75% годовой дозы, получаемой населением от земной радиации. Основную часть дозы облучения от радона человек получает, находясь в закрытом, непрветриваемом помещении, куда он поступает из грунта, отдельных строительных материалов и в котором способен накапливаться.

Радиационный фон на земле создается также космическими лучами, некоторая часть из которых рождается на солнце во время вспышек.

Космические лучи способны непосредственно достигать поверхности земли или взаимодействовать с ее атмосферой, порождая вторичные излучения и приводя к образованию различных радионуклидов.

Одни участки земли подвержены больше воздействию космических лучей, другие меньше. Выше это воздействие на полюсах земли, уровень облучения повышается также с высотой местности над уровнем моря. Увеличивается воздействие радиации на человека за счет космических лучей во время перелета в самолете.

Средняя на Земле доза облучения равна 2400 мкЗв/год. Средние мощности фонового γ – излучения на планете составляют 1290 Кл/(кг · час). Но на отдельных территориях она может достигать до 59300 Кл/(кг · час). Значимым для здоровья людей уровень эквивалентной дозы составляет 0,25 Зв.

Для человека, проживающего в промышленно развитых регионах, годовая суммарная эквивалентная доза облучения из-за высокой частоты рентгенодиагностических обследований достигает 3000-3500 мкЗв/год, предельно допустимая доза для профессионалов составляет 0,05 Зв/год.

В реальных условиях на человека могут воздействовать несколько радиоактивных веществ и источников ионизирующих излучений, создавая при этом внешнее и внутреннее облучение для человека. Так, дозы облучения жителей, проживающих вокруг предприятий по переработке ядерного топлива на расстоянии до 200 км, достигают 65% от естественного облучения.

К техногенным источникам относятся производство, перевозка и переработка ядерного топлива; контрольно-измерительные и медицинские приборы, в которых используются радионуклиды и применяется ионизирующее излучение; радиоактивные осадки, выпадающие после испытания атомного оружия; радионуклиды, выбрасываемые в атмосферу атомными электростанциями и другими ядерными установками, а также радиационное облучение при авариях на ядерных объектах. На

железнодорожном транспорте источниками ионизирующего излучения является перевозка радиоактивных грузов и строительных материалов с повышенным уровнем радиации, например, гранита.

Человек подвергается облучению двумя способами: внешним облучением и внутренним. Внешнее облучение вызывают источники рентгеновского, γ - излучения и потоки протонов и нейтронов, находящиеся вне организма. Внутреннее облучение вызывают α - и β - частицы, которые попадают с радиоактивными веществами в организм человека через органы дыхания, пищеварительный тракт и кожные покровы. С воздухом, пищей внутрь организма человека попадают такие радиоактивные элементы, как калий, радон, углерод.

Основной вклад в дозу, получаемую человеком от техногенных источников, вносят медицинские обследования и методы лечения, связанные с применением радиоактивности.

Наиболее распространенным видом излучения, применяющимся в диагностических целях, являются рентгеновские лучи. Согласно данным по развитым странам, на каждую тысячу жителей приходится от 300 до 900 рентгенологических обследований в год, не считая массовой флюорографии и снимков зубов.

При этом человек получает следующие дозы:

- - при рентгеноскопии грудной клетки 0,1 Бэр;
- - флюорографии грудной клетки.. 0,1 Бэр;
- - бронхографии..... 25 годовых доз;
- - рентгеноскопии желудка 11 годовых доз;
- - урографии..... 21 годовую дозу.

Величина получаемой дозы при медицинских обследованиях и лечении во многом определяется техническим состоянием аппаратуры и оборудования, умелой ее эксплуатацией, строгим соблюдением техники безопасности и использованием средств защиты.

В целях уменьшения дозы облучения при использовании источников радиоактивного излучения продолжает совершенствоваться рентгеноаппаратура, внедряются более совершенные и менее опасные методы (компьютерная томография и др.).

Фактором, создающим значительный техногенный радиационный фон, являются ядерные взрывы. За последние 40 лет практически каждый человек подвергся облучению от радиоактивных осадков, возникающих в результате их проведения.

При испытании ядерного оружия часть радиоактивного материала выпадает неподалеку от места испытания, некоторая часть задерживается в тропосфере (нижний слой атмосферы) и перемещается ветром на большие расстояния на одной и той же широте. В течение

месяца эти радиоактивные вещества постепенно выпадают на землю. Большая же часть радиоактивного материала выбрасывается в стратосферу, где остается на многие месяцы, медленно опускаясь и рассеиваясь по всей поверхности земного шара.

С принятием решения о запрещении испытаний ядерного оружия в атмосфере и проведения наземных взрывов за последние годы значительно уменьшилась коллективная годовая доза, получаемая населением земного шара. Если в 1963 году она составляла 7% дозы облучения от естественных источников, то в 80-х годах всего лишь 1 %.

Источником облучения, вызывающими в настоящее время большой интерес общественности, являются атомные электростанции (АЭС), хотя при нормальной работе они вносят весьма незначительный вклад в суммарное облучение населения.

Первая АЭС была построена в 1954 году в нашей стране. В настоящее время в 26 странах мира на АЭС работают более 400 реакторов, которые обеспечивают 17% мирового электроснабжения.

АЭС являются лишь частью ядерного топливного цикла, который начинается с добычи и обогащения руды. Следующий этап — производство ядерного топлива. Отработанное в АЭС топливо иногда подвергается вторичной обработке, чтобы получить из него уран и плутоний. Оканчивается цикл, как правило, захоронением радиоактивных отходов. На каждой стадии ядерного топливного цикла в окружающую среду попадают радиоактивные вещества. Годовая коллективная доза облучения при этом ничтожно мала и составляет менее 1% естественного радиационного фона.

Самые большие дозы облучения, источниками которых являются объекты атомной промышленности, получают люди, работающие на них. Профессиональные дозы почти повсеместно являются самими большими из всех видов доз. Дозы, получаемые персоналом, обслуживающим реакторы, сильно варьируют, также как и виды излучений. Наибольшие дозы персонал получает при проведении ремонтных работ. Относительно высокие дозы облучения получают рабочие на обогатительных фабриках. Повышенные дозы облучения получает персонал научно-исследовательских учреждений, занимающийся вопросами ядерной физики и энергетики, персонал медицинских учреждений, работающий на рентгеновских установках и в радиоизотопных лабораториях, а также ряд представителей других профессий.

Источниками рентгеновского излучения могут являться цветные телевизоры, часы со светящимся циферблатом, а также ряд приборов, используемых на производстве и в быту.

Влияние радиации на организм человека. Общеизвестно, что живое вещество погибает под воздействием ионизирующего излучения. Однако,

дозы излучения, приводящие к гибели, разнятся в очень широких пределах. Каждому биологическому виду свойственна своя чувствительность к ионизирующему излучению — *радиочувствительность*. Крайне низкой чувствительностью обладают бактерии, которые живут и размножаются в канале ядерного реактора.

Ниже представлены данные о радиочувствительности различных биологических видов к дозам гамма-излучения, вызывающих 50% смертность (табл. 16).

Таблица 16

Радиочувствительность различных биологических видов

| Вид | Доза гамма-излучения, рад |
|---------------------|---------------------------|
| Овца | 150—200 |
| Собака | 150-200 |
| Человек | 250—300 |
| Обезьяна | 250—600 |
| Мыши (разных видов) | 600—1500 |
| Птицы | 800—2000 |
| Рыбы | 800 - 2000 |
| Кролик | 900—1000 |
| Змеи | 9000—20 000 |
| Насекомые | 1000 - 10 000 |
| Растения | 1000— 150 000 |

Индивидуальная радиочувствительность организмов зависит от пола и возраста и сильно варьирует в пределах одного вида организмов. Крайне чувствительны к действию радиации дети.

Кроме того, даже в одном организме различные клетки, ткани и органы различаются по радиочувствительности и наряду с особо чувствительными, к которым относятся кроветворная система, эпителий слизистой тонкого кишечника, сперматогенный эпителий, имеются устойчивые ткани (мышечная, костная, нервная), которые принято называть *радиорезистентными*.

По степени радиопоражаемости системы и ткани организма можно расположить в следующей последовательности: лимфоидная ткань, костный мозг, эпителий половых желез, эпителий кишечника, эпителий кожи, хрусталик и т. д. На последнем месте находится нервная ткань. Однако, для нервной системы характерна высокая радиочувствительность в физиологическом плане, что объясняется не только прямым воздействием радиации, но и нарушением регуляторных функций центральной и вегетативной нервной системы.

Организм взрослого человека постоянно находится в состоянии сбалансированного клеточного самообновления. Основное значение в развитии радиационных поражений имеет нарушение физиологической регенерации клеток и тканей, а также изменение функций регуляторных

систем. Механизм радиационного нарушения процессов клеточной регенерации заключается в следующем. В органах и тканях, которые в физиологических условиях быстро обновляют свой клеточный состав, нарушается обычный цикл развития клеток, снижается репродуктивная способность (способность к размножению клеток) органа, и постепенно начинает ощущаться недостаток различных видов клеток. Происходит гибель клеток радиочувствительных тканей, продукты их распада поступают в кровь, и, как следствие, развиваются изменения в органах и системах, приводящие к нарушению физиологических функций, что в целом отражается на состоянии организма.

Особенно страдает кроветворная система. Уже при небольшом облучении происходит торможение кроветворения и изменение периферического состава крови. В целом изменения в крови значительно снижают защитные функции организма. После облучения нарушаются функциональные взаимоотношения между различными отделами центральной нервной системы (ЦНС), а также между ЦНС и внутренними органами.

Сердечно - сосудистая система не относится к числу систем высокочувствительных к радиации. При облучении небольшими дозами может отмечаться понижение артериального кровяного давления, тахикардия, аритмия. При больших дозах облучения наступают изменения в сердечной мышце.

Определенные изменения наступают и в легочной ткани (нарушение проницаемости стенок сосудов), которые способствуют частому развитию пневмоний у пораженных людей.

Под влиянием облучения возникают деструктивные изменения в отдельных отделах желудочно-кишечного тракта (двенадцатиперстная и подвздошная кишка), разрушается часть эпителиальных клеток, снижаются секреторные функции, что приводит к нарушению деятельности пищеварительной системы.

Следствием воздействия ионизирующего излучения являются угнетение половых функций, развитие катаракт.

В результате воздействия на человека ионизирующего излучения развивается общее заболевание, называемое *лучевой болезнью*, характер и степень тяжести которой зависят от поглощенной дозы и времени облучения.

В основе патогенеза общего лучевого поражения организма лежит:

- непосредственное действие ионизирующего излучения на все, без исключения, ткани и органы, при этом наибольшие изменения претерпевают радиочувствительные системы;

- образование и циркуляция в крови токсических веществ (продуктов нарушения обмена, гибели клеток);

- расстройство координирующего влияния на внутренние органы ЦНС и желез внутренней секреции.

Характер и клинические проявления радиационных поражений человека определяются рядом факторов, основными из которых являются пространственное распределение в организме поглощенной энергии, время и доза облучения, а также вид ионизирующего излучения.

В зависимости от характера проявления первого фактора возможны острая лучевая болезнь или местные радиационные поражения. В зависимости от времени, в течение которого была получена поглощенная доза (секунды, минуты, дни, месяцы) различают острую, подострую и хроническую лучевые болезни. Величина поглощенной дозы (в пределах от 100 и до нескольких тысяч рад) определяет формы проявления острой лучевой болезни, различающиеся по тяжести их протекания

Нормирование радиационного загрязнения. Основным критерием допустимого радиационного воздействия на человека и объекты окружающей среды является определенная величина дозовой нагрузки. Для человека это годовая эффективная или эквивалентная доза, называемая пределом дозы, при которой не возникают детерминированные эффекты, а вероятность стохастических эффектов сохраняется на приемлемом уровне. К детерминированным эффектам относят клинически выявляемые вредные биологические эффекты (лучевая болезнь, лучевой ожог, лучевая катаракта, аномалии развития плода и др.), вызванные радиоактивным излучением, в отношении которых предполагается существование порога, ниже которого эффект отсутствует, а выше – его тяжесть зависит от дозы. Под стохастическими эффектами понимаются вредные биологические эффекты, не имеющие дозового предела возникновения (злокачественные опухоли, лейкозы, наследственные болезни). Вероятность их возникновения пропорциональна дозе, а тяжесть проявления не зависит от дозы. Научно обоснованные дозовые пределы устанавливаются в законодательном порядке.

Действующими нормами радиационной безопасности предусматривается реализация таких принципов радиационной безопасности, как непревышение установленного основного дозового предела, исключение необоснованного облучения и снижение дозы излучения до возможно низкого предела. Поэтому в отношении газоаэрозольных радиоактивных выбросов и сбросов радиоактивных веществ с жидкими отходами обычно для опасного объекта устанавливаются контрольные значения выброса и сброса, меньшие, чем ПДВ и НДС.

В соответствии с «Нормами радиационной безопасности (СанПин 2.6.1.2523-09)» все население подразделяют на две категории: 1 – персонал, непосредственно работающий с источниками излучения, 2 – население вне сферы производственной деятельности.

Персонал, в свою очередь, делят на две группы: А – работающие с источниками излучения; Б – по условиям работы находящиеся в сфере их воздействия. Для каждой категории облучаемы лиц администрацией

учреждения по согласованию с органами Госкомсанэпиднадзора и Госкоматомнадзора устанавливаются основные дозовые пределы, допустимые и контрольные уровни. Основные дозовые пределы в мирное время приведены в табл. 17.

Указанные основные пределы доз облучения не включают в себя дозы от природного и медицинского облучения, а также дозы вследствие радиационных аварий. Годовое поступление радионуклидов через органы дыхания не должно превышать установленные пределы доз для персонала – 20 мЗв за год и для населения - 1 мЗв в год.

Для студентов в возрасте до 21 года, проходящих обучение работе с источниками ионизирующего излучения, годовые накопленные дозы не должны превышать значений, установленных для лиц из населения. При проведении профилактических медицинских рентгенологических, а также научных исследований практически здоровых лиц, не имеющих медицинских противопоказаний, годовая эффективная дона облучения не должна превышать 1 мЗв.

Таблица 17

Основные дозовые пределы

| Нормируемые величины | Дозовые пределы, мЗв | |
|--|--|--|
| | Персонал ¹ (группа А) | Население |
| Эффективная доза | 20 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 50 мЗв в год | 1 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 5 мЗв в год |
| Эквивалентная доза за год для хрусталика глаза | 150 | 15 |
| кожи ² | 500 | 50 |
| кисти и стопы | 500 | 50 |

¹ Основные пределы доз персонала группы Б равны 1/4 приведенных значений

² Средние значения в покровном слое 5 мг/см², на ладонях 40 мг/см²

Превышение допустимых и контрольных уровней является порогом ухудшения радиационной обстановки и сигналом к принятию соответствующих мер безопасности.

При сочетании внешнего, внутреннего облучений и поступления нескольких радионуклидов в организм должно выполняться условие безопасности

$$\sum(H_{эi} / ПДД_i) + \sum(П_j / ПДП_j) \leq 1,$$

где $H_{эi}$ – эквивалентная доза i -го излучения на данный орган; $ПДД_i$ – предельно допустимая доза; $П_j$ – поступление j -го радионуклида; $ПДП_j$ – предельно допустимое годовое поступление радиоактивных веществ через органы дыхания и пищеварения.

Защита от ионизирующих излучений.

Обеспечение радиационной безопасности на предприятиях требует комплекса многообразных защитных мероприятий, зависящих от конкретных условий работы с источниками ионизирующих излучений, а также от типа источника, которые могут быть открытыми и закрытыми.

Закрытыми источниками ионизации являются те, устройство которых исключает попадание радиации в воздух рабочей зоны. Открытые источники способны загрязнять воздух рабочей зоны.

Основными направлениями защиты от радиации, излучаемой закрытыми источниками, являются следующие: защита временем, защита количеством, защита расстоянием, защита экранами.

Защита временем основана на сокращении времени работы с источником, что позволяет уменьшить дозы облучения персонала. Этот принцип особенно часто применяется при непосредственной работе персонала с источниками малых активностей.

Защита количеством подразумевает проведение работы с минимальными количествами радиоактивных веществ.

Защита расстоянием основана на способности излучения терять свою энергию во взаимодействиях с веществом: чем больше расстояние от источника, тем больше процессов взаимодействия излучения с атомами и молекулами, что в конечном итоге приводит к снижению дозы облучения персонала.

Защита экранами является наиболее эффективным способом защиты от излучений. В зависимости от вида излучения для изготовления экранов применяют различные материалы, толщина которых определяется мощностью излучения. Лучшими экранами для защиты от рентгеновского и гамма-излучений являются материалы с большим коэффициентом поглощения радиации, например, свинец. Более экономичны экраны из просвинцованного стекла, железа, бетона, железобетона и воды. Различают защитные экраны – контейнеры; защитные экраны для стационарного оборудования; передвижные защитные экраны; защитные экраны, являющиеся частью строительных конструкций – стены, перекрытия полов и потолков, специальные двери и т.д.; экраны индивидуальных средств защиты – щиток из оргстекла, смотровые стекла пневмокостюмов, просвинцованные перчатки и др.

Защита от открытых источников ионизации включает как защиту от внешнего облучения, так и защиту персонала от внутреннего облучения, обусловленного возможным проникновением в организм через органы дыхания, пищеварения или кожу.

Для защиты персонала применяют следующие способы: все способы защиты от закрытых источников; герметизация производственного оборудования; мероприятия по планировке помещений, обеспечивающие максимальную изоляцию работ с радиоактивными веществами от других

помещений и участков; применение санитарно-гигиенических устройств и оборудования, использование специальных защитных материалов.

Для персонала выделяются средства индивидуальной защиты: спецодежда, спецобувь, средства защиты органов дыхания, изолирующие костюмы и др.

Защита населения от ионизирующих излучений. К основным мероприятиям этого направления относятся ограничение поступления в окружающую среду отходов, содержащих радионуклиды, а также зонирование территории вне источников излучения.

Защита населения и окружающей среды от действия источников ионизирующих излучений достигается регламентацией сбора, удаления и обезвреживания твердых и жидких радиоактивных отходов и применением пылегазоочистки вентиляционных и технологических выбросов в атмосферу от содержащихся в них радионуклидов.

В соответствии с законодательством все работы в области обращения с источниками ионизации осуществляются только на основании специальных разрешений, выданных уполномоченными на то государственными органами.

Радиоактивные материалы подлежат обязательному государственному учету и контролю в целях предотвращения потерь, несанкционированного использования и хищений, а также предоставления соответствующим государственным органам информации о наличии и перемещении радиоактивных веществ и отходов. При этом предусмотрено, что все ядерные материалы находятся в исключительной собственности государства.

Законодательно предусмотрены специальные требования к размещению ядерных объектов. Запрещается строительство АЭС на территориях с большой концентрацией населения, курортных, рекреационных, лечебно-оздоровительных зон и округов санитарной охраны, в сейсмически опасных зонах, вблизи крупных водоемов республиканского значения, традиционных мест массового отдыха и лечения населения.

Для защиты населения в районе размещения ядерной установки, радиационного источника или пункта хранения устанавливаются *санитарно-защитная зона и зона наблюдения.*

СЗЗ распространяется вокруг источника радиации на расстояние, за пределами которого уровень облучения не превышает предела дозы в соответствии с нормами радиационной безопасности. Пределы СЗЗ определяются количеством годового поступления радиоактивных веществ через органы дыхания и пищеварения и предела дозы внешнего излучения для категории Б, а также допустимой объемной концентрацией радиоактивных веществ в атмосфере и водоемах. В СЗЗ производят постоянный контроль за радиационной обстановкой, при этом население

должно постоянно информироваться о величине радиационного фона, особенно на территории АЭС и в местах проживания, о величине ПДК радиоактивных веществ, а также о наиболее средствах защиты от возможного облучения.

На территории зоны наблюдения возможно влияние радиоактивных выбросов, достигающих предельную дозу. На этой территории также проводят контроль радиации.

Кроме перечисленных методов, возможна фармакохимическая защита и персонала и населения. Она основана на способности некоторых химических соединений (радиопротекторов) снижать вредные последствия облучения. К ним относятся препараты элеутерококка колючего, лимонника китайского и ряда других растений. Удалять радионуклиды способны и некоторые пищевые продукты - морковь, редька, гранаты, изюм, капуста, черноплодная рябина, клюква, орехи, хрен, чеснок, лук, свекла, картофель, урюк, курага, творог. Содержащийся в них кальций, уменьшает накопление радиоактивного стронция. Также полезны рыба и морские продукты, растительное масло, овсяная и гречневая крупы.

К продуктам, опасным для здоровья в условиях повышенной радиации относятся кофе, холодец, костный жир, говядина, вареные яйца.

Проблема радиоактивных отходов является частным случаем общей проблемы загрязнения окружающей среды отходами человеческой деятельности. Но в то же время резко выраженная специфика РАО требует применения специфичных методов обеспечения безопасности для человека и биосферы.

Классификация радиоактивных отходов

Радиоактивные отходы (РАО) – побочные продукты технической деятельности, содержащие биологически опасные радионуклиды. РАО образуются:

- на всех этапах атомной энергетики (от производства топлива до работы ядерных энергетических установок (ЯЭУ), в том числе атомных электростанций (АЭС);
- при производстве, использовании и уничтожении ядерного оружия при производстве и применении радиоактивных изотопов.

РАО классифицируют по различным признакам: по агрегатному состоянию, по составу (виду) излучения, по времени жизни (периоду полураспада $T_{1/2}$), по активности (интенсивности излучения).

Среди РАО наиболее распространенными по агрегатному состоянию считаются жидкие и твердые, в основном возникающие при работе атомных электростанций, других ЯЭУ и на радиохимических заводах по получению и переработке ядерного топлива. Газообразные РАО образуются в основном при работе АЭС, радиохимических заводов по регенерации топлива, а также при пожарах и других аварийных ситуациях на ядерных объектах. Радионуклиды, содержащиеся в РАО, претерпевают

спонтанный (самопроизвольный) распад, при котором происходит один (или последовательно несколько) из видов излучений: α -излучение (поток α -частиц – дважды ионизированных атомов гелия), β -излучение (поток электронов), γ -излучение (жесткое коротковолновое электромагнитное излучение), нейтронное излучение.

Для процессов радиоактивного распада характерен экспоненциальный закон уменьшения во времени числа радиоактивных ядер, при этом продолжительность жизни радиоактивных ядер характеризуется *периодом полураспада* $T_{1/2}$ – промежутком времени, за который число радионуклидов уменьшится в среднем наполовину. Периоды полураспада некоторых радиоизотопов, образующихся при распаде основного ядерного топлива – урана-235 – и представляющих наибольшую опасность для биологических объектов, приведены в табл. 18.

Таблица 18

Периоды полураспада некоторых радиоизотопов

| Радиоизотоп | $T_{1/2}$ |
|------------------------------------|-----------|
| Лантан-140 (^{140}La) | 40,2 ч |
| Йод-131 (^{131}I) | 8,1 сут |
| Ксенон-133 (^{133}Xe) | 15,3 сут |
| Стронций-89 (^{89}Sr) | 54 сут |
| Криптон-85 (^{85}Kr) | 10,27 лет |
| Стронций-90 (^{90}Sr) | 28 лет |
| Цезий-137 (^{137}Cs) | 30 лет |
| Плутоний-239 (^{239}Pu) | 24000 лет |

США, активно проводившие в свое время испытания атомного оружия в Тихом океане, использовали один из островов для захоронения РАО. Складируемые на острове контейнеры с плутонием были закрыты мощными железобетонными панцирями с надписями-предостережениями, видимыми за несколько миль: держаться подальше от этих мест в течение 25 тыс. лет! (Напомним, что возраст человеческой цивилизации – 15 тыс. лет.) Некоторые контейнеры под влиянием непрекращающихся радиоактивных распадов разрушились, уровень радиации в прибрежных водах и донных породах превышает допустимые нормы и опасен для всего живого. Радиоактивные излучения вызывают ионизацию атомов и молекул вещества, в том числе вещества живых организмов.

АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Жизнедеятельность человека протекает исключительно в условиях, обеспечивающих удовлетворение его жизненно важных потребностей, в том числе в комфортной среде обитания, что, в свою очередь, формирует

основные направления воздействия человека на окружающую среду. Основными из них являются: изъятие природных ресурсов; привнесение продуктов жизнедеятельности; изъятие природных площадей для строительства жилых построек, размещения различных производств, формирования транспортной сети и т.д. Первые два направления были рассмотрены в [1]. Ниже более детально рассматривается третий аспект воздействия человека на окружающую среду, заключающийся в развитии городской черты, создании геотехнических систем и транспортных комплексов.

Развитие городской среды

Процесс увеличения численности поселений человека, приводящий к росту и развитию городов, получил название *урбанизации*. Этот процесс прошел длинный исторический путь – от первых небольших поселений до грандиозных динамичных мегаполисов. И всегда градостроительные решения зависели от типа существовавшей общественно-экономической формации, уровня социально-экономического, культурного и научного развития стран. Жители же, в зависимости от их социального положения, получали в городской среде самое разное качество жизни.

Первые крупные поселения возникли на берегах Тигра и Евфрата, примерно, 3-4 тыс. лет назад, а позднее и по берегам Нила. Основными причинами их появления явились развитие ремесел и торговли, а также необходимость защиты людей от врагов. В связи с этим в течение длительного времени города представляли собой военные укрепления. Такие поселения постепенно трансформировались в города, численность городского населения возрастала. Росла и роль городов в развитии общества. Урбанизация планеты прошла большой исторический путь – от начальных малых поселений до урбоареоалов (табл. 19) (Тетиор, 2008).

Активный урбанистический процесс наиболее характерен для XX в. Он представляет собой мощный экологический фактор, сопровождающийся преобразованием ландшафта, земельных и водных ресурсов, массовым производством различного рода загрязнений, поступающих в атмосферу, водные и наземные экосистемы.

С одной стороны, урбанизация - это объективный процесс, обусловленный потребностями общества, производства, характером общественного строя. С другой, урбанизация привела к возникновению ряда экологических проблем, среди которых наиболее серьезными являются уязвимость городских систем, миграция и концентрация населения, низкое качество среды обитания, потеря плодородных земель, необходимость утилизации отходов и т.д. Рост городского населения в последние десятилетия оказался настолько стремительным, что окружающая среда многих городов мира уже не в состоянии

удовлетворить многие биологические и социальные потребности современного человека. Крупный город полностью меняет природную среду – атмосферный воздух, растительность, почву, рельеф, гидрографическую сеть, подземные воды, грунты и даже климат.

Таблица 19

Эволюция поселений

| Вид поселения | Характеристика поселения | Время возникновения |
|--------------------------|---|---|
| Поселок | Поселение на 50 – 100 чел. (множество поселений в долине Нила) | Десятки тысяч лет назад |
| Малый город | Город с населением в несколько тысяч чел. (город Эриду в Шумере – юг современного Ирана) | Около 4 тыс. лет назад |
| Город | Город с населением до 50 тыс. чел. площадью 5-8 км ² (города в Шумере) | Около 3,5 тыс. лет назад |
| Крупный город | Город с населением свыше 1 млн. чел. (Рим) | 44-10 гг. до н.э. |
| Мегаполис | Город с населением свыше 10 млн. чел. и площадью до нескольких тысяч квадратных километров (Нью-Йорк, Мехико) | XX в. |
| Агломерация | Система населенных пунктов, соединившихся вокруг мегаполисов (Бомбей, Буэнос-Айрес, Карачи) | Конец XX в. |
| Урбанизированный ареал | Объединение крупных агломераций, в которые входят смыкающиеся окраинами крупные и мелкие города (около 500 городов от Бостона до Вашингтона, в которых проживает 20% населения США) | Конец XX в. |
| Урбанизированная страна | Страна с полностью исчезнувшими естественными ландшафтами, которые заменены культурными (Англия, небольшие страны Западной Европы) | XX-XXI вв. |
| Урбанизированная планета | Вытеснение природы, исчезновение биоразнообразия | Маловероятное событие при движении к устойчивым городам |

Общая площадь урбанизированной территории Земли составляла в 1980 г. около 4,7 млн. км². По прогнозам ученых, в 2070 г. она достигнет 19 млн. км².

В настоящее время активно идет процесс перерастания города в городскую агломерацию, представляющую собой единую пространственную функциональную группировку поселений городского

типа с общей социально-экономической и экологической системой. Выделяют *конурбацию* и *мегалополис*.

Конурбация - это группа экономически связанных между собой городов, находящихся в непосредственной близости друг от друга. Примерами конурбаций являются Большой Лондон, Большая Москва и т.п.

Мегалополис – очень крупная городская агломерация, включающая многочисленные жилые поселения и характеризующаяся гиперурбанизацией. Численность мегалополиса значительно превышает численность мегаполиса. Например, на территории США расположены три крупнейших мегалополиса. На северо-востоке США в результате слияния агломераций Бостона, Нью-Йорка, Филадельфии, Балтимора и Вашингтона образовался крупнейший мегалополис с населением 40 млн. человек, занимающий 150 тыс. км². Второй мегалополис, насчитывающий 30 млн. жителей, сформировался на южном побережье Великих озер (Чикаго, Детройт, Кливленд, Питтсбург). Мегалополис Южной Калифорнии (Лос-Анджелес, Сан-Диего) концентрирует более 11 млн. человек.

Для Западной Европы выделяются группа «Мидлендс» в Великобритании (Ливерпуль, Манчестер, Лидс-Бредфорд, Бирмингем) и Рейнско-Рурский район (Кельн, Дюссельдорф, Рурский бассейн), насчитывающие более 10 млн. жителей.

По темпам урбанизации одно из первых мест в мире занимает Япония. На Тихоокеанском побережье в результате срастания Токио, Йокогамы, Киото, Нагои и Кобе образовался мегалополис, в котором проживает 60 млн. человек – более 40% населения страны. Занимаемая этим мегалополисом площадь составляет около 1% общей площади архипелага.

Проблема современных крупных городов усугубляется существенной недостаточностью природно-пространственных ресурсов, изменением климата, состояния компонентов окружающей среды в городе, появлением урбанизированных ландшафтов, значительным повышением уровня шума, образованием и необходимостью переработки больших объемов твердых бытовых отходов и т.п.

Климатические условия в городах значительно отличаются от окружающих районов, причем эти отличия при прочих равных условиях тем значительнее, чем больше территория города. На метеорологический режим города оказывают влияние следующие факторы:

- изменение отражательной способности земной поверхности, которая для застроенных районов обычно меньше, чем для загородной местности;
- уменьшение средней величины испарения с земной поверхности;
- выделение тепла, создаваемого различными видами хозяйственной деятельности;

- загрязнение атмосферы различными примесями антропогенного происхождения, в т. ч. парниковыми газами.

Основной особенностью городского климата является возникновение в городе так называемого «острова тепла», который характеризуется повышенными по сравнению с загородной местностью температурами воздуха – на 1 - 8°С в зависимости от времени суток. Над центрами городов «острова тепла» возвышаются на 30-150 м. В «островах тепла» из-за уменьшения испарения на застроенных участках понижается абсолютная и относительная влажность воздуха. Кроме этого, происходит локальное увеличение интенсивности циркуляции конвекционных потоков воздуха и, как следствие, увеличение облачности, которая сопровождается повышением интенсивности выпадающих осадков, в том числе и кислотных дождей, а в совокупности с продуктами сгорания обуславливает образование влажного смога.

Развитие и функционирование урбоареалов привели к значительному изменению различных компонентов окружающей среды – воздушного бассейна, водных экосистем, почвенного покрова города путем их интенсивного загрязнения. В крупных городах значительную долю выбросов в атмосферу дают автотранспорт и предприятия тяжелой промышленности. Они приносят в атмосферный воздух города оксиды серы, азота, углерода, промышленную пыль, бенз(а)пирен, полициклические ароматические углеводороды, тяжелые металлы и т.д.

В городах сложилась неблагоприятная ситуация с водными объектами, которые сильно загрязнены промышленными и бытовыми стоками. Например, качество воды, используемой в России в питьевых целях, очень низкое и контролируется только по 20 показателям, в то время как ВОЗ рекомендует проводить контроль питьевой воды по 100 показателям.

Постоянно ухудшается и качество городских земель. Почва урбанизированных территорий подвергается тем же негативным воздействиям, что и городской воздух и вода. Городская почва в значительной степени загрязнена бытовыми и промышленными отходами, уличным мусором. Почва, в отличие от воздушной и водной сред, обладает некоторой способностью биологического самоочищения. Однако нарушение природного механизма самоочищения вследствие физических, химических и механических воздействий не позволяет ей полностью регенерироваться.

Тяжелее всего почва справляется с жидкими и твердыми токсичными отходами. В ней происходит накопление избыточных количеств химических соединений, губительно действующих на организм человека и животных. К таким веществам относятся соединения ртути, мышьяка, меди, свинца, фтора и т.п. Так, в окрестностях суперфосфатного и

ртутного комбинатов в зависимости от удаленности 1 кг почвы может содержать от 1,3 до 4,6 мг ртути.

Нетрудно представить всю сложность сохранения природной среды внутри урбоареалов без специальных мероприятий по поддержанию, сохранению и восстановлению естественной среды в городах. В настоящее время целый ряд кризисных явлений противоречит идеям экологизации городской черты. К ним относятся:

- отступление природной среды при застройке и невозможности сохранения экологического равновесия между городскими и прилегающими естественными территориями, что ведет к ухудшению качества среды в городах, уменьшению биоразнообразия, сокращению способности природной среды к самовосстановлению;

- загрязнение городской среды веществами, отрицательно влияющими на здоровье человека и состояние природы;

- полная или частичная замена природной среды искусственной городской средой, отрыв жителей от природы;

- гигантизм зданий и сооружений, негативно влияющий на их визуальное восприятие и увеличивающий отрыв жителей от естественной среды;

- энтропийность искусственных объектов города, их отторжение природой, принципиальное отличие от объектов живой природы, включаемых в экосистемы как родственные ей объекты;

- создание непреодолимых разрывов в естественных ландшафтах, стальных и железобетонных границ на путях миграции животных и птиц, распространения растений;

- неэкономичное использование при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений невозобновляемых природных ресурсов;

- неэкономичное отношение к возобновляемым ресурсам – воде, воздуху, недостаточное внимание к сокращению отходов, их возврату в ресурсный цикл и использованию более долговечных, не требующих быстрой замены материалов и изделий;

- отсутствие планируемого движения к созданию здоровых и красивых городов, положительно воспринимаемых жителями;

- отсутствие согласования потребностей жителей городов с возможностями природно-ресурсного потенциала территорий, экологизация всех потребностей – от биологических до трудовых и этнических;

- малое число экологичных, красивых и здоровых городов или кварталов, которые воспитывали бы жителей своей средой.

Современная урбанизация влечет за собой экономические, социальные, политические и демографические перемены. В настоящее время качество городской среды и благосостояние жителей зависят от экосистем внутри, вокруг и далеко вне границ города, а городская

деятельность влияет как на ближние, так и на очень отдаленные экосистемы. Вследствие этого урбанизацию можно рассматривать как реальную угрозу живой природе и сохранению среды обитания всей Земли. Потеря среды обитания при промышленном и жилищном строительстве угрожает биологическому разнообразию. Неэкологичная урбанизация отрицательно влияет на местные экосистемы и биологическое разнообразие, ухудшая городскую среду. Помимо этого урбанизация изменяет взаимодействие между людьми и микроорганизмами. Именно в местах скопления людей появились многие из наиболее опасных инфекционных болезней. Города остаются центрами распространения эпидемий и пандемий. Расширение городов ведет к снижению качества сельскохозяйственных земель. В целом, ускорение урбанизации глобализирует проблемы окружающей среды, так как урбанизация в одной части мира ведет к неблагоприятным последствиям в отдаленных частях.

Сложность глобальных проблем окружающей среды значительно возросла за последние два столетия и особенно за последние десятилетия вследствие роста потребления и отходов. Поэтому движение к городам со здоровой средой есть одна из важнейших целей человечества. Решение этой задачи значительно затруднено в условиях роста городов и размеров зданий, появления новых потребностей, удовлетворяемых только техникой. Необходимы новые природоохранные и природовосстанавливающие решения, новые экологичные технологии во всех областях жизни и деятельности в городах и одновременно воспитание глубокого экологического мировоззрения и экологической культуры. Только такой комплекс позволит сохранить природу планеты и создать экологически обоснованное высокое качество жизни в поселениях.

Структура экологичного города будущего с благоприятной городской средой вне зависимости от его размера должна удовлетворять следующим требованиям:

- обладать здоровыми внешней и внутренней средой жизни;
- сохранять и поддерживать природу, сокращать площадь застройки;
- обеспечивать экологически и экономически сбалансированный выбор строительных материалов;
- обладать ресурсоэффективностью, независимостью от внешних сетей;
- минимизировать негативное экологическое воздействие зданий, сооружений и отходов;
- повышать экологическое качество внутренней среды;
- решать экологические проблемы жилого комплекса, его устойчивости, в том числе к катастрофам.

Индустриально-городские экосистемы

В процессе развития городов все более дифференцируются их функциональные зоны, основными из которых являются промышленная, селитебная, лесопарковая.

Промышленные зоны представляют собой территории сосредоточения различных объектов тяжелой и легкой промышленности и являются основными источниками загрязнения окружающей среды.

Селитебные зоны – это те территории, на которых сосредоточены жилые дома, административные здания, объекты культуры и т.д.

Лесопарковой считают зеленую зону вокруг города, окультуренную человеком. Эта зона приспособлена для массового отдыха, спорта, развлечений. Участки лесопарковой зоны могут присутствовать и внутри города – городские парки, образованные искусственными древесными насаждениями на больших территориях и служащие горожанам для отдыха. Городские парки, в отличие от естественных лесов и лесопарков, не являются самоподдерживающимися и саморегулирующимися системами.

Городские парки, лесопарковая зона и другие территории, отведенные и специально приспособленные для отдыха людей, называют рекреационными зонами.

В настоящее время значительные территории начинают занимать технические системы, транспорт и транспортные сооружения – железные дороги со своей сложной инфраструктурой, метрополитен, автомобильные дороги, автозаправочные станции, гаражи, станции обслуживания, аэродромы с комплексом обслуживания и др.

Под технической системой понимают совокупность методов и средств человеческой деятельности, созданных и направленных для реализации инженерных задач в разных сферах деятельности человека. Необходимым элементом технической системы является техника – весь комплекс средств человеческой деятельности, созданных для осуществления производственных процессов и обслуживания непроизводственных потребностей общества.

Среда, окружающая человека в этих условиях, является совокупностью абиотической и социальной составляющих, оказывающих на человека самое непосредственное влияние. Кроме наземной части ландшафта, в орбиту хозяйственной деятельности человека попадает и поверхностная часть литосферы, которую называют геологической средой.

Геологическая среда – это совокупность горных пород, подземных вод, затронутых хозяйственной деятельностью человека. Удовлетворение потребностей общества в промышленных товарах, услугах, информации

приводит к включению компонентов природной среды в состав сложных систем, называемых геотехническими.

Геотехническую систему следует рассматривать как открытую динамическую систему, обладающую определенной совокупностью структурных и функциональных свойств, имеющую сложную иерархическую структуру и развивающуюся во времени и пространстве. Динамическое равновесие в геотехнической системе поддерживается путем оптимального взаимодействия как элементов внутри системы, так и системы в целом с внешней средой. Анализ закономерностей формирования и эволюции геотехнических систем позволяет определить сложный механизм внутренних связей между техногенными нагрузками, изменением геохимического фона и экологическими последствиями, проявляющимися в природе. Результаты анализа позволяют прогнозировать возникновение критических ситуаций в природной среде и адекватно использовать механизм нормирования техногенных нагрузок уже на стадии проектирования инженерных сооружений.

Структура взаимодействия технических систем с природной средой схематично представлена на рисунке 22 и достаточно наглядно свидетельствует о взаимовлиянии и взаимопроникновении природных и искусственно созданных антропогенных систем.

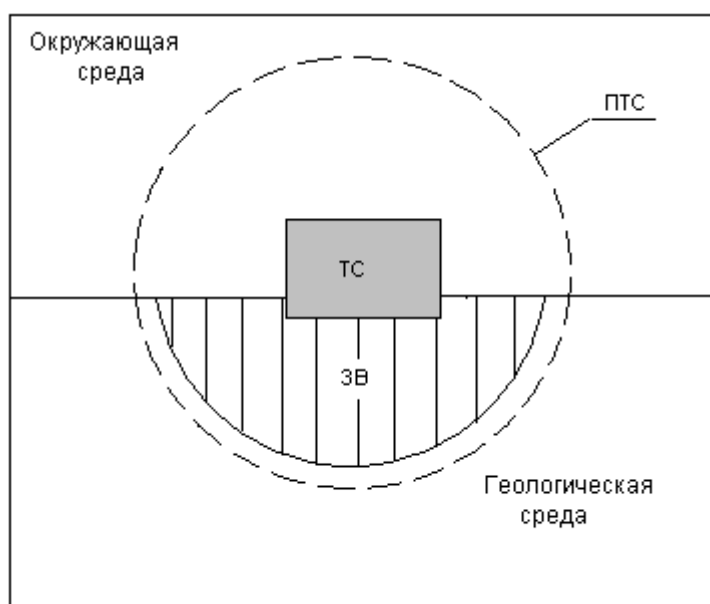


Рис. 22 – Взаимодействие технической системы с внешними средами:
ТС – техническая система, ПТС – природно-техническая система,
ЗВ – зона воздействия технической системы на геологическую среду.

Любое нарушение равновесия в этой системе влечет за собой деградацию и уничтожение природной среды как основы жизнедеятельности человека со всеми вытекающими для человечества

последствиями. Возникают проблемы утилизации вовлекаемых в оборот природных ресурсов, загрязнения и очистки окружающей среды. Происходит все большая изоляция природно-техногенных ресурсных циклов от биогеохимических, обуславливая возникновение и усиление угрозы не только здоровью человека, но и выживанию человечества в целом.

Транспортные комплексы

Транспортный комплекс представляет собой технико-экономическую структуру, предназначенную для перевозки грузов, и состоит из:

- системы проектирования, строительства, реконструкции, ремонта, содержания дорог, мостов, тоннелей и других сооружений;
- строительно-дорожного и транспортного машиностроения, автомобильной, авиационной, судостроительной промышленности;
- сферы эксплуатации и ремонта парка железнодорожных, автотранспортных средств, поддержания работоспособности транспорта, дорожного хозяйства, службы управления движением;
- производства строительных материалов, рельс, шин, топлив и масел, электротехнических устройств, запчастей, эксплуатационных жидкостей.

К объектам транспорта относятся транспортные средства, оснащенные энергоустановками и обеспечивающие выполнение транспортной работы, а также инженерные сооружения – дороги, мосты, путепроводы.

На каждом из этапов жизненного цикла транспортного средства происходит потребление энергоресурсов, дорожно-строительных, конструкционных и эксплуатационных материалов. Протекающие при этом технологические процессы сопровождаются выбросами токсичных веществ, загрязняющих воздух, водные объекты, почву и приводят к истощению природных ресурсов.

Вред окружающей среде перечисленные воздействия оказывают в случаях, когда:

- загрязняющие выбросы, сбросы превышают нормативы предельно допустимых концентраций веществ или вибрация, шум, остаточная теплота, электромагнитные и радиоактивные излучения превышают установленные уровни;
- потребление энергии и материалов превышает установленные нормативы;
- содержание токсичных веществ и компонентов в используемых материалах превышает предельно допустимое;

- обращение с отходами, образующимися в жизненном цикле объектов транспорта, производится с нарушением установленных правил.

Результат воздействия объектов транспорта на окружающую среду определяется величинами входных и выходных потоков на всех стадиях жизненного цикла, так как используемые в процессе человеческой деятельности материалы и энергия не исчезают. Материалы идут в переработку или превращаются в отходы и загрязнения. Энергия рассеивается, превращаясь в теплоту, которую невозможно использовать вновь. Человек извлекает из Земли сырье и большинство видов энергии и возвращает ей отходы и теплоту, то есть существует постоянный поток материалов и энергии от планетарных источников через экономическую подсистему к планетарным стокам, где накапливаются отходы и загрязнения (рис. 23).



Рис. 23 - Потоки энергии и вещества в планетарной экосистеме

Входные потоки подразделяют на:

- материальные, обусловленные добычей сырья, производством, транспортировкой, использованием, техническим обслуживанием, повторным использованием и утилизацией продукции. Материальные потоки могут оказывать различное воздействие на среду. Например,

приводить к ускоренному истощению природных ресурсов, отчуждению территорий, снижению плодородия почв, воздействию опасных материалов на здоровье человека, выделению вредных выбросов;

- потоки энергии, источниками которых являются жидкое топливо, ядерные и гидроэлектростанции, геотермальные источники, ветер, биомасса.

Выходные потоки состоят из продукции, твердых отходов и выбросов и сбросов в воздух, воду, почву, теплового загрязнения.

Для транспортных объектов входные и выходные потоки можно представить в виде процессов обмена энергией и веществом между ними и окружающей средой при реализации их жизненных циклов и выразить соответствующими показателями. Значения этих показателей зависят от значений измерителей эксплуатационных свойств объектов транспортной техники. В их числе топливная экономичность, токсичность, материало- и энергоемкость, моторесурс и др.

Данные об объемах и динамике потребления природных ресурсов, загрязнениях окружающей среды свидетельствуют о том, что человечество чрезмерно эксплуатирует источники и стоки планеты. Темпы использования материалов и энергии из планетарных источников и темпы приема отходов планетарными стоками должны согласовываться и не причинять ущерба природным процессам поглощения, регенерации и регулирования, так как любой вид ресурсов (пища, вода, лес, металлы, нефть и др.) ограничен своими источниками и стоками.

Источники и стоки могут взаимодействовать друг с другом. Один и тот же элемент природной системы может быть одновременно источником и стоком, например, участок земли, где выращиваются сельскохозяйственные культуры и выпадают кислотные осадки. Способность природной системы выполнять одну из этих функций зависит от того, с какой интенсивностью она выполняет другую, то есть существуют устойчивые связи между загрязнением окружающей среды и круговоротом веществ. Основным препятствием нарушения экологического равновесия в окружающей среде является наличие определенного потенциала ее самовосстановления и очищения от загрязнителей. Общая структура утилизации и обезвреживания отходов приведена в таблице 20.

Таблица 20

Виды загрязнений и способы их утилизации и обезвреживания

| № | Вид загрязнения | Характер изменения среды | Способы утилизации и обезвреживания |
|---|-----------------|---|--|
| 1 | Механическое | Засорение без физического, химического, биологического и иных загрязнений | Сбор, сортировка, транспортировка, переработка |

| | | | |
|---|---|--|---|
| 2 | Химическое | Образование соединений, оказывающих вредное воздействие на среду | Химико-технологические и физико-химические методы |
| 3 | Физическое: тепловое световое звуковое электромагнитов радиоактивное | Изменение физических параметров среды, путем воздействия излучений в соответствующих областях электромагнитного спектра | Защитное экранирование, изменение технологических процессов, создание новых способов поглощения излучений |
| 4 | Биотическое: биологическое микробиологическое вирусное | Возникновение чуждых и вредных для окружающей среды, среды животных и растительных организмов и продуктов их жизнедеятельности | Физические, химические и биологические методы |

Промышленность и транспорт оказывают на отдельные экосистемы и биосферу в целом как положительное, так и отрицательное воздействие. С одной стороны, происходит нарушение законов функционирования экосистем, они деградируют и могут полностью потерять устойчивость. С другой – транспорт обеспечивает движение материальных потоков и, как результат этого, комфортабельные условия жизнедеятельности людей. Происходит строительство железных и автомобильных дорог, аэродромов, депо, пристаней, железнодорожных станций, создание транспортной техники, организация и управление движением транспортных средств и т.д.

Любое транспортное средство является источником повышенной опасности для здоровья и жизни людей из-за возможного вовлечения в дорожно-транспортные происшествия, загрязнения окружающей среды выбросами токсичных веществ, потребления природных ресурсов, но вместе с тем несет положительные социально-экономические и морально-психологические эффекты. К позитивным аспектам можно отнести:

- развитие торговли, политических, культурных связей;
- стимулирование научно-технического прогресса, предоставление рабочих мест;
- включение транспорта в производственные процессы и сокращение инновационных циклов при производстве товаров;
- расширение возможностей для проживания в благоприятных условиях;
- расширение жизненного пространства для отдельного индивида;
- повышение доступности социально-бытовых услуг для потребителей;
- удовлетворение потребности на широкий ассортимент товаров;
- ощущение радости от быстрой езды, комфорта и удобства в неблагоприятных погодных условиях.

Негативные аспекты развития транспортной инфраструктуры:

- нарушение газового и энергетического равновесия в атмосфере;
- истощение природных ресурсов (кислорода в атмосферном воздухе, полезных ископаемых, пресной воды);
- уничтожение живых организмов в дорожно-транспортных происшествиях;
- отравление биологических ресурсов, в том числе растений, животных, человека;
- уменьшение жизненного пространства за счет отчуждения площадей территорий;
- нарушение гармонии городских застроек и сельских ландшафтов.

Железная и автомобильная дороги как инженерные сооружения при их приложении на местности нарушают природные ландшафты, изменяют режим стока поверхностных и грунтовых вод и оказывают ряд других негативных воздействий. Например, при изъятии местных природных ресурсов происходят постоянное и временное отчуждение земельной площади, добыча каменных материалов, песка, грунта, снятие почвы, дернового слоя. Устройство насыпей выше или ниже возвышений местного рельефа с рекультивированными откосами влечет за собой изменение рельефа местности. Образуются отвалы неиспользованного грунта. Гидротехнические работы ведут к осушению земель, болот, изменению русла водотоков, что обуславливает разрушение природных экосистем. Образуется широкий спектр технологических и транспортных загрязнений – минеральная пыль, грунтовая суспензия, пестициды, противогололедные вещества, шум, вибрация строительных машин, отработанные газы транспортных средств, бытовое загрязнение придорожных земель и т.д.

При пересечении речных долин на подходах к искусственным сооружениям нарушается средняя скорость преобладающих ветров, что вызывает изменение микроклимата и взаимосвязанных с ним экосистем. Дорога может нарушить традиционные сезонные пути миграции животных и насекомых, архитектурные и археологические памятники. Использование противогололедных материалов, дорожная пыль и эрозия почв при вскрышных работах подавляет придорожную растительность, загрязняет водоемы и водотоки. Использование при сооружении конструктивных дорожных слоев отходов местных строительных материалов и отходов промышленного производства, таких как пиритовые огарки, ртутьсодержащие отходы, каменноугольные дегти, смолы, радиоактивные породы, шламы цветной металлургии и энергетики, приводят к загрязнению придорожной полосы токсичными веществами.

Мостовые переходы, трубы, развязки, тоннели различного заложения, подпорные стенки, защитные сооружения имеют свою специфику влияния на окружающую среду. Строительство мостовых

переходов приводит к переформированию береговой линии, изменению сечения водотока и контуров водоемов, нарушению гидрологического режима, проявлению размывов. Уничтожаются нерестилища рыб и зимовальные ямы.

Воздействие промышленности и транспорта на окружающую среду осуществляется посредством следующих процессов:

- горение, термогазодинамические процессы в двигателях, технологических печах и устройствах сжигания твердых, жидких и газообразных ископаемых топлив для получения электрической и тепловой энергии, пара, сжатого воздуха;

- каталитическая нейтрализация, абсорбция, перегонка жидкостей, жидкостная экстракция, адсорбция, сушка, растворение и экстрагирование, кристаллизация, массообмен, проводимые на этапах жизненного цикла объектов транспорта;

- испарение, потери топлива, эксплуатационных жидкостей, лакокрасочных и других материалов при создании, обслуживании и ремонте транспортной техники;

- пластическая деформация, механическая, электромеханическая обработка материалов, очистка деталей на этапах жизненного цикла транспортного средства;

- виброакустическое излучение движущихся объектов транспорта и частей машин, а также электромагнитное излучение электрических машин и электронных устройств, используемых для управления в технологических процессах реализации жизненного цикла транспортного средства и управления движением, другие виды энергетического загрязнения;

- ландшафтные нарушения.

В результате протекания этих процессов в окружающую среду поступают продукты полного и неполного окисления топлива, оксиды азота, пары топлива и органических растворителей, пыль конструкционных материалов, шин, дорожного покрытия, фрикционных материалов. Тепловые потоки, образующиеся при сжигании топлива в двигателях транспортных средств, а также в результате изменения характеристик подстилающих поверхностей, оказывают заметное влияние на параметры окружающей среды (температуру, давление, влажность атмосферного воздуха, направление, скорость ветра) в крупных мегаполисах.

Например, на железнодорожном транспорте источниками выбросов вредных веществ в атмосферу являются объекты производственных предприятий и подвижной состав (табл.21).

Основные виды отходов железнодорожных предприятий

| Фазовое состояние | Наименование отхода |
|-------------------|--|
| 1. Твердые | -лом черных металлов; -лом цветных металлов; -стружкадревесная; -макулатура; -твердый бытовой мусор; - отходы с химчистки (шламообразная масса); - отходы с очистных сооружений (нефтешламы, шлакообразная быстротвердеющая масса, песок и пр.); - зола; - стеклобой; - резиновые отходы (шины, прокладки и т. п.); - пластмасса; - пищевые отходы. |
| 2. Жидкие | - отработанные масла; - отработанная смазывающе-охлаждающая жидкость (СОЖ); - электролиты; - фекалии. |
| 3. Газообразные | - от всех источников, выделяющих газообразные вещества. |

Из стационарных источников наибольший вред окружающей среде наносят котельные различных железнодорожных предприятий. Состав выделяемых ими загрязнений определяется типом используемого топлива. При сжигании твердого топлива в атмосферу выделяются оксиды серы, углерода, азота и летучая зола с частицами несгоревшего топлива в виде сажи. Мазуты при сгорании в котлоагрегатах выделяют с дымовыми газами оксиды серы и азота, твердые продукты неполного сгорания и соединения ванадия. При использовании в качестве топлива газа происходит выброс оксидов азота и оксида углерода.

Негативное воздействие на окружающую среду и здоровье людей оказывает технологический процесс шпалопропиточных заводов, где загрязнение атмосферного воздуха происходит при остывании шпал после пропитки их антисептиком. При объеме обрабатываемых шпал 4 млн. куб. м годовые выбросы вредных веществ составляют 870 тонн, в том числе 584 т нафталина, 106 т фенола и 180 т прочих углеводородов.

Приготовление в депо сухого песка для локомотивов, его транспортировка и загрузка в тепловозы сопровождаются выделением в воздушную среду пыли и газообразных веществ, источником которых является процесс сжигания газа или мазута в печах сушильных камер.

Концентрации в воздухе пылевидных частиц, содержащих 20-70% песка, составляют от 50 до 300 мг/м³.

На заводах и в депо при сварке деталей в воздух поступает сварочный аэрозоль 1-20 мг/м³, оксиды марганца 0,1-2,5 мг/м³, соединения кремния до 1 мг/м³, фториды до 2,5 мг/м³, фтористый водород до 1 мг/м³.

На рельсосварочных предприятиях при зачистке одного сварочного стыка выделяется до 280 г пыли, содержащей двуокись кремния до 20%, фосфор до 1%, марганец и его оксиды до 1%.

При шлифовке одного сварочного стыка выделяется 600-800 г пыли с содержанием оксида кремния до 50%, оксидов алюминия до 1%, оксида кальция до 0,5%, магния и его оксидов до 4%.

При сварке стыков выделяется 18-25г сварочного аэрозоля, состоящего из оксидов железа, оксидов марганца, оксидов кремния. Нанесение лакокрасочных покрытий сопровождается выделением в воздушную среду паров растворителей и аэрозоля краски. При использовании растворителей, шпатлевок, грунтовок, лаков и эмалей в воздух поступают пары ацетона, бензола, бутилацетата, бутилового спирта, ксилола, метилэтилкетона, сольвента-нафта, толуола, уайт-спирита, хлорбензола, циклогексана, этилового спирта, этилацетата, формальдегида, бензина и ряда других веществ в концентрации от 10 до 150 мг/м³.

При обмывке подвижного состава в атмосферный воздух может выделяться пыль до 10 мг/м³, пары щелочи (едкого натра) – до 2 мг/м³, карбоната натрия до 5 мг/м³.

Машины химической чистки одежды различных предприятий железнодорожного транспорта выделяют в воздух пары различных органических соединений: трихлорэтилена 200-400 мг/м³, бензина 1-7 мг/м³, ацетона 1-17 мг/м³, циклогексана 1-2 мг/м³ и изопропилового спирта 2-5 мг/м³.

На предприятиях по ремонту подвижного состава изготавливаемые и ремонтируемые запасные части подвергаются гальванопокрытию и окраске. В большом объеме производятся сварочные и газорезные работы, цветное и медное литье, выплавка металла. В атмосферу выбрасываются при этом оксиды углерода, азота и серы, фенол, формальдегид, свинец, высокотоксичные оксиды ванадия, никеля, пыль горелой земли и многое другое. Из общего количества загрязняющих веществ на литейное производство приходится 60%, на котельные 25%, на долю остальных 15%.

Путевая техника и подвижной состав, в том числе тепловозы, относятся к передвижным источникам загрязнения атмосферы. Один тепловоз по токсичным выбросам эквивалентен 10-15 грузовым автомобилям. Он создает локальную область сильно загрязненного воздуха на территориях железнодорожных узлов, депо, сортировочных станций и

других предприятий. Загрязнения от тепловоза поступают в атмосферу с выхлопными газами при сжигании дизельного топлива. Основными компонентами отработавших газов тепловозов являются оксиды углерода, азота, серы, сажа, углеводороды, альдегиды. Состав отработавших газов в значительной степени зависит от типа двигателя и режима его эксплуатации.

В результате промышленно-транспортной деятельности образуются большие объемы промышленных и бытовых отходов. Они загрязняют гидросферу и литосферу, аккумулируются в этих средах и поэтому подлежат вывозу, обеззараживанию и утилизации.

Отходы транспортной деятельности подразделяются на жидкие, сбрасываемые в поверхностные и сточные воды (растворители, нефтепродукты, взвеси, хлориды), и твердые:

- вывозимые для захоронения на полигоны и свалки;
- передаваемые на переработку или захоронение другим предприятиям;
- используемые для собственных нужд.

Жидкие отходы производственной и транспортной деятельности образуются в результате выполнения технологических процессов мойки, очистки деталей, электрохимической обработки материалов, покрасочных работ и т.д. Они являются основными загрязнителями сточных вод.

Например, сточные воды пунктов обмывки пассажирских вагонов и электросекций содержат, в основном, взвешенные вещества и нефтепродукты, а также бактериальные загрязнения, смываемые при обмывке подвагонных узлов. В зависимости от вида применяемого моющего средства в стоках могут присутствовать кислоты, щелочи, поверхностно-активные вещества (ПАВ).

На пунктах подготовки грузовых вагонов сточные воды образуются при наружной обмывке и внутренней промывке вагонов из-под различных грузов - минеральных удобрений, химикатов, строительных материалов, комбикормов, зерна и др. Эти стоки загрязнены, как правило, тяжелыми минеральными примесями, содержат растворенные соли, нефтепродукты с ходовых частей, органические соединения животного или растительного происхождения, которые приводят к загниванию стоков.

Сточные воды промывочно-пропарочных станций образуются при пропарке и промывке цистерн из-под нефти, дизельного топлива, мазута, керосина, бензина, смазочных масел и других продуктов переработки нефти, а также при обмывке эстакад и лотков. Эти стоки загрязнены, главным образом, нефтепродуктами и взвешенными веществами. В них могут присутствовать фенолы, органические кислоты, ацетон, тетраэтилсвинец, ПАВ и т. д. Производственные стоки после наружной обмывки цистерн содержат, в основном, взвешенные вещества и нефтепродукты. Температура этих стоков обычно повышена до 40-60 °С.

Производственные сточные воды шпалопродиточных заводов образуются из конденсата греющего пара, охлаждающей воды, рабочей воды вакуум-насосов, стоков прачечных, гаража и ремонтных цехов. При этом в воду попадают значительное количество механических примесей и нефтепродукты. При отстаивании обводненного антисептика в хранилищах, пропитке в цилиндрах влажной древесины в воду поступают масла, фенолы, жирные кислоты, пиридин и другие соединения, входящие в состав пропиточных масел. Кроме этого в воду переходят содержащиеся в обрабатываемой древесине органические вещества – скипидар, ацетон, органические кислоты и др. Значительная часть загрязнений находится в сточных водах в растворенном состоянии. Стоки имеют повышенную температуру 40-50 °С.

После промывки вагонов на дезинфекционно-промывочных станциях сточные воды загрязнены остатками перевозимых грузов, веществами, применяемыми для дезинфекции вагонов – хлорной известью, каустической содой и др. В них могут присутствовать также бактериальные загрязнения. По составу растворенных загрязнений эти стоки близки к хозяйственно-бытовым стокам.

Производственные сточные воды на щебеночных заводах образуются при промывке щебня, мокрой очистке воздуха от пыли в аспирационных системах, в гидрозатворах дробилок, при охлаждении маслохозяйства дробилок, обмывке ремонтируемого оборудования, уборке помещений. Преобладающим загрязнением стоков являются минеральные взвешенные вещества, в незначительных количествах могут присутствовать нефтепродукты.

На рельсосварочных поездах производственные сточные воды образуются при охлаждении сварочных и закалочных агрегатов, выпуске воды из моечных машин для обмывки старых замасленных рельсов. В качестве примесей стоки этих источников содержат в основном нефтепродукты и взвешенные вещества. При использовании моечных машин стоки могут загрязняться щелочами и ПАВ.

Сточные воды пассажирских станций представляют собой хозяйственно-бытовые стоки, загрязненные минеральными и органическими примесями, включая жиры и моющие средства.

Масса твердых отходов в технологических процессах определяется периодичностью проведения регламентных работ, уровнем надежности конструкции, номенклатурой используемого оборудования.

При обслуживании и ремонте транспортной техники используются прокат металлов, режущий и мерительный инструмент, электротехнические материалы, фрикционные материалы и т.п. Значителен расход конструкционных материалов на изготовление запасных частей, необходимых для восстановления работоспособности узлов и деталей транспортных средств. В результате обработки перечисленных материалов

и изготовления из них деталей оборудования происходит образование больших количеств твердых отходов, вывозимых на полигоны и свалки. Масса этих отходов составляет, например, около 250 кг на один автомобиль в год. Объем отходов, передаваемых транспортными предприятиями на дальнейшую обработку другим предприятиям, составляет на единицу подвижного состава около 900 кг в год. Часть образующихся твердых отходов используется непосредственно на предприятиях: древесная стружка - как сорбент при уборке разливов нефтепродуктов, серная кислота регенерируется и используется много циклов подряд. Отходы, образующиеся на предприятиях железнодорожного транспорта, приведены в таблице 22.

Таблица 22

Отходы железнодорожных предприятий

| Класс токсичности | Наименование вещества | Агрегатное состояние | Технологический процесс, отделение, цех, установка | Железнодорожные предприятия |
|-------------------|--|----------------------|--|--|
| I | Оксиды меди, хромовый ангидрид, никеля, кадмия | Жидкое | Гальванические отделения | Локомотивные, вагонные депо, локомотиво-вагоноремонтные заводы |
| | Пары свинца | Газообразное | Пайка деталей | - |
| | Фосген | Газообразное | Установки химической чистки одежды | - |
| | Фенолы | Жидкое, газообразное | Пропитка шпал антисептиком | Шпалопропиточные заводы |
| II | Серная кислота | Жидкое | Аккумуляторные участки | Локомотивные, вагонные депо, локомотиво-вагоноремонтные заводы |
| | Нефтепродукты, нефтешламы | Жидкое, твердое | Отходы установок химчистки, очистных сооружений | То же, промывочно-пропарочные станции; шпалопропиточные заводы |
| III | Красители, растворители | Жидкое | Окрасочные отделения и участки | Все предприятия |
| | Химические реактивы | Жидкое | Химические лаборатории | - |
| | Отработанные масла | Жидкое | Ремонт подвижного состава, узлов и деталей | - |

| | | | | |
|----|------------------|-----------------|--|--|
| | Отработанные СОЖ | Жидкое | Механические, слесарные участки и отделения (обработка металлических деталей на станках) | - |
| | СПАВ, щелочи | Жидкое | Обмывка подвижного состава, узлов и деталей | Заводы, депо, промывочно-пропарочные станции |
| IV | Пищевые отходы | Жидкое, твердое | Столовая | Все предприятия |
| | Фекалии | Жидкое | Туалеты | - |

Ландшафтное загрязнение приводит к разрушению мест обитания организмов и нарушению регенерационной способности природных ландшафтов. В результате происходит деградация и разрушение природных экосистем. Основная причина ландшафтного загрязнения – воздействие на окружающую среду дороги как инженерного сооружения, которое проявляется в виде рассечения природной среды дорожной трассой; снижения продуктивности почв; развития геодинамических процессов (эрозии, оползни и т.д.), что приводит к подтоплению, осушению, изменению уровня грунтовых вод.

На придорожных территориях экосистемы деградируют в результате чрезмерного химического и энергетического загрязнения воздуха, воды и почвы; наличия тепловых аномальных полей, приводящих к иссушению почв и подтоплению территорий за счет утечки энергии и воды из инженерных сооружений; больших площадей территорий, находящихся под асфальтом, препятствующим нормальному воздушному и водному обмену в почве. К другим факторам можно отнести: нарушение травянистого покрова и его обеднение, следствием чего является снижение численности представителей полезной энтомофауны в городских фитоценозах; изменение в результате освещения дорог в ночное время фотопериода растений, изменение поведения многих видов насекомых-фитофагов, скопление которых в зеленых насаждениях приводит к сильному повреждению последних.

В полосах отвода, резервно-технологической полосе дороги возникают краевые зоны ландшафтов с нарушенными экосистемами, на которые негативно действуют следующие группы факторов:

- барьерные факторы (откосы, насыпи, выемки, уклоны, ограждения, экраны, полотно дороги), препятствующие естественной миграции живых организмов к местам их временного и постоянного обитания, обмену генофонда, размножению, питанию и т.п.;

- факторы беспокойства (шум, вибрация, свет от движущегося транспортного потока), пугающие, беспокоящие животных и нарушающие их среду обитания;

- факторы, вызывающие химическое загрязнение мест обитания человека, животных и растений веществами, содержащимися в выбросах транспорта;

- факторы, обуславливающие столкновения с транспортными средствами и гибель на дорогах. Это факторы прямого риска для биоты помимо риска от предыдущих факторов, растянутого во времени.

К ландшафтным нарушениям, связанным с деятельностью транспорта, относится эстетическое загрязнение. Его наиболее характерные признаки: возведение соразмерных ландшафту зданий, линейных объектов; невыразительность объектов транспортного строительства; однообразная архитектура; отсутствие гармоничного единства с природной средой.

Эстетика природного ландшафта, а именно красота, индивидуальность местности, ее привлекательность для человека, представляет собой вид природного ресурса, необходимого для сохранения психического здоровья и нормального отдыха людей, т. е. рекреационный ресурс. Учет особенностей местности при строительстве и эксплуатации транспортных сооружений осуществляется путем реализации задач функционально-пространственной организации среды обитания человека, преобразования природных пейзажей с сохранением их своеобразия; решения эстетических вопросов.

При строительстве или реконструкции участка дороги необходимо проведение следующего комплекса мероприятий по снижению негативного воздействия:

- использование перспективных материалов, в том числе геосинтетических (биотекстильных материалов, биоматов и георешеток), цементобетонных покрытий вместо асфальтобетонных, катионных битумных эмульсий и других полимерных композиций в качестве вяжущих;

- сооружение шумозащитных экранов, очистных сооружений, использующих системы биологической очистки, абсорбционные фильтры, специальные сооружения для предотвращения гибели животных (экодуки, скотопрогоны, ограждения);

- использование элементов эколандшафтного проектирования и защитного озеленения в придорожной полосе.

Геосинтетические материалы в дорожном строительстве применяют в следующих случаях:

- при крутизне откосов больше допустимой;

- при укреплении откоса и для защиты его от водной и ветровой эрозии;

- в конструкции мощных укреплений подтопляемых откосов.

В настоящее время технология применения биотекстильных материалов в дорожном строительстве достаточно освоена и не вызывает каких-либо негативных воздействий на окружающую среду. Биотекстиль открывает возможности быстрой и экономичной защиты с переходом искусственного покрытия в биологическое. Армирование откосов позволяет увеличить их крутизну, сократить объемы земляных работ и занимаемые территории. Использование биотекстильных сеток сокращает расход материалов на устройство покрытия, облегчает ремонт и содержание дорог и дорожных сооружений. Применение георешетки позволяет надежно закрепить грунт на откосах до образования устойчивого дернового покрова, препятствует выносу частичек грунта водой и замедляет скорость течения воды на быстротоках. Георешетки позволяют создать самый разнообразный дизайн конусов мостов и путепроводов. Они технологичны в устройстве укреплений, имеют низкую материалоемкость, не требуют применения машин и механизмов.

Шумозащитные экраны применяют для локализации источников, излучающих энергию, с использованием явлений отражения и поглощения потоков энергии. Падающие на звукопоглощающую конструкцию звуковые волны вызывают колебания воздуха в узких порах материала. В результате вязкости воздуха эти колебания сопровождаются трением и переходом кинетической энергии в тепловую.

Шумозащитные сооружения представляют собой:

- вертикальные экраны (вертикальные или наклонные поверхности), различающиеся по высоте – более 6 м, 2-6 м, до 2 м;
- грунтовые валы и валы, комбинированные с экранами;
- галереи и другие перекрытия проезжей части.

Конструкция шумозащитного сооружения определяется такими факторами, как наличие местных строительных материалов; климатические факторы; безопасность движения и обеспечение необходимого расстояния видимости; эстетические качества; возможность отвода земли под сооружение и обслуживание жилой застройки; возможность комбинации шумозащитных сооружений с гаражами или другими объектами.

При выборе между грунтовыми валами и специальными шумозащитными сооружениями определяющими являются окружающее пространство и ландшафт. Везде, где можно, следует отдавать предпочтение грунтовым валам, так как они хорошо вписываются в естественный ландшафт и более экономичны.

Шумозащитные экраны при высоте более 4 м позволяют не только снизить уровень шума, но и задерживать выбросы токсичных веществ. Непосредственно за экраном концентрация загрязнений снижается более чем в 2,5 раза. Но концентрация автомобильных выбросов на дороге

повышается вследствие ухудшения условий проветриваемости. Возникают проблемы с удалением твердых отходов и загрязнений с дорожного полотна и обочин.

В этом аспекте более эффективно защитное действие эколандшафтных мероприятий – зеленых насаждений. При их ширине 8 м и более достигается снижение концентрации отработавших газов на 60%. Ветропроницаемость зеленых насаждений при этом не должна превышать 20%. Большую роль играет видовой состав растительности.

Мероприятия по удалению и очистке поверхностного стока с дорог и мостов заключаются в сооружении одновременно со строительством участка дороги или моста прудов-накопителей, фильтров-отстойников и других аналогичных сооружений.

Осуществление собственно перевозочного процесса также требует осуществления комплекса мероприятий по снижению загрязнения окружающей среды. Эти мероприятия подразделяются на мероприятия, связанные с эксплуатацией транспортного средства, и мероприятия, связанные с эксплуатацией участка дороги.

В первой группе мероприятий наиболее эффективны следующие:

- регулярный пересмотр в сторону ужесточения норм токсичности и уровня шума одиночных транспортных средств;
- совершенствование систем питания, зажигания двигателя внутреннего сгорания в направлении увеличения полноты сгорания топлива путем оптимизации дозирования горючей смеси; ужесточения технологических допусков при изготовлении деталей; совершенствования систем пуска, прогрева, холостого хода и т.д.;
- повышение качества топлив;
- рециркуляция отработавших газов;
- нейтрализация отработавших газов, фильтрация твердых частиц;
- развитие сети сервисного обслуживания для поддержания технического состояния транспортных средств в пределах допусков заводов-изготовителей;
- использование новых рабочих процессов и видов энергоресурсов.

Ко второй группе мероприятий относятся:

- поддержание транспортно-эксплуатационных параметров дороги в пределах требуемых нормативов;
- разработка эффективных способов и методов зимнего и летнего содержания дороги (использование безопасных химических реагентов, автоматизированных систем раннего оповещения об образовании гололеда, средств распределения противогололедных материалов с малыми расходами, специальных покрытий с антигололедными свойствами и т.д.);

- уничтожение нежелательной древесно-кустарниковой и травянистой растительности экологически безопасными, в том числе биологическими методами;

- использование методов защитного и эколандшафтного озеленения и благоустройства придорожной полосы.

В состав биоинженерных эколандшафтных технологий входят использование биоматов, биотекстилей и систем экстремального озеленения. Метод экстремального озеленения применяется при рекультивации и служит для восстановления почвенного и растительного покрова в неблагоприятных природно-климатических условиях. Он заключается во внесении в почву наряду с семенами трав органического питательного компонента – носителя азота, фосфора, сахара; сухих гранул органического медленно действующего удобрения; органического стабилизатора почвы для склеивания частиц почвы и компонентов системы экстремального озеленения, а также средства защиты от эрозии на основе растительного волокна.

Кроме того, необходимо учитывать, что одиночное транспортное средство не в состоянии оказать какое-либо заметное влияние на окружающую среду и экосистемы. Иное дело – совокупность единиц транспорта, движущихся в составе транспортных потоков и перевозящих грузы и пассажиров. При этих условиях влияние на окружающую среду определяется не только техническими характеристиками транспортного средства или дороги, но и интенсивностью, скоростью движения, составом транспортного потока, плотностью дорожной сети. Объемы грузовых перевозок определяются экономическими характеристиками производственной инфраструктуры, конкуренцией других видов транспорта, пассажирских – демографическими факторами, уровнем благосостояния населения. Провозная способность дороги определяется ее конструкцией, способами организации движения, обеспечивающими безопасность участников движения и реализацию потенциальных свойств, заложенных в конструкцию транспортного средства.

В этой связи необходимо понимание предельно допустимого уровня насыщения локальных территорий транспортным парком и транспортной инфраструктурой, выход за которые приведет к локальной экологической катастрофе.

Резюмируя сказанное выше, необходимо отметить, что снизить воздействие транспорта на окружающую среду в общем случае можно путем осуществления следующих мероприятий:

- совершенствование нормативно-правовой базы для обеспечения экологической безопасности промышленности и транспорта;

- создание экологически безопасных конструкций объектов транспорта, эксплуатационных, конструкционных, строительных материалов, технологий их производства;

- разработка ресурсосберегающих технологий защиты окружающей среды от транспортных загрязнений;
- разработка алгоритмов и технических средств мониторинга окружающей среды на транспортных объектах и прилегающих к ним территориях, методов управления транспортными потоками для увеличения пропускной способности дорожной и улично-дорожной сети в крупных городах;
- совершенствование системы управления природоохранной деятельностью на транспорте.

На каждом этапе жизненного цикла транспортного объекта (обоснование инвестиций, проектирование, изготовление, строительство, реконструкция, ремонт, содержание, демонтаж) должны учитываться экологические ограничения. Эти ограничения особо значимы на природоохранных, урбанизированных территориях.

Пути решения проблем, связанных с функционированием транспортной отрасли, лежат в области рационального потребления природных ресурсов, защиты атмосферы, водоемов и водотоков, почвы, селитебных зон и мест обитания животных от негативного воздействия транспортного комплекса, создания замкнутых промышленно-утилизационных технологий транспортной деятельности.

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Ресурсосбережение на транспорте может быть в результате рационального использования топливно-энергетических ресурсов и экономии материальных ресурсов. Так например, повышение качества изделий и ремонта приводит к увеличению жизненного цикла при сохранении материальных и энергетических затрат на производство, т.е. качество продукции или ремонта является таким же ресурсом, как энергозатраты и потребление материалов.

Экономия материальных ресурсов может быть достигнута путем использования материалосберегающих технологий в строительстве и производстве строительных изделий, а также минимизацией транспортных и складских материальных потерь. Это требует развития современных подходов к новым технологическим решениям, технологическим процессам и оптимизационным формам управления.

На железнодорожном транспорте изменение условий перевозок и переработки грузов, условия эксплуатации требует перехода к новым транспортным средствам и производственно-технической и технологической базе, что тесно связано с имеющимися ограничениями по капиталовложениям, трудовым и материальным ресурсам. Основу программ ресурсосбережения должны составлять проекты, не требующие

больших затрат, но дающие значительный эффект при минимальных сроках внедрения и окупаемости.

Для ОАО «РЖД» важно внедрение новейших достижений науки и техники в технологиях ремонта подвижного состава в целом и его компонентов в частности.

Ремонт и реставрация деталей подвижного состава

В вагонных и локомотивных депо, а также на вагоно- и локомотиворемонтных заводах скопилось большое количество колесных пар с предельно изношенными осями и заниженными общими размерами поверхностей под моторно-осевой подшипник и посадку зубчатых шестерен.

ВНИИЖТ разработал новую технологию восстановления колесных пар с применением технологии электродуговой металлизации напылением. Напыленные буксовые шейки осей имеют меньший износ, образующийся под внутренними кольцами подшипников, при этом пористое напыление играет роль демпфера, гася вибрации и пики возможных динамических нагрузок.

Для локомотивного хозяйства при участии ВНИИЖТа разработана технология восстановления сваркой и наплавкой цилиндрических крышек дизелей Д40 в местах эксплуатационных трещин и сверхнормативного местного износа. Крышки изготавливают из высокопрочного чугуна с шаровидной формой графита, который характеризуется плохой свариваемостью и повышенной чувствительностью к резким изменениям температуры. Поэтому в процессе их ремонта сваркой и наплавкой в металле могут образовываться трещины и неблагоприятные структуры, ухудшающие его механические и служебные свойства. Разработанная технология обеспечивает удовлетворительное качество ремонта и надежную эксплуатацию цилиндрических крышек. Создано специальное технологическое оборудование для горячей сварки чугуна, обеспечивающее требуемый непрерывный процесс подогрева, сварки, отжига и охлаждения крышек без их выемки из рабочей камеры. Годовой экономический эффект при массовом использовании технологии составит 9 млн. руб.

Существенная экономия достигается и при использовании разработанной институтом технологии ремонта шеек, подступичных частей и посадочных поверхностей осей локомотивных колес способами газотермического напыления. При этом восстановление до номинальных ремонтных размеров подступичных частей и посадочной поверхности под зубчатое колесо осуществляют электродуговой металлизацией с использованием монолитной проволоки из хромистой стали, а шейки осей под моторно-осевой подшипник — газопламенным напылением шнуровых материалов.

По заказу Департамента локомотивного хозяйства ОАО «РЖД» был также выполнен анализ повреждаемости рам тележек грузовых и пассажирских локомотивов и разработаны предложения по совершенствованию технологии их ремонта сваркой.

В институте разработана технология восстановления изношенных шеек стальных коленчатых валов дизелей тепловозов (на примере дизеля 5Д49) способом сверхзвукового шнурового газопламенного напыления, который, благодаря оптимальному сочетанию выбранных параметров процесса, напыляемых порошковых материалов, характера и структуры нанесенных слоев, гарантирует высокую производительность процесса, качество и надежность ремонта. Для напыления применили многофункциональную установку типа «ТЕНА ТОП-ЖЕТ/2», шнуровые и порошковые материалы. Доказано преимущество этого способа восстановления коленчатых валов перед другими. В сравнении с закупкой нового вала годовой экономический эффект от его восстановления составляет 1,6 млн. руб., а затраты окупаются за три месяца.

Для вагонного хозяйства были выполнены научно-исследовательские работы по продлению срока службы деталей и узлов как грузовых, так и пассажирских вагонов. Разработаны две усовершенствованные технологии механизированной (полуавтоматической) износостойкой наплавки деталей автосцепного устройства, а также надрессорных балок с использованием имеющегося на ремонтных предприятиях сварочного оборудования, что облегчает организацию ремонта.

Широкое распространение получила наплавка гребней цельнокатаных колес грузовых вагонов. В вагонных депо действует около 100 участков по наплавке изношенных гребней, ежегодно наплавляют от 70 до 140 тыс. колесных пар. К настоящему времени восстановлено более 1,3 млн. колесных пар. Благодаря разработке наплавочной проволоки марки Св-08ХГ2СМФ с системой легирования Si-Mn-Cr-Mo-V интенсивность износа гребней в эксплуатации по сравнению с не наплавленными снизилась более чем в 20 раз и составила меньше 0,1 мм на 10 тыс. км пробега вагона. Разработана и внедрена на сети дорог единая унифицированная технологическая инструкция по наплавке гребней вагонных колесных пар.

Новым направлением являются исследования по плазменному упрочнению гребней колес подвижного состава. ВНИИЖТом и МНП-ВП «МАТТЕХ» разработан способ плазменного упрочнения гребней вынесенной электрической дугой, положительным образом отличающийся от других плазменных технологий. Эксплуатация локомотивных колес, упрочненных на участках, организованных в трех депо Дальневосточной дороги, показала, что в сравнении с неупрочненными средний износ уменьшается в 2,7 раза, а пробег между обточками увеличивается до 60%. С положительной стороны этот процесс зарекомендовал себя при упрочнении гребней колес пассажирских вагонов, деталей тележки

грузовых вагонов и боковой рабочей грани рельсов. Проведены исследования по разработке технологии упрочнения гребней колес электро- и дизель-поездов.

Завершен комплекс научно-исследовательских и конструкторских работ по увеличению межремонтного пробега пассажирских вагонов до 450 тыс. км за счет установки на них деталей и узлов повышенного ресурса. Институтом выполнены исследования по использованию для восстановления изношенных деталей различных способов механизированной наплавки и газотермического напыления, которые в сочетании с правильно выбранными износостойкими наплавочно-напылительными материалами и оборудованием обеспечили существенное увеличение ресурса их работы после ремонта. В большом объеме и при различных условиях эксплуатации на нескольких железных дорогах сети были проведены эксплуатационные испытания деталей повышенного ресурса, положительные результаты которых позволили перейти к сетевому внедрению разработанных способов восстановления и упрочнения. На сегодняшний день специализированным оборудованием, оснасткой, технической и технологической документацией обеспечены все депо и вагоноремонтные заводы, а с трафаретом «450 тыс. км» эксплуатируется 100% парка пассажирских вагонов.

Обследование деталей повышенного ресурса показало, что упрочненные детали могут работать значительно дольше установленного срока и что при доработке технологий и уточнении перечня деталей, требующих упрочнения, межремонтный пробег пассажирских вагонов может быть увеличен до 900 тыс. км и даже до 1350 тыс. км. Научно-исследовательская работа в этом направлении продолжается. Чтобы достигнуть поставленной цели, некоторые из ранее восстановленных деталей необходимо упрочнять повторно, поэтому институтом разработан технологический процесс ремонта деталей пассажирских вагонов, ранее подвергавшихся упрочнению. Получены удовлетворительные результаты.

Для пассажирского хозяйства разработана также технология восстановления сваркой поперечных балок рам тележек типа КВЗ-ЦНИИ, поврежденных трещинами. Очагами образования трещин являются дефекты некачественной сварки.

Новой для железнодорожных предприятий является технология упрочнения деталей воздействием дугового разряда в потоке жидкости (метод ПРПЖ). Достоинствами метода являются достаточно большая производительность процесса и возможность упрочнять детали большой массы и сложного профиля, а степень упрочнения сравнима с плазменной закалкой.

Научные исследования в области путевого хозяйства выполняются институтом по следующим направлениям, сварка новых старогодных рельсов в стационарных условиях и в составе путевых рельсосварочных

машин ЛРСМ) с термической обработке сварных стыков, сварка крестовин и остряков на стрелочных заводах, восстановление наплавкой рельсов и крестовин; восстановление и упрочнение деталей путевой техники.

Ресурсосбережение в путевом хозяйстве

Комплексное отделение “Сварка” является основным разработчиком технологий сварки рельсов разных типов и способа производства, изготовленных отечественной промышленностью за рубежом. В отделении выработана четкая концепция в области сварки рельсов, основой сторон является обеспечение высокого качества, надежность и безопасной работы сварных стыков. Установлено, что лучшим способом является газопрессовая сварка рельсов, основанная на соединении металла в твердом состоянии. Однако по технико-экономическим показателям она уступает близкой по характеристикам качества контактной стыковки сварке, которая и заняла в настоящее время ведущее место в производстве сварных рельсов и изготовлении бесстыкового пути.

ВНИИЖТ провел исследования по поиску и разработке альтернативных способов сварки рельсов, в частности по механизированной сварке рельсов с использованием закладного электрода или порошковой проволоки. Установлено, что за счет использования высококачественных сварочных материалов механические свойства сварных стыков рельсов при этих способах на 25—30% выше, чем у термитного. Процесс сварки стабильный, обеспечивающий хорошее формирование сварного шва. Основное время сварки в этом случае составляет 6—8 мин, а в цикле не более 1,5 ч. Оборудование обслуживается одним сварщиком-оператором, стоимостью затрат в сравнении с термитной сваркой снижается в 5 раз, а время, затраченное на подготовительные и сварочные операции, уменьшается в 1,3—1,5 раза.

В области восстановления наплавкой элементов верхнего строения пути в дополнение к ручной наплавке разработаны технологии механизированной (полуавтоматической) и автоматической наплавки рельсов и крестовин, соответствующая техническая и технологическая документация, укомплектованы комплексы основного и вспомогательного наплавочного оборудования разработаны порошковые мофлюсующиеся проволоки, имеющие возможность производить наплавочные работы как в условиях пути, так и в стационаре» Если ручным способом наплавляют концы рельсов длиной до 200 и глубиной до 6-в мм, то механизированная наплавка позволяет восстанавливать рельсы с изношенных участков до 400 мм и глубиной до 15 мм. В сравнении с ручным способом производительность наплавки повышается 2—2,5 раза, а качество, характеризующееся усталостной прочностью, почти в 2 раза. Так как процесс наплавки непрерывный, то количество дефектов в наплавленном металле уменьшается, значительно сокращается расход наплавочных материалов,

общее время и стоимость ремонта. Расходы на ремонтные работы уменьшаются на 30—40%, повышается культура производства.

ВНИИЖТом изготовлен современный сварочный автомат, разработаны программное обеспечение и высокоэффективный технологический процесс наплавки крестовин в стационарных условиях. Сварочный автомат позволяет выполнять автоматическое перемещение наплавочной горелки в горизонтальном продольном и поперечном, а также в вертикальном направлениях. Он оснащен автоматическим управлением процессом наплавки по математической модели, хранящейся в памяти контроллера, и коррекцией параметров в процессе наплавки. Автомат стабильно работает в жестких условиях эксплуатации в диапазоне температур от минус 40°С до плюс 40°С. При высоком качестве наплавки крестовин затраты на оборудование окупаются немногим больше чем за полгода.

Экономия горюче-смазочных материалов

Пристальное внимание в ОАО «РЖД» уделяется экономии дизельного топлива, в том числе комплексной задаче получения баланса дизельного топлива и дизельного масла на складах топлива железных дорог. Это требует четкого, правильного учета нефтепродуктов при их приеме, хранении, выдаче на тепловозы и другим потребителям. В настоящее время топливные базы железных дорог не располагают современными высокоточными техническими средствами и технологиями по учету баланса поступления и расходования горюче-смазочных материалов. Погрешности измерения расходов с помощью штатных измерительных средств превышают 4%, что приводит к значительным потерям ГСМ на каждом этапе технологической цепи. В соответствии с требованиями процессов приемки, хранения и выдачи нефтепродуктов на топливных складах институт с 2007 г. внедряет системы учета топлива в вертикальных и горизонтальных резервуарах «Гамма», основной целью внедрения которой являются исключение влияния «человеческого фактора», снижение технологических потерь и повышение точности учета нефтепродуктов.

Система «Гамма» предназначена для измерения уровня, плотности и температуры нефтепродуктов, уровня подтоварной воды и льда в резервуарах баз топлива, а также для вычисления при помощи компьютера массы нефтепродуктов объемно-массовым методом при учетных операциях. Система позволяет в режиме реального времени получать и сохранять в защищенной базе данных информацию о наличии на складах топлива и масла, а также об их расходе (за сутки, декаду, месяц, год). Учет ведется в единицах массы с точностью до 0.5%. Система позволяет выявить утечки из резервуаров и подземных трубопроводов, исключить возможность несанкционированного отбора нефтепродуктов.

Вертикальные и горизонтальные резервуары оборудуются измерительной аппаратурой, с помощью которой осуществляется непрерывный контроль за количеством нефтепродуктов в резервуарах и передаче этой информации на центральный компьютер. Установленное на компьютер программное обеспечение обеспечивает полную автоматизацию измерительных процессов. При запуске программа автоматически переходит в режим измерений и может отображать на экране компьютера основные параметры по группе резервуаров или полную информацию по конкретному резервуару, при этом обеспечивает сигнализацию о минимальном и максимальном уровнях.

К настоящему времени получены заявки от дорог на оборудование системой «Гамма» более 60 топливных складов локомотивных депо, намечена программа оснащения топливных складов автоматизированными системами учета расхода дизельного топлива и дизельного масла УИП «Гамма» на 2007-2009 гг.

Вторым важным аспектом учета товародвижения топлива является вопрос контроля отпуска нефтепродуктов потребителям. Применяемые в настоящее время на нефтебазах железных дорог топливо и маслораздаточные колонки со счетчиками типа «ШЖУ» имеют низкий класс точности, недостаточную производительность и отпускают нефтепродукты потребителям только в единицах объема (литрах). Расчет массы в данном случае производится с определением плотности и температуры в лабораторных условиях. Фактические значения плотности и температуры отпускаемого нефтепродукта, как правило, не соответствуют значениям, измеренным в лаборатории. Это приводит к неточному учету расходуемых нефтепродуктов с погрешностью в определении массы топлива до 3—5%.

Таким образом, актуален вопрос внедрения автоматизированных топливо и маслораздаточных колонок, которые при высокой производительности налива смогут обеспечить отпуск требуемой дозы нефтепродукта с высокой точностью, как по массе, так и по объему. Колонки устанавливаются на топливных складах локомотивных депо железных дорог и интегрируются по учету с системой «Гамма». В процессе отпуска нефтепродуктов будет практически полностью исключено влияние человеческого фактора и достигнуто повышение точности учета до 0,25% по массе, что обеспечит соответствующую экономию энергоресурсов.

Внедряемые на сети железных дорог высокоточные топливораздаточные колонки при производительности налива до 400 л/мин позволяют учитывать и сохранять в базе данных информацию об отпускаемых нефтепродуктах как по объему, так и по массе. При годовом расходе топлива 30000 т окупаемость колонок составит менее 1 года.

При комплексной автоматизации учета дизельного топлива и масла на складах топлива железных дорог образующими экономический эффект факторами являются: повышение точности учета нефтепродуктов при их приеме, хранении и отпуске оформление суточных, декадных, месячных ведомостей, исключение влияния «человеческого фактора», так как все измерения производятся в автоматическом режиме, ликвидация технологических потерь нефтепродуктов (утечки из резервуаров и др.), ведение архива данных по приему, хранению и отпуску топлива, исключение несанкционированного отпуска нефтепродуктов.

При годовом потреблении ОАО «РЖД» дизельного топлива 3,2 млн. дизельного масла порядка 100 тыс. т, при условии оборудования всех топливных складов компании системами «Гамма» и топливораздаточными колонками, ожидаемая экономия составит более 1 млрд. руб. в год.

Проблема утилизации отработанных деревянных шпал

Старые шпалы являются одним из самых крупных продуктов эксплуатации железных дорог. Шпалы относятся к элементам верхнего строения железнодорожного пути и предназначены для упругой передачи воспринимаемых от рельса динамических нагрузок на балластный слой, а также для обеспечения неизменности ширины колеи, а на участках с автоблокировкой – для изоляции рельсовых нитей.

По материалу шпалы подразделяют на деревянные, железобетонные и металлические. Наибольшее распространение на железных дорогах мира получили деревянные шпалы. Преимуществами деревянных шпал являются упругость материала, простота прикрепления рельсов, хорошие электроизолирующие свойства. Основными недостатками деревянных шпал являются небольшой срок службы, связанный с механическим износом, гниением и растрескиванием, и большой расход строевой древесины на их изготовление (на 1 пог.км пути требуется вырубить почти 2 га леса). Деревянные шпалы изготавливают из сосны, ели, пихты, лиственницы, кедра, бука и березы. Выход шпал из строя вследствие гниения составлял 70..75%. Для предотвращения гниения шпалы пропитываются антисептиком – креозотом. Это увеличивает срок службы шпал с 6 до 9,5..15 лет. В 1959 г. на наших железных дорогах началась массовая укладка железобетонных шпал. В отличие от деревянной железобетонная шпала обладает значительно большей жесткостью, что приводит к изменению давления шпалы на балласт и увеличению модуля упругости пути. При этом интенсивность развития дефектов в рельсах увеличивается, особенно в стыках. В то же время повышенная масса железобетонной шпалы увеличивает продольную устойчивость пути. Срок службы железобетонной шпалы составляет около 50 лет. Основное

достоинство применения железобетонных шпал заключается в экономии строевого леса. В этой связи процесс замены деревянных шпал железобетонными неуклонно возрастает. По различным прогнозам полное исчезновение дерева из верхнего строения железных дорог произойдет примерно к 2050 г.

До недавнего времени многие дороги просто складировали старые деревянные шпалы на прилегающих к дорогам территориях. Вместе с тем в последние десятилетия требования к охране окружающей среды стали более жесткими и обязывают всех собственников земли убирать за собой территории, загрязненные опасными отходами. В настоящее время на путевых машинных станциях и предприятиях МПС России скопилось значительное количество старых деревянных шпал, при хранении которых в окружающую среду попадают загрязняющие вещества. Улучшению экологической обстановки в этих условиях могли бы способствовать разработка рекомендаций и внедрение современных технологий по безопасной утилизации таких шпал.

К основным мероприятиям утилизации относятся технологии термического обезвреживания, химической иммобилизации, локализации источников загрязнения, биохимической и биотермической утилизации, применение новых антисептических материалов и вторичная переработка материалов.

К наиболее известным зарубежным технологиям пиролиза твердых отходов относится метод Таггах (США), заключающийся в проведении пиролиза с подачей воздуха, нагретого до 1100°C. Другой способ высокотемпературного пиролиза – Ругох (США) – предусматривает применение для газификации вместо воздуха кислорода. Система рациональной замены шпал, разработанная американскими компаниями Conrail и Coppers Industries, предусматривает использование образующегося при сжигании старых шпал пара для обработки древесины и получения электроэнергии. Начиная с 1985 г. во ВНИИЖТе проводились работы по созданию установки пиролизного обезвреживания нефтеотходов (мусор, загрязненный нефтепродуктами, ветошь, нефтешлам моечных машин, отработанные масла и смазки). Однако данные технологии пиролиза не получили признания вследствие дороговизны и несовершенства очистки отходящих газов.

Технологии биологического обезвреживания органических экотоксикантов основаны на активации микрофлоры или внесении культур микроорганизмов при создании оптимальной среды для их развития. Биотехнологии имеют ряд существенных недостатков: во-первых, биодеструкция достаточно медленный процесс, во-вторых, при гниении биомассы возникает вторичное загрязнение окружающей среды из-за выделения аммиака, сероводорода и углекислого газа. Кроме того, в настоящее время не найдено достаточно устойчивых, жизнеспособных

микроорганизмов, способных расщеплять пропитанные маслами шпалы до безопасных минеральных веществ.

Технологии химической иммобилизации используются для связывания нефтепродуктов, тяжелых металлов, хлорорганики, полициклических и ароматических углеводородов. Преимущество данной технологии заключается в том, что она приводит к разрушению хлорированной органики, нефтепродуктов и к фиксации тяжелых металлов, но для утилизации отработанных деревянных шпал она еще не применялась.

Одним из направлений, не относящихся к технологиям утилизации, но позволяющих снизить загрязнение окружающей среды, является применение новых антисептических материалов. Еще во второй половине 1990-х Департаментом пути и сооружений МПС РФ перед нефтепереработчиками была поставлена задача – разработать нефтяные пропиточные материалы-антисептики с улучшенными экологическими, технологическими и эксплуатационными свойствами. Эти материалы, по замыслу разработчиков, должны были обладать меньшей токсичностью на всех этапах производственной цепочки: в процессах пропитки, эксплуатации и утилизации отработанных шпал.

В 1998 году специалистами Уфимского государственного нефтяного технического университета (УГНТУ) совместно с Всероссийским научно-исследовательским институтом железнодорожного транспорта (ВНИИЖТ) были разработаны рецептура и технология опытного производства нового нефтяного антисептика типа ЖТК. Опытное производство антисептика было начато Уфимским нефтеперерабатывающим заводом (НПЗ). А положительные результаты позволили специалистам МПС РФ принять решение о широком применении в технологии пропитки деревянных шпал нефтяного антисептика ЖТК взамен каменноугольного масла. За 14 месяцев выпуска антисептиком ЖТК было пропитано более 7,5 млн.шт. шпал тринадцатью шпалопропиточными заводами РФ. Антисептический состав ЖТК обеспечивает предохранение древесины от разрушения микроорганизмами, повышение прочности, влаго- и химостойкости, а также снижение растрескиваемости, что в совокупности позволяет заменить им антисептики каменноугольного происхождения. Преимуществом нефтяного антисептика ЖТК является малая степень токсического воздействия на организм человека – он относится к 4 классу опасности, т.е. является малоопасным. При этом установлено, что при контакте с ЖТК вероятность возникновения онкологических заболеваний у человека в 125 раз меньше, чем при контакте с каменноугольным маслом КС. Применение антисептика ЖТК в шпалопропиточном производстве – это не только внедрение нового, более эффективного материала, но и существенное улучшение условий труда на предприятиях отрасли, а также экологии окружающей среды на территории, прилегающей к

железнодорожным путям. Поставляемый для шпалозаводов России новый антисептик ЖТК в десятки раз безопаснее и значительно эффективнее каменноугольного масла КС.

Европейская Ассоциация конвертирования пластмасс предлагает изготавливать из шпал после их 20-летней эксплуатации древесно-стружечную плиту. При переработке старых ДСП и ДВП плиты измельчают, обрабатывают дереворазрушающими грибами и горячей щелочью, а затем прессуют с добавлением связующего вещества. Существуют и другие варианты снижения негативного воздействия отработанных деревянных шпал на окружающую среду, но их применение связано со значительными финансовыми затратами на исследования по измельчению шпал, на вывоз и захоронение отходов, на дальнейшую обработку в биохимических реакторах, на локализацию источников загрязнения пленками или другими специальными материалами, а также на хранение шпал в крытых ангарах или складах с вытяжкой загрязняющих токсичных веществ и их дальнейшей очисткой.

Несмотря на заметные экологические улучшения в производстве деревянных железнодорожных шпал вопрос об их утилизации или переработке до сих пор не нашел своего решения. Так, например, Технико-экономический совет (ТЭС) ГУП "Калининградская железная дорога" (КЖД), подводя итоги работы противопожарной службы за 7 месяцев 2002 г., назвал одной из проблем, связанных с обеспечением пожарной безопасности, несвоевременную утилизацию "старогодних" шпал. В связи с этим руководство Калининградской дороги приняло решение о бесплатной передаче отслуживших старых шпал населению и предприятиям области для хозяйственных нужд на условиях самовывоза.

Каждый год по железным дорогам России ремонтируются сотни километров железнодорожных путей, при этом заменяется огромное количество деревянных шпал. В настоящее время вдоль любой железной дороги можно повсеместно наблюдать склады отработанных деревянных шпал (рис. 24), которые уже отслужили положенное им время и были заменены. Удовлетворительных вариантов их утилизации пока не найдено.



Рисунок 24. Складирование отработанных деревянных шпал вдоль железных дорог

При применении отработанных деревянных шпал (ОДШ) в качестве строительного материала возможно вторичное загрязнение окружающей среды, так как химические вещества и соединения, которыми пропитаны шпалы, мигрируют, рассеиваются в воздухе, воде, почве, нанося дополнительный ущерб природе. Сжигание шпал, как метод утилизации, тоже является источником вторичного загрязнения окружающей среды, так как в выделяющихся дымовых газах регистрируется высокая концентрация токсичных веществ.

Сведения по технологии производства деревянных шпал приведены в табл. 23. При производстве деревянных шпал на шпалопрпиточном заводе долгое время применяли каменноугольное масло, которое приводит древесину в категорию трудновоспламеняемого и трудно возгораемого материала, увеличивает его долговечность. Каменноугольное масло для пропитки древесины – темно-коричневая жидкость со своеобразным запахом, представляющая собой сложную многокомпонентную смесь ароматических углеводородов. Состав углеводородов, входящих в состав каменноугольного масла приведён в табл. 24. Вредное воздействие каменноугольного масла обусловлено действием токсичных компонентов, входящих в его состав.

Таблица 23

Показатели производства деревянных шпал для железных дорог широкой колеи

| № | Наименование показателей | Особенности производства | |
|--------|--------------------------|---|--|
| | | I тип | для станционных и подъездных путей |
| II тип | | | |
| 1 | Тип шпалы | III тип | для малодеятельных подъездных путей промышленных предприятий |
| 2 | | Порода древесины | Материал шпал - сосна, кедр, ель, пихта, лиственница |
| 3 | Способ пропитки | Вакуум-давление-вакуум | |
| 4 | Антисептик | Основное вещество – каменноугольное масло | |

Таблица 24

Углеводороды, входящие в состав каменноугольного масла

| Соединение | % | Соединение | % |
|-------------------------|------|----------------|------|
| Нафталин и его гомологи | 14 | Дефинеленоксид | 1,1 |
| Аценафтен | 5,49 | Флуорен | 3,42 |
| Дефинеленоксид | 1,1 | Пирен | 4,3 |
| Бензфлуорены | 1,03 | Фенантрен | 8,3 |
| Бензантрацен | 0,94 | Индол | 0,58 |
| Бензпирен | 0,3 | Фенантрацен | 6,45 |
| Флуорантен | 6,93 | Карбазол | 0,58 |
| Хризен | 3,15 | Фенолы | 3,94 |
| Хинолин | 0,96 | Крезолы | 1,14 |
| Гомологи пиридина | 0,15 | Ксиленолы | 0,84 |

Для оценки воздействия отработанных деревянных шпал на окружающую среду наиболее показательным является определение концентрации фенолов и нефтепродуктов в водных вытяжках из шпал. Перед проведением исследований нами были проанализированы существующие методики определения концентрации фенолов и нефтепродуктов (табл. 25). В качестве наиболее эффективного метода для определения качественного анализа нами был выбран хроматографический метод анализа, для количественного – флюоресцентный метод.

Известно, что основным санитарно-гигиеническим нормативом является ПДК. Водохозяйственные объекты подразделяются на несколько категорий, и в зависимости от этого ПДК для каждой категории определяется отдельно (табл. 26). При этом нормативы ПДК едины и

обязательны для всех, независимо от формы собственности и подчинённости на территории Российской Федерации.

Таблица 25

Методы определения концентраций фенолов в воде

| Метод | Основные принципы | Преимущества | Недостатки | Выводы |
|----------------|--|--|---|---|
| Экспресс-метод | Внесение в анализируемый раствор индикаторной бумаги, пропитанной необходимыми реактивами. Содержание компонентов определяют по тону или интенсивности окраски | Простота, удобство | Много операций по градуировке, выполнению измерений, длительное время анализа | Нельзя быть уверенным в точном результате, т.к. данный метод очень приблизительный |
| Флуоресцентный | В процессе измерения происходит возбуждение флуоресценции фенола, ее регистрация и автоматическое вычисление содержания фенола при помощи градуировочной характеристики, заложенной в память анализатора | Высокая точность, малая трудоемкость и, следовательно, небольшое время обработки пробы | Интенсивность флуоресценции определяется температурой, рН и находится под значительным влиянием процессов транспорта энергии и примесей, особенно неорганических ионов. Позволяет определить только фенольный индекс. | Возможность проводить экспресс-анализ состояния водных экосистем, создавая большие массивы данных для проведения систематических исследований в течение многих лет. Применим в определенных условиях. |

| Метод | Основные принципы | Преимущества | Недостатки | Выводы |
|--------------------|--|--|---------------------|--|
| Хроматографический | Основан на распределении компонентов смеси между двумя фазами – неподвижной и подвижной. Особенностью анализа является возможность разделения близких по свойствам веществ | Высокая эффективность, проведение качественного и количественного анализа, возможность автоматизации | Имеет несколько фаз | Хроматография широко применяется в лабораториях и в промышленности для качественного и количественного анализа многокомпонентных систем, контроля производства, особенно в связи с автоматизацией многих процессов |

Таблица 26

Нормы ПДК для водоёмов

| Вещества | ПДК, мг/л, в водохозяйственных объектах | |
|------------------|--|-------------------------------|
| | Хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения | Рыбохозяйственного назначения |
| Фенол | 0,001 | 0,001 |
| Фенольный индекс | 0,25 | 0,25 |
| Свинец | 0,03 | 0,10 |
| Мышьяк | 0,03 | 0,01 |
| Нефтепродукты | 0,1 | 0,1 |

Было проведено исследование водных вытяжек из ОДШ. Методика состояла в следующем: берутся образцы ОДШ, при этом оценивается вес и объём образцов, рассчитывается площадь их поверхности. Образцы помещаются в стеклянные цилиндры объёмом 1,0 л и заливаются дистиллированной водой в количестве 500 мл (рис.25). В результате исследований водных вытяжек из отработанных деревянных шпал получены следующие результаты.



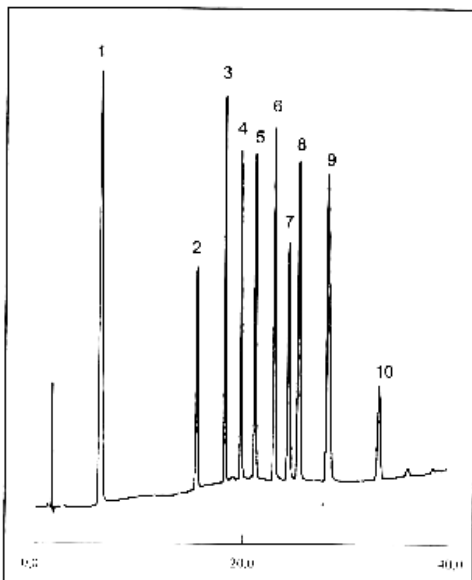
Рисунок 25. Цилиндры с водными вытяжками из ОДШ в возрасте 1 год.

Хроматографический анализ (на качественный состав) водных вытяжек из ОДШ в возрасте 7 суток показал наличие в них следующих соединений (рис. 26): 3-аминофенол; фенол; 4-нитрофенол; 3-нитрофенол; 2-нитрофенол; 4-хлорфенол; 3,5-диметолфенол; 2,4-диметолфенол; пентахлорфенол; 3,4-дихлорфенол.

Анализ на нефтепродукты водных вытяжек из ОДШ в возрасте 4 месяца и 1 год показал их содержание в концентрациях многократно превышающих нормы ПДК (табл. 27, рис. 27).

Phenols

Chromatographic Conditions:



| | |
|----------------------|--|
| Column: | Purospher RP-18 e , 5 µm, 125x4 mm HP Part No 79925PE-564 |
| Mobile phase: | A: Acetonitrile / 10 mM Sodiumacetate pH 6,6 50/50 (v/v) B: 10 mM Sodiumacetate pH 6,6 |
| Gradient: | 0 - 10 min 0 - 10 % A 10 - 16 min 10 - 60 % A 16 - 26 min 60 % A 26 - 36 min 60 - 80 % A 36 - 40 min 80 % A |
| Flow rate: | 1,0 ml/min |
| Detection: | UV 230 nm |
| Temperature: | ambient |
| Inj. Volume: | 10 µl |
| Sample: | 1. 3- Aminophenol 26,7 µg/ ml 2. Phenol 277,8 µg/ ml 3. 4-Nitrophenol 14,6 µg/ ml 4. 3-Nitrophenol 7,7 µg/ ml 5. 2-Nitrophenol 16 µg/ ml 6. 4- Chlorphenol 58,4 µg/ ml 7. 3,5-Dimethylphenol 127,1µg/ ml 8. 2,4-Dimethylphenol 199,8 µg/ ml 9. Pentachlorphenol 25,8 µg/ ml 10. 3,4-Dichlorphenol 12,8 µg/ ml |

Рисунок 26. Качественный состав водных вытяжек по фенолам

Таблица 27

Анализ водных вытяжек ОДШ на нефтепродукты

| Наименование | Содержание нефтепродуктов в водных вытяжках за время: | |
|----------------------------|--|-------------|
| | 4 мес. | 1 год |
| ПДК, мг/л | 0,1 | 0,1 |
| Вытяжка, мг/л | 50,4 | 107,0 |
| Превышение ПДК, раз | 504 | 1070 |

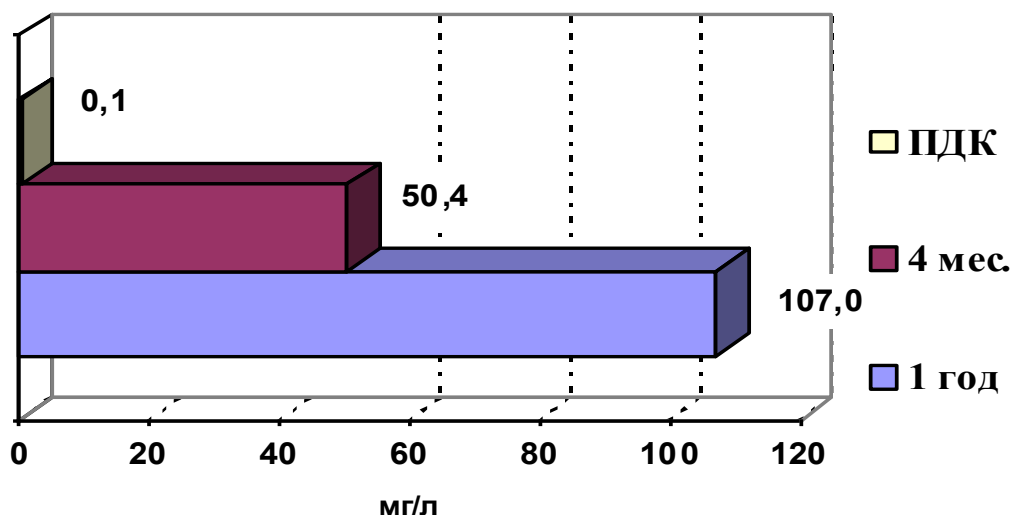


Рисунок 27. Содержание нефтепродуктов в водных вытяжках из шпал.

Анализ на общее содержание фенолов (фенольный индекс) водных вытяжек из ОДШ в возрасте 6 месяцев и 1 год показал, что концентрация общих фенолов также превышает нормы ПДК (табл. 28, рис. 28).

Таблица 28

Анализ водных вытяжек ОДШ на нефтепродукты

| Наименование | Общее содержание фенолов (фенольный индекс) в водных вытяжках за время: | |
|----------------------------|---|----------|
| | 6 мес. | 1 год |
| ПДК, мг/л | 0,25 | 0,25 |
| Вытяжка, мг/л | 1,32 | 1,29 |
| Превышение ПДК, раз | 5 | 5 |

Таким образом, результаты анализов водных вытяжек из отработанных деревянных шпал показали, что выделение в воду фенолов и нефтепродуктов из деревянных шпал зависит от площади поверхности образцов, контактирующей с водой. Концентрация загрязнений в водной вытяжке из отработанных деревянных шпал в возрасте 1 год в зависимости от площади контактирующей поверхности представлена на рис. 29. Средние концентрации загрязнений, выделяющихся из ОДШ в зависимости от площади поверхности приведены в табл. 29.

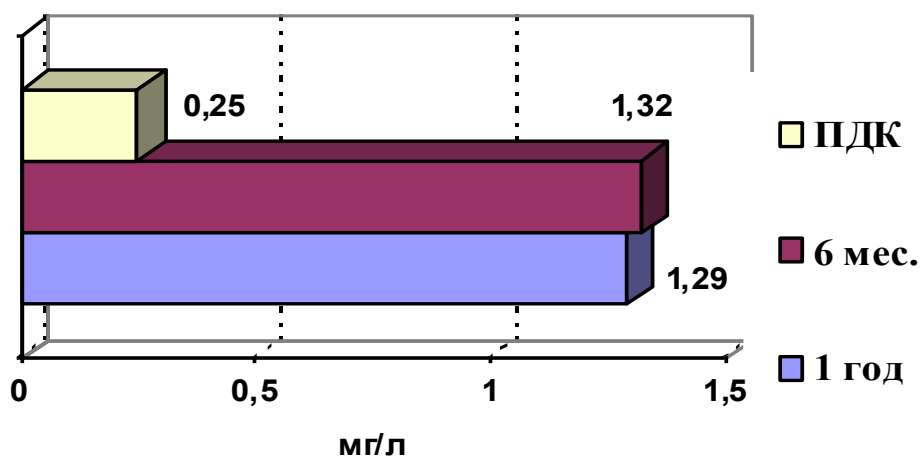


Рисунок 28. Общее содержание фенолов в водных вытяжках из шпал.

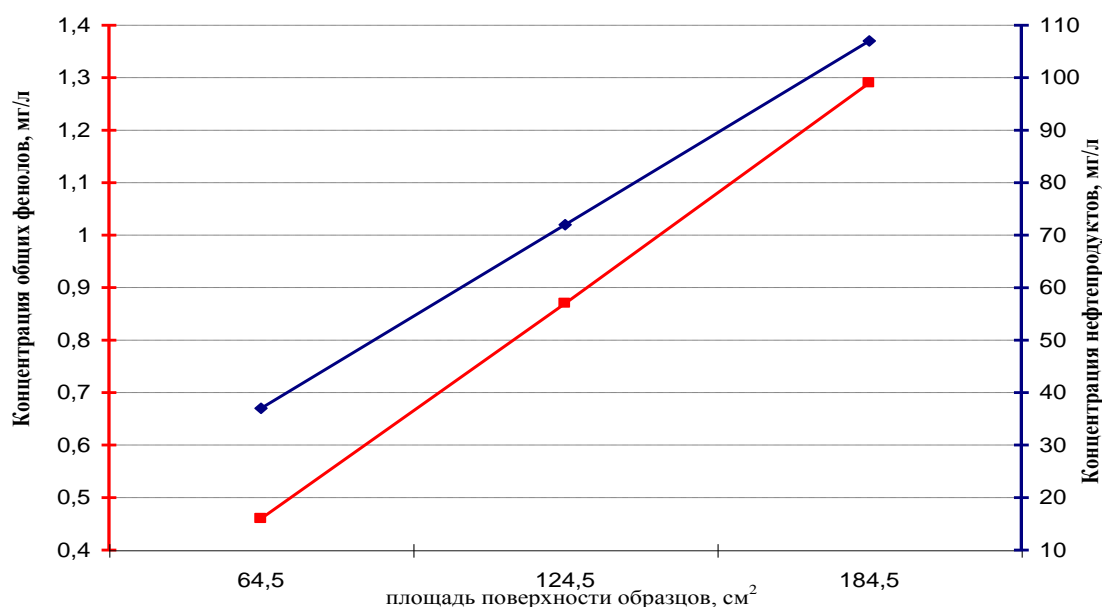


Рисунок 29. Концентрация общих фенолов и нефтепродуктов в водных вытяжках из отработанных деревянных шпал в возрасте 1 год в зависимости от площади поверхности образцов.

Таблица 29

Выделение общих фенолов (фенольный индекс) и нефтепродуктов в зависимости от площади поверхности.

| Наименование | Площадь поверхности, среднее, м ² | Выделение фенолов, среднее, мг/л в год | ПДК (фенольный индекс), мг/л | Выделение нефтепродуктов, среднее, мг/л в год | ПДК (нефтепродукты), мг/л |
|--------------|--|--|------------------------------|---|---------------------------|
| Образец1 | 0,00645 | 0,49 | 0,25 | 36 | 0,1 |
| Образец2 | 0,01245 | 0,81 | 0,25 | 75 | 0,1 |

| Наименование | Площадь поверхности, среднее, м ² | Выделение фенолов, среднее, мг/л в год | ПДК (фенольный индекс), мг/л | Выделение нефтепродуктов, среднее, мг/л в год | ПДК (нефтепродукты), мг/л |
|--------------|--|--|------------------------------|---|---------------------------|
| Образец3 | 0,01845 | 1,29 | 0,25 | 107 | 0,1 |
| Средн. | 1 м ² | 70 | 0,25 | 5,8 г/л | 0,1 |
| Шпала | 2,455 м ² | 172 | 0,25 | 14,24 г/л | 0,1 |

Как отмечалось ранее, в настоящее время основной способ утилизации отработанных деревянных шпал в России – складирование вдоль железнодорожного полотна в местах их замены, что не может не сказываться на состоянии окружающей среды. С учётом полученных данных произведён анализ экологической обстановки по ОДШ, результаты которого представлены в табл. 30.

Таблица 30

Анализ экологической обстановки на некоторых железных дорогах России

| Наименование железной дороги | Кол-во заменяемых шпал, шт/год | Загрязнение с 1 шпалы, г | | Валовые загрязнения | |
|------------------------------|--------------------------------|--------------------------|---------------|---------------------|------------------|
| | | Общие фенолы | нефтепродукты | Общие фенолы, кг | нефтепродукты, т |
| Алтайская | 168 000 | 0,172 | 14,24 | 28,896 | 2, 39 |
| Восточно-Сибирская | 30 000 | 0,172 | 14,24 | 5,160 | 0,43 |
| Горьковская | 40 000 | 0,172 | 14,24 | 6,880 | 0,57 |
| Московская | 46 000 | 0,172 | 14,24 | 7,912 | 0,66 |
| Октябрьская | 700 000 | 0,172 | 14,24 | 120,400 | 9, 97 |
| Свердловская | 50 000 | 0,172 | 14,24 | 8,600 | 0,71 |
| Северная | 1 000 000 | 0,172 | 14,24 | 172,000 | 14, 24 |
| Северо-Кавказская | 8 000 | 0,172 | 14,24 | 1,376 | 0,11 |

| Наименование железной дороги | Кол-во заменяемых шпал, шт/год | Загрязнение с 1 шпалы, г | | Валовые загрязнения | |
|------------------------------|--------------------------------|--------------------------|---------------|---------------------|------------------|
| | | Общие фенолы | нефтепродукты | Общие фенолы, кг | нефтепродукты, т |
| ИТОГО: | 2 042 000 | | | 351,224 | 29, 08 |

Таким образом, проведённые исследования показали, что для решения проблемы сохранения окружающей среды от загрязнений, а населения – от опасности необходимо надёжно утилизировать отработанные деревянные шпалы.

Выбор материала для изоляции отработанных деревянных шпал от окружающей среды

Предлагается два направления утилизации и изоляции отработанных деревянных шпал: при получении бетона, содержащего шпалы как своего рода деревянную арматуру, и путем создания бетонированных могильников для шпал. Известно, что бетон в зависимости от плотности способен быть непроницаемым для водных растворов, в том числе и содержащих загрязнения. Для оценки способности бетона удерживать в себе загрязнения выбраны бетоны с традиционными и новыми добавками:

- 1) бетон без добавок, марки 300;
- 2) бетон марки 350 с добавкой суперпластификатора С-3;
- 3) бетон марки 350 с добавкой жидкого стекла Na_2SiO_4 ;
- 4) бетон повышенной плотности с зольсодержащей композицией “Hardness-M” марки 800.

Составы бетонов представлены в табл.31.

Таблица 31

Составы бетонов, используемых для изоляции ОДШ

| Номер состава | Расход материалов на 1 м ³ бетона, кг | | | | | | В/Ц | М бетона (В) |
|---------------|--|-----|------|-----|---------------------------------|---------------------------|------|--------------|
| | Ц | П | Щ | В | Добавка масс.% от массы цемента | Вид добавки | | |
| 1 | 400 | 827 | 1073 | 144 | — | — | 0,36 | М300 (В22,5) |
| 2 | 400 | 890 | 1073 | 120 | 0,6 | С-3 | 0,30 | М350 (В25) |
| 3 | 400 | 858 | 1073 | 132 | 2,5 | Na_2SiO_4 | 0,33 | М350 (В25) |

| Номер состава | Расход материалов на 1 м ³ бетона, кг | | | | | | В/Ц | М бетона (В) |
|---------------|--|-----|------|-----|---------------------------------|--------------------|-------|--------------|
| | Ц | П | Щ | В | Добавка масс.% от массы цемента | Вид добавки | | |
| 4 | 950 | 184 | 1049 | 223 | 0,75 | Комп. «Hardness-M» | 0,235 | M800 (B60) |

Исследование физико-механических характеристик бетона с различным процентным содержанием ОДШ

Для исследования оптимального содержания железнодорожных шпал в шпалобетоне проведены опыты на образцах 4×4×16 см с различным добавлением отработанных деревянных шпал в виде деревянной арматуры. В качестве сырьевых материалов при приготовлении бетонов были использованы следующие:

- портландцемент ПЦ400 Д-20 Пикалевского объединения «Глинозем» как наиболее распространенный цемент в Северо-Западном регионе, характеризующийся следующими параметрами:
 - нормальная плотность (Н.Г.) – 25,5%;
 - сроки схватывания (час-мин):
 - начало – 2⁵⁵;
 - конец – 5⁰⁵.
 - равномерность изменения объема – выдержана.
 - прочность в возрасте 28 суток:
 - на сжатие – 40,6 МПа;
 - на изгиб – 5,2 МПа.
- песок для строительных работ карьерный с $M_{кр.} = 2,1$. Содержание пылевидных и илистых частиц не более 0,8%
- щебень с максимальным размером зерна 2,6 мм.

Дополнительно использовалась арматура из отработанных деревянных шпал в разном процентном соотношении. Твердение бетона осуществлялось в нормальных условиях при $t = 20 \pm 2^\circ\text{C}$ и влажности 95%.

Для определения максимального процентного содержания шпал в бетоне изготавливались образцы-балочки 4×4×16 см в соответствии с ГОСТ 10180, для которых определяли прочность на изгиб и на сжатие в возрасте 28 суток (рис. 30 - 31). Анализ полученных данных показывает, что при добавлении в образцы более 10% ОДШ от объема бетона приводит к заметному снижению прочности на сжатие. Прочность на изгиб у образцов, содержащих в качестве арматуры отработанные деревянные шпалы, несколько выше, чем у образцов без ОДШ. При испытаниях на

изгиб образцы не ломаются, в них только появляются трещины, причём сама арматура из шпал остается целой (рис.32).

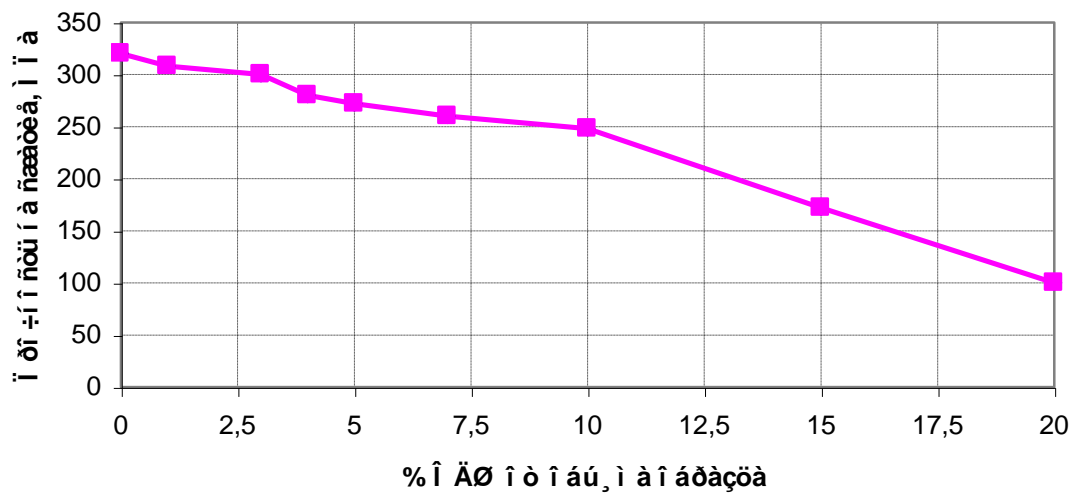


Рисунок 30. Взаимосвязь прочности образцов на сжатие и процентного содержания в них отработанных деревянных шпал.

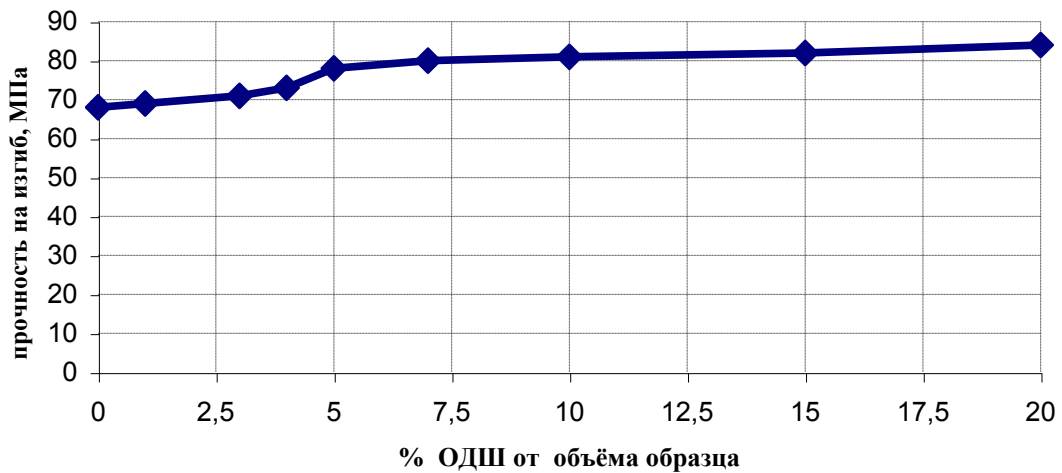


Рисунок 31. Взаимосвязь прочности образцов на изгиб и процентного содержания в них отработанных деревянных шпал.



Рисунок 32. Образец шпалобетона после испытания на изгиб

При проведении опытов также выявлено, что применение тепловлажностной обработки, которая осуществляется при температурах 80..90°C и нормальном давлении в среде насыщенного пара, неблагоприятно сказывается на бетоне. При таком виде обработки на поверхности шпал проступают замасленные пятна от отработанных деревянных шпал (рис.33) и чувствуется характерный запах каменноугольного масла. Поэтому в дальнейшем от тепловлажностной обработки отказались и твердение образцов бетона осуществлялось в течение 28 суток в нормальных условиях при температуре $t = 20 \pm 2^\circ\text{C}$ и влажности $95 \pm 5\%$.



Рисунок 33. Поверхность бетона со шпалами после тепловлажностной обработки

Была исследована толщина минимально допустимого слоя бетона, изолирующего воздействие каменноугольного масла от окружающей

среды. В процессе опытов выявлено, что слой менее 0,8 см недостаточен для полной изоляции. Водные вытяжки из таких образцов через три недели показывали наличие в них нефтепродуктов, поэтому далее рассматривались образцы, слой бетона в которых составлял не менее 0,8 см. После твердения бетона были проведены опыты на определение физико-механических свойств полученных образцов (табл. 32). Анализ результатов показывает, что состав №4 с добавлением композиции «Hardness-M» $H_4SiO_4 + K_4[Fe(CN)_6]$ является наиболее прочным.

Таблица 32

Физико-механические свойства различных составов бетона

| Номер состава | Вид добавки | Содержание шпал, % объемн. | Прочность на изгиб, МПа | Прочность на сжатие, МПа |
|---------------|--|----------------------------|-------------------------|--------------------------|
| 1 | — | 10 | 8 | 33 |
| 2 | С-3 | 10 | 9 | 37 |
| 3 | Na_2SiO_4 | 10 | 8 | 34 |
| 4 | Комп. «Hardness-M» $H_4SiO_4 + K_4[Fe(CN)_6]$ | 10 | 15 | 80 |

Исследование изолирующей способности бетона с традиционными и новыми добавками

Способность бетона удерживать в себе загрязнения оценивалась по анализам водных вытяжек из образцов, содержащих отработанные деревянные шпалы, в сравнении с аналогичными образцами без ОДШ – контрольными образцами. Методика состоит в следующем: берутся образцы-балочки, содержащие в своём составе ОДШ в количестве 10 объёмных процентов, при этом оценивались вес и объём образцов, рассчитывалась площадь их поверхности. В дальнейшем образцы помещались в цилиндры объёмом 1,0 л и заливались дистиллированной водой в количестве 500 мл, подобно тому, как это делалось при исследованиях водных вытяжек из отработанных деревянных шпал.

Анализ водных вытяжек на нефтепродукты и общее содержание фенолов (фенольный индекс) проводился в аккредитованной лаборатории ФГУ «Центр сертификации и испытаний» через 3, 7, 21 день, 1, 4 и 6 месяцев и 1 год. Результаты лабораторных исследований (табл.33) показывают, что удерживающая способность обычного бетона, содержащего отработанные деревянные шпалы, оказалась крайне низкой:

уже через месяц после помещения образцов в воду анализы их водных вытяжек показали содержание нефтепродуктов и общих фенолов превышающее нормы ПДК. В водных вытяжках образцов с добавкой пластификатора С-3 наличие нефтепродуктов и общих фенолов (фенольного индекса), превышающих нормы ПДК, выявлено в вытяжках возраста 4 месяца. В водных вытяжках образцов с добавкой жидкого стекла Na_2SiO_4 наличие нефтепродуктов и общих фенолов (фенольного индекса), превышающих нормы ПДК, обнаружены также в возрасте 4х месяцев. Таким образом, можно сделать вывод о том, что как бездобавочный, так и бетон с представленными традиционными добавками не способны создать свойство, изолирующее воздействие каменноугольного масла от окружающей среды.

Таблица 33

Изолирующая способность бетонов различных составов

| Составы | | Концентрация в водных вытяжках нефтепродуктов и фенольного индекса, мг/л | | | | | | | ПДК, мг/л |
|------------------------------------|----------------|--|--------|---------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| | | 3 дня | 7 дней | 21 день | 1 мес | 4 мес | 6 мес | 1 год | |
| 1 (без добавки) | нефте-продукты | нет | нет | 0,1 | | | | | 0,1 |
| | фенолы | нет | нет. | 0,05 | 0,25 | | | | 0,25 |
| 2 (С-3) | нефте-продукты | нет | нет | нет | нет | 0,2 | | | 0,1 |
| | фенолы | нет | нет | нет | нет | 0,37 | | | 0,25 |
| 3 (Na_2SiO_4) | нефте-продукты | нет | нет | нет | нет | 0,1 | | | 0,1 |
| | фенолы | нет | нет | нет | нет | 0,32 | | | 0,25 |
| 4 (Комп. «Hardness-M») | нефте-продукты | нет | нет | нет | нет | нет | нет | нет | 0,1 |
| | фенолы | нет | нет | нет | нет | нет | нет | нет | 0,25 |
| Контрольный (без ОДШ) | нефте-продукты | нет | нет | нет | нет | нет | нет | нет | 0,1 |
| | фенолы | нет | нет | нет | нет | нет | нет | нет | 0,25 |

В водных вытяжках образца бетона с золь-содержащей добавкой наличие нефтепродуктов и общих фенолов (фенольного индекса) в

возрасте 1 год не обнаружено. Таким образом, использование новой добавки в бетон – композиции «Hardness-M» $H_4SiO_4 + K_4[Fe(CN)_6]$ – обеспечило удерживание загрязнений, выделяющихся из отработанных деревянных шпал, пропитанных каменноугольным маслом. Такой бетон с комплексной добавкой является высокоплотным, так как водопоглощение, по данным физико-химических испытаний, не превышает 2,5%.

Испытания высокоплотного бетона производились в аккредитованной испытательной лаборатории НИТЦ «СОКРАТ» (табл.34). Долговечность бетона оценивалась по результатам водонепроницаемости и морозостойкости, все испытания производились на стандартных образцах в соответствии с требованиями ГОСТ на каждый вид испытаний. Сравнение структуры высокоплотного бетона с обычным бетоном (рис.34) показывает, что образец из высокоплотного бетона имеет более плотную структуру с меньшим количеством пор и, кроме того, поры имеют меньший размер, а их сечение больше соответствует форме круга, что свидетельствует о полноте прохождения гидратационного процесса. Основой достижения повышенной плотности бетона является осуществление золь-гель процессов образования гидросиликатов в бетоне :

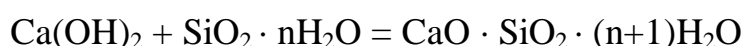


Таблица 34

Физико-механические характеристики высокоплотного бетона

| Расход материалов на 1 м ³ бетона, кг | | | | | В/Ц | Осадка конуса, см | Прочность на сжатие в возрасте 28 сут, МПа | Усадка, мм/м | Водонепроницаемость, атм. | Морозостойкость, цикл, не менее | Средняя плотность, кг/м ³ |
|--|-----|------|-----------------|-----|-------|-------------------|--|--------------|---------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|
| Ц | П | Щ | «Hardness-M», % | В | | | | | | | |
| 950 | 184 | 1049 | 0,75 | 223 | 0,235 | 1,0 | 108 | 0,33 | 14 | 500 | 2406 |

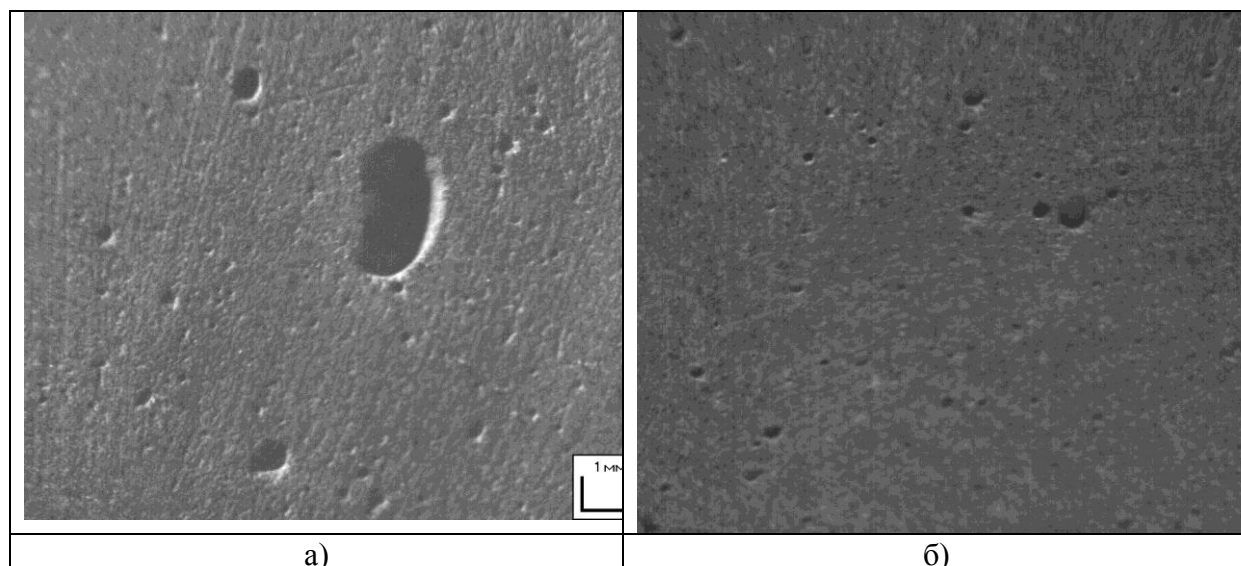


Рисунок 34. Структура искусственного камня (увеличение $\times 10$).
а) обычный бетон; б) высокоплотный бетон

Именно этот процесс отличает высокоплотный бетон от известных бетонов с традиционными добавками. Продукты реакции, имея наноразмеры 1..100 нм, коагулируют поры, создавая высокоплотную структуру камня. Именно благодаря этому свойству обеспечивается высокая водонепроницаемость (более 14 атм.), высокая прочность на изгиб, усиленная деревянной арматурой (15 МПа) и высокая морозостойкость – более 500 циклов.

Полученные данные позволяют утверждать, что в присутствии золя ортокремневой кислоты пористость бетона уменьшается, следствием чего является хорошая изоляционная способность высокоплотного бетона, связанная с его высокой водонепроницаемостью.

Технологические схемы изолирования шпал от окружающей среды

Как уже отмечалось, предлагается два направления утилизации и изоляции отработанных деревянных шпал: при получении шпалобетона, содержащего шпалы как своего рода деревянную арматуру, и путем создания бетонированных могильников. Типы и размеры деревянных шпал представлены на рис. 35. Основной тип деревянных шпал, применяемый на железных дорогах России, а соответственно, и самый заменяемый – шпалы I типа – для главных путей. Исходя из основных размеров шпал, объем одной шпалы составит, в среднем:

$$V_{\text{ш}} = 0,180 \times 0,250 \times 2,750 = 0,12375 \text{ м}^3,$$

площадь поверхности одной шпалы:

$$S_{\text{ш}} = 0,180 \times 0,250 \times 2 + 0,180 \times 2,750 \times 2 + 0,250 \times 2,750 \times 2 = 2,455 \text{ м}^2$$

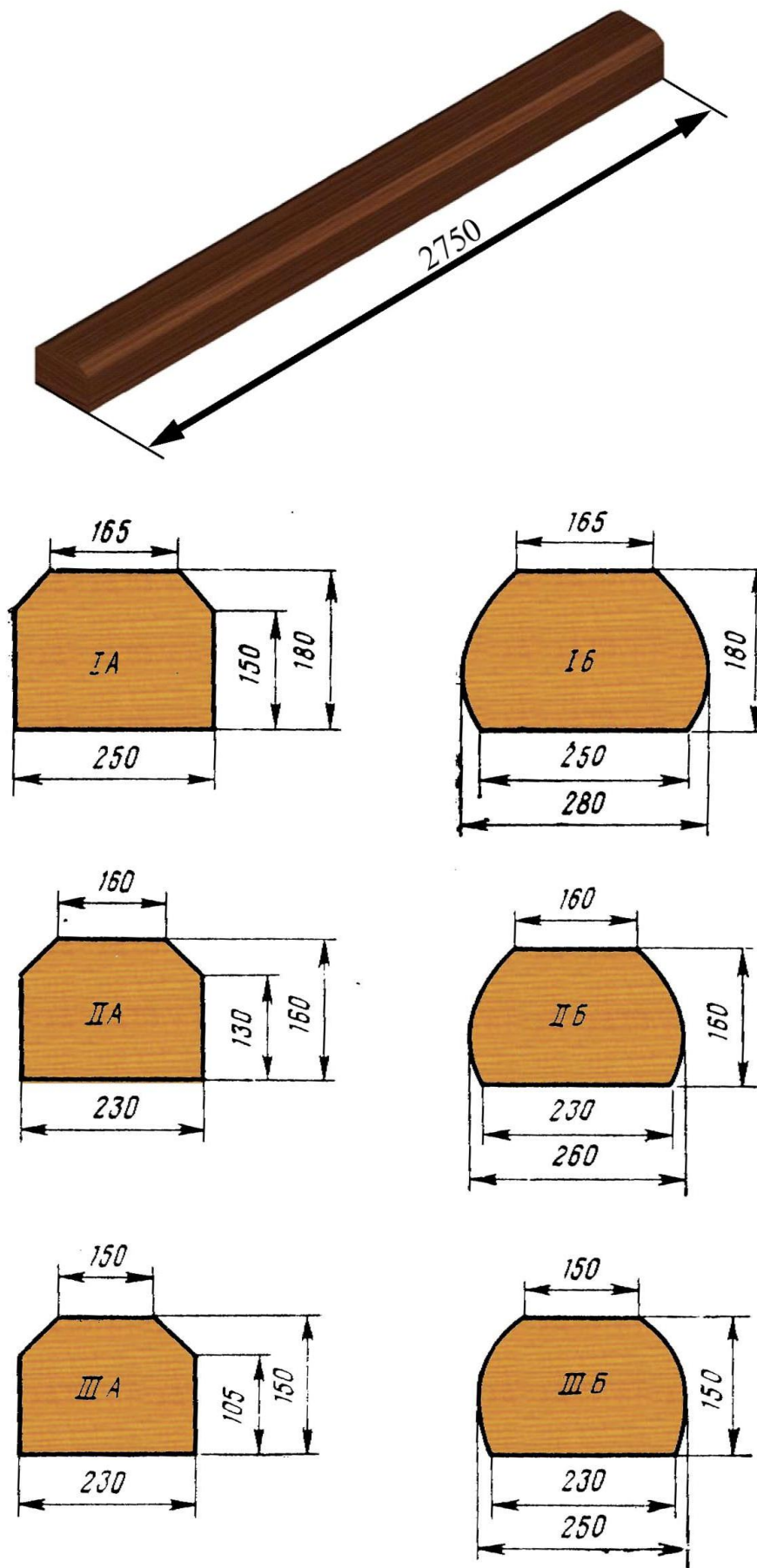


Рис. 35. Типы и размеры деревянных шпал

Технологическая схема изготовления шпалобетона

Анализ возможных вариантов использования получаемых из шпалобетона изделий показал, что наиболее приемлемыми являются камни бетонные бортовые БР 100.30.15 и БР 100.30.18. Общий вид и основные параметры камней бетонных бортовых приведены на рис. 36 и в табл. 35. Этот выбор обусловлен наименьшим количеством распилов, выполняемых шпалопилочной машиной, что с учётом данных лабораторных исследований соответствует 2 продольным, 2 вертикальным и 2 поперечным распилам (27 частей).

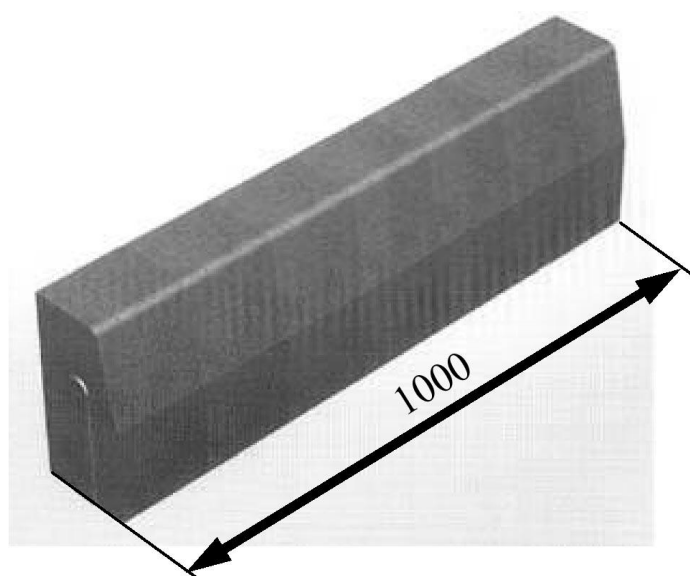
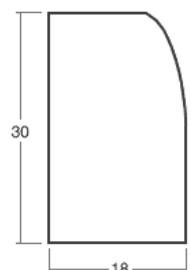


Рис. 36. Общий вид камня бортового типа БР100

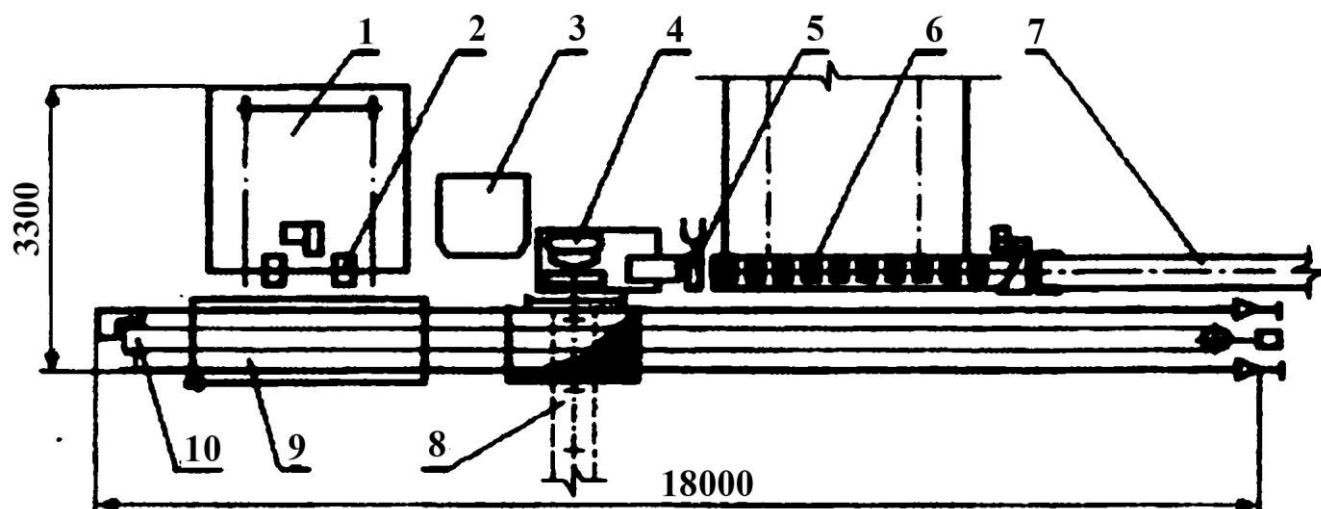
Таблица 35

Марка и форма камней бетонных бортовых

| Марка | Форма | Размер | Класс бетона по прочности на сжатие | Назначение камней |
|--------------|-------|-----------------|-------------------------------------|---|
| БР 100.30.15 | | 100x30x15 см | В30 | Для отделения проезжей части от тротуаров и газонов |

| | | | | |
|--------------------------------------|---|-----------------|-----|--|
| БР 100.30.18 (магистраль- ный) |  | 100x30x18 см | В30 | |
|--------------------------------------|---|-----------------|-----|--|

Для выпилки шпал применяются круглопильные станки ЦДТ6-5, выпускаемые Уссурийским машзаводом (рис. 36). Этот же тип оборудования предлагается применять для распиливания отработанных деревянных шпал на части. Полученные части предлагается в дальнейшем использовать как деревянную арматуру при изготовлении камней бетонных бортовых марки БР 100.30.18 с применением высокоплотного бетона, разработанного нами.



1 – питатель; 2 – кантователь сегментный; 3 – кабина оператора; 4 – пильный блок; 5 – разделитель потоков; 6 – конвейер роликовый винтовой; 7 – ленточный конвейер; 8 – конвейер отходов; 9 – тележка; 10 – привод надвигания.

Рис. 36 Оборудование шпалопиления.

Исходя из размеров шпал) и размеров камней бетонных бортовых размеры частей ОДШ составят, в среднем, 85×60×920 для шпал I-го типа (на основной колее); 75×50×920 для шпал II-го типа (на вспомогательных дорогах) и 45×50×920 для шпал III-го типа (на внутренних дорогах промышленных предприятий). При таких размерах частей ОДШ изолирующий слой бетона составляет более 30 мм, что достаточно для изоляции ОДШ от окружающей среды. Материалоёмкость на изготовление 1 пог.м камней бетонных бортовых из шпалобетона представлена в табл. 36.

Таблица 36

Показатели материалоёмкости изготовления 1 пог. м камней бетонных бортовых с наполнением ОДШ различных типов

| Марка бортового камня | Расход материалов | | | | | | | |
|-----------------------|-----------------------|---------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------------------|
| | Бетон, м ³ | ОДШ, по типам | | | | | | |
| | | шт. | I тип | | II тип | | III тип | |
| | | | м ³ | на 1 м ³ бетона | м ³ | на 1 м ³ бетона | м ³ | на 1 м ³ бетона |
| БР100.30.15 | 0,043 | 1/27 | 0,0046 | 0,11 | 0,0035 | 0,08 | 0,0021 | 0,05 |
| БР100.30.18 | 0,052 | 1/27 | 0,0046 | 0,09 | 0,0035 | 0,07 | 0,0021 | 0,04 |

При использовании бетонных поребриков с деревянными шпалами на один погонный километр дороги (учитывая, что бортовые камни идут по обе стороны дороги) укладывается 2000 поребриков, что составляет 74 шпалы (2000/27). Строительство дороги длиной 1000 км с применением в качестве бортовых бетонных камней шпалобетона позволит утилизировать ОДШ в количестве 74 тыс. штук. На рис. 36 приведена принципиальная схема изготовления бортового камня из шпалобетона.

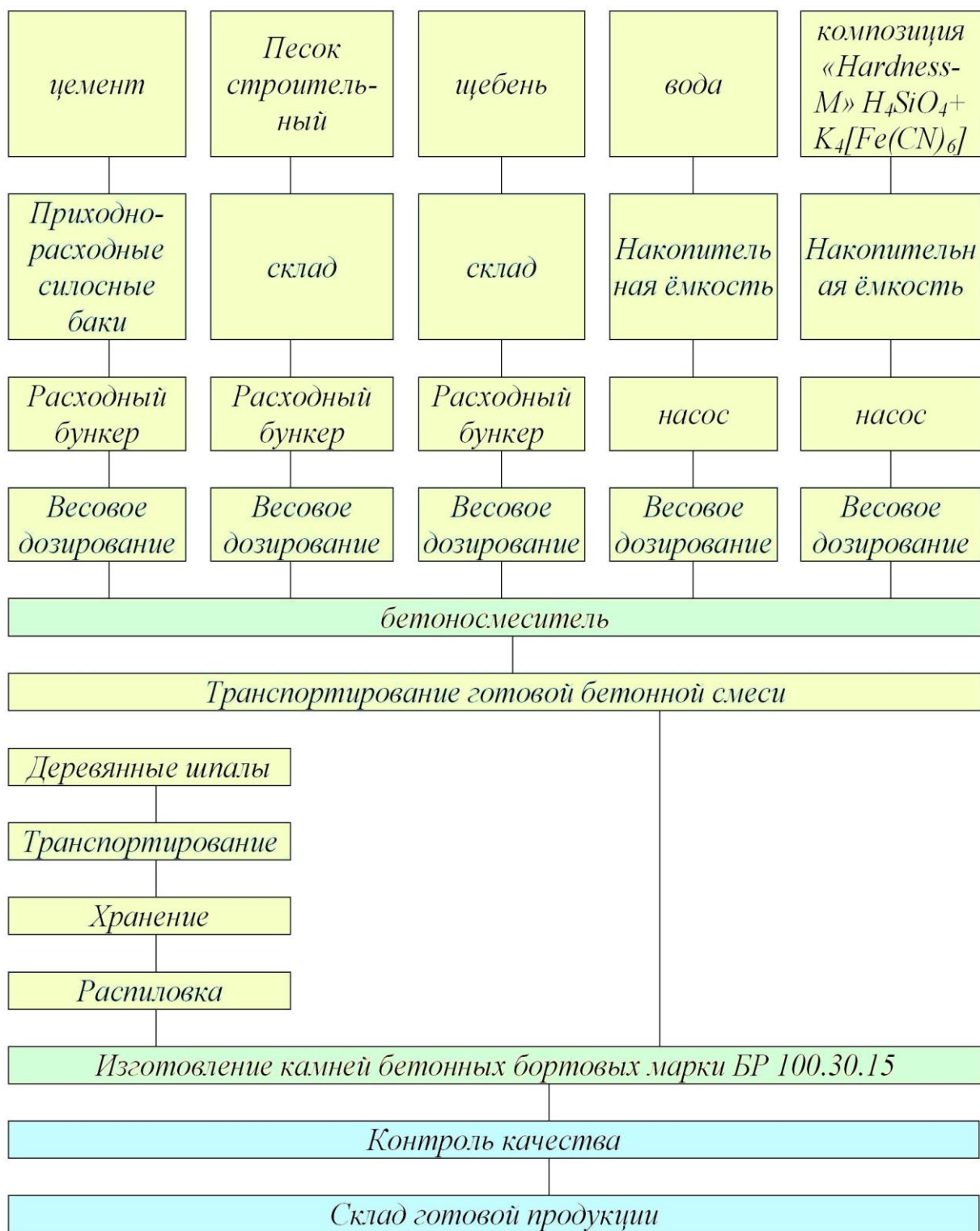


Рис.36. Принципиальная схема изготовления камней бетонных бортовых.

Технологическая схема изготовления могильника

Второе рассмотренное направление утилизации и изоляции отработанных деревянных шпал – создание могильников. Исходя из размеров шпал

целесообразно изготавливать могильники следующих размеров: 6×6×3 м и 12×12×3 м.

Могильник представляет собой замкнутую квадратную в плане емкость, выполненную из монолитного высокоплотного бетона, внутри которого помещены отработанные деревянные шпалы (рис. 37). Исходя из общей массы шпал, приходящейся на площадь могильника, изолирующий слой целесообразно принять не менее 200 мм. Принимаем толщину конструкций могильника 300 мм. Основные параметры могильников представлены в табл. 37.

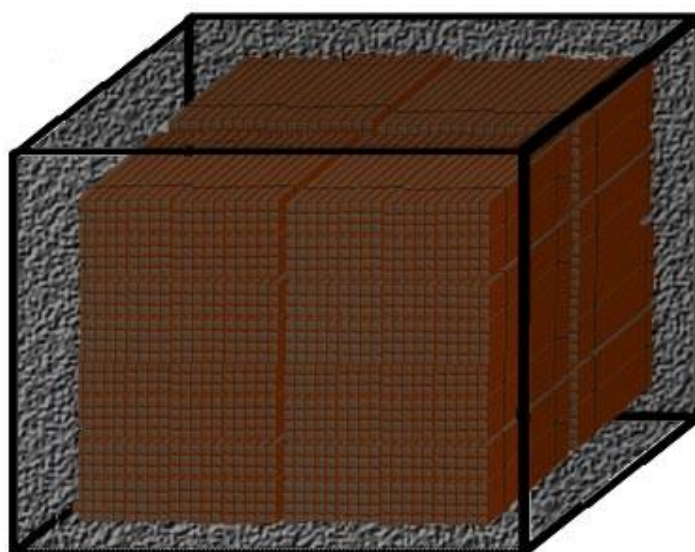


Рис. 37. Общий вид могильника для изоляции ОДШ

Таблица 37

Основные параметры могильников для изоляции ОДШ

| Внутренние размеры могильников, м | Толщина стен могильников, мм | Рабочий объем могильника, куб.м | Объём одной шпалы, м ³ | Максимальная загрузка могильника шпалами, шт. | Объём бетона на могильник, м ³ | Материалоёмкость могильника, шт.шпал/м ³ бетона | Отгораемая площадь под могильник, м ² |
|-----------------------------------|------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|---|---|--|--|
| 6×6×3 | 300 | 108 | 0,124 | 871 | 23 | 37,9 | 43,56 |
| 12×12×3 | 300 | 432 | 0,124 | 3483 | 67,3 | 51,8 | 158,76 |

Из приведенных данных видно, что по материалоемкости могильник 12×12×3 отличается большей накопительной способностью ($432/108 = 4$) при сравнительно небольшом увеличении расхода высокоплотного бетона на его изготовление ($67,3/23 = 2,926$). При этом толщина слоя высокоплотного бетона оставлена такой же, как и на могильнике меньшего объема. Однако площадь, отторгаемая при этом под могильник, увеличивается ($158.76/43.56 = 3,644$). Принципиальная схема изготовления могильника приведена на рис. 38.

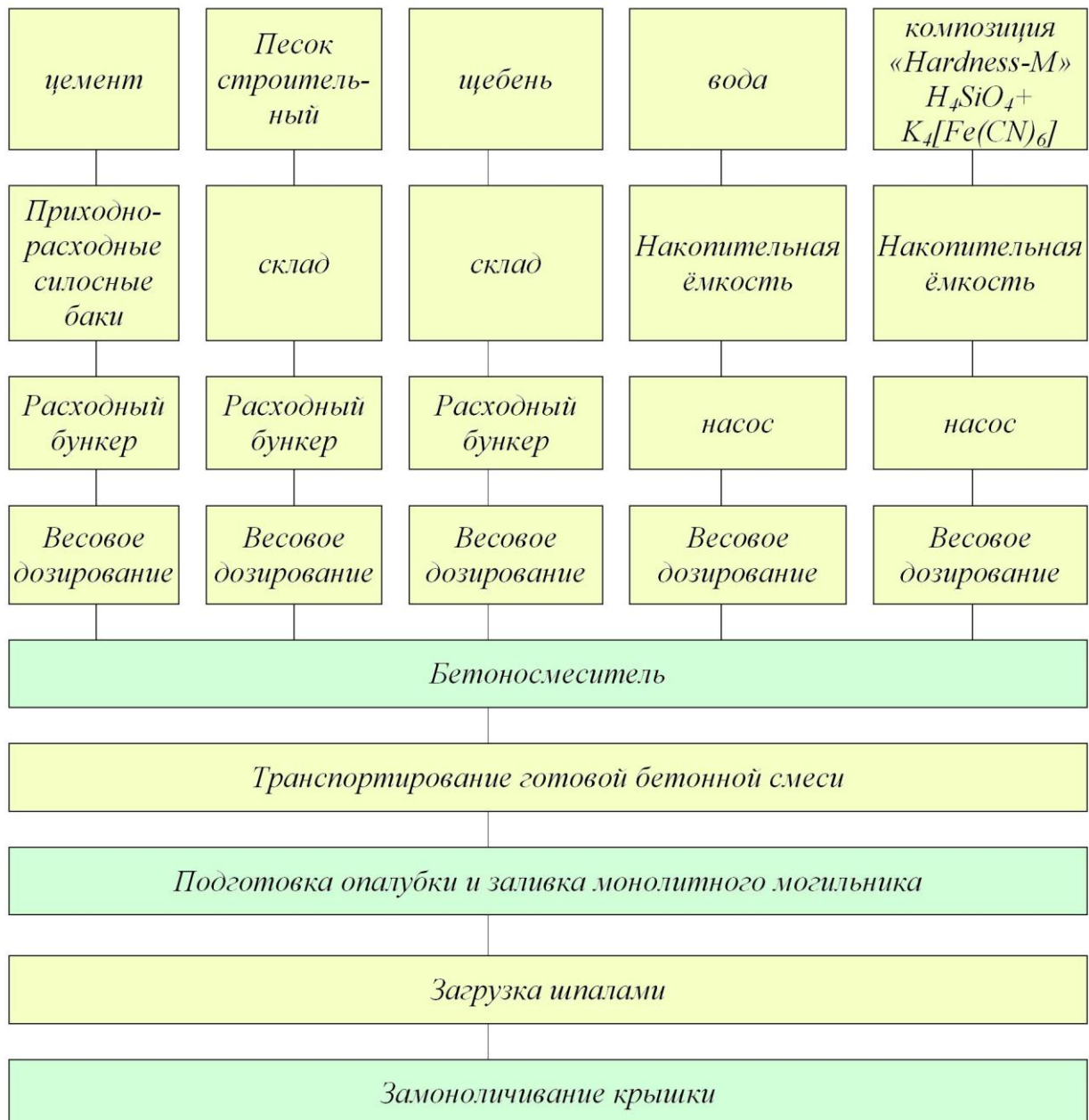


Рис. 38. Принципиальная схема изготовления могильника.

Многие научные институты и производственные организации, участвующими в реализации инвестиционного проекта ОАО «РЖД» «Внедрение ресурсосберегающих технологий на железнодорожном транспорте», ведут разработки и по многим другим направлениям ресурсосбережения. Такая положительная динамика позволит ОАО «РЖД» в ближайшем будущем сократить вложения в ресурсоемкие направления своей деятельности и реализовать за счет этого другие значимые для жизни отрасли инвестиционные проекты.

ПЕРЕВОЗКА ОПАСНЫХ ГРУЗОВ

Железнодорожный транспорт - это вид транспорта наиболее приспособлен к массовым перевозкам, функционирует днём и ночью независимо от времени года и атмосферных условий. Железные дороги имеют высокую провозную способность. Железные дороги является универсальным видом транспорта для перевозок всех видов грузов в межрайонных и во внутрирайонных сообщениях. Однако постройка железных дорог требует больших капитальных вложений, зависящих от топографических, климатических и экологических условий. На железнодорожном транспорте высока доля расходов, мало зависящих от размеров движения (ремонт зданий и других устройств, содержание административно-технического персонала); она составляет около половины общих расходов по эксплуатации. Всё это определяет эффективность применения железных дорог при значительной концентрации грузовых потоков. Перевозка грузов по железной дороге на относительно большие расстояния экономически более выгодна, чем на малые, что объясняется высоким удельным весом расходов, не зависящих от дальности перевозок и удорожающих себестоимость их на коротких расстояниях. Сюда относятся расходы на начальные операции, включая подачу вагонов к месту погрузки - выгрузки и уборку их, производство грузовых операций и др. За последние годы на железнодорожном транспорте произошли значительные изменения в технике, методах эксплуатации и экономике. Многие сделано по техническому переоснащению железных дорог на основе электрификации, автоматизации, телемеханики, комплексной механизации, вычислительной и микропроцессорной техники. Осуществляется поэтапное внедрение автоматизированной системы управления железнодорожным транспортом (АСУЖТ). Дальнейшее развитие получили контейнерные перевозки на основании реализации единой контейнерно-транспортной системы; построены новые железнодорожные линии.

Подавляющее большинство опасных грузов по территории Российской Федерации перевозится автомобильным и железнодорожным транспортом (около 95% всех перевозок опасных грузов). Гораздо

меньшая доля выпадает на водный и воздушный транспорт. В то же время автомобильные дороги и железнодорожные ветки естественным образом сконцентрированы в наиболее густонаселенных территориях. Таким образом, большая часть всех перевозимых опасных грузов сосредоточена в таких местах, где любая их утечка или иная авария может привести к значительному материальному, экологическому ущербу или человеческим жертвам. Поэтому во всех развитых странах разработаны строгие правила, направленные на обеспечение безопасности перевозок опасных веществ и снижение последствий возможных аварийных ситуаций при их транспортировке. Более того, в связи с большим количеством международных грузоперевозок и возможными глобальными масштабами последствий аварий с опасными веществами, существуют различные международные соглашения, регулирующие такие перевозки. Как пример, можно привести следующие документы: "Европейское соглашение о международной дорожной перевозке опасных грузов" (ДОПОГ/ADR) (заключено в г. Женеве 30.09.1957), «Соглашение о межгосударственных перевозках опасных и разрядных грузов» (Соглашение стран СНГ от 23.12.1993), «Рекомендации по перевозке опасных грузов» ООН и другие документы. Надо также отметить, что большинство международных перевозок опасных грузов регламентируется именно международными соглашениями и рекомендациями ООН, а в дополнение – документами тех стран, по территории которых осуществляется перевозка.

На территории Российской Федерации основные требования к организации перевозок опасных грузов определяются как международными соглашениями, нормами и стандартами, так и собственными законодательными документами. На железной дороге это «Правила перевозок опасных грузов по железным дорогам» (утв. СЖТ СНГ, протокол от 05.04.1996 N 15).

Классификация опасных грузов

К опасным грузам относятся вещества, материалы, изделия, отходы производства и иной деятельности, которые в силу присущих им свойств и особенностей при наличии определенных факторов в процессе транспортирования, при производстве погрузочно-разгрузочных работ и хранении могут нанести вред окружающей природной среде, послужить причиной взрыва, пожара или повреждения транспортных средств, устройств, зданий и сооружений, а также гибели, травмирования, отравления, ожогов или заболевания людей, животных и птиц.

Опасные грузы в соответствии с международными требованиями, установленными Типовыми правилами ООН (Рекомендации по перевозке опасных грузов) классификации веществ и изделий, по характеру опасных свойств подразделяются на следующие классы:

- Класс 1 Взрывчатые вещества и изделия
- Класс 2 Газы

- Класс 3 Легковоспламеняющиеся жидкости
- Класс 4.1 Легковоспламеняющиеся твердые вещества, самореактивные вещества и твердые десенсибилизированные взрывчатые вещества
- Класс 4.2 Самовозгорающиеся вещества
- Класс 4.3 Вещества, выделяющие воспламеняющиеся газы при взаимодействии с водой
- Класс 5.1 Окисляющие вещества
- Класс 5.2 Органические пероксиды
- Класс 6.1 Ядовитые (токсичные) вещества
- Класс 6.2 Инфекционные вещества
- Класс 7 Радиоактивные материалы
- Класс 8 Едкие (коррозионные) вещества
- Класс 9 Прочие опасные вещества и изделия.

Опасные грузы в соответствии с их физико-химическими свойствами, видами и степенью опасности при перевозке (транспортировке) могут подразделяться на классы, подклассы, категории и группы

К опасным грузам класса 1 относятся: взрывчатые вещества и изделия со взрывчатыми веществами, пиротехнические вещества, составы и изделия.

Опасные грузы класса 1 подразделяются на шесть подклассов:

К подклассу 1.1 относят вещества и изделия, которые характеризуются опасностью взрыва массой (взрыв массой - взрыв, который практически мгновенно распространяется на весь груз).

К подклассу 1.2 относят вещества и изделия, которые характеризуются опасностью разбрасывания, но не создают опасности взрыва массой.

К подклассу 1.3 относят вещества и изделия, которые характеризуются пожарной опасностью, а также незначительной опасностью взрыва, незначительной опасностью разбрасывания либо тем и другим, но не характеризуются опасностью взрыва массой:

а) при горении которых выделяется значительное тепловое излучение, или

б) которые, загораясь одно за другим, характеризуются незначительным взрывчатым эффектом, разбрасыванием либо тем и другим.

К подклассу 1.4 относят взрывчатые вещества и изделия, представляющие лишь незначительную опасность взрыва в случае воспламенения или инициирования при перевозке. Действие взрыва ограничивается грузовым местом, при этом не ожидается выброса осколков значительных размеров или на значительное расстояние. Внешний пожар не должен служить причиной практически мгновенного

взрыва почти всего содержимого упаковки.

К подклассу 1.5 относят вещества очень низкой чувствительности, которые характеризуются опасностью взрыва массой, но обладают настолько низкой чувствительностью, что существует очень малая вероятность их инициирования или перехода от горения к детонации при нормальных условиях перевозки. Минимальное требование для этих веществ - они не должны взрываться при испытании на внешнее воздействие огня.

К подклассу 1.6 относят изделия чрезвычайно низкой чувствительности, которые не характеризуются опасностью взрыва массой. Эти изделия содержат только крайне нечувствительные к детонации вещества и характеризуются ничтожной вероятностью случайного инициирования или распространения взрыва.

К классу 2 относят вещества, отвечающие хотя бы одному из следующих условий:

- абсолютное давление паров при температуре 50 °С не менее 300 кПа (3 кгс/см²);

- при температуре 20 °С и нормальном давлении 101,3 кПа являются полностью газообразными, а также содержащие их изделия.

К подклассу 2.1 относят неядовитые газы, образующие воспламеняющиеся смеси с воздухом.

К подклассу 2.2 относят газы, являющиеся невоспламеняющимися и неядовитыми.

К подклассу 2.3 относят ядовитые газы, среднесмертельная (летальная) концентрация ЛК₅₀ которых не превышает 5 дм³/м³.

К классу 3 относят легковоспламеняющиеся жидкости, температура вспышки которых не более 60 °С в закрытом тигле (сосуде).

К классу 4.1 относят:

- легковоспламеняющиеся твердые вещества и изделия, которые могут воспламениться от кратковременного воздействия источника огня или возгораться при трении;

- саморазлагающиеся вещества, т.е. вещества, склонные к экзотермическому разложению без доступа воздуха;

- взрывчатые вещества, увлажненные таким количеством воды, спирта или содержащие такое количество пластификатора или флегматизатора, которые могут подавлять взрывоопасность.

К классу 4.2 относят пирофорные вещества (вещества, быстро воспламеняющиеся на воздухе); другие вещества и материалы, которые способны самопроизвольно нагреваться до возгорания.

К классу 4.3 относят вещества, которые при температуре 20 +/- 5 °С при взаимодействии с водой выделяют самовоспламеняющиеся газы или воспламеняющиеся газы в опасных количествах с интенсивностью не менее 1 дм³/(кг·ч).

К классу 5.1 относят окисляющие вещества, поддерживающие горение, вызывающие и (или) способствующие воспламенению других веществ в результате экзотермической окислительно-восстановительной реакции.

К классу 5.2 относят органические вещества, имеющие в своей структуре пероксигруппу [-O-O-] и являющиеся производными водорода пероксида, в молекуле которого один или два атома водорода замещаются органическим радикалом.

Органические пероксиды - это термически нестабильные вещества, которые при нормальной или повышенной температуре способны развивать самоускоряющуюся экзотермическую реакцию. Разложение может быть вызвано теплом, контактом с примесями (например, с кислотами, соединениями тяжелых металлов, аминами), трением или ударом. Скорость разложения зависит от состава органического пероксида и увеличивается с возрастанием температуры. При разложении могут выделяться газы, вредные для здоровья или воспламеняющиеся. Многие органические пероксиды активно горят. Некоторые органические пероксиды могут разлагаться со взрывом, а особенно в закрытом пространстве. Отдельные пероксиды, даже при непродолжительном воздействии, способны вызывать серьезные повреждения роговой оболочки глаза и кожи.

К классу 6.1 относят ядовитые (токсичные) вещества, о которых на основе данных о воздействии на людей или результатов экспериментов, произведенных на животных, известно, что они могут причинить вред здоровью или привести к смерти человека при попадании через дыхательные пути (в виде паров, пыли или аэрозолей), кожу или органы пищеварения при однократном или кратковременном воздействии в относительно небольших количествах, показатели токсичности которых не превышают значений:

- среднесмертельная (летальная) доза ЛД₅₀: при введении в желудок твердых веществ - 200 мг/кг, жидкостей - 500 мг/кг; при нанесении на кожу - 1000 мг/кг;

- среднесмертельная концентрация ЛК₅₀ при вдыхании пыли или аэрозвеси
10 мг/дм³.

К классу 6.2 относят такие вещества, которые содержат патогенные микроорганизмы (включая бактерии, вирусы, риккетсии, паразиты и грибки) или их рекомбинанты (гибриды или мутанты), о которых известно или есть основания полагать, что они являются возбудителями инфекционных заболеваний животных или человека.

К классу 7 относят радиоактивные вещества, удельная активность которых превышает 70 кБк/кг (2 нКи/г), и изделия, содержащие такие вещества.

К классу 8 относят едкие и коррозионные вещества, которые действуют на живую кожную ткань, слизистые оболочки и глаза или в случае утечки могут вызвать повреждение других грузов или транспортных средств или вызвать их разрушение и тем самым создать другие виды опасности.

К классу 9 относят вещества и изделия, которые во время перевозки представляют опасность, не подпадающую под определение других классов. Класс 9 включает наряду с другими:

- вещества, опасные для окружающей природной среды;
- вещества, перевозимые при повышенной температуре (жидкости - не ниже 100 °С и твердые вещества - не ниже 240 °С);
- генетически измененные микроорганизмы или организмы, не попадающие под критерии класса 6.2 (инфекционные вещества).

Аварийные ситуации с опасными грузами

Как и любой сложный технологический комплекс, железнодорожный транспорт потенциально опасен для природной среды и населения, особенно при аварийных ситуациях во время перевозки опасных грузов. Несмотря на проводимые ОАО «РЖД» работы по повышению безопасности движения, потенциальная опасность железных дорог продолжает сохраняться. Однако следует отметить, что аварийные ситуации на железнодорожном транспорте приводят к экологическим последствиям, существенно меньшим, чем в некоторых других отраслях народного хозяйства России. Так, в 1998 году ущерб от 138 техногенных чрезвычайных ситуаций (ЧС), имевших негативные экологические последствия, по Российской Федерации составил около 68 млн. руб. При этом наиболее распространенными (39 ЧС) и экологически опасными (общий экологический ущерб - 54 млн. руб.) были аварии на магистральных и внутрипромысловых трубопроводах, а также на трубопроводах промышленных объектов. Далее, по величине ущерба, нанесенного окружающей природной среде, следуют аварии на канализационных системах и очистных сооружениях, внезапные выбросы ядовитых веществ, и только за ними стоят крушения, аварии, сходы грузовых поездов.

По данным МЧС России в 1996 году на железнодорожном транспорте было зарегистрировано 20 крушений и аварий, при этом 6 аварий произошло при перевозке магистральным и промышленным железнодорожным транспортом опасных грузов. Кроме того, было зарегистрировано 3122 опасных инцидента при перевозке опасных грузов.

В 1997 году на железнодорожном транспорте было зарегистрировано 19 крушений и аварий, что на 5 процентов меньше, чем в 2003 году. Из-за неисправности железнодорожных путей были зарегистрированы крушения и аварии на Московской, Северокавказской, Забайкальской, Западно-

Сибирской и Южно-Уральской железных дорогах, где произошли сход с рельсов и опрокидывание железнодорожных вагонов. В результате аварий и крушений было разбито 80 железнодорожных вагонов и 110 повреждено, 72% сходов подвижного состава произошло по причине неисправности железнодорожного пути и стрелочных переводов.

В 2004 году при перевозке опасных грузов железнодорожным транспортом аварий зарегистрировано не было, количество опасных инцидентов уменьшилось на 20% по сравнению с 2003 г. и составило 2300 случаев. Наиболее распространенными видами инцидентов оставались утечки опасных жидких и газообразных грузов в пути следования. В 2004 г. на железных дорогах из-за неисправности вагонов зарегистрировано 1200 случаев утечки опасных грузов, большинство утечек (80% случаев) произошло из вагонов-цистерн, находящихся в собственности МПС России, вследствие неудовлетворительного качества ремонта вагонов и низкого уровня подготовки подвижного состава под погрузку опасных грузов.

«Правила безопасности и порядок ликвидации аварийных ситуаций с опасными грузами при перевозке их по железным дорогам» (утв. МЧС РФ 31.10.1996 N 9/733/3-2, МПС РФ 25.11.1996 N ЦМ-407) определяют аварийную ситуацию, как условия, отличные от условий нормальной перевозки грузов, связанные с загоранием, утечкой, просыпанием опасного груза, повреждением тары или подвижного состава с опасным грузом, которые могут привести или привели к взрыву, пожару, отравлению, облучению, заболеваниям, ожогам, обморожениям, гибели людей и животных; опасным последствиям для природной среды, а также случаи, когда в зоне аварии на железной дороге оказались вагоны, контейнеры или грузовые места с опасными грузами.

Там же приводятся основные мероприятия по локализации загрязнений, нейтрализации и дегазации опасных грузов.

Мероприятия по локализации загрязнений, нейтрализации и дегазации опасных грузов

Работы по локализации загрязнений (заражений) проводятся в соответствии с указаниями аварийной карточки при соблюдении мер пожарной и личной безопасности и включают:

- перекачку остатков опасного груза из поврежденной емкости в пригодную;
- откачку разлившейся жидкости из пониженных участков местности;
- откачку зараженной опасными веществами воды из мест ее накопления;
- засыпку сыпучим материалом остатков разлившейся жидкости для впитывания им опасного вещества;

- сбор просыпаний и выемку верхнего слоя зараженного грунта, засыпку выемки незараженным грунтом;
- обвалование участков разлива; сооружение запруд, прокладку ям, котлованов, ловушек, прудов-отстойников с целью накопления опасного вещества;
- устройство отводных канав, заградительных поперечных канав на склоне, строительство временных самотечных лотков, прокладку желобов, труб для канализации стока опасного вещества;
- устройство дренажа зараженного участка территории;
- строительство гидротехнического сооружения вдоль водостока с целью защиты его от опасного вещества в период сильных дождей или обильного снеготаяния;
- создание водяной завесы при интенсивном испарении газа (паров) с целью изоляции части территории;
- создание огневой завесы;
- вспахивание зараженного грунта;
- создание наносоудерживающих сооружений в русле реки, водохранилища для задержки зараженного ила.

Способы нейтрализации (дегазации) опасных веществ на железнодорожном пути и территории опасной зоны:

- промывка водой, моющими композициями;
- промывка нейтрализующими растворами;
- засыпка порошками нейтрализующих веществ отдельных очагов заражения;
- сжигание опасных веществ в отдельных очагах при угрозе попадания их в подземные или поверхностные воды;
- перепахивание почвы или обработка почвы фрезой после нанесения на нее композиций химических веществ, способствующих быстрому разложению в естественных условиях нефтепродуктов и масел;
- срезка зараженного грунта.

Для нейтрализации опасных веществ на железнодорожном пути и территории применяют нейтрализаторы, указанные в аварийной карточке на данный груз.

Подвижной состав, загрязненный опасными грузами, может быть использован для погрузки или дальнейшего передвижения только после нейтрализации (дегазации). Дегазацию подвижного состава, как правило, производят на месте аварии. Для нанесения растворов рекомендуется использовать насосное оборудование восстановительного или пожарного поездов. Нейтрализация (дегазация) опасных грузов, находящихся на поверхности груженных поездов или отдельных вагонов, производится без выгрузки грузов. Исключения из этого правила определяет руководитель работ. Контроль полноты нейтрализации (дегазации) проводится периодически по мере обработки.

Способы нейтрализации (дегазации) опасных веществ, находящихся на подвижном составе:

- обтирание периодически сменяемой влажной ветошью или паклей;
- обметание или очистка скребками всех частей и деталей подвижного состава, с которым соприкасаются люди;
- обдувание загрязненных поверхностей струей острого пара;
- удаление ядовитой пыли с помощью пылесосов или насадками вакуумных установок;
- обмывка холодной или горячей водой, паром под давлением;
- обмывка моющими композициями с одновременным протиранием щетками с помощью насосного оборудования или приборов РДП-4В, ДК-4.

Труднодоступные места могут потребовать дополнительной или ручной обработки.

При хранении, подготовке к работе (например, приготовлении растворов) и работе с нейтрализаторами необходимо учитывать, что большинство из них сами по себе являются опасными веществами. В связи с этим руководство отделения (управления) железной дороги совместно с дорожным ЦСЭН обязано заблаговременно разработать местную инструкцию по работе с нейтрализаторами, определить совместно с местными органами власти места вывоза и захоронения опасных грузов и зараженного грунта, а также контролировать выполнение требований этой инструкции персоналом.

Для установления ущерба, нанесенного окружающей природной среде аварийной ситуацией с опасными грузами, используются методики, утвержденные компетентным органом.

ЗАПОВЕДНЫЕ ТЕРРИТОРИИ И ОХРАНА АНТРОПОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ

Заповедные территории

В практике природопользования все большее значение приобретает выделение и развитие системы специальных территорий и объектов, служащих цели поддержания экологического баланса, воспроизводства природных ресурсов, сохранения эталонных экосистем и генфонда организмов, охраны и улучшения окружающей среды, рекреации и природоохранного просвещения, а также изучение местных, региональных и глобальных природных процессов, протекающих как в естественных условиях, так и под влиянием человека.

Органический мир Земли образован совокупностью видов животных, растений, грибов, микроорганизмов. Каждый компонент органического мира взаимосвязан с другим. Изменение и тем более уничтожение одного из компонентов системы влечет за собой изменение, а в предельном случае гибель всей системы. Все это делает необходимым осуществление

специальных природоохранных мероприятий, направленных на защиту всех живых организмов, сохранению биоразнообразия на планете.

Для этого законодательно выделены особо охраняемые территории и природоохранные объекты.

Режим особо охраняемых природных территорий регулируется Федеральными законами «Об охране окружающей среды» от 10.01.02. №7-ФЗ; «Об особо охраняемых природных территориях» от 14.03.95. №33-ФЗ; «О природных лечебных ресурсах, лечебно-оздоровительных местностях и курортах» от 23.02.95. №26-ФЗ К 2000 г. в России существовало 99 государственных природных заповедников, 34 национальных парка и т.д.

К *особо охраняемым территориям* относятся:

- государственные природные заповедники, в т.ч. биосферные;
- государственные природные заказники;
- национальные и природные парки;
- памятники природы;
- дендрологические парки и ботанические сады и т.д.

Высшей формой охраны природных комплексов в России являются заповедники и национальные парки.

Заповедники. Участки суши и водных пространств, изъятые в установленном порядке из какого бы то ни было хозяйственного использования и надлежащим образом охраняемые, называются заповедниками. В заповедниках подлежат охране все присущие его территории или акватории природные тела и взаимосвязи с ними. Охраняется природно-территориальный комплекс в целом, ландшафт со всеми его компонентами.

Основное значение заповедников – служить эталонами природы, быть местом познания хода естественных, ненарушенных человеком процессов, свойственных ландшафтам определенного географического региона. Истоки территориальной формы сохранения живой природы прослеживаются в глубокой древности, а на рубеже XIX – XX веков развитию научной мысли в этом направлении в России способствовало усилившееся общественное движение за создание природных заповедников. С самого начала для отечественных заповедников было характерно, отличало их от подобных учреждений за рубежом и в дальнейшем, - научное изучение происходящих в них естественных процессов, нацеленное на познание экологических балансов, сущности природного «равновесия». Исследования были ориентированы прежде всего на практические цели охраны природы. Например, созданный при зоопарке Аскания-Нова в 1898 году Ф.Фальц-Фейном заповедник отличался от североамериканских национальных парков тем, что в нем велись широкие научные исследования по изучению степной флоры и фауны, направленные и на разработку организационно-методических приемов по сохранению ковыльных степей как природного комплекса,

единого целого. Такой подход, открывал большие перспективы в отношении комплексного изучения охраняемых природных экосистем.

Впервые в истории заповедного дела была реализована идея буферной системы для ослабления неблагоприятных воздействий на природу заповедника извне: вокруг заповедного участка располагались кольцевые зоны с различным режимом хозяйственного использования. В заповедной части и в буферных зонах проводились интенсивные научные исследования с целью сохранения и восстановления ковыльных степей.

Заповедники стали базой сохранения, воспроизводства и ликвидации угрозы исчезновения многих редких видов растений и животных.

Основы заповедного дела в России были заложены видными учеными – деятелями охраны окружающей природной среды, среди них такие, как И.П.Бородин, Г.А.Кожевников, А.П.Семенов-Тянь-Шанский, Д.К.Соловьев.

В настоящее время государственные заповедники имеют статусы природоохранных научно-исследовательских организаций России и более 70 лет ведут долговременные научные исследования по единой программе «Летопись природы». Эти исследования являются основой для экологического мониторинга и контроля за состоянием природной среды.

В начале XXI века в России насчитывалось 100 государственных природных заповедников, общая площадь которых составляла 33,3 млн.га, в том числе сухопутной 27,046 млн. га или 1,58 % территории России. 45 российских заповедников имеют международный статус биосферных резерватов или находятся под юрисдикцией международных конвенций. В список объектов природного наследия ЮНЕСКО включены такие природные объекты Российской Федерации, как «Девственные леса Коми», «Озеро Байкал», «Вулканы Камчатки», «Золотые горы Алтая».

Среди заповедников России особое место занимают биосферные, входящие в мировую сеть биосферных заповедников ЮНЕСКО. В шести из них функционируют станции комплексного фоновое мониторинга, которые поставляют данные о химическом загрязнении эталонных заповедных экосистем. В ряде заповедников имеются питомники, в которых сохраняется ценнейший генофонд, изучаются и разводятся редкие виды животных.

Национальные парки – это участки территории (акватории), выделенные для сохранения природы в эстетических, оздоровительных, научных, культурных и просветительских целях. В большинстве стран мира национальные парки являются основной формой охраны ландшафтов. Национальные природные парки в России стали создаваться в 80-е годы XX столетия. В большинстве своем их территории представлены лесами и водными объектами.

Первый национальный парк в России «Лосиный Остров» был создан в 1983 году, расположен на северо-востоке столицы, треть его территории

входит в черту Москвы, остальная часть – в Подмосковье. Площадь парка – 12 тыс.га.

Принято решение о создании международного российско-американского парка «Берингийский мост» в районе Беренгова пролива.

Заказники. В России кроме «абсолютной» охраны территории (ландшафта) широко распространен неполный режим охраны в заказниках. *Заказник* – это участки территории или акватории, на которых в течение ряда лет или постоянно в определенные сезоны или круглогодично охраняются отдельные виды животных, растений или часть природного комплекса. Хозяйственное использование остальных природных ресурсов разрешается в такой форме, которая не наносит ущерба охраняемому объекту или комплексу.

Заказники разнообразны по своим целям. Они создаются для восстановления или увеличения численности охотничье-промысловых животных (охотничьи заказники), создания благоприятной обстановки для птиц во время гнездования, линьки, миграций и зимовок (орнитологические), охраны мест нереста рыб, нагула молоди или мест их зимних скоплений, сохранения особо ценных лесных рощ, отдельных участков ландшафта, имеющих большое эстетическое, культурное или историческое значение (ландшафтные заказники).

Общее количество заказников в 90-х годах XX в. В России составляло 1519, из них федерального значения – 71, местного – 1448. Они занимали 3 % территории страны.

По функциональному назначению распределение заказников представлено в табл 36..

Таблица 36

Распределение заказников по функциональному назначению

| Заказники | 2000 г | |
|-----------------|------------------|-----------------|
| | Число заказников | Площадь, тыс.га |
| Зоологические | 1064 | 51870,3 |
| Ботанические | 183 | 437,3 |
| Ландшафтные | 181 | 3622 |
| Гидрологические | 89 | 592,5 |
| Геологические | 2 | 6 |

Заказники в отличие от других систем природоохранительных территорий являются чрезвычайно динамичной и мобильной формой охраны природных объектов.

Памятники природы – это отдельные невосполнимые природные объекты, имеющие научное, историческое и культурно-эстетическое значение, например пещеры, гейзеры, палеонтологические объекты, отдельные вековые деревья и т.д.

В России в конце XX – начале XXI в. насчитывалось 1347 памятников природы, занимающих площадь 402 тыс. га, из них 29 памятников природы федерального значения, которые занимают площадь 15,5 тыс. га и расположены большей частью на европейской территории. Число памятников природы местного значения насчитывает несколько тысяч.

В Курганской области в начале XXI в. 91 природный объект имеет статус государственного памятника природы, из них 41 – ботанические. Назовем некоторые: в Белозерском районе – сосновый лес, с вековыми деревьями в Тебеньякском лесничестве; в Звериноголовском районе – Абугинский бор, сосна обыкновенная 200-летнего возраста у санатория «Сосновая роща»; в Шучанском районе – участок старовозрастного соснового леса Советского лесничества и т.д.

Памятники природы не являются самостоятельными юридическими лицами. Обеспечение установленных для них режимов использования и охраны возлагаются на учреждения, на землях которых они находятся. Контроль за соблюдением режима охраны и использования должны выполнять государственные природоохранные органы.

Дендрологические парки и ботанические сады. Они представляют собой коллекции растений дикой флоры, высаженные на значительных территориях для сохранения разнообразия, обогащения растительного мира.

Дендрологические парки и ботанические сады создаются для научных и просветительских целей, используются в качестве рекреационных территорий. Территория дендрологических парков и ботанических садов может быть разделена на зоны, имеющие различные режимы пользования.

Иные особо охраняемые территории. К их числу относятся, например, лечебно-оздоровительные учреждения и курорты, являющиеся национальным достоянием народов России. Признание территории лечебно-оздоровительным местом или курортом может осуществляться Правительством РФ, органом исполнительной власти субъекта Федерации, муниципальным органом на основании проведенных гидрологических, курортологических и других исследований.

Красные книги. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения растения и животные принято относить к *особо охраняемым объектам*.

Международный союз охраны природы и природных ресурсов (МСОП) в 1949 г. начал сбор информации о редких, находящихся под угрозой исчезновения видах растений и животных, а в 1966 г. издал «Красную книгу фактов».

Красная книга – официальный документ, содержащий регулярно обновляемые данные о состоянии и распространении редких и находящихся под угрозой исчезновения видов редких животных, дикорастущих растений и грибов.

Существуют международный, национальные и региональные варианты Красной книги, которые ведутся отдельно для растений и для животных. В СССР Красная книга была учреждена в 1974 г.

В наши дни Красная книга РФ и Красные книги субъектов РФ ведутся в соответствии с Федеральным законом от 10.01.02 №7-ФЗ «Об охране ОС», Федеральным законом РФ от 24.04.95 № 52-ФЗ «О животном мире» и Постановление Правительства РФ от 19.02.96 № 158 «О Красной книге Российской Федерации».

Наиболее эффективная мера охраны редких видов – сохранение их местообитаний. Это достигается, в частности, организацией сети особо охраняемых природных территорий.

Сегодня в Красную книгу России занесено 562 вида растений и 247 видов животных. Некоторые виды удалось восстановить до большой численности. Например, бобр европейский имел начальную численность в сотни тысяч, к 20-м годам истреблен до 700 особей, а на настоящий момент времени восстановлен до 200 тыс. Зубров в 1927 году осталось 48 особей при начальной численности в десятки тысяч, сейчас их численность составляет более 2 тысяч. Серого кита в 30-е годы насчитывалось несколько сотен при начальной численности 20 тысяч особей, сейчас его численность составляет 16 тысяч и т.д.

В целях учета и охраны редких и находящихся под угрозой исчезновения почв учреждены Красная книга почв РФ и Красные книги почв субъектов Российской Федерации.

Охрана антропогенных ландшафтов

Человек в результате своей хозяйственной деятельности преобразовал огромные территории. Он создал совершенно новые ландшафты: поля, сады, парки, водохранилища, каналы, железные дороги, шоссе, поселки, города. В какой-то мере испытали на себе влияние человека все или почти все ландшафты Земли, но в данном случае мы говорим о ландшафтах качественно новых, в значительной мере созданных человеком, ландшафтах, которые человек в своей деятельности использует постоянно.

Безусловно, антропогенный ландшафт должен быть наиболее рационален, по отношению к агроценозам – наиболее продуктивен. Одновременно он должен иметь оптимальные условия среды для здоровья человека и отвечать запросам эстетики.

Города и поселения человека как наиболее резко выраженный антропогенный ландшафт, быстро разрастающийся с каждым годом, требует особой заботы в охране окружающей среды и в первую очередь в охране воды и атмосферного воздуха.

Большое значение в санитарно-гигиеническом и эстетическом отношениях при этом имеет озеленение городов и населенных пунктов.

При проектировании новых районов городов, поселков и парков озеленение должно включаться как обязательный раздел.

Деревья в городах способствуют очищению воздуха от пыли и аэрозолей, повышают его влажность, снижают температуру в жаркое время года, выделяют фитонциды, убивающие бактерии, поглощают городской шум.

ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

Возникновение и развитие человека происходило в определенной природной среде. Она формировала малые и большие расы человечества, культурные типы древних людей. Люди преобразовывали природу на всей протяженности своего развития и оказались под воздействием не только чисто природной среды, но и той, которая создана ими самими.

В начале XX века В.И.Вернадский считал, что биогенные эффекты научной мысли проявятся ярко через сотни декамириад (декамириада - сто тысяч лет). Но события развивались гораздо стремительнее. На природу, процессы в которой протекают только эволюционно, медленно, обрушились результаты научно-технической деятельности человека, определяемые как научно-технический прогресс.

К сожалению, в судьбу биосферы научно-техническая революция привнесла гораздо больше отрицательного, чем позитивного. Установлено, например, что промышленные предприятия и транспорт выделяют в атмосферу огромное количество загрязняющих веществ (пыли, сернистого ангидрида, оксидов углерода, азота, углеводородов и т.д.).

Размах антропогенного влияния на окружающую среду в последние годы достиг таких масштабов, что возникла реальная угроза самой жизни на планете.

Ресурсоемкость всех сторон жизнедеятельности человека с каждым годом увеличивается. Жизненные процессы, которые в предыдущие эпохи обеспечивались за счет психофизиологических резервов организма с минимальным использованием природных ресурсов, все больше приобретают искусственный характер, не требующий от индивидуума больших затрат, однако ведущий к значительно большему использованию природных ресурсов. Питание, сопротивление неблагоприятным природно-климатическим факторам, реализация репродуктивной функции современного человека нуждаются в технике и технологиях, на которые затрачивается огромное количество энергии. При этом потребляются значительные объемы чистой воды и атмосферного воздуха, образуются загрязняющие вещества. Все это делает здоровье человека зависимым от техногенного и гуманитарного уровня развития общества.

Известно, что процесс изменения популяционного здоровья отражает историю развития человеческого общества. В различные исторические

периоды общественного развития изменялись и показатели, характеризующие популяционное здоровье. В начале XIX в. средняя продолжительность жизни людей в странах Европы не превышала 35 лет, а уровень младенческой смертности достигал 50%. В настоящее время в странах с постиндустриальной экономикой и социальными приоритетами в развитии общества средняя продолжительность жизни населения составляет 73 года, а уровень младенческой смертности не превышает 8%. Индустриализация формирует более современный тип здоровья, характеризующийся снижением смертности и рождаемости, уменьшением детской смертности и одновременно ростом так называемых болезней цивилизации.

В исследованиях последних лет довольно полно отражено негативное влияние техногенного загрязнения природной среды на здоровье человека, что ведет к регрессу общественного здоровья. Так, использование электрического света значительно трансформировало последовательность светового воздействия на организм человека в течение суток. Внедрение различных механизмов в жизнедеятельность человека практически полностью изменило характер его двигательной активности. При этом не только уменьшился объем движений, но и поменялись алгоритм, содержание и последовательность физических нагрузок, формировавших опорно-двигательную систему в процессе индивидуального развития человека, что способствует распространению заболеваний этой системы.

Необходимо отметить, что широкое распространение патологических состояний в количестве, приближающемся к видовой норме, постоянно увеличивает популяцию людей, которые нуждаются в коррекции своих психофизиологических возможностей за счет социальных механизмов адаптации.

Несмотря на то, что в человеческом обществе преобладает действие социальных законов и оно может создавать и поддерживать определенные типы экосистем в соответствии со своими потребностями, биологические свойства организма человека определяются базовыми законами функционирования систем. Неблагоприятное влияние экологических условий на организм, с одной стороны, вызывает крайнее напряжение механизмов адаптации, а с другой – способствует развитию процессов дезадаптации, которые могут проявляться теми или иными формами ослабления резистентности организма, вести к развитию болезней, заканчивающихся преждевременной инвалидизацией.

Несмотря на развитие медицинской науки и техники, разработку новых лекарственных препаратов и методов лечения, формируется стойкая тенденция к ухудшению механизмов адаптации современного человека. Во всем мире растет число генетически обусловленных заболеваний, врожденных патологий, все больше людей нуждаются в различных видах протезирования, увеличивается потребность в заместительной терапии. То

есть современное человечество непозволительно мало внимания уделяет изучению и сохранению биологических основ организма человека, а также сохранению той среды, которая сформировала его как биологический вид. Такое невнимание может привести к потере биологических механизмов эволюции вида и к замене их искусственными, использование которых для каждого отдельного индивидуума жестко детерминировано.

В настоящее время развитие медицинской науки и практики идет по пути замещения природных функций организма высокими медицинскими и фармацевтическими технологиями. Яркий пример — заместительная терапия, широко применяемая в медицинской практике. С точки зрения развития новых знаний, это прогресс. В то же время с позиций общественных усилий и природных ресурсов, затраченных на сохранение и восстановление здоровья, это регресс. Получается замкнутый круг: чем выше уровень развития технологий, тем больше потребляется природных ресурсов, загрязняется окружающая среда, и большее количество людей нуждается в высокотехнологичной лечебной и профилактической помощи, что требует наращивания мощности по производству средств, искусственно поддерживающих здоровье людей. Постепенно социальные механизмы сохранения здоровья могут полностью заменить природные возможности организма, и наряду с нехваткой продуктов питания, которыми в настоящее время обеспечено только 50% населения Земли, будет ощущаться нехватка лекарств и медицинского оборудования, необходимых для сохранения и поддержания здоровья.

Совершенно естественно, что загрязнение атмосферы, воды, почвы, пищи нитратами, пестицидами, ртутью, радионуклидами и другими вредными веществами приводит к гибели животных и растений, вызывает тяжелейшие заболевания у людей. Так, по данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), значительная часть болезней (80%) вызвана некачественным состоянием окружающей среды.

Все вредные воздействия, как правило, суммируются, приводя к снижению неспецифической сопротивляемости организма человека, среди которых выделяются хронический стресс и понижения уровня и качества иммунной защиты организма. Последнее дало основание некоторым ученым говорить об "экологическом СПИДе". Он совпал с возникновением СПИДа инфекционного и, вероятно, сделал его более агрессивным.

Еще одним фактором, отрицательно влияющим на организм современного человека, является гипокинезия. Она появилась сравнительно недавно, но ее влияние на организм человека нарастает крайне быстро. Академик А.И.Берг еще в 1969 году приводил весьма показательные цифры, утверждая, что во всей вырабатываемой человечеством энергии доля мышечных усилий за последние 100 лет

сократилась с 94 до 1%. Особенно пагубно ограничение движений сказывается на растущем, развивающемся организме детей и подростков.

В начале 80-х гг. И.И. Брехманом предложен новый термин валеология, который включает совокупность знаний о генетических, физиологических резервах организма, обеспечивающих устойчивость физического, биологического, психологического, социокультурного развития и сохранения здоровья в условиях влияния на организм меняющихся факторов внешней и внутренней среды. Валеология предполагает учет генофонда индивида, его психофизиологических характеристик, образа жизни, среды обитания, экологии, профессиональной деятельности.

Тяжелейшие экологические издержки и резкое снижение уровня жизни населения России в последние годы явились причиной катастрофического ухудшения здоровья людей. В своей статье "За всенародное движение "Здоровый мир" И.И.Брехман приводит ряд данных, убедительно подтверждающих это. Отмечается, что сокращение численности населения России начинается еще до зачатия (физически или генетически неполноценные супружеские пары), во время пьяного зачатия, вследствие абортов, по которым Россия занимает одно из первых мест.

О понятии «здоровье»

Однозначного и всеобъемлющего определения понятия здоровья нет. На основе *медико-биологических* признаков Н. М. Амосов указывает: «Здоровье – естественное состояние организма, характеризующееся его уравновешенностью с окружающей средой и отсутствием каких-либо болезненных явлений». С учетом этих же признаков Г. И. Царегородцев считает, что «здоровье – это гармоническое течение различных обменных процессов между организмом и окружающей средой, результатом которого является согласованный обмен веществ внутри самого организма». В данном контексте здоровье представляется как естественное гармоническое состояние организма при нормальном протекании в нем обменных процессов, исключающих любые болезненные явления.

С *эволюционной и экологической* позиций Д. Д. Венедиктов раскрывает смысл понятия о здоровье как динамическом равновесии организма с окружающей природной и социальной средами, при котором все заложенные в биологической и социальной сущности человека способности проявляются наиболее полно и все жизненно важные подсистемы человеческого организма функционируют с максимально возможной интенсивностью, а общее сочетание этих функций поддерживается на уровне оптимального с точки зрения целостности организма и необходимости его быстрой и адекватной адаптации к непрерывно изменяющейся природной и социальной среде.

С *социологической* точки зрения здоровье является мерой социальной активности и деятельностного отношения человеческого индивида к миру .

Развивая эту мысль, И. И. Брехман считает, что такое отношение в первую очередь должно проявляться в системе улучшения качества окружающей среды, сохранения собственного здоровья и здоровья других людей.

В *психологии* придерживаются мнения о том, что здоровье есть не отсутствие болезни, а скорее ее отражение, в смысле преодоления: здоровье – не только состояние организма, но и стратегия жизни человека.

В. П. Казначеев выражает смысл понятия о здоровье человека с позиции *комплексного подхода*. Он считает, что здоровье - это «динамическое состояние (процесс) сохранения и развития биологических, физиологических и психических функций, оптимальной трудоспособности и социальной активности при максимальной продолжительности жизни».

Таким образом, в литературе сущность понятия «здоровье» представляется по-разному, в зависимости от критериев, определяющих основу для его выражения. В обобщенном виде это понятие может характеризоваться как емкая система, заключающая в себе совокупность критериев, соотносимых с требованиями общей культуры человечества. Учитывая изложенное, обобщенное представление понятия о здоровье на основе различных критериев мы выражаем в табл. 37.

Таблица 37

Обобщенное представление понятия здоровья на основе различных критериев

| Критерий выражения | Основной смысл понятия |
|--------------------|---|
| Биологический | Биологическое благополучие – нормальная (непатологическая) наследственность, полноценная деятельность органов и всего организма |
| Медицинский | Физическое и психическое благополучие – телесная полноценность, нормальные психические и физиологические функции, отсутствие болезней и повреждений |
| Экологический | Отношения в системе «человек – общество – окружающая среда», характеризующее действие адаптационных и дезадаптационных факторов по отношению к организму |
| Социальный | Нормальная деятельность человека в обществе – активность, ответственность, труд, воспитание детей, семейное благополучие |
| Демографический | Относительная сбалансированность основных характеристик населения в целом и отдельных этнических групп – численности, рождаемости, смертности, плотности, при учете общей заболеваемости и инвалидности |
| Экономический | Экономическое благополучие государства, семьи, отдельного человека в условиях стабильной обеспеченности трудовыми ресурсами, определяющей финансовые показатели |
| Психологический | Гармоничность личности на основе сформированности познавательных процессов – восприятия, внимания, мышления, памяти, духовной сферы, включая ее эмоционально-волевой аспект, и речи |

| | |
|--------------------|---|
| Педагогический | Состояние, позволяющее получать от предыдущих поколений полноценный интеллектуальный, практический, эмоционально-ценностный опыт, необходимый для жизни, труда и творчества |
| Культурологический | Состояние, обеспечивающее усвоение опыта по сохранению здоровья и ведению здорового образа жизни на базе общечеловеческой, государственной, региональной и национальной культуры, основанное на осознании принадлежности человека к определенной культуре, принятии ее ценностей как своих, выборе культуросообразного образа жизни |

Содержание понятия «здоровье» конкретизируется понятиями об индивидуальном и общественном здоровье, их показателями, а также основными группами факторов, определяющими здоровье людей. Факторы здоровья представляются как явления, обуславливающие состояние биологического, психического, социального и духовного здоровья отдельного человека и (или) групп людей, проживающих на определенных территориях. Такими группами факторов являются биологические, природно-климатические, социально-экономические, экологические, медицинские и культурологические. Состояние здоровья человека зависит от воздействия на него факторов - как положительных, способствующих укреплению здоровья, так и отрицательных, которые могут вызывать заболевания.

Смысл понятия «здоровье» не будет полным, если не выразить его ценностные характеристики. Ценности – широко используемое понятие для указания на человеческое, социальное и культурное значение определенных явлений действительности. Ценность здоровья – это наивысшее и абсолютное значение здоровья для человека, общества, государства, обеспечивающее их культуру на основе осмысления биологического, социального, экономического, эстетического, этического и этнического отношений.

Как видим, отрицательные факторы антропогенного воздействия значительно снижают резервы здоровья как на индивидуальном, так и на популяционном уровнях. И в этих условиях организм человека непрерывно адаптируется к целому комплексу стремительно изменяющихся природно-климатических и социально-производственных факторов. "Цена адаптации" при этом зависит от дозы воздействующего фактора и индивидуальных особенностей человека.

В настоящее время здоровье нельзя рассматривать как нечто автономное, связанное только с индивидуальными особенностями организма. По определению Всемирной организации здравоохранения здоровье человека - это объективное состояние и субъективное чувство полного физического, психического и социального комфорта. Здоровье человека - состояние человеческого организма как живой системы, характеризующееся полной ее уравновешенностью с внешней средой и отсутствием каких-либо выраженных изменений, связанных с болезнью.

Оно является результатом воздействия социальных и природных факторов. Гигантские темпы индустриализации и урбанизации при определенных условиях могут привести к нарушению экологического равновесия и вызвать деградацию не только среды, но и здоровья людей. Поэтому с полным основанием здоровье и болезнь можно считать производными окружающей среды. Необходимо проводить четкую грань между индивидуальным здоровьем и здоровьем общественным или популяционным. В исследованиях по экологии человека общественное здоровье можно рассматривать как основной признак, основное свойство человеческой общности, ее естественное состояние, отражающее индивидуальные приспособительные реакции каждого члена общности людей и способность всей общности наиболее эффективно осуществлять свою социальную и биологическую функцию в определенных условиях конкретного региона. Качество популяционного здоровья отражает степень вероятности для каждого человека достижения наиболее высокого уровня здоровья и творческой работоспособности на протяжении максимально продленной индивидуальной жизни, а также характеризует жизнеспособность всего общества как социального организма и его возможности непрерывного гармоничного роста и социально-экономического развития.

Уровень здоровья людей формируется в результате взаимодействия экзогенных (природных и социальных) и эндогенных (пол, возраст, телосложение, наследственность, раса, тип нервной системы и др.) элементов. Уровень здоровья - универсальный признак, рассматриваемый в процессе общественного воспроизводства населения, находящегося в определенном взаимодействии с окружающей средой, обладающего динамическими тенденциями, структурой, спецификой размещения и территориальной организацией. Состояние здоровья отдельно взятого человека - явление в значительной степени случайное. Оно может быть обусловлено преимущественно эндогенными факторами. Уровень же здоровья достаточно представительной группы людей (усредненный уровень здоровья) всегда служит показателем благотворного или негативного влияния окружающей среды на население. Уровень здоровья отражает степень адаптированности общности людей к определенным условиям жизни. Проблемы качества здоровья населения глубоко волнуют ученых и политиков во всем мире. В 1948 г. ООН приняла "Всеобщую декларацию прав человека". В декларации было записано: "Каждый человек имеет право на такой жизненный уровень, включая пищу, одежду, медицинский уход и социальное обслуживание, который необходим для поддержания здоровья и благосостояния его самого и его семьи...". Спустя тридцать восемь лет ученые, собравшиеся в Канаде под руководством ВОЗ, приняли "Оттавскую хартию промоции (дальнейшего улучшения) здоровья". В хартии подчеркнуто, что "...хорошее здоровье является

главным ресурсом для социального и экономического развития как общества в целом, так и отдельной личности и является важнейшим критерием качества жизни".

Здоровье населения формируется и поддерживается всей совокупностью условий повседневной жизни. Условия, обстоятельства, конкретные причины, более других влияющие на возникновение и развитие болезней, получили название факторы риска. Формирование популяционного здоровья определяют следующие факторы: образ жизни и социально-экономические условия; генетика, биология человека; качество внешней среды, природные условия; здравоохранение. Снижение уровня здоровья во многом зависит не только от образа жизни людей, социально-экономических факторов, состояния окружающей среды и наследственности, но и от природных условий. Согласно данным Б.Б. Прохорова (2007) можно выделить пять типов популяционного здоровья:

- 1 примитивный - простое выживание популяции под постоянной угрозой насильственной смерти;
- 2 постпримитивный - сравнительно короткая жизнь большинства населения с высокой вероятностью преждевременной смерти от периодически возникающих эпидемий острозаразных болезней и неблагоприятного течения соматических заболеваний;
- 3 квазимодерный - близкий к современному типу здоровья населения экономически развитых стран;
- 4 модерный - современный тип здоровья населения экономически развитых стран;
- 5 постмодерный (тип общественного здоровья, который сформируется в недалеком будущем, если не возникнет форсмажорных обстоятельств) - полноценная радостная жизнь всей популяции.

Сейчас на Земле доминируют два типа общественного здоровья: квазимодерный и модерный, при наличии зачатков постмодерного типа и остатка элементов примитивного и постпримитивного типов популяционного здоровья.

Органы чувств ориентируют человека во внешней среде. С их помощью мы видим, слышим, ощущаем весь многообразный, полный звуков и красок окружающий нас мир. Однако не все раздражения доходят до нашего сознания. Человек не ощущает радиоволн, не воспринимает космических лучей, не видит инфракрасных, ультрафиолетовых и многих других лучей, не слышит звуков очень высоких и низких тонов. Совершенствование органов чувств в процессе эволюции шло параллельно с развитием нервной системы.

Для возникновения ощущения необходимы органы, воспринимающие раздражения, нервы, по которым это раздражение направляется в мозг, где раздражение анализируется и превращается в акт сознания. В результате

человек ощущает, осознает цвет, вкус, запах, боль и т.д. Аппарат, необходимый для возникновения ощущений, И.П. Павлов назвал анализатором. Анализатором (сенсорной системой, по И.П. Павлову) называют часть нервной системы, состоящую из воспринимающих элементов - сенсорных рецепторов, получающих стимулы из внешней или внутренней среды, нервных путей, передающих информацию от рецепторов в мозг, и тех частей мозга, которые перерабатывают эту информацию. Таким образом, сенсорная система вводит информацию в мозг и анализирует ее. Работа любой сенсорной системы начинается с восприятия рецепторами внешней для мозга физической или химической энергии, трансформации ее в нервные сигналы и передачи их в мозг через цепи нейронов. Каждый анализатор состоит из трех отделов: рецептора (воспринимает раздражение); проводника (проводит нервные импульсы как ощущения); коркового конца (воспринимает нервные импульсы как ощущения). Различают внешние и внутренние анализаторы. С помощью внешних анализаторов человек воспринимает раздражения из внешнего мира. С помощью внутренних анализаторов человек воспринимает раздражения из органов тела. Вся совокупность анализаторов называется еще сенсорной системой. Процесс передачи сенсорных сигналов сопровождается многократным их преобразованием и перекодированием и завершается высшим анализом и синтезом (опознанием образа), после чего формируется ответная реакция организма. Сенсорная система обладает способностью приспособлять свои свойства к условиям среды и потребностям организма. Сенсорная адаптация - общее свойство сенсорных систем, заключающееся в приспособлении к длительно действующему (фоновому) раздражителю.

Адаптация проявляется в снижении абсолютной и повышении дифференциальной чувствительности сенсорной системы. Субъективно адаптация проявляется в привыкании к действию постоянного раздражителя (например, мы не замечаем непрерывного давления на кожу привычной одежды). Несмотря на разнообразие экологических факторов, в характере их воздействия на организм и в ответных реакциях живых существ можно выявить ряд общих закономерностей. У всех организмов в процессе их эволюции выработались приспособления к восприятию факторов в определенных количественных пределах, которые являются пределами положительного влияния на организм, его жизнедеятельность. Все факторы среды в природе воздействуют на организм одновременно, причем не каждый сам по себе, т.е. в виде простой суммы, а как сложный взаимодействующий комплекс. При этом наблюдается усиление или ослабление силы одного фактора под влиянием другого, в результате чего абсолютная сила фактора, которую можно измерить с помощью соответствующих приборов, не будет равна силе воздействия фактора, которую можно определить по ответной реакции организма. Например,

жару легче переносить при сухом, а не влажном воздухе, угроза замерзания выше при морозе с сильным ветром, чем в безветренную погоду. Таким образом, один и тот же фактор в сочетании с другими оказывает неодинаковое экологическое воздействие. И наоборот, один и тот же экологический эффект может быть достигнут разными путями. Например, компенсация недостатка влаги может быть осуществлена поливом или снижением температуры.

На современного человека воздействует большое количество факторов, обусловленных научно-техническим прогрессом. Это вредные агенты, связанные с развитием атомной и химической промышленности, отходы производства, возрастание темпов жизни, умственных нагрузок и т.д. Воздействие упомянутых факторов на человека коренным образом изменило структуру заболеваемости и смертности. Если в начале XX века ведущими были, главным образом, эпидемические болезни, то в настоящее время на передний план вышли сердечно-сосудистые, онкологические, нервно-психические заболевания и травматизм.

Ускорение технического прогресса, прогрессирующее загрязнение окружающей среды, значительный рост стрессогенности современного образа жизни увеличивают риск развития заболеваний и делают каждого потенциальным пациентом медицинских учреждений (или целителей). Учение о здоровье и болезни, несмотря на свою тысячелетнюю историю, до настоящего времени все еще не сформировалось как единая научная дисциплина. Как известно, в последние десятилетия происходит интенсивное изменение окружающей среды за счет резкого расширения промышленного производства, роста количества отходов, загрязняющих окружающую среду. Все это непосредственно влияет на здоровье населения, наносит огромный ущерб экономике, резко уменьшает трудовые ресурсы, а также потенциально создает канцерогенную и мутагенную опасность не только для здоровья настоящих, но и будущих поколений.

Неблагоприятное воздействие факторов окружающей среды на организм зависит от природы и интенсивности факторов, от "готовности" организма и его защитно-приспособительных возможностей противостоять им. С этой позиции выделяют 3 группы факторов: факторы, в отношении которых хорошо известна их этиологическая роль в развитии определенных заболеваний; факторы среды, которые, не являясь непосредственной причиной болезни, служат условиями для их развития; факторы, которые опосредованно влияют на организм, снижая его защитные, приспособительные возможности.

Изначально *Homo sapiens* был подвержен тем же факторам регуляции и саморегуляции экосистемы, что и весь животный мир. Главными из ограничивающих факторов были гипердинамия и недоедание. Среди причин смертности на первом месте стояли патогенные

(вызывающие болезни) воздействия природного характера. Особое значение среди них имели инфекционные болезни, отличающиеся, как правило, природной очаговостью. Суть природной очаговости в том, что возбудители болезней, ее переносчики и хранители существуют в данных природных условиях (очагах) вне зависимости от того, обитает здесь человек или нет. Человек может заразиться от диких животных (грызунов, птиц, насекомых и др.), проживая в этой местности постоянно или случайно оказавшись здесь. Природно-очаговые болезни являлись основной причиной гибели людей вплоть до начала XX в. Наиболее страшной из таких болезней была чума, возбудителем которой является чумной микроб. Смертность от чумы во много раз превосходила гибель людей в бесконечных войнах средневековья и более позднего времени. С XIV в. чума неоднократно отмечалась в России, в том числе и в Москве, и даже в начале XX в. наблюдалась в портовых городах Черного моря, в том числе и в Одессе. В XX в. крупные эпидемии были зарегистрированы в Индии.

Заболевания, связанные с окружающей человека природной средой, существуют и в настоящее время, хотя с ними ведется постоянная борьба. Это объясняется, в частности, причинами сугубо экологической природы, например, резистентностью (выработкой сопротивления к различным факторам воздействия) носителей возбудителей и самих возбудителей болезней. Характерным примером влияния этих процессов является борьба с малярией. Малярия - заболевание, вызываемое заражением паразитами рода *Plasmodium*, передаваемое укусом зараженного малярийного комара. Это заболевание - экологическая и социально-экономическая проблема. В 1955 г., по данным ЮНЕП, умирало ежегодно примерно 2 млн. человек. Против комаров в 1943 г. начали применять ДДТ, особенно интенсивно - с 1956 г. ДДТ и другие пестициды - мощные и стойкие, но уже к 70-м гг. число популяций комаров, стойких к ДДТ, возросло настолько, что число заболеваний, например, только в Индии возросло до 6 млн. уже в 1976 г., в то время как в 1966 г. их было всего 40 тысяч. Другой фактор, препятствующий ликвидации малярии, - у ее паразита появилась устойчивость к лекарствам от малярии (хлорохинолу).

Сейчас, чтобы не отравлять окружающую среду пестицидами, все чаще пользуются экологически оправданными методами борьбы с малярией. Это методы управления жизненной средой - осушение заболоченных территорий, уменьшение солености воды и др., и биологические методы - использование других организмов для ликвидации комара, для чего культивируется не менее 265 видов личиноядных рыб, а также микробы, вызывающие болезни и гибель комаров. Высокая смертность людей от инфекционных болезней обусловила достаточно медленный рост численности населения - первый миллиард жителей на Земле появился лишь в 1860 г. Развитие профилактической медицины

резко улучшило санитарно-гигиенические условия жизни, привело к значительному снижению заболеваемости природно-очаговыми болезнями, а некоторые из них в XX в. практически исчезли.

Искусственная среда, созданная самим человеком, также требует к себе адаптации, которая происходит в основном через болезни. Причины возникновения болезней в этом случае следующие: гиподинамия, переедание, информационное изобилие, психоэмоциональный стресс. С медико-биологических позиций наибольшее влияние социально-экологические факторы оказывают на следующие тенденции. Акселерация - это ускорение развития отдельных органов или частей организма по сравнению с некой биологической нормой (увеличение размеров тела и более раннее половое созревание). Ученые полагают, что это эволюционный переход в жизни вида, вызванный улучшающимися условиями жизни: хорошее питание, "снявшее" лимитирующее действие пищевых ресурсов, что спровоцировало процессы отбора, ставшие причиной акселерации. Нарушение биологических ритмов - важнейшего механизма регуляции функций биологических систем - в условиях городской жизни может быть вызвано появлением новых экологических факторов. Это, прежде всего, относится к циркадным ритмам: новым экологическим фактором, например, стало электроосвещение, продлившее световой день. Возникает хаотизация прежних биоритмов, и происходит переход к новому ритмическому стереотипу, что вызывает болезни у человека и у представителей биоты города вследствие нарушения фотопериода. Аллергизация населения - одна из основных новых черт в измененной структуре патологии людей в городской среде. Аллергия - извращенная чувствительность или реактивность организма к тому или иному веществу, так называемому аллергену (простые и сложные минеральные и органические вещества). Аллергены по отношению к организму бывают внешние (экзоаллергены) и внутренние (аутоаллергены). Причина аллергических заболеваний (бронхиальная астма, крапивница, лекарственная аллергия, волчанка красная и др.) в нарушении иммунной системы человека, которая эволюционно находилась в равновесии с природной средой. Городская же среда характеризуется резкой сменой доминирующих факторов и появлением совершенно новых веществ - загрязнителей, давление которых ранее иммунная система человека не испытывала. Поэтому аллергия возникает без сопротивления организма и трудно ожидать, что он станет к ней резистентным.

Онкологическая заболеваемость и смертность - одна из наиболее показательных медицинских тенденций неблагополучия в данном городе или, например, в зараженной радиацией сельской местности. Эти заболевания вызваны опухолями. Опухоли (от греч. *onkos*) - новообразования, избыточные патологические разрастания тканей. Они могут быть доброкачественные (уплотняющие или раздвигающие

окружающие ткани) и злокачественные (прорастающие в окружающие ткани и разрушающие их). Разрушая сосуды, они попадают в кровь и разносятся по всему организму, образуя так называемые метастазы. Доброкачественные опухоли метастаз не образуют. Это заболевание вызывается определенными веществами, называемыми канцерогенными. Их известно несколько сот. По характеру действия они разделяются на три группы: 1) местного действия; 2) органотропные, т.е. поражающие определенные органы; 3) множественного действия, вызывающие опухоли в разных органах. Помимо канцерогенных веществ опухоли вызывают еще и опухолеродные вирусы, а также действие некоторых излучений: ультрафиолетового, рентгеновского, радиоактивного и др.

Рождение на свет большого количества недоношенных детей, а значит, физически незрелых - показатель крайне неблагоприятного состояния среды обитания человека. Оно связано с нарушением в генетическом аппарате и просто с ростом адаптируемости к изменениям среды. Инфекционные болезни тоже не искоренены в городах. Количество людей, пораженных малярией, гепатитом и многими другими болезнями, исчисляется огромными цифрами. "Возврат" инфекционных агентов фиксируется среди вирусов, а многие вирусы "отрываются" от природной основы и переходят в новую стадию, способную жить в среде обитания человека, т.е. становятся возбудителями гриппа, вирусной формы рака и других болезней. В наши дни вновь, как и сто лет назад, получило распространение такое инфекционное заболевание как туберкулез. На сегодняшний день туберкулезом инфицированы 2 млрд. человек. Заболеваемость возросла даже в развитых странах из-за возникшей устойчивости к антибиотикам, обеднения и большой плотности населения в городах. Более того, многие и другие известные инфекционные болезни получили распространение, когда основная масса населения сосредоточилась в городах.

Абиологические тенденции, под которыми понимаются такие черты образа жизни человека, как гиподинамия, курение, наркомания и др., тоже являются причиной многих заболеваний: ожирение, рак, кардиологические болезни и др. К этому ряду относится и стерилизация среды - фронтальная борьба с вирусно-микробным окружением, когда вместе с вредными уничтожаются и полезные формы живого окружения человека. В настоящее время все эти тенденции в различной степени характерны практически для всех местообитаний человека, но наиболее рельефно они выступают в условиях городской среды.

В настоящее время все понимают необходимость борьбы против тех загрязнений среды, которые непосредственно изменяют метаболизм человека и в случае нарастания наносят вред его здоровью. Подобные влияния могут привести к такому изменению обстановки на Земле, которое поставит под угрозу жизнь человечества. Возможность столь

серьезных изменений в биосфере получила название экологической катастрофы. Мутагенные факторы поражают внутриклеточные наследственные структуры организмов. Когда это касается зародышевых клеток, то, вызывая мутации генов и хромосом на молекулярном уровне, мутагены не оказывают влияния на здоровье людей. В этом случае поражения в виде наследственных болезней частично проявятся у их детей, а в основном - в ряду следующих поколений. В случае появления мутаций в соматических клетках мутагены способны вызывать рак, укорачивать жизнь, провоцировать склонность к различным заболеваниям и т.д. Основными категориями мутагенов в среде служат следующие: пестициды, широко используемые в сельском хозяйстве; отходы промышленности - хлордибензофураны, триметилфосфат, гексахлорбутадиол и др.; тяжелые металлы - ртуть, свинец, кадмий и олово; полициклические углеводороды - бензопирены; нитрозамины. Эти и другие соединения попадают в организм человека через воздух, воду, пищу, лекарства, пищевые добавки, игрушки и пр.

Малоизученная сторона мутагенеза - это мутагенные последствия, когда после обработки исходного клеточного поколения мутации продолжают возникать спустя длительное время в пределах одного клеточного цикла или даже после ряда синтезов ДНК. Надо помнить, что многие из них не наносят видимого вреда организму человека. Однако они нарушают генетические структуры как в зародышевых, так и в соматических клетках. Мутация в соматических клетках увеличивает число новообразований, вызывают преждевременное старение, влияют на многие жизненно важные функции. Мутации в половых клетках влияют на будущие поколения и могут вызывать тератогенные эффекты. Предполагается, что развитие новообразований у человека в 80-90 % случаев связано с воздействием химических факторов окружающей среды. Существуют специфические факторы, вызывающие рак определенных органов или систем. Например, по оценкам американских исследователей, табакокурение является причиной 80-85 % всех смертей от рака легкого, а как причина смертности от всех видов рака составляет 25-30 % у мужчин и 5-10 % у женщин. Потребление алкоголя является причиной 75-85 % всех смертей от рака верхней части пищеварительного тракта. Определенная роль в развитии рака отводится воздействию лекарственных препаратов, вирусов, загрязненного воздуха и воды.

Обмен веществ (метаболизм) определяется как характерный признак жизни. В результате обмена веществ непрерывно образуются, обновляются и разрушаются клеточные структуры, синтезируются и разрушаются различные химические соединения. В организме динамически уравновешены процессы анаболизма (ассимиляции) - биосинтеза органических веществ, компонентов клеток и тканей, и катаболизма (диссимиляции) - расщепления сложных молекул компонентов клеток.

Белки занимают ведущее место среди органических элементов, на их долю приходится более 50% сухой массы клетки. Они выполняют ряд важнейших биологических функций. Вся совокупность обмена веществ в организме (дыхание, пищеварение, выделение) обеспечивается деятельностью ферментов, которые являются белками. Все двигательные функции организма обеспечиваются взаимодействием сократительных белков - актина и миозина. Поступающий с пищей из внешней среды белок служит пластической и энергетической целям. Пластическое значение белка состоит в восполнении и новообразовании различных структурных компонентов клетки. Энергетическое значение заключается в обеспечении организма энергией, образующейся при расщеплении белков.

В связи с этим пища человека должна не просто содержать достаточное количество белка, но обязательно иметь в своем составе не менее 30% белков с высокой биологической ценностью, т. е. животного происхождения. У людей встречается форма белковой недостаточности, развивающаяся при однообразном питании продуктами растительного происхождения с малым содержанием белка. Оно встречается среди населения стран тропического и субтропического пояса Африки, Латинской Америки и Юго-Восточной Азии. Этим заболеванием страдают преимущественно дети в возрасте от 1 года до 5 лет. Биологическая ценность одного и того же белка для разных людей различна. Вероятно, она не является какой-то определенной величиной, а может изменяться в зависимости от состояния организма, предварительного пищевого режима, интенсивности и характера физиологической деятельности, возраста, индивидуальных особенностей обмена веществ и других факторов.

Преобладание анаболических процессов обеспечивает рост, накопление массы тела, преобладание же катаболических процессов ведет к частичному разрушению тканевых структур, уменьшению массы тела. При этом происходит превращение энергии, переход потенциальной энергии химических соединений, освобождаемой при их расщеплении, в кинетическую, в основном тепловую и механическую, частично в электрическую энергию. Для возмещения энергозатрат организма, сохранения массы тела и удовлетворения потребностей роста необходимо поступление из внешней среды белков, липидов, углеводов, витаминов, минеральных солей и воды. Их количество, свойства и соотношение должны соответствовать состоянию организма и условиям его существования. Это достигается путем питания. Необходимо также, чтобы организм очищался от конечных продуктов распада, которые образуются при расщеплении различных веществ. Это достигается работой органов выделения.

Питание - важнейшая физиологическая потребность организма, от которой во многом зависит состояние здоровья и работоспособность человека. Оно необходимо для построения и непрерывного обновления

клеток и тканей, восполнения энергозатрат, выработки ферментов, гормонов и других регуляторов обменных процессов в организме. Проблема здорового питания непосредственно связана с экологическими условиями получения, производства и хранения пищевого сырья и пищевой продукции. Качество пищевых продуктов определяется комплексом характеристик и, в первую очередь, пищевой ценностью, объединяющей биологическую и энергетическую ценность, органолептические и санитарно-гигиенические показатели. Согласно концепции сбалансированного питания, для нормальной жизнедеятельности человека необходимо не только поступление в организм необходимых компонентов пищи, но и обеспечение определенных соотношений между ними.

Рациональное питание - физиологически полноценное питание, способствующее сохранению здоровья человека и поддержанию нормальной и устойчивой работы органов и систем организма. Важно подчеркнуть, что рациональное питание для каждого человека не является некой постоянной величиной. Напротив, рациональное питание - величина переменная, она изменяется с возрастом, зависит от пола, этнической принадлежности человека, уровня физической и психо-эмоциональной активности, состояния здоровья, действия внешних факторов. Сбалансированное питание - определенное количество и соотношение нутриентов в составе питания, которое способствует нормальному и устойчивому функционированию метаболических процессов в организме. Это означает, что для достижения полезного эффекта все основные пищевые вещества должны находиться в определенном соотношении (быть сбалансированы). Не только недостаток, но и избыток основных групп пищевых веществ (белков, жиров и углеводов) и даже отдельных нутриентов (аминокислот, микроэлементов, витаминов) может приводить к дезорганизации метаболических процессов в организме.

Одной из кардинальных проблем биологии и экологии является проблема адаптации. Актуальность этой проблемы в том, что современное общество заинтересовано сохранить и улучшить здоровье человека. Здоровье и болезнь человека являются существенными характеристиками состояния человека. Оба эти состояния связаны с адаптацией, и, чем лучше адаптируется человек к природным и социальным факторам, тем выше показатель общественного здоровья. Адаптациями называются эволюционно выработанные и наследственно закрепленные особенности живых организмов, обеспечивающие нормальную жизнедеятельность в условиях динамических экологических факторов. Адаптации бывают разных типов. Биохимические адаптации - это наследственно закрепленные изменения в обмене веществ организма (появление изоферментов, изменение сродства фермента к субстрату, изменение константы ингибирования фермента к ингибиторам и т.д.).

Физиологические адаптации - это наследственно закрепленные изменения характера и скорости физиологических процессов (изменение набора пищеварительных ферментов в зависимости от состава пищи, изменение кислородной емкости крови в зависимости от концентрации кислорода в воздухе, изменение способа терморегуляции в зависимости от температурного режима среды и т.д.).

Морфологические адаптации - это наследственно закрепленные изменения морфологических признаков (приспособления к быстрому плаванию или нырянию у различных животных, приспособления к засушливым условиям у растений, приспособления к распространению плодов у покрытосеменных растений и т.д.). Поведенческие (этологические) адаптации - это наследственно закрепленные различные формы поведения с целью приспособления к условиям среды (поведение животных, направленное на обеспечение нормального теплообмена с окружающей средой - строительство убежищ, суточные и сезонные кочевки; приспособительное поведение у хищника и жертвы, паразита и хозяина; брачные игры у птиц и млекопитающих в период размножения и т.д.). У человека как высшего существа живой природы приспособительные реакции достигли наибольшего совершенства, но, несмотря на это, процесс приспособления осуществляется и в настоящее время непрерывно и незаметно для нас. Мы замечаем эту изменчивость по косвенным показателям, таким, как увеличение средней продолжительности жизни, исчезновение ряда болезней, особенно инфекционных, возникновение новых или модификация старых болезненных форм в связи с измененной реактивностью организма, а также в связи с новыми экологическими факторами, создаваемыми человеком и его техникой, в связи с применением новых лекарственных форм и т.д.

Воля и ум человека, его техническое могущество позволили ему осваивать и подчинять себе различные факторы природы - воду, земные недра и космическое пространство. Человек победил боль и страх, он доказал, что вполне возможно существование в условиях невесомости, а также предположил принципиальную возможность адаптации к высоким уровням радиации. Правда, в этом случае нельзя сказать, какой ценой будут достигнуты новые, более высокие формы адаптации, но, учитывая исторический опыт возникновения и закрепления многообразных форм приспособления к факторам среды, можно сказать, что вряд ли новые формы адаптации будут проходить безболезненно. Вполне вероятно, что новые приспособительные акты будут иметь особую напряженность и будут совершаться за счет определенных дисгармоний в некоторых физиологических функциях.

Говоря о единстве организма и среды, необходимо отметить, что человек, с одной стороны, чрезвычайно зависит от внешней среды, но, с

другой стороны, именно эта зависимость воспитала в нем замечательные устройства и приспособления, которые делают его как бы независимым от внешней среды, а также в значительной мере владеющим этой средой. Так, приспособления, наблюдаемые у человека в арктических условиях, выражаются в ряде четких физиологических сдвигов, таких, как повышение метаболизма, усиленное теплообразование, увеличение объема циркулирующей крови и т.д. В условиях высокогорья отмечается усиление эритропоэза, изменение свойств гемоглобина, повышение активности дыхательных ферментов и т.д. Наивысшего развития приспособительные процессы в системе органического мира достигли у человека, т.к. к естественно развивающимся агентам и устройствам такого рода он присоединил фактор сознательной тренировки. Таково влияние трудовых процессов и физических упражнений на строение тела, грудной клетки, на линейные и объемные размеры мышц. Сознательная и эмоциональная деятельность человека особенно расширяет круг приспособительных мероприятий (лечебных и профилактических). Благодаря этим мероприятиям человек приспособляется к разнообразным внешним факторам, в том числе и к тем, которые создаются самим человеком. Сюда можно отнести и факторы исключительной мощности, к которым, например, принадлежит искусственная радиация. Приспособительные реакции физиологического характера обусловлены, главным образом, действием на организм различных внешних агентов малой и средней интенсивности и длительности. Все чрезвычайные раздражители являются патогенными факторами, которые нарушают механизмы саморегуляции функций, резко сужают диапазон уравнивания организма со средой и, тем самым, ограничивают способность живых существ поддерживать постоянство своей внутренней среды. Но организм обладает возможностью восстанавливать свою целостность, компенсировать утраченные функции.

Неправильно было бы смотреть на процессы адаптации организма человека как на процессы всегда безболезненные или абсолютно целесообразные. Приспособительные реакции как биологическая проблема являются и областью патологии. Очень часто адаптация к внешней среде приобретает цену значительных морфологических и функциональных сдвигов, являющихся патологическими. Многие заболевания, особенно заболевания нервной и сердечно-сосудистой систем, фактически отражают именно эту патологическую сторону приспособляемости организма человека к внешней среде, трудности и срывы этой приспособляемости.

За последние несколько десятилетий медицина установила, что общую устойчивость организма можно повышать с помощью определенных фармакологических агентов, названных адаптогенами. Сейчас всем известно, что при лечении самых разнообразных заболеваний врачи назначают в качестве дополнительных лекарственных средств

глюкозу и витамины. Эти лекарства за очень малым исключением входят в обязательные назначения при терапии любого заболевания. Значение для клиники общеукрепляющих лекарственных веществ очень велико и с каждым годом число их возрастает. Первой вехой на пути создания новой группы лекарственных веществ явился дибазол, применение которого в малых дозах способствует повышению общей резистентности организма. В этом же ряду следует отметить и женьшень - одно из многочисленных общеукрепляющих средств, которыми насыщена восточная медицина. Изучение других растений семейства аралиевых показало, что элеутерококк лучше, чем женьшень, повышает общий тонус и сопротивляемость организма. Подобного рода действие обнаруживается у пантокрин, корня левзеи, витамина В₁₂ и золотого корня, некоторых поливитаминных препаратов (декамевит, аэровит и др.), а также лекарственных средств животного происхождения (экмолин, интерферон). Последние осуществляют различные контрольно-регуляторные функции, направленные на сохранение и восстановление клеточного гомеостаза. Адаптогены, особенно элеутерококк, нередко удивляют врачей непривычной широтой и разносторонностью терапевтического действия. Однако с каждым годом увеличивается число фактов, подтверждающих большие возможности адаптогенов в профилактике и лечении различных заболеваний, уточняются показания и способы их применения. В настоящее время адаптогены занимают прочное место в клинике, и с каждым годом число их увеличивается.

СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Экологическая безопасность в Российской Федерации обеспечивается комплексом мероприятий, направленных на создание и поддержание благоприятной окружающей среды, на достижение условий и уровня сбалансированного сосуществования природной среды и хозяйственной деятельности человека. В соответствии с Экологической доктриной Российской Федерации, одобренной распоряжением Правительства РФ от 31.08.2002, для обеспечения экологической безопасности страны необходимо соблюдения ряда основных принципов. Основными из них являются - предотвращение негативных экологических последствий в результате хозяйственной деятельности, учет отдаленных экологических последствий, природопользование на платной основе и возмещение населению и окружающей среде ущерба, наносимого в результате нарушения природоохранного законодательства. Качество окружающей среды обеспечивается экологической безопасностью производства, нацеленной на снижение техногенного воздействия на природу и минимизацию экологических рисков.

Основы экологического законодательства Российской Федерации

Правовой основой обеспечения экологической безопасности является экологическое законодательство Российской Федерации, включающее в себя источники экологического права:

- Конституция Российской Федерации;
- федеративные договоры;
- международные договоры РФ, общепризнанные принципы международного права;
- законы (конституционные и федеральные);
- указы и распоряжения Президента РФ;
- постановления и распоряжения Правительства РФ;
- конституции, уставы, законы, иные нормативные правовые акты субъектов РФ;
- нормативные правовые акты министерств и ведомств;
- нормативные правовые акты органов местного самоуправления;
- локальные нормативные правовые акты;
- правовой обычай (использования природных ресурсов в контексте традиционного природопользования малочисленных этнических общностей)

В соответствии с этими документами гражданину Российской Федерации должны быть гарантированы и обеспечены его экологические права:

- право на благоприятную окружающую среду;
- право на получение достоверной информации о состоянии окружающей среды;
- право на возмещение ущерба, нанесенного здоровью и имуществу в результате экологических нарушений.

Гражданин Российской Федерации обязан сохранять природу и окружающую среду, бережно относиться к природным богатствам.

Государственное управление охраной окружающей среды

Государственное управление в области природопользования и охраны окружающей среды осуществляется органами исполнительной власти общей компетенции и специально уполномоченными органами в области использования природных ресурсов и охраны окружающей среды.

Органами общей компетенции, осуществляющими государственное управление использованием и охраной природных ресурсов, являются: Президент РФ; Правительство России; Советы министров республик в составе РФ; администрация иных субъектов РФ, а также органы местной администрации.

Специализированные органы управления охраной окружающей среды действуют на разных уровнях, оказывая оперативное воздействие на министерства, ведомства, предприятия и являясь, таким образом, межотраслевыми или надведомственными органами.

Федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим природоохранную деятельность, регламентирующим порядок использования природных ресурсов, определяющим экономическую политику в области экологии и природопользования является Министерство природных ресурсов и экологии (по состоянию на октябрь 2011 года). В его непосредственном подчинении находятся подведомственные службы и агентства (табл.38) и департаменты.

Таблица 38

Подведомственные структуры МПР и Э

| Структура | Сфера деятельности |
|--|--|
| Федеральная служба по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзор) | <i>Контроль и надзор в сфере природопользования</i> |
| Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет) | <i>Организация и проведение мониторинга состояния окружающей природной среды и обеспечение на его основе потребностей государства в гидрометеорологической и гелиогеофизической информации, а также информации о загрязнении окружающей природной среды.</i> |
| Федеральное агентство водных ресурсов (Росводресурсы) | <i>Оказание государственных услуг и управление федеральным имуществом в сфере водных ресурсов</i> |
| Федеральное агентство по недропользованию (Роснедра) | <i>Оказание государственных услуг и управление федеральным имуществом в сфере недропользования</i> |

Контроль и надзор за безопасностью ведения всех видов хозяйственной деятельности, организация и проведение государственной экологической экспертизы федерального уровня осуществляет Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор).

Экологический мониторинг

Важным звеном системы обеспечения экологической безопасности является постоянное слежение за состоянием окружающей среды – экологический мониторинг. Цель этого мероприятия – информационное обеспечение управления охраны окружающей среды. С помощью различных методов постоянно анализируются физические, химические и

биологические параметры воздуха, водных объектов, почв, а также показатели источников антропогенного воздействия.

В Российской Федерации создана Единая государственная система экологического мониторинга (ЕГСЭМ) с целью обеспечения органов государственного управления и природопользователей информацией об экологической обстановке в различных регионах страны, информационная поддержка процедур принятия решений в области природоохранной деятельности и экологической безопасности.

Особое место в структуре ЕГСЭМ принадлежит эколого-аналитическому контролю (ЭАК) - системе мероприятий по выявлению и оценке источников и уровня загрязненности природных объектов вредными веществами и другими техногенными загрязнителями со стороны разных природопользователей. На территории Российской Федерации эколого-аналитический контроль осуществляют государственные контрольные органы, отраслевые (ведомственные) службы и лаборатории предприятий-природопользователей. Кроме них в ЭАК участвуют специализированные экологические и промышленно-санитарные лаборатории, выполняющие измерения и анализ на договорных основаниях. Виды ЭАК по способу определения контролируемого параметра подразделяют на инструментальный, инструментально-лабораторный, индикаторный и расчетный.

Оценка воздействия на окружающую среду и экологическая экспертиза

Под оценкой воздействия на окружающую среду (ОВОС) понимается деятельность, направленная на определение характера и степени потенциального воздействия намечаемого проекта на окружающую среду. Кроме того оцениваются ожидаемые экологические и связанные с ними социальные и экономические последствия в процессе и после реализации такого проекта, определяются меры по обеспечению рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды от вредных воздействий в соответствии с требованиями экологического законодательства.

По результатам оценки воздействия планируемой деятельности на окружающую среду инициатор этой деятельности должен провести общественные слушания и затем представить все материалы на государственную экологическую экспертизу. Государственная экологическая экспертиза осуществляется на основе следующих принципов:

- презумпции потенциальной экологической опасности любой намечаемой хозяйственной и иной деятельности;

- обязательности проведения государственной экологической экспертизы до принятия решения о реализации объекта экологической экспертизы;
- комплексности оценки воздействия на окружающую природную среду хозяйственной и иной деятельности и ее последствий;
- обязательности учета требований экологической безопасности при проведении экологической экспертизы;
- достоверности и полноты информации, представляемой на экологическую экспертизу;
- независимости экспертов экологической экспертизы при осуществлении ими своих полномочий в области экологической экспертизы;
- научной обоснованности, объективности и законности заключений экологической экспертизы; гласности, участия общественных организаций (объединений), учета общественного мнения;
- ответственности участников экологической экспертизы и заинтересованных лиц за организацию, проведение, качество экологической экспертизы.

Наряду с государственной законодательство предусматривает проведение общественной экологической экспертизы. Она может проводиться общественными организациями (объединениями), основным направлением деятельности которых, в соответствии с их уставами, является охрана окружающей среды, в том числе осуществление экологической экспертизы. В отличие от государственной экологической экспертизы, являющейся обязательной мерой, общественная экспертиза проводится в инициативном порядке.

Экологический контроль

Контроль природопользования в Российской Федерации проводится в форме государственного, муниципального, производственного и общественного контроля.

1. Государственный экологический контроль осуществляется федеральными органами исполнительной власти и органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации.

Решения, принимаемые должностными лицами государственного экологического контроля, обязательны для исполнения всеми министерствами и ведомствами, предприятиями, должностными лицами и гражданами. На основании этих решений соответствующие банковские учреждения должны прекращать финансирование запрещенной деятельности до отмены решения о ее запрете органом государственного экологического контроля. Решения

государственных органов экологического контроля и должностных лиц могут быть обжалованы в суд или арбитражный суд.

2. Муниципальный экологический контроль осуществляется на территории муниципального образования органами местного самоуправления или уполномоченными ими органами, в соответствии с законодательством Российской Федерации и в порядке, установленном нормативными правовыми актами органов местного самоуправления.
3. Производственный экологический контроль осуществляется в целях обеспечения выполнения в процессе хозяйственной и иной деятельности мероприятий по охране окружающей среды, рациональному использованию и восстановлению природных ресурсов, а также в целях соблюдения требований в области охраны окружающей среды, установленных законодательством в области охраны окружающей среды.

Производственный экологический контроль осуществляется в целях обеспечения выполнения в процессе хозяйственной и иной деятельности мероприятий по охране окружающей среды, рациональному использованию и восстановлению природных ресурсов, а также в целях соблюдения требований в области охраны окружающей среды, установленных законодательством в области охраны окружающей среды.

4. Общественный контроль в области охраны окружающей среды осуществляется общественными и иными некоммерческими объединениями в соответствии с их уставами, а также гражданами в соответствии с законодательством, в целях реализации права каждого на благоприятную окружающую среду и предотвращения нарушения законодательства в области охраны окружающей среды.

Ответственность за экологические правонарушения

В соответствии с российским экологическим законодательством должностные лица и граждане несут дисциплинарную, административную, уголовную, гражданско-правовую, материальную ответственность, а предприятия - административную и гражданско-правовую ответственность за экологические правонарушения и преступления.

За совершенные преступления предусматриваются следующие виды наказания:

- лишение свободы максимально на срок до 20 лет (экоцид);
- штраф (в размере от 200 до 700 минимальных размеров оплаты труда);

- лишение права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью.

Применение мер дисциплинарной, административной или уголовной ответственности за экологические правонарушения и преступления не освобождает виновных лиц от обязанности возмещения вреда, причиненного нарушением экологического законодательства. Возмещение вреда здоровью граждан производится на основании решения суда по иску потерпевшего, членов его семьи, прокурора, уполномоченного на то государственного органа управления, общественной организации в интересах потерпевшего.

Экономико-правовые механизмы обеспечения экологической безопасности

Законодательство Российской Федерации определяет следующие методы экономического регулирования в природоохранной области:

- разработка государственных прогнозов социально-экономического развития на основе экологических прогнозов;
- разработка федеральных программ в области экологического развития РФ и целевых программ в области охраны окружающей среды субъектов РФ;
- разработка и проведение мероприятий по охране окружающей среды в целях предотвращения причинения вреда окружающей среде;
- установление платы за негативное воздействие на окружающую среду;
- установление лимитов на выбросы и сбросы загрязняющих веществ и микроорганизмов, лимитов на размещение отходов производства и потребления и другие виды негативного воздействия на окружающую среду;
- проведение экономической оценки природных объектов и природно-антропогенных объектов;
- проведение экономической оценки воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду;
- предоставление налоговых и иных льгот при внедрении наилучших существующих технологий, нетрадиционных видов энергии, использовании вторичных ресурсов и переработке отходов, а также при осуществлении иных эффективных мер по охране окружающей среды в соответствии с законодательством РФ;
- поддержка предпринимательской, инновационной и иной деятельности (в том числе экологического страхования), направленной на охрану окружающей среды;

- возмещение в установленном порядке вреда окружающей среде;
- иные методы экономического регулирования по совершенствованию и эффективному осуществлению охраны окружающей среды.

Для стимулирования рационального природопользования и охраны окружающей среды Законом предусмотрена система специальных инструментов, призванных изменить психологию хозяйствующих субъектов и способствовать экологическому воспитанию последних. Она включает в себя, в частности, государственную поддержку в форме налоговых или иных льгот предпринимательской деятельности, осуществляемой в целях охраны окружающей среды.

Кроме этого, существуют такие экономические инструменты регулирования природопользования и охраны окружающей среды, как экологическое страхование и экологический аудит. Определяя, что экологическое страхование осуществляется в целях защиты имущественных интересов юридических и физических лиц на случай экологических рисков, законодательство декларирует возможность обязательного государственного экологического страхования в РФ.

Под экологическим аудитом понимается проверка документированной информации об объекте и оценка состояния деятельности юридических лиц и граждан-предпринимателей по обеспечению рационального природопользования и охраны окружающей среды от вредных воздействий, включая состояние очистного и технологического оборудования. Данные мероприятия проводятся для выявления прошлых и существующих экологически значимых проблем, а также с иными целями, предусмотренными экологическим законодательством.

Международное экологическое сотрудничество

До образования Организации Объединенных Наций в 1945 году совместная природоохранная деятельность различных государств ограничивалась соглашениями и договоренностями между соседними странами об использовании общих территорий, промышленной деятельности, добыче и переработке полезных ископаемых. Но в большинстве случаев природоохранные мероприятия оставались внутригосударственным делом. Международное экологическое сотрудничество после второй мировой войны приобрело массовый характер. Под эгидой ООН образуются комитеты, вырабатываются программы развития, формируются подходы к экологизации всех сфер жизни общества. Вопросами охраны окружающей среды занимаются и другие международные организации различной направленности. Современный этап международного экологического сотрудничества

характеризуется тенденцией к объединению усилий всех стран и народов для обеспечения экологической безопасности в планетарном масштабе.

В 1972 году была учрежден межправительственный орган по вопросам охраны окружающей среды в рамках ООН - «Программа ООН по окружающей среде» (ЮНЕП). За время существования ЮНЕП был проведен ряд важных мероприятий в области охраны окружающей среды. Эта организация способствовала организации мониторинга за состоянием биосферы, создала систему природоохранных объектов, в том числе биосферных заповедников, взяв под свою опеку свыше 100 международных особо охраняемых территорий.

В большинстве стран мира правительства в той или иной степени занимаются вопросами взаимодействия общества и природы, имеют природоохранные законодательства и государственные органы (министерства, комиссии, департаменты, институты и т.д.), которые, основываясь на экологическом законодательстве, отслеживают ситуацию в данном регионе и принимают соответствующие решения. Одновременно с ними функционируют неправительственные организации, объединяющие широкие круги общественности для решения природоохранных задач. Крупнейшей международной неправительственной организацией является Международный Союз Охраны Природы и Природных Ресурсов (МСОП), созданный в 1948 году во Франции, членами которого являются как правительства различных стран, так и отдельные государственные структуры, учреждения, общественные объединения и т.д. МСОП готовит и издает международную «Красную Книгу», содержащую информацию о видах животных и растений, нуждающихся в охране. В рамках МСОП работает Комиссия экологического права, разрабатывающая основы международного экологического права.

Правовыми вопросами в области охраны природы занимается также Международный совет по праву окружающей среды, созданный 26 ноября 1969 года в Индии. Аналитической деятельностью в области исследования основных тенденций развития человеческой цивилизации и природы занимаются члены «Римского клуба».

Правительственные и неправительственные организации работают параллельно и часто дополняют друг друга. Конференция ООН по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, 1992), собравшая высших руководителей 190 государств, приняла «Повестку дня на XXI век» - развернутую программу экологической ориентации развития общества. Так, в связи с необходимостью реализации идей, изложенных в «Повестке дня на 21 век», была создана Комиссия ООН по устойчивому развитию. Одновременно возникла неправительственная организация, призванная решать те же проблемы – «Совет Земли», считающая себя «экологической совестью» человечества.

Проходивший одновременно с Конференцией ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро Международный форум неправительственных организаций и движений собрал представителей более 7000 объединений из 166 стран мира. Среди них были не только исключительно экологические организации, но и молодежные, этнические, культурные, религиозные, научные и другие, которые не остались равнодушными к проблемам биосферы.

На прошедшем в 2002 году саммите в Йоханнесбурге была вновь подтверждена приверженность «принципам Рио», однако особого прогресса в их реализации, по словам генерального секретаря ООН Кофи Аннана, не отмечено. Глобализация не принесла пользы большей части человечества, многие принятые решения по охране окружающей среды оказались не выполненными. Несмотря на общий экономический рост, помощь развивающимся странам сократилась, и проблемы нищеты остаются столь же актуальными. Совершенно очевидно, что для успешного решения стоящих перед человечеством задач в области охраны окружающей среды необходимы объединенные усилия правительственных и неправительственных организаций, широких слоев населения всех стран и народов.

Российская Федерация активно сотрудничает в экологической сфере на правительственном уровне, уровне общественных организаций и инициатив, участвуя более чем в семидесяти международных договорах, соглашениях и конвенциях по вопросам охраны окружающей среды.

Обеспечение экологической безопасности немыслимо без комплексного подхода, учитывающего все аспекты взаимоотношений человека и природы. И на современном этапе развития техносферы и биосферы, экологическая безопасность должна восприниматься как необходимое условие существования и развития человеческой цивилизации и всей глобальной экологической системы Земли.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Последствия вмешательства человека во все сферы природы игнорировать больше нельзя. Без решительного поворота будущее человечества непредсказуемо.

«Природа не храм, а мастерская, и человек в ней работник...». Со школьной скамьи нам знакомы эти слова героя романа И. Тургенева «Отцы и дети». Великий русский писатель, обладающий удивительным даром видеть и чувствовать природу, вложил в эту фразу особый смысл. Он глядел в будущее. Можно только восхищаться прозорливостью великого писателя. Да природа – мастерская, где создаются все блага, необходимые для существования человека. Она требует бережного отношения к своим богатствам, которые, как известно, отнюдь не беспредельны.

Мы стремимся на основе познанных закономерностей в природе прийти к гармонии наших отношений с природой, но отчего же так часто случается «разлад» с ней?

Необходимо охарактеризовать это неблагополучие в начале XXI столетия. Здесь следует назвать два принципиальных аспекта: *во-первых*, интенсификация индустриального вмешательства в окружающую среду. *Во-вторых*, многостороннее замусоривание окружающей среды, всех геосфер, включая околоземное пространство, не утилизируемыми технологическими отходами. *В итоге* – резкое ухудшение состояния экологических систем, нередко даже гибель уникальных природных комплексов, сокращение и исчезновение популяций отдельных видов растений и животных, опасность необратимых изменений.

Деятельность человека в его взаимоотношениях с природой на сегодняшний день привела к очевидным для большинства людей Земли преобразованиям условий жизни. Последствия человеческой (антропогенной) деятельности красноречиво выражаются в следующем:

- изменяется ландшафт земной поверхности вследствие вырубki лесов, распашки степей, мелиорации, создания искусственных озер, морей, возведения мегаполисов, строительства дорог, каналов, трасс;
- изменяется состав природной среды, круговорот и баланс ее составляющих в результате изъятия полезных ископаемых, а также привнесение не только известных, но и новых, ранее неизвестных природе компонентов, загрязняющих продукты питания, среду обитания и организмы, ее населяющие;
- изменяется тепловой баланс Земли из-за накопления в атмосфере пыли и газов, создающих «парниковый эффект»;
- изменяется состав животного и растительного миров за счет снижения биоразнообразия на видовом, популяционном и экосистемном уровнях в результате как прямого истребления животных и растений, так и отрицательного воздействия на них антропогенной среды, а также благодаря созданию новых пород животных и сортов растений и их перемещению на новые места обитания;
- изменяются условия протекания природных процессов, их скорость, направленность, степень завершенности, что обусловлено преобразованиями ландшафтов, нарушениями режимов водотоков, атмосферных процессов и др.;
- изменяются связи в природных системах между структурами и компонентами, их составляющими, включая и видовое разнообразие флоры и фауны, что находится в прямой зависимости от загрязнения среды, изъятия ресурсов органического и неорганического мира, преобразования ландшафтов.

Все это приводит к тому, что необходимо формирование базовых знаний по экологическим основам рационального природопользования и инженерному решению экологических проблем, позволяющего планировать и осуществлять мероприятия по охране окружающей среды.

К сожалению, экологические аксиомы до сих пор игнорируются некоторыми хозяйственниками. В результате безнравственной политики и экономики природа и человек оказались перед угрозой деградации. Остаётся надеяться, что новое поколение людей будет иметь больше шансов сохранить страну и продвинуть экологическое мировоззрение до уровня государственной политики.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Основы экологии:** учебное пособие / Н.А. Бабак, И.А. Горшкова, Н.А. Зуева и др. – СПб.: Петербургский гос. ун-т путей сообщения, 2011. – 161 с.
2. **Основы экологической безопасности** учебное пособие / Н.А. Бабак, И.А. Горшкова, О.Ю. Макарова и др. – СПб.: Петербургский гос. ун-т путей сообщения, 2014. – 140 с.
3. **Прикладная экология** / Н.А. Бабак, И.А. Горшкова, О.Ю. Макарова – СПб.: Петербургский гос. ун-т путей сообщения, 2011. – 53 с.
4. **Мариниченко А.В.** Экология: учебное пособие для вузов. М.: Дашков и К°, 2010, 327 с.
5. **Зубрев Н.И. и др.** Охрана окружающей среды и экологическая безопасность на железнодорожном транспорте: учебник для учебных заведений ж.-д. транспорта. – М.: УМК МПС, 1999. – 591 с.
6. **Стадницкий Г.В.** Экология. - СПб: Химиздат, 2002. – 288 с.
7. **Хотунцев Ю.Л.** Экология и экологическая безопасность. -М., 2005. – 448 с.
8. **Протасов В.Ф.** Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России.- М: Финансы и статистика, 2001., 449 с.
9. **Т.А. Акимова, В.В. Хаскин.** Экология. Человек-Экономика-Биота-Среда: Учебник для вузов. – 3-е изд., перераб. И доп. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2006. - 495 с.
10. **В.В. Дмитриев, Г.Т. Фрумин.** Экологическое нормирование и устойчивость природных систем. СПб.: Наука, 2004. – 294 с.
11. **Экологическое законодательство Российской Федерации.** В 2х томах. Сост. Н.Д. Сорокин, И.А. Серебрицкий. – СПб: Техническая книга –2005. Том 1 – 540 с., Том 2 – 480 с.
12. **Буторина М. В., Иванов Н.И. Дроздова Л.Ф.** Инженерная экология и экологический менеджмент.-М.:Логос, 2011, 520 с.
13. **Луканин В.Н., Трофименко Ю.В.** Промышленно-транспортная экология. – М.: Высшая школа, 2003. 273 с.
14. **Систер В.Г., Мирный А.Н.** Современные технологии обезвреживания и утилизации твердых отходов.-М.: АКХ, 2003. 303 с.
15. **Гринин А.С., Новиков В.Н.** Промышленные и бытовые отходы –М.:ФАИР-ПРЕСС, 2002, 336 с.
16. **Зубрев Н.И.** Теория и практика переработки отходов на железнодорожном транспорте. 1 и 2 часть. М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2012, ч.1 295 с., ч.2 265 с.

- 17.Зубрев Н.И., Устинова М.В.** Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте. – М: ФГБОУ « Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2015 – 392 с.
- 18.Титова Т.С., Потапов А.И.** Пути решения экологических проблем железнодорожного транспорта / Научное, методическое, справочное пособие. Спб, 2010 – 832 с.
- 19.Тетиор А.Н.** Городская экология: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / А.Н. Тетиор.– М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 336 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

БИОСФЕРА

Теория биосферы В.И.Вернадского

Основные закономерности действия экологических факторов

Круговорот веществ и поток энергии в экосистемах

Человек в биосфере

ГЛОБАЛЬНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

Демографическая проблема

Проблема разрушения озонового слоя

Парниковый эффект

Загрязнение мирового океана

Кислотные осадки

Засорение космического пространства

Взаимосвязь между глобальными экологическими проблемами и возможные пути их решения

АТМОСФЕРА

Свойства атмосферы

Нормирование и контроль выбросов загрязняющих веществ в атмосферу

Источники загрязнения атмосферы

Основные загрязняющие вещества в атмосферном воздухе и их воздействие на живые организмы

Нормативы качества атмосферного воздуха

Учет выбросов загрязняющих веществ в атмосферу (инвентаризация)

Нормирование выбросов в атмосферу

Экозащитная техника и технологии при защите атмосферы

Очистка выбросов от твердых частиц

Очистка промышленных выбросов от аэрозолей

Очистка промышленных выбросов от газообразных загрязнений

ГИДРОСФЕРА

Снижение антропогенного воздействия на гидросферу

Распределение воды на Земле, круговорот воды

Источники загрязнения воды

Нормирование загрязняющих веществ в водных объектах

Экозащитная техника и технологии при защите гидросферы

Классификация примесей в сточных водах

Классификация методов очистки сточных вод

Механическая очистка производственных сточных вод

Физико-химическая очистка сточных вод

Расчет дозы коагулянта

Химическая очистка производственных сточных вод

Электрохимические процессы в очистке сточных вод

Дегазация

Термоокислительные методы

Биологические методы очистки сточных вод

ЛИТОСФЕРА

Состав и загрязнения литосферы

Стадии обращения с отходами

Требования к объектам размещения отходов

Установление лимитов на размещение отходов

ФИЗИЧЕСКОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Акустическое загрязнение

Снижение шума в источнике

Звукопоглощение

Звукоизоляция

Экранирование

Глушители шума

Вибрация

Электромагнитное загрязнение

Тепловое загрязнение

Радиационное загрязнение

АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Развитие городской среды

Индустриально-городские экосистемы

Транспортные комплексы

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ

ТЕХНОЛОГИИ

НА

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Ремонт и реставрация деталей подвижного состава

Ресурсосбережение в путевом хозяйстве

Экономия горюче-смазочных материалов

Проблема утилизации отработанных деревянных шпал

Выбор материала для изоляции отработанных деревянных шпал от окружающей среды

Исследование физико-механических характеристик бетона с различным процентным содержанием ОДШ

ПЕРЕВОЗКА ОПАСНЫХ ГРУЗОВ

Классификация опасных грузов

Аварийные ситуации с опасными грузами

Мероприятия по локализации загрязнений, нейтрализации и дегазации опасных грузов

ЗАПОВЕДНЫЕ ТЕРРИТОРИИ И ОХРАНА АНТРОПОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ

Заповедные территории

Охрана антропогенных ландшафтов

**ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА
СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Основы экологического законодательства Российской Федерации

Государственное управление охраной окружающей среды

Экологический мониторинг

Оценка воздействия на окружающую среду и экологическая экспертиза

Экологический контроль

Ответственность за экологические правонарушения

Экономико-правовые механизмы обеспечения экологической безопасности

Международное экологическое сотрудничество

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

РАЗРАБОТАЛИ

ТИТОВА Т.С., БАБАК Н.А., МАКАРОВА О.Ю., ПАНИН А.В., ТИНУС А.М.,
ШИЛОВА Е.А.