

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Кафедра «Техносферная и информационная безопасность»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

БЗ.В.ДВ.4.2 Промышленная экология

**Направление подготовки:** 020400.62 «Биология»

**Профиль подготовки:** Биоэкология

**Квалификация (степень) выпускника:** Бакалавр

**Нормативный срок обучения:** 4 года

**Форма обучения:** очная

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>1. Конспект лекций</b> .....                                                                                                           | 4  |
| <b>1.1 Лекция №1</b> Промышленная экология - научная основа рационального природопользования .....                                        | 4  |
| <b>1.2 Лекция №2</b> Рациональное использование атмосферного воздуха .....                                                                | 7  |
| <b>1.3 Лекция №3</b> Водные системы промышленных предприятий .....                                                                        | 12 |
| <b>1.4 Лекция №4</b> Методы очистки сточных вод.....                                                                                      | 17 |
| <b>1.5 Лекция №5</b> Антропогенное воздействие на литосферу .....                                                                         | 21 |
| <b>1.6 Лекция №6</b> Переработка и использование отходов производства и потребления.....                                                  | 25 |
| <b>1.7 Лекция №7</b> Виброакустическое загрязнение окружающей среды: механизм явления, нормирование и защита .....                        | 29 |
| <b>1.8 Лекция №8</b> Неионизирующее и ионизирующее загрязнение окружающей среды: механизм явления, нормирование и защита .....            | 35 |
| <b>2. Методические указания по выполнению лабораторных работ</b> .....                                                                    | 39 |
| <b>2.1 Лабораторная работа №ЛР-1</b> Экологические проблемы отдельных отраслей экономики.....                                             | 39 |
| <b>2.2 Лабораторная работа №ЛР-2</b> Параметры выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.....                                             | 39 |
| <b>2.3 Лабораторная работа №ЛР-3</b> Методы защиты биосферы от промышленных выбросов.....                                                 | 39 |
| <b>2.4 Лабораторная работа №ЛР-4</b> Законодательство в области охраны атмосферного воздуха.....                                          | 39 |
| <b>2.5 Лабораторная работа №ЛР-5</b> Разработка нормативов предельно-допустимых сбросов загрязняющих веществ в поверхностные водоемы..... | 40 |
| <b>2.6 Лабораторная работа №ЛР-6</b> Расчет эффективности очистки сточных вод.....                                                        | 40 |
| <b>2.7 Лабораторная работа №ЛР-7</b> Конструкции и принцип действия очистных сооружений сточных вод.....                                  | 40 |
| <b>2.8 Лабораторная работа №ЛР-8</b> Законодательство и охрана водных объектов.....                                                       | 40 |
| <b>2.9 Лабораторная работа №ЛР-9</b> Определение величины предотвращенного экологического ущерба земельным ресурсам.....                  | 40 |
| <b>2.10 Лабораторная работа №ЛР-10</b> Борьба с аварийными разливами нефти и нефтепродуктов.....                                          | 40 |
| <b>2.11 Лабораторная работа №ЛР-11</b> Методы расчета нормативов образования отходов.....                                                 | 40 |
| <b>2.12 Лабораторная работа №ЛР-12</b> Организация безотходных (малоотходных) производств.....                                            | 40 |
| <b>2.13 Лабораторная работа №ЛР-13</b> Хранение и обезвреживание радиоактивных отходов.....                                               | 40 |
| <b>2.14 Лабораторная работа №ЛР-14</b> Оценка акустического городского территории.....                                                    | 40 |
| <b>2.15 Лабораторная работа №ЛР-15</b> Радиоактивное загрязнение окружающей среды.....                                                    | 40 |
| <b>3. Методические указания по проведению практических занятий</b> .....                                                                  | 40 |

|                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>3.1 Практическое занятие №ПЗ-1</b> Взаимодействие предприятия с окружающей средой..... | 40 |
| <b>4.</b> Методические указания по проведению семинарских занятий.....                    | 50 |

## **1. Конспект лекций**

### **1.1 Лекция №1 (2 часа)**

**Тема: « Промышленная экология - научная основа рационального природопользования»**

#### **1.1.1 Вопросы лекции:**

1. Промышленная экология: цель, задачи, объект, предмет, методы.
2. Методы наказания и стимулирования в промышленной экологии.
3. Санитарно-гигиенические показатели загрязнения.

#### **1.1.2 Краткое содержание вопросов:**

1. Промышленная экология: цель, задачи, объект, предмет, методы

Промышленная экология- это наука, которая изучает взаимосвязь производства со средой обитания человека и животных организмов. Целями промышленной экологии являются:

- 1) решение проблем рационального использования природных ресурсов;
- 2) предотвращение загрязнения окружающей среды;
- 3) совмещение техногенного и биохимического круговорота веществ.

Задачи промышленной экологии:

- 1) контроль за загрязнением окружающей среды;
- 2) анализ экологической ситуации;
- 3) определение источников загрязнения и отраслей загрязнителей;
- 4) прогнозирование последствий хозяйственной деятельности;
- 5) экологизация технологии;
- 6) очистка воды, воздуха и решение проблем использования или захоронения промышленных и бытовых отходов;
- 7) эколого-экономическая экспертиза технологических решений.

Предметом изучения промышленной экологии являются эколого-экономические системы.

Эколого-экономические системы - включают в себя человека, производство, среду обитания и объединяет все эти объекты единая территория.

Экологический кризис- та стадия взаимодействия между обществом и природой, на которой до предела обостряются противоречия между экологией и экономикой.

Т.е противоречия между экономическими интересами, заключающиеся в потреблении, и экологическими, которые заключаются в охране окружающей среды.

Основой промышленной экологии является системный подход, он учитывает технические, экономические и экологические связи между человеком, объектами хозяйственной деятельности и окружающей средой.

Основные элементы системного подхода:

- промышленный объект
- химически опасное вещество
- территория, на которой расположен промышленный объект

Промышленное предприятие выступает в качестве источника загрязнения окружающей среды. Различают предприятие- загрязнитель, предприятие-природопользователь.

$M > ВДВ$ , ПДС-загрязнитель

$M < ПДВ$ , ПДС-природопользователь

Методы промышленной экологии:

1. предупреждение отрицательного влияния процессов или производств на о.с;
2. эффективное использование сырьевых и энергетических ресурсов;
3. учет всех последствий принятых решений;

4. планирование и проектирование хозяйственной деятельности с учетом экологических ограничений;
5. управление качеством о.с;
6. промышленный метаболизм и оценка жизненного цикла веществ;
7. безотходные или чистые производства и рециркуляция ресурсов.

Промышленный метаболизм- прослеживает материальные и энергетические потоки сырья, через производство и использование до конечного обезвреживания и захоронения.

Промышленный метаболизм включает 3 типа анализов:

1. инвентаризацию всех материальных и энергетических ресурсов и их рассеивание в атмосфере, гидросфере и на поверхности суши;
2. качественную и количественную оценку влияния на окружающую среду;
3. оценку всех возможных путей уменьшения вредного воздействия на окружающую среду.

Для комплексного решения экологических проблем создаются территориально-производственные комплексы (ТПК) и эколого- промышленные парки, в которых реализуется следующие методы, применяемые в промышленной экологии:

- предупреждение отрицательного влияния производства на окружающую среду;
- эффективное использование сырьевых и энергетических ресурсов;
- учет последствий принятых решений;
- планирование производства с учетом экологических ограничений;
- наблюдение за всеми технологическими процессами- от переработки до захоронения отходов;
- применение малоотходных технологий;
- рециркуляция ресурсов.

С точки зрения экологии в природе материальные потоки являются замкнутыми, в то время как в промышленности эти потоки рассредоточены и характеризуются малыми концентрациями полезных веществ в отходах, что мешает их эффективному использованию.

## 2. Методы наказания и стимулирования в промышленной экологии

В настоящее время большинство ученых и предпринимателей, развитых странах пришли к пониманию того, что дешевле и эффективнее предотвращать нерациональное использование природных ресурсов и образование отходов, чем бороться со следствием, а устранить причины образования отходов, оскудения природных ресурсов и загрязнения о.с.

Существуют три причины препятствующие загрязнению природной среды:

- 1) политическая;
- 2) экономическая
- 3) техническая;

Политическая (стимулирование)- экономика и экология взаимосвязаны, не исключают, а дополняют друг друга. И ключевым здесь является природоохранное законодательство.

ФЗ РФ «Об охране окружающей среды» от 10 января 2002 г.

ФЗ РФ «Об экологической экспертизе», 18 декабря 2006г.

ФЗ РФ «Об охране атмосферного воздуха», от 4 мая 1999г.

Водный кодекс, от 3 июня 2006 г.

Лесной кодекс, от 4 декабря 2006г.

Земельный кодекс, от 25 октября 2001г.

ФЗ РФ «О животном мире», 1995г.

ФЗ РФ «Об особо охраняемых территориях», от 14 марта 1995 г.

ФЗ РФ «О недрах», от 21 февраля 1992 г.

ФЗ РФ «Об отходах производства и потребления», от 24 июня 1998 г.

ФЗ РФ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», от 30 марта 1999 г.

Экономические (стимулирование) в РФ осуществляется стимулирование рационального природопользования и охраны о.с путем: («ФЗ РФ об охране о.с 2002 г.»)

Установление налоговых и других льгот, предоставляемых государственным и другим предприятиям, учреждениям и организациям, в том числе природоохранным, при внедрении малоотходных и безотходных технологий и производств, использовании вторичных ресурсов, и осуществлении другой деятельности, обеспечивающей природоохранный эффект.

2. Внедрение специального налогообложения экологически вредной продукции, выпускаемой с применением экологически опасных технологий.

Технологическое (стимулирование)- создание малоотходных и безотходных производств.

3. Санитарно-гигиенические показатели загрязнения.

При проектировании производственных зданий и санитарно-защитных зон вокруг них, технологических процессов, оборудования и вентиляции для контроля качества производственной среды и профилактики неблагоприятного воздействия на здоровье работающих применяют систему нормативов и показателей.

Гигиенический норматив - установленное исследованиями допустимое максимальное или минимальное количественное либо качественное значение показателя, характеризующего тот или иной фактор среды обитания с позиций его безопасности и безвредности для человека.

ПДК - предельно допустимые концентрации веществ, количественно характеризующие такое содержание вредных веществ в атмосферном воздухе, при котором на человека и окружающую среду не оказывается ни прямого, ни косвенного вредного воздействия.

ПДК<sub>м.р.</sub>- предельно допустимые максимальные разовые концентрации за 20-минутный период для тех веществ, которые оказывают немедленное, но временное раздражающее действие.

ПДК<sub>с.с.</sub>- предельно допустимые среднесуточные концентрации (за год) для веществ, оказывающих вредное влияние на организм человека при накоплении.

Класс опасности веществ - лимитирующий признак вредности вещества в атмосферном воздухе. При строительстве предприятий рассчитывают размер санитарно-защитной зоны исходя из предполагаемых выбросов вредных веществ, их ПДК<sub>с.с.</sub> и класса опасности. Вредные вещества подразделяют на четыре класса опасности:

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

ОБУВ - ориентировочные безопасные уровни воздействия вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Нормативы распространяются на рабочие места независимо от их расположения (в производственных помещениях, в горных выработках, на открытых площадках, транспортных средствах и т.п.) и, как правило, бывают временными, пока не установлены соответствующие ПДК.

ПДКр.з.- предельно допустимая концентрация рабочей зоны - концентрация, которая при ежедневной (кроме выходных) работе в течение 8 ч или другой продолжительности рабочего дня, но не более 41 ч в неделю в течение всего рабочего стажа, не может вызвать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых как в процессе работы, так и в отдалённые сроки жизни настоящего и последующего поколений.

Гигиенические нормативы воздуха для населения и воздуха рабочей зоны различаются. Допустимые концентрации воздуха рабочей зоны, как правило, выше таковых для населения. Это связано с двумя факторами:

- на предприятиях работают взрослые здоровые люди (не дети, не беременные, не кормящие матери, не ослабленные возрастом или болезнью);
- на предприятии работники находятся ограниченное время, а не круглые сутки.

## **1.2 Лекция №2 (4 часа)**

### **Тема: «Рациональное использование атмосферного воздуха»**

#### **1.2.1 Вопросы лекции:**

1. Основные виды и источники загрязнения атмосферы.
2. Экологизация технологических процессов и оптимизация расположения источников загрязнения.
3. Очистка и переработка технологических газов, дымовых отходов и вентиляционных выбросов.
4. Государственный экологический контроль за охраной атмосферного воздуха.

#### **1.2.2 Краткое содержание вопросов:**

1. Основные виды и источники загрязнения атмосферы

Наиболее масштабным и значительным является химическое загрязнение среды несвойственными ей веществами химической природы. Среди них - газообразные и аэрозольные загрязнители промышленно-бытового происхождения. Прогрессирует и накопление углекислого газа в атмосфере. Дальнейшее развитие этого процесса будет усиливать нежелательную тенденцию в сторону повышения среднегодовой температуры на планете. Вызывает тревогу у экологов и продолжающееся загрязнение Мирового океана нефтью и нефтепродуктами, достигшее уже 11/5 его общей поверхности. Нефтяное загрязнение таких размеров может вызвать существенные нарушения газо- и водообмена между гидросферой и атмосферой. Не вызывает сомнений и значение химического загрязнения почвы пестицидами и ее повышенная кислотность, ведущая к распаду экосистемы. В целом все рассмотренные факторы, которым можно приписать загрязняющий эффект, оказывают заметное влияние на процессы, происходящие в биосфере.

#### **Химическое загрязнение атмосферы**

Человек загрязняет атмосферу уже тысячелетиями, однако последствия употребления огня, которым он пользовался весь этот период, были незначительны. Приходилось мириться с тем, что дым мешал дыханию и что сажа ложилась черным покровом на потолке и стенах жилища. Получаемое тепло было для человека важнее, чем чистый воздух и незакопченные стены пещеры. Это начальное загрязнение воздуха не

представляло проблемы, ибо люди обитали тогда небольшими группами, занимая обширную нетронутую природную среду. И даже значительное сосредоточение людей на сравнительно небольшой территории, как это было в классической древности, не сопровождалось еще серьезными последствиями.

Так было вплоть до начала девятнадцатого века. Лишь за последние сто лет развитие промышленности "одарило" нас такими производственными процессами, последствия которых вначале человек еще не мог себе представить. Возникли города-миллионеры, рост которых остановить нельзя. Все это результат великих изобретений и завоеваний человека.

В основном существуют три основных источника загрязнения атмосферы: промышленность, бытовые котельные, транспорт. Доля каждого из этих источников в общем загрязнении воздуха сильно различается в зависимости от места. Сейчас общепризнанно, что наиболее сильно загрязняет воздух промышленное производство.

Источники загрязнений - теплоэлектростанции, которые вместе с дымом выбрасывают в воздух сернистый и углекислый газ; металлургические предприятия, особенно цветной металлургии, которые выбрасывают в воздух оксид азота, сероводород, хлор, фтор, аммиак, соединения фосфора, частицы и соединения ртути и мышьяка; химические и цементные заводы. Вредные газы попадают в воздух в результате сжигания топлива для нужд промышленности, отопления жилищ, работы транспорта, сжигания и переработки бытовых и промышленных отходов. Атмосферные загрязнители разделяют на первичные, поступающие непосредственно в атмосферу, и вторичные, являющиеся результатом превращения последних. Так, поступающий в атмосферу сернистый газ окисляется до серного ангидрида, который взаимодействует с парами воды и образует капельки серной кислоты. При взаимодействии серного ангидрида с аммиаком образуются кристаллы сульфата аммония. Подобным образом, в результате химических, фотохимических, физико-химических реакций между загрязняющими веществами и компонентами атмосферы, образуются другие вторичные признаки. Основным источником пирогенного загрязнения на планете являются тепловые электростанции, металлургические и химические предприятия, котельные установки, потребляющие более 170% ежегодно добываемого твердого и жидкого топлива. Основными вредными примесями пирогенного происхождения являются следующие:

1) Оксид углерода . Получается при неполном сгорании углеродистых веществ. В воздух он попадает в результате сжигания твердых отходов, с выхлопными газами и выбросами промышленных предприятий. Ежегодно этого газа поступает в атмосферу не менее 1250 млн.т. Оксид углерода является соединением, активно реагирующим с составными частями атмосферы и способствует повышению температуры на планете, и созданию парникового эффекта.

2) Сернистый ангидрид. Выделяется в процессе сгорания серосодержащего топлива или переработки сернистых руд (до 170 млн.т. в год). Часть соединений серы выделяется при горении органических остатков в горнорудных отвалах. Только в США общее количество выброшенного в атмосферу сернистого ангидрида составило 65 процентов от общемирового выброса.

3) Серный ангидрид. Образуется при окислении сернистого ангидрида. Конечным продуктом реакции является аэрозоль или раствор серной кислоты в дождевой воде, который подкисляет почву, обостряет заболевания дыхательных путей человека. Выпадение аэрозоля серной кислоты из дымовых факелов химических предприятий отмечается при низкой облачности и высокой влажности воздуха. Листовые пластинки

растений, произрастающих на расстоянии менее 11 км. от таких предприятий, обычно бывают

густо усеяны мелкими некротическими пятнами, образовавшихся в местах оседания капель серной кислоты. Пирометаллургические предприятия цветной и черной металлургии, а также ТЭС ежегодно выбрасывают в атмосферу десятки миллионов тонн серного ангидрида.

4) Сероводород и сероуглерод. Поступают в атмосферу отдельно или вместе с другими соединениями серы. Основными источниками выброса являются предприятия по изготовлению искусственного волокна, сахара, коксохимические, нефтеперерабатывающие, а также нефтепромыслы. В атмосфере при взаимодействии с другими загрязнителями подвергаются медленному окислению до серного ангидрида.

5) Оксид азота. Основными источниками выброса являются предприятия, производящие азотные удобрения, азотную кислоту и нитраты, анилиновые красители, нитро соединения, вязкий шелк, целлулоид. Количество оксидов азота, поступающих в атмосферу, составляет 20 млн.т. в год.

6) Соединения фтора. Источниками загрязнения являются предприятия по производству алюминия, эмалей, стекла, керамики, стали, фосфорных удобрений. Фторосодержащие вещества поступают в атмосферу в виде газообразных соединений - фтороводорода или пыли фторида натрия и кальция. Соединения характеризуются токсическим эффектом. Производные фтора являются сильными инсектицидами.

7) Соединения хлора. Поступают в атмосферу от химических предприятий, производящих соляную кислоту, хлоросодержащие пестициды, органические красители, гидролизный спирт, хлорную известь, соду. В атмосфере встречаются как примесь молекулы хлора и паров соляной кислоты. Токсичность хлора определяется видом соединений и их концентрацией. В металлургической промышленности при выплавке чугуна и при переработке его на сталь происходит выброс в атмосферу различных тяжелых металлов и ядовитых газов. Так, в расчете на 11 т. предельного чугуна выделяется кроме 12,7 кг. сернистого газа и 14,5 кг. пылевых частиц, определяющих количество соединений мышьяка, фосфора, сурьмы, свинца, паров ртути и редких металлов, смоляных веществ и цианистого водорода.

#### Аэрозольное загрязнение атмосферы

Аэрозоли - это твердые или жидкие частицы, находящиеся во взвешенном состоянии в воздухе. Твердые компоненты аэрозолей в ряде случаев особенно опасны для организмов, а у людей вызывают специфические заболевания. В атмосфере аэрозольные загрязнения воспринимаются в виде дыма, тумана, мглы или дымки. Значительная часть аэрозолей образуется в атмосфере при взаимодействии твердых и жидких частиц между собой или с водяным паром. Средний размер аэрозольных частиц составляет 11-51 мкм. В атмосферу Земли ежегодно поступает около 11 куб.км. пылевидных частиц искусственного происхождения. Большое количество пылевых частиц образуется также в ходе производственной деятельности людей. Сведения о некоторых источниках техногенной пыли приведены ниже:

Производственный процесс выброс пыли, млн.т./год

Сжигание каменного угля 93,60

Выплавка чугуна 20,21

Выплавка меди (без очистки) 6,23  
Выплавка цинка 0,18  
Выплавка олова (без очистки) 0,004  
Выплавка свинца 0,13  
Производство цемента 53,37

Основными источниками искусственных аэрозольных загрязнений воздуха являются ТЭС, которые потребляют уголь высокой зольности, обогатительные фабрики, металлургические, цементные, магнезитовые и сажевые заводы.

2. Экологизация технологических процессов и оптимизация расположения источников загрязнения.

Это направление можно считать наиболее эффективным в системе мер по охране воздушного бассейна от загрязнения вредными веществами. К нему относится, прежде всего, создание замкнутых технологических циклов, безотходных и малоотходных технологий, которые исключают или существенно снижают попадание в воздух вредных веществ. Например, производство феррита (магнитного оксида железа, широко применяемого при изготовлении магнитных носителей информации в ЭВМ, теле- и радиотехнике) основано на прокаливании сульфата железа:

$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SO}_2 \uparrow$  и сопровождается выделением больших количеств диоксида серы. Однако в случае замены сульфата на карбонат образование газообразных компонентов, опасных для здоровья человека, исключается:  $\text{Fe}_2(\text{CO}_3)_3 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CO}_2 \uparrow$

При проведении предварительного обессеривания твердого (каменного угля) или жидкого (мазута) топлива перед подачей его в топку ТЭС возможно существенное понижение содержания  $\text{SO}_2$  в дымовых газах.

Вполне эффективны методы подавления генерации  $\text{NO}_x$  в зоне горения топлива на предприятиях тепловой энергетики (двух стадийное сжигание топлива, рециркуляция дымовых газов). Так удастся почти наполовину сократить выбросы оксидов азота с дымовыми газами.

Подобное направление ПОМ предусматривает также создание непрерывных технологических процессов (по принципу «отходы одних являются сырьем для других предприятий»), замену сети мелких котельных установок на централизованное теплоснабжение, замену угля и мазута на природный газ и т. п.

В то же время, как показывает опыт, в приземном слое атмосферы вблизи крупных энергетических установок (ГРЭС, ТЭЦ, ГЭС) и других предприятий содержание вредных веществ в ОГ нередко превышает предельно допустимые нормы, несмотря на меры по очистке газов и экологизацию технологических процессов. В этих случаях прибегают к рассеиванию пылегазовых выбросов с помощью высоких дымовых труб. Чем выше труба, тем больше ее рассеивающий эффект. На ряде предприятий высота дымовых труб достигает более 300 м. Так, на медно-никелевом комбинате в г. Садбери (Канада) высота трубы 407 м. Значительную высоту (не менее 100 м) имеют вентиляционные (выбросные) трубы на АЭС для рассеивания радиоактивных выбросов. Следует признать, что рассеивание газовых примесей в атмосфере — это далеко не самое лучшее решение проблемы. Снижая его на местном уровне, ничего не предпринимается в этом аспекте на глобальном. Промышленные объекты как источники выделения вредных веществ в окружающую среду должны располагаться за чертой населенных пунктов и с

подветренной стороны от жилых массивов, чтобы выбросы уносились в сторону от жилых кварталов. Здания и сооружения промышленных предприятий обычно размещаются по ходу производственного процесса. При недостаточном расстоянии между корпусами загрязняющие вещества могут накапливаться в межкорпусном пространстве, которое оказывается в зоне аэродинамической тени. Цехи, выделяющие наибольшее количество вредных веществ, следует располагать на краю производственной территории со стороны, противоположной жилому массиву.

### 3. Очистка и переработка технологических газов, дымовых отходов и вентиляционных выбросов.

Защита окружающей среды от загрязнений включает, с одной стороны, специальные методы и оборудование для очистки газовых и жидких сред, переработки отходов и шламов, вторичного использования теплоты и максимального снижения теплового загрязнения. С другой стороны, для этого разрабатывают технологические процессы и оборудование, отвечающие требованиям промышленной экологии, причем технику защиты окружающей среды применяют практически на всех этапах технологий. Предлагаемые к рассмотрению в лекциях 5, 6 и 7 методы и устройства защиты окружающей среды сгруппированы по типу очищаемой среды (газовая, жидкая, твердая, комбинированная) или вторично используемого отхода в зависимости от его характеристик.

Газообразные промышленные отходы включают в себя не вступившие в реакции газы (компоненты) исходного сырья; газообразные продукты; отработанный воздух окислительных процессов; сжатый (компрессорный) воздух для транспортировки порошковых материалов, для сушки, нагрева, охлаждения и регенерации катализаторов; для продувки осадков на фильтровальных тканях и других элементах; индивидуальные газы (аммиак, водород, диоксид серы и др.); смеси нескольких компонентов (азотоводородная смесь, аммиачно-воздушная смесь, смесь диоксида серы и фосгена); газопылевые потоки различных технологий; отходящие дымовые газы термических реакторов, топок и др., а также отходы газов, образующиеся при вентиляции рабочих мест и помещений.

Кроме этого, все порошковые технологии сопровождаются интенсивным выделением газопылевых отходов. Пылеобразование происходит в процессах измельчения, классификации, смешения, сушки и транспортирования порошковых и гранулированных сыпучих материалов.

Для очистки газообразных и газопылевых выбросов с целью их обезвреживания или извлечения из них дорогих и дефицитных компонентов применяют различное очистное оборудование и соответствующие технологические приемы.

В настоящее время методы очистки запыленных газов классифицируют на следующие группы:

- «Сухие» механические пылеуловители.
- Пористые фильтры.
- Электрофильтры.
- «Мокрые» пылеулавливающие аппараты.

### 4. Государственный экологический контроль за охраной атмосферного воздуха.

1. Государственный контроль за охраной атмосферного воздуха должен обеспечить соблюдение:

-условий, установленных разрешениями на выбросы вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и на вредные физические воздействия на него;

-стандартов, нормативов, правил и иных требований охраны атмосферного воздуха, в том числе проведения производственного контроля за охраной атмосферного воздуха;  
-режима санитарно-защитных зон объектов, имеющих стационарные источники выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух;  
-выполнения федеральных целевых программ охраны атмосферного воздуха, программ субъектов Российской Федерации охраны атмосферного воздуха и выполнения мероприятий по его охране;  
-иных требований законодательства Российской Федерации в области охраны атмосферного воздуха.

2. Государственный контроль за охраной атмосферного воздуха осуществляют федеральный орган исполнительной власти в области охраны окружающей среды и его территориальные органы в порядке, определенном Правительством Российской Федерации.

3. Органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации организуют и проводят государственный контроль (государственный экологический контроль) за охраной атмосферного воздуха, за исключением контроля на объектах хозяйственной и иной деятельности, подлежащих федеральному государственному экологическому контролю.

### **1.3 Лекция №3 (2 часа)**

**Тема: «Водные системы промышленных предприятий»**

#### **1.3.1 Вопросы лекции:**

1. Классификация сточных вод промышленных предприятий.
2. Выбор технологической схемы очистки сточных вод.
3. Системы водоснабжения и водоотведения. Схемы использования воды на предприятиях.
4. Основные принципы создания замкнутых водооборотных систем.
5. Условия выпуска производственных сточных вод в канализацию.

#### **1.3.2 Краткое содержание вопросов:**

1. Классификация сточных вод промышленных предприятий

Сточная вода— это вода, бывшая в бытовом, производственном или сельскохозяйственном употреблении, а также прошедшая через загрязненную территорию.

Виды СВ:

- хозяйственно-бытовые;
- промышленные;
- ливневые.

Классификация промышленных сточных вод:

По составу:

-с большим количеством минеральных примесей (металлургия, машиностроение, производство стройматериалов, добывающая отрасль и др.);

- с органическими примесями (пищепром, ЦБК, химическая и микробиологическая промышленность и др.);
- смешанные минеральные органические примеси (нефтекомплекс, текстильная и легкая промышленность, фармацевтика и др.)

По концентрации загрязняющих веществ на выходе из технологического цикла:

- 1-500 мг/л;
- 500-5000 мг/л;
- 5000-30000 мг/л;
- более 30000 мг/л

По температурному режиму:

- холодные;
- нагретые;
- горячие

По степени агрессивности:

- нейтральная;
- сильно/слабо-кислые;
- сильно/слабо-щелочные

По консервативности:

- консервативные (не вступают в реакцию);
- неконсервативные (вступают в реакции).

## 2. Выбор технологической схемы очистки сочных вод

По полученным величинам судят о степени очистки сточных вод. Если  $L < 15$  мг/л-полная биологическая очистка. Из двух величин  $L$  и  $L_v$  выбирается меньшая и по ней определяется степень очистки. Если эти цифры очень малы, то может быть нет методов очистки до такой степени. Значит в этом случае в водоём сбрасывать нельзя.

При выборе схемы очистки необходимо учитывать:

- рельеф местности;
- УГВ - если близко, нельзя копать глубоко в землю;
- размеры площадки;
- наличие строительных конструкций;
- использование сточных вод;
- расположение относительно населённого пункта;
- требуемое качество очистки сточных вод.

На сегодняшний день существуют 3 технологических схемы.

- I - с использованием сооружений естественной биологической очистки.
- II - С искусственной биологической очисткой.

### Системы водоснабжения и водоотведения промышленных предприятий состоят

Системы водоснабжения промышленных предприятий включают в себя как систему

Системы водоснабжения промышленных предприятий бывают автономными или

Автономное водоснабжение в чистом виде применяется довольно редко, как прав-

2, 2' – очистные сооружения

### 3 – биологические пруды

Водоснабжение с использованием



Важным вопросом водоснабжения промышленных предприятий в городе является использование в технологическом процессе технической воды, поскольку это позволяет заметно экономить питьевую воду и, соответственно, заметно уменьшить мощность и стоимость очистных сооружений в системе водоснабжения.

Системы водоснабжения промышленных предприятий, в зависимости от технологических процессов, могут быть организованы как: прямоточные; повторные (последовательные) и оборотные.

При прямоточном водоснабжении вся забираемая из источника вода ( $Q_{ист.}$ ) сбрасывается в приемник сточных вод ( $Q_{сб}$ ), за исключением безвозвратно расходуемой в производстве ( $Q_{пот}$ ).

В настоящее время до 80% мелких и средних предприятий имеют прямоточные системы водоснабжения.

При повторном водопользовании качество сточных (отработанных) вод предыдущей ступени должно удовлетворять технологическим требованиям к воде последующего водопользования.

К разновидностям повторного водопользования относится схема, которая требует охлаждения воды, удаление взвесей и т.д. из воды предыдущей ступени перед ее использованием на последующей.

В системах оборотного водоснабжения безвозвратные потери воды (испарение, унос ветром, шлам, использование в производстве) компенсируются дополнительным, так называемым подпиточным количеством ( $Q_{под}$ ) свежей воды из источника.

#### 4. Основные принципы создания замкнутых водооборотных систем

Замкнутые системы водопотребления (ЗСВ) сегодня – единственное рациональное решение проблемы использования воды в промышленности. Применение замкнутых водооборотных систем при проектировании предприятий позволяет размещать эти объекты в районах с ограниченными водными ресурсами, но обладающими благоприятными экономико-географическими условиями. Такое инженерно-экологическое направление является наиболее прогрессивным и перспективным, позволяя одновременно решать проблемы водообеспечения и охраны окружающей среды.

Организация замкнутой системы целесообразна, когда затраты на очистку воды и рекуперацию веществ ниже суммарных затрат на водоподготовку и очистку сточной воды до нормативных показателей, позволяющих сбрасывать её в водные объекты, т.е. без загрязнения последних.

Замкнутые системы водного хозяйства следует вводить на вновь строящихся, действующих и подлежащих реконструкции предприятиях. В последнем случае внедрение замкнутых систем идёт поэтапно, с постоянным увеличением оборотного водоснабжения по мере усовершенствования технологии. В целом малоотходное производство с оборотным водоснабжением можно представить в виде схемы, изображенной на рисунке. Создание замкнутых систем водного хозяйства промышленных предприятий возможно при коренном изменении существующих принципов в водоснабжении, канализации и очистке сточных вод.

К основным принципам создания таких систем можно отнести следующие:

1. Водоснабжение и канализация должны рассматриваться в совокупности, когда на предприятии создаётся единая система водного хозяйства, включающая водоснабжение, водоотведение и очистку сточных вод, как подготовку для их повторного

использования. При этом необходимо установить научно обоснованные требования к качеству потребляемой в производстве и отводимой воды.

2. Создание замкнутых систем водообеспечения должно сочетаться с организацией малоотходного производства, технология которого ориентирована на максимальное извлечение из сырья основных продуктов с одновременной регенерацией ценных компонентов и доведением образующихся отходов до товарного продукта или вторичного сырья при минимальных материальных и энергетических затратах.
3. Потоки сточных вод следует различать по видовому, фазовому, концентрационному, энтальпийному признакам для разработки соответствующих способов локальной очистки каждого потока, вплоть до потоков отдельных стадий технологического процесса.
4. При замкнутых системах следует объединить цехи водоподготовки и локальной очистки предприятия, а также использовать ливневой сток с промышленной площадки в системе оборотного водоснабжения. Основными для водоснабжения должны являться очищенные производственные и городские сточные воды, а также поверхностный сток. Свежая вода в производстве должна использоваться только для особых целей и восполнения воды в системах.
5. Регенерации должны подвергаться локальные потоки отработавших технологических растворов и сточных вод, при этом должны создаваться локальные замкнутые системы водоснабжения, которые являются основным звеном замкнутых систем водного хозяйства промышленных предприятий.

#### 5. Условия выпуска производственных сточных вод в канализацию

При расположении промышленных предприятий в городах или вблизи них, а также при решении о совместной очистке сточных вод группы предприятий промышленной зоны и близлежащего жилого массива загрязненные производственные сточные воды могут сбрасываться в городскую канализацию. Очистка смеси бытовых и производственных сточных вод в этом случае осуществляется на единых очистных сооружениях. В связи с тем, что в сточных водах промышленных предприятий могут содержаться специфические загрязнения, их спуск в городскую канализацию ограничен комплексом требований.

Выпускаемые в канализацию производственные сточные воды не должны:

- нарушать работу сетей и сооружений;
- содержать более 500 мг/л взвешенных и всплывающих веществ;
- содержать вещества, которые способны засорять трубы канализационных сетей или отлагаться на стенках труб;
- оказывать разрушающее действие на материал труб и элементы сооружений канализации;
- содержать горючие примеси и растворенные газообразные вещества, способные образовывать взрывоопасные смеси в канализационных сетях и сооружениях;
- содержать вредные вещества в концентрациях, препятствующих биологической очистке сточных вод или сбросу их в водоем (с учетом эффективности очистки);
- иметь температуру выше 40 °C.

Производственные сточные воды, не удовлетворяющие указанным требованиям, должны подвергаться предварительной очистке.

Для обеспечения нормальной работы очистных сооружений городской канализации при совместной очистке производственных и бытовых сточных вод необходимо соблюдать ряд условий. Очищаемая смесь этих сточных вод в любое время суток не должна иметь:

- температуру ниже 6 и выше 30 С;
- активную реакцию рН ниже 6,5 и выше 8,5;
- общую концентрацию растворенных солей более 10 г/л;
- БПКполн более 500 мг/л при поступлении на биологические фильтры и аэротенки-вытеснители и более 1000 мг/л при поступлении в аэротенки с рассредоточенной подачей сточной воды;
- нерастворенных масел, а также смол и мазута;
- биологически жестких синтетических ПАВ (практически не окисляющихся на сооружениях биологической очистки).

При совместной биологической очистке производственных и бытовых сточных вод ХПК не должно превышать БПКполн более чем в 1,5 раза. Минимальное содержание биогенных элементов в смеси определяется из соотношения 100:5:1 (БПКполн :аммонийный азот: фосфор). Если это соотношение не выдерживается, то перед сооружениями биологической очистки в сточные воды необходимо вводить дополнительное количество биогенных элементов в виде растворов аммиачной воды, фосфорнокислого калия и др.

Перечень веществ, удаляемых и не удаляемых в процессе биологической очистки и их допустимые концентрации в водных объектах; концентрации веществ (мг/л), максимально допустимые для биологической очистки, расчет допустимых концентраций загрязняющих веществ в производственных сточных водах, направляемых на очистные сооружения населенных пунктов приведены в «Правилах приема производственных сточных вод в систему канализации населенных пунктов».

#### **1.4 Лекция №4 (2 часа)**

**Тема: «Методы очистки сточных вод»**

1. Механическая очистка сточных вод.
2. Физико-химическая очистка сточных вод.
3. Биологическая очистка сточных вод.

##### **1.4.1 Вопросы лекции:**

1. Механическая очистка сточных вод

Сточные воды как ресурс промышленного водоснабжения можно подразделить на несколько групп в зависимости от экономичности их использования для водоподготовки. К первой группе следует отнести сточные воды с минерализацией до 3 кг/м<sup>3</sup>, не содержащие органических загрязнений либо содержащие органические вещества, которые можно удалить сорбцией на гидроксидах алюминия и железа при очистке воды коагулянтами или сортировать активными углями, полимерными смолами и другими материалами с развитой пористостью и поверхностью. Эти сточные воды после очистки от органических веществ можно обессоливать методами ионного обмена.

Ко второй группе целесообразно отнести сточные воды с минерализацией от 3 до 10–15 кг/м<sup>3</sup>. Для обессоливания таких сточных вод пригодны методы электролиза и обратного осмоса, но применять эти методы можно только после очистки воды от

органических веществ, катионов жесткости и железа. Эти методы обессоливания воды пока еще не нашли применения в установках достаточно большой мощности. Однако в этой области достигнуты успехи, позволяющие надеяться на создание таких установок в ближайшие несколько лет.

К третьей группе следует отнести сточные воды с минерализацией более 15 г./л, обессоливание которых возможно лишь термическими методами. Для защиты внешней среды такие методы деминерализации сточных вод приходится иногда применять, но затраты на их осуществление делают использование сточных вод третьей группы в качестве ресурса водоснабжения промышленности мало перспективными.

К сегодняшнему дню разработано несколько способов очистки производственных стоков. Отличие между этими способами состоит и в лежащей в их основе природе процессов, и в технологических параметрах.

Можно выделить три основных способов очистки сточных вод: химико-физические, механические, и биологические. К механическим способам очистки сточных вод можно отнести фильтрование, осаждение, и флотацию стоков.

Механическую очистку сточных вод можно выполнять двумя способами.

Первый способ состоит в процеживании воды сквозь решетки и сита, в результате чего отделяются твердые частицы. Второй способ заключается в отстаивании воды в специальных отстойниках, в результате чего минеральные частицы оседают на дно.

Сточные воды из канализационной сети сначала поступают на решетки или сита, где они процеживаются, а крупные составляющие – тряпки, кухонные отходы, бумага и т. п. – удерживаются. Задержанные решетками и сетками крупные составляющие вывозят для обеззараживания.

Песколовки защищают отстойники от загрязнения минеральными примесями. Конструкция песколовки может быть различной и зависит от количества поступающих стоков. После песколовки воды поступают в первичные отстойники, где осуществляется осаждение нерастворимых взвешенных частиц как органического, так и минерального происхождения. Песколовки бывают горизонтальные, вертикальные и щелевые.

Горизонтальные и вертикальные песколовки применяют на очистных сооружениях, щелевые – на каналах. Горизонтальные и вертикальные песколовки устраивают, если объем хозяйственно-фекальных вод превышает 300 м<sup>3</sup>/сут. Песколовки проектируют двухсекционными, чтобы во время ремонта и очистки от песка работала хотя бы одна секция, даже с временной перегрузкой.

В горизонтальной песколовке процесс осаждения песка и других частиц минерального происхождения осуществляется при горизонтальном движении жидкости со скоростью 0,1 м/сек. В вертикальных песколовках осаждение осуществляется в период подъема жидкости снизу вверх со скоростью 0,05 м/сек. Выбор того или иного типа песколовки зависит от общей высотной компоновки сооружения.

Отстойники – основной и наиболее распространенный тип очистных сооружений. В них оседают нерастворенные взвешенные частицы как органического, так и минерального происхождения. Отстойники бывают с горизонтальным движением воды – горизонтальные и с вертикальным движением воды – вертикальные.

При больших расходах сточных вод применяют отстойники непрерывного действия. При расходе сточных вод не более 50000 м<sup>3</sup>/сут используют вертикальные отстойники. Сточная вода подводится по лотку и центральной трубе в нижнюю часть отстойника. Выходящая из центральной трубы вода движется снизу вверх к сборным лоткам и отводящему лотку. Во время движения «сточной» воды из нее выпадают взвеси, – удельный вес которых больше удельного веса воды. Отстойники рассчитывают по заданному расходу  $Q$  и времени отстаивания  $t$ , которое определяют на основании результатов опытов по отстаиванию данной или аналогичной сточной жидкости.

Кроме этого бывают радиальные отстойники, в которых вода движется в радиальном направлении. Расчет отстойников для хозяйственно-фекальных вод выполняется с наибольшим приплывом сточных вод.

Отстойники могут быть первичными и вторичными. Первичные отстойники устанавливают перед сооружениями биологической очистки, а вторичные – устанавливают для вторичного осветления воды после сооружений биологической очистки. После биофильтров вторичные отстойники одновременно являются и контактными. Если местные условия позволяют выпускать сточные воды после первых отстойников в водоемы, то в схеме механической очистки должно предусматриваться обеззараживание (хлорирование) в контактном резервуаре.

## 2. Физико-химическая очистка сточных вод.

Методы физико-химической очистки

- Коагуляция;
- Флотация;
- Нейтрализация;
- Экстракция.

Эти методы могут применяться как отдельно, так и в качестве дополнительной обработки сточной воды во время или перед осуществлением механической или биологической очистки, с целью улучшения эффекта.

Коагуляция – это метод обработки стока при помощи введения в него химических реагентов (солей алюминия или железа), под действием которых мелкодисперсные частички взвеси слипаются друг с другом. В результате образуются агрегаты большей массы, а чем больше масса взвешенных частичек, тем выше эффект гравитационного осаждения. Коагуляция применяется при очистке эмульсий, суспензий, коллоидов (потому то эти смеси представляют собой агрегативно устойчивые системы и следовательно механические методы осаждения в этом случае результатов не дадут). Процесс коагуляции основан на действии межмолекулярных и Ван-дер-ваальсовых силах. Он осуществляется в сооружениях, называемых коагуляторами или в смесителях с механической системой перемешивания (для увеличения скорости протекания процесса). Флокуляция очень похожа на коагуляцию, ее называют частным случаем последней. Этот процесс также связан с укрупнением взвешенных частичек. Но химические реагенты тут уже другие – высокомолекулярные соединения: полиэлектролиты и неионогенные полимеры. Их еще называют флокулянтами. В результате флокуляции мелкие взвеси образуют хлопья-флокулы, которые держатся за счет «мостиков» - адсорбции некоторых сегментов макромолекул цепи на разных частичках. Этот процесс осуществляется в сооружении под названием флокулятор.

Эти два метода применяются для очистки сточных вод горнодобывающей, металлургической, легкой, нефтехимической, целлюлозно-бумажной, химической, текстильной промышленности.

Нейтрализация – это химический метод очистки промышленных сточных вод, основанный на реакции нейтрализации. Это реакция между кислотой и щелочью в результате которой образуются соли металлов и вода. Таким образом, для осуществления этого метода очистки в сток добавляют жидкость или реагенты с необходимым значением pH. Ими могут быть: едкий натр, известь, доломит, сода, шлак; серная, азотная, соляная, фосфорная кислоты. Недостатком метода является высокая стоимость. Для ее осуществления необходим целый комплекс сооружений: для хранения и дозирования реагентов, обработки сточной жидкости.

Виды нейтрализации:

- Фильтрационная;
- Полусухая;

- Водно-реагентная.

Этим методом очищают травильные сточные воды.

Экстракция применима для извлечения органических загрязнений. Дорогой метод, поэтому он экономически целесообразен при высоких концентрациях загрязняющих веществ или при высокой их стоимости. Принцип экстракции: в агрегативно устойчивую систему (вода + загрязнитель) добавляют вещество (экстрагент), в котором загрязнитель растворяется лучше чем в воде. В результате нежелательные примеси переходят в экстрагент, который потом удаляется при помощи отстаивания или центрифугирования.

### 3. Биологическая очистка сточных вод.

Биологические методы очистки сточных вод основываются на естественных процессах жизнедеятельности гетеротрофных микроорганизмов. Микроорганизмы обладают целым рядом особых свойств, из которых следует выделить три основных, широко используемых для целей очистки:

- 1) способность потреблять в качестве источников питания самые разнообразные органические соединения для получения энергии и обеспечения своего функционирования;
- 2) свойство быстро размножаться;
- 3) способность образовывать колонии и скопления, которые сравнительно легко можно отделить от очищенной воды после завершения процессов изъятия содержащихся в ней загрязнений.

Биологическая очистка сточных вод может осуществляться в естественных и искусственных условиях. В естественных условиях очистка проходит на полях орошения, полях фильтрации и биологических прудах. Сущность биологической очистки на полях орошения и полях фильтрации заключается в том, что сточная жидкость фильтруется через почву. В верхнем ее слое задерживаются взвешенные вещества, образующие на поверхности частичек грунта густонаселенную микроорганизмами пленку. Это пленка адсорбирует и окисляет органические загрязнения, находящиеся в сточной жидкости. При этом используется кислород, проникающий в поры грунта из воздуха. Поля орошения представляют собой специально спланированные участки земли, предназначенные для очистки сточных вод, с одновременным использованием этих участков для выращивания сельскохозяйственных культур. Если участки земли предназначены только для очистки сточных вод, то они называются полями фильтрации.

В биологических прудах сточная вода протекает через водоем, куда кислород поступает за счет реаэрации или механической аэрации. Биологические пруды могут быть использованы как самостоятельные сооружения, а также для их доочистки в сочетании с другими сооружениями.

В искусственных условиях биологическая очистка осуществляется в аэротенках и биофильтрах.

В аэротенках микробиальная масса находится во взвешенном в жидкости состоянии в виде отдельных хлопьев, представляющих собой зооглейные скопления микроорганизмов, простейших и более высокоорганизованных представителей фауны (коловратки, черви, личинки насекомых), а также водных грибов и дрожжей. Этот биоценоз организмов, развивающихся в аэробных условиях на органических загрязнениях, содержащихся в сточной воде, получил название активного ила. Доминирующая роль в нем принадлежит

различным группам бактерий – одноклеточным подвижным микроорганизмам с достаточно прочной внешней мембраной, способным не только извлекать из воды растворенные и взвешенные вещества органического и неорганического происхождения, но и само организовываться в колонии – хлопья, сравнительно легко отделимые затем от очищенной воды отстаиванием или флотацией. Размер хлопьев зависит как от вида бактерий, наличия и характера загрязнений, так и от внешних факторов – температуры среды, гидродинамических условий в аэрационном сооружении.

Наиболее часто аэротенк устраивается в виде прямоугольного резервуара, разделенного продольными перегородками на отдельные коридоры шириной 4 – 9 м, по которым иловая смесь протекает от входа в аэротенк к выходу из него при постоянном перемешивании и обеспечении кислородом воздухом.

Классическая схема очистки сточных вод включает аэрационные и отстойные сооружения, оборудование и коммуникации для подачи и распределения сточных вод по аэротенкам, сбора и подачи иловой смеси на илоотделение, отведения очищенной воды, обеспечения возврата в аэротенки циркуляционного активного ила и удаления избыточного ила, подачи и распределения воздуха в аэротенках.

Для создания аэробных условий процесса биологической очистки в аэротенках и поддержания ила во взвешенном состоянии аэротенки оборудуются системами аэрации.

Системы аэрации подразделяются на пневматическую, механическую, смешанную и струйную.

Пневматическая аэрация может быть: мелкопузырчатой, среднепузырчатой и крупнопузырчатой. Мелкопузырчатые аэраторы могут быть изготовлены из керамики, ткани, пластмассы, а также форсуночного или ударного типов.

В качестве среднепузырчатых аэраторов применяются перфорированные трубы, щелевые аэраторы и др. Крупнопузырчатые – трубы с открытым концом, сопла.

Механические аэраторы классифицируются следующим образом:

- по принципу действия: импеллерные (кавитационные) и поверхностные;
- по плоскости расположения оси вращения ротора: с горизонтальной и вертикальной осью вращения;
- по конструкции ротора: конические, дисковые, цилиндрические, колёсные, турбинные и винтовые.

Наиболее широкое распространение получили аэраторы поверхностного типа, особенностью которых является незначительное погружение их в сточную воду.

Биологический фильтр (биофильтр) – сооружение биологической очистки, в котором сточная вода фильтруется через загрузочный материал, покрытый биологической пленкой (био пленкой), образованной колониями микроорганизмов. Биофильтр состоит из резервуара круглой или прямоугольной формы в плане; фильтрующей загрузки; водораспределительного устройства, обеспечивающего равномерное орошение сточной водой поверхности загрузки биофильтра; дренажного устройства для удаления очищенной сточной воды; вентиляционного устройства, с помощью которого поступает необходимый для окислительного процесса воздух.

## **1.5 Лекция №5 (2 часа)**

**Тема: «Антропогенное воздействие на литосферу»**

### **1.5.1 Вопросы лекции:**

1. Общие сведения о литосфере.
2. Нормирование качества литосферы.
3. Охрана литосферы.

### **1.5.2 Краткое содержание вопросов:**

#### **1. Общие сведения о литосфере**

Сжигание осадков осуществляют, если их утилизация невозможна или экономически нецелесообразна

Сжигание — это процесс окисления органической части осадков до нетоксичных газов (диоксид углерода, водяные пары и азот) и золы. Перед сжиганием осадки должны быть или механически обезвожены, или подвергнуты термической сушке, или пройти оба процесса.

Возможное присутствие в газах при сжигании осадков токсичных компонентов может вызвать серьезные трудности при очистке этих газов перед выбросом их в атмосферу.

Процесс сжигания осадков состоит из следующих стадий: нагревание, сушка, отгонка летучих веществ, сжигание органической части и прокаливание для выгорания остатков углерода.

Возгорание осадка происходит при температуре 200-500°C. Прокаливание зольной части осадка завершается его охлаждением. Температура в топке печи должна быть в пределах 700-1000 °C.

Установки для сжигания осадков должны обеспечивать полноту сгорания органической части осадка и утилизацию теплоты отходящих газов.

Для сжигания осадков наибольшее распространение получили многоподовые печи, печи кипящего слоя и барабанные вращающиеся печи.

Литосфера - твёрдая оболочка Земли. Состоит из земной коры и верхней части мантии, до астеносферы, где скорости сейсмических волн понижаются, свидетельствуя об изменении пластичности пород. В строении литосферы выделяют подвижные области (складчатые пояса) и относительно стабильные платформы.

Блоки литосферы — литосферные плиты — двигаются по относительно пластичной астеносфере. Изучению и описанию этих движений посвящен раздел геологии о тектонике плит.

Литосфера под океанами и континентами значительно различается. Литосфера под континентами состоит из осадочного, гранитного и базальтового слоев общей мощностью до 80 км. Литосфера под океанами претерпела множество этапов частичного плавления в результате образования океанической коры, она сильно обеднена легкоплавкими редкими элементами, в основном состоит из дунитов и гарцбургитов, её толщина составляет 5—10 км, а гранитный слой полностью отсутствует.

Для обозначения внешней оболочки литосферы применялся ныне устаревший термин *сиаль*, происходящий от названия основных элементов горных пород Si (лат. *Silicium* — кремний) и Al (лат. *Aluminium* — алюминий).

Человек существует в определенном пространстве, и основной составляющей этого пространства служит земная поверхность - поверхность литосферы.

Верхние слои литосферы называется почвой. Почвенный покров является важнейшим природным образованием и компонентом биосферы Земли. Именно почвенная оболочка определяет многие процессы, происходящие в биосфере.

Почва представляет собой основной источник продовольствия, обеспечивающий 95-97% продовольственных ресурсов для населения планеты. Площадь земельных ресурсов мира составляет 129 млн.кв.км, или 86,5% площади суши. Пашня и многолетние насаждения в

составе сельскохозяйственных угодий занимают около 10% суши, луга и пастбища – 25% суши. Плодородием почвы и климатическими условиями определяются возможность существования и развития экологических систем на Земле. К сожалению, из-за неправильной эксплуатации ежегодно теряется некоторая часть плодородных земель. Так, за последнее столетие в результате ускорения эрозии потеряно 2 млрд. гектаров плодородных земель, что составляет 27% от общей площади земель, используемых для сельского хозяйства.

## 2. Нормирование качества литосферы

Основными загрязнителями почвы являются тяжелые металлы (ТМ) и их соединения, углеводороды, радиоактивные вещества, удобрения и пестициды, газы.

Источники загрязнения почвы:

- жилой сектор (бытовой мусор, пищевые отходы, фекалии, отходы сферы обслуживания населения и т.д.);
- теплоэнергетика (шлаки, окислы серы, газы, сажа);
- с/х (удобрения, ядохимикаты и т.п.);
- транспорт (окислы азота, свинец, углеводороды и т.д.);
- промышленные предприятия (твердые и жидкие отходы, газы и т.п.).

Нормирование загрязняющих веществ в почве имеет три направления:

- нормируется содержание ядохимикатов в пахотном слое почвы сельскохозяйственных угодий. Следует иметь в виду, что конечным показателем пригодности почвы для использования ее в целях выращивания сельскохозяйственной продукции для употребления в пищу человеком или животным является допустимое содержание вредных веществ в пище или кормах;
- нормируется накопление токсичных веществ в почве на территории предприятий;
- нормируется загрязненность почвы в жилых районах, преимущественно в местах хранения бытовых отходов.

Нормирование загрязнения почв устанавливается системой единиц ПДК:

- ТВ – транслокационный показатель, характеризующий переход вредных веществ из почвы в зеленую массу и корнеплоды;
- МА – миграционный воздушный показатель, характеризующий воздушный переход вредных веществ из почвы в атмосферу;
- МВ – миграционный водный показатель, характеризующий переход химического вещества в водоисточники и подземные воды;
- ОС – общесанитарный показатель, характеризующий влияние химического вещества на самоочищающую способность почвы.

В случае применения новых химических соединений, для которых отсутствует ПДКп, проводят расчет временно допустимых концентраций:

$$\text{ВДКп} = 1,23 + 0,48 \text{ ПДКпр}, (8)$$

где ПДКпр – это ПДК для продуктов питания, мг/кг.

## 3. Охрана литосферы

Общая площадь суши Земли составляет 149,1 млн. км<sup>2</sup>, из них пригодны для обитания людей 133 млн. км<sup>2</sup>.

Основные виды загрязнения литосферы – твердые бытовые и промышленные отходы. На одного жителя в городе в среднем приходится в год примерно по 1 т твердых отходов, причем эта цифра ежегодно увеличивается.

В городах под складирование бытовых отходов отводятся большие территории. Удалять отходы следует в короткие сроки, чтобы не допускать размножения насекомых, грызунов, предотвращать загрязнение воздуха. Во многих городах действуют заводы по переработке бытовых отходов, причем полная переработка мусора позволяет городу с населением в 1 млн. человек получать в год до 1500 т металла и почти 45 тыс. т компоста – смеси, используемой в качестве удобрения. В результате утилизации отходов город становится чище, кроме того, за счет освобождающихся площадей, занятых свалками, город получает дополнительные территории.

Правильно организованная технологическая свалка – это такое складирование твердых бытовых отходов, которое предусматривает постоянную, хотя и очень долговременную, переработку отходов при участии кислорода воздуха и микроорганизмов.

На заводе по сжиганию бытовых отходов наряду с обезвреживанием происходит максимальное уменьшение их объема (до 90% исходного). Однако необходимо учитывать, что сами мусоросжигающие заводы могут загрязнять окружающую среду, поэтому при их проектировании обязательно предусматривается очистка выбросов в ОС. Производительность таких заводов по сжигаемым отходам приблизительно 720 т/с. при круглогодичном и круглосуточном режимах работы.

В сельскохозяйственных районах строятся заводы по переработке старой полиэтиленовой пленки. Например, из собранной за год (более 1500т), очищенной от грязи пленки получают 1300 т труб, которые используют в мелиорации и в крупнопанельных домах..

Твердые промышленные отходы и их переработка. В результате промышленной деятельности человека происходит загрязнение почвы, что приводит к выводу из строя земель, пригодных для сельского хозяйства. Основные виды промышленных отходов – шлаки тепловых электростанций и металлургических заводов, породные отвалы горнодобывающих предприятий и горно-обогатительных комбинатов, строительный мусор и т.д. В особую группу выделяют загрязнение почвы нефтепродуктами и другими химическими веществами (в авиационной и других технологиях – это твердые осадки гальванованн и продукты травления металлов), которые пагубно воздействуют на почвенные микроорганизмы и корневую систему растений.

Объем извлекаемой из недр горной массы в нашей стране составляет свыше 15 млрд. т/год. В хозяйственный оборот вовлекается около трети всего минерального сырья, а на производство готовой продукции расходуется менее 7% добытых полезных ископаемых. Очевидно, что нельзя без конца наращивать и без того колоссальные потоки отходов и попутных продуктов.

В железосодержащих шламах аглофабрик черной металлургии, например, содержится больше железа, чем в добываемой руде. Вместе с тем промышленность стройматериалов и стройиндустрия добывают и потребляют ежегодно 3,5 млрд т нерудного сырья, большая часть которого может быть заменена отходами. Хозяйство нашей страны несет также огромные потери, связанные со складированием отходов. В результате только на транспортировку 1 т отходов и содержание отвалов расходуются огромные средства.

Строительство комбинированных производств и отдельных технологических установок по переработке отходов особенно целесообразно в промышленных районах с большой потребностью в строительных материалах, изделиях, конструкциях. Например, методом катализированной кристаллизации стекла на основе доменных шлаков у нас в стране получают шлакоситаллы. Высокие физико-механические и физико-химические свойства шлакоситаллов, в первую очередь их износостойкость и химическая устойчивость, в

сочетании с декоративностью делают их ценнейшим строительным материалом. Только в Москве шлако-ситалл нашел применение при строительстве таких известных объектов, как павильон «Металлургия» на ВВЦ (Всероссийский выставочный комплекс), аэропорт Шереметьево, универмаг «Москва», Центральный городской аэровокзал и др.

Груды старых шин от автомобилей различных марок на территории Чеховского регенераторного завода под Москвой – уже не свалка, а склад исходного сырья для производства резиновой крошки и регенерата – пластичного материала, частично заменяющего каучук в различных резиновых изделиях, в том числе и в новых шинах. Одна тонна регенерата – продукта переработки старых покрышек, позволяет сэкономить 400 кг синтетического каучука.

Все развитые страны имеют планы по созданию чистых (так называемых безотходных) технологий. В России в 1991г. была разработана программа, в которой предусматривался в целях комплексной переработки природных ресурсов и сырья переход на безотходные и малоотходные производства. При этом обеспечивались независимость экологической экспертизы и создание кадастра вторичных ресурсов для учета вторичного сырья. Однако этот процесс сильно затягивается, что усугубляет положение с охраной литосферы на территории России и стран СНГ.

## **1.6 Лекция №6 (2 часа)**

**Тема: «Переработка и использование отходов производства и потребления»**

### **1.6.1 Вопросы лекции:**

1. Паспортизация отходов. Требования к транспортированию опасных отходов.
2. Общие сведения об отходах потребления.
3. Технологические процессы переработки промышленных отходов.

### **1.6.2 Краткое содержание вопросов:**

1. Паспортизация отходов. Требования к транспортированию опасных отходов.

Из ст. 14 Федерального закона от 24 июня 1998 г. №89 – ФЗ «Об отходах производства и потребления (далее – Закон об отходах), и п.6 Правил проведения паспортизации отходов 1-4 класса опасности, утвержденных постановлением Правительства РФ от 16.08.2013 №712 (далее - постановление №712) следует, что индивидуальные предприниматели и юридические лица подтверждают отнесение отходов к конкретному классу опасности в порядке, установленном Министерством природных ресурсов и экологии Российской Федерации.

В настоящее время Министерством природных ресурсов и экологии Российской Федерации разрабатываются проекты приказов «Об утверждении Порядка отнесения отходов 1-4 классов опасности к конкретному классу опасности», «О Критериях отнесения отходов к 1-5 классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду».

До вступления в силу вышеуказанных приказов, Минприроды России полагает целесообразным при проведении с 1 августа 2014 г. процедуры отнесения отходов 1-4 классов опасности к конкретному классу опасности хозяйствующим субъектам устанавливать класс опасности вида отхода:

- на основании сведений, содержащихся в федеральном классификационном каталоге отходов, утвержденном приказом Федеральной службы в сфере природопользования от 18.07.2014 №445 (ФККО) и банке данных об отходах (БДО) (при условии, что виды отходов включены в ФККО и БДО);

- на основании критериев отнесения отходов к 1-4 классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду, утверждаемых Министерством природных ресурсов и экологии Российской Федерации (при отсутствии вида отхода в ФККО и БДО, класс опасности которого требует подтверждения).

При этом до вступления в силу приказа Минприроды России «Об утверждении Критериев отнесения отходов к 1-5 классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду» необходимо руководствоваться положениями действующего приказа МПР России от 15 июня 2001 г. №511 «Об утверждении критериев отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды».

Для подтверждения отнесения вида отходов к конкретному классу опасности для окружающей природной среды хозяйствующему субъекту необходимо направить в Управление Росприроднадзора по Оренбургской области следующие документы и обосновывающие материалы:

Для видов отходов, включенных в ФККО и БДО:

1. Заявление о подтверждении отнесения вида отходов к конкретному классу опасности согласно прилагаемому образцу (Приложение 1);
2. Информацию, включающую сведения о происхождении (исходное сырье, принадлежность к определенному производству, технология), условиях образования (процесс обработки исходного сырья или применения готовых изделий), агрегатном состоянии и физической форме вида отходов, заверенные хозяйствующим субъектом на каждый вид отхода (Приложение 2);
3. Документы, подтверждающие химический и (или) компонентный состав вида отходов, заверенные хозяйствующим субъектом, с приложением, в зависимости от способа определения химического и (или) компонентного состава:
  - копии документов об аккредитации испытательной лаборатории (центра) и области ее (его) аккредитации, заверенные печатью и подписью уполномоченного должностного лица испытательной лаборатории (центра) (в случае установления химического и (или) компонентного состава вида отходов посредством соответствующих измерений);
  - копия акта отбора проб отходов, в случае установления химического и (или) компонентного состава вида отходов посредством соответствующих измерений;
  - копии технологических регламентов, технических условий, стандартов, проектной документации, заверенные хозяйствующим субъектом (в случае установления химического и (или) компонентного состава вида отходов на основании сведений, содержащихся в этих документах).

Для видов отходов, не включенных в ФККО и БДО:

1. Заявление о подтверждении отнесения вида отходов к конкретному классу опасности согласно прилагаемому образцу (Приложение 1);
2. Информацию, включающую сведения о происхождении (исходное сырье, принадлежность к определенному производству, технология), условиях образования (процесс обработки исходного сырья или применения готовых изделий), агрегатном состоянии и физической форме вида отходов, заверенные хозяйствующим субъектом на каждый вид отхода;
3. Документы, подтверждающие химический и (или) компонентный состав вида отходов, заверенные хозяйствующим субъектом, с приложением, в зависимости от способа определения химического и (или) компонентного состава:
  - копии документов об аккредитации испытательной лаборатории (центра) и области ее (его) аккредитации, заверенные печатью и подписью уполномоченного должностного лица испытательной лаборатории (центра) (в случае установления химического и (или) компонентного состава вида отходов посредством соответствующих измерений);
  - копия акта отбора проб отходов, в случае установления химического и (или) компонентного состава вида отходов посредством соответствующих измерений;

- копии технологических регламентов, технических условий, стандартов, проектной документации, заверенные хозяйствующим субъектом (в случае установления химического и (или) компонентного состава вида отходов на основании сведений, содержащихся в этих документах);

4. Документы и материалы, заверенные хозяйствующим субъектом, подтверждающие отнесение данного вида отхода к конкретному классу опасности в соответствии с критериями отнесения отходов к 1-5 классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду (при установлении класса опасности вида отходов на основании критериев отнесения отходов к 1-5 классу опасности);

5. Копии акта отбора проб отхода и копии документов об аккредитации испытательной лаборатории (центра) и области ее (его) аккредитации, заверенные печатью и подписью уполномоченного должностного лица испытательной лаборатории (центра), - при установлении класса опасности вида отходов на основании критериев отнесения отходов к 1-4 классам опасности на окружающую среду по кратности разведения водной вытяжки из отхода, при которой вредное воздействие на гидробионты отсутствует.

## 2. Общие сведения об отходах потребления.

Отходы определяются Федеральным законом Российской Федерации от 24. 06. 98 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» как «остаток сырья, материалов, полуфабрикатов, иных изделий или продуктов, которые образовались в процессе производства или потребления, а также товары (продукция), утратившие свои потребительские свойства».

На практике к отходам производства относят: остатки сырья, материалов, некондиционную продукцию, изделия, отработавшие свой ресурс и пришедшие в негодность, а также не востребовавшую часть добытых полезных ископаемых. Отходами производства также являются продукты, улавливаемые в процессе очистки сточных вод.

К опасным отходам Законом отнесены такие отходы, которые содержат вредные вещества, обладающие опасными свойствами (токсичностью, взрывоопасностью, пожароопасностью, высокой реакционной способностью) или содержащие возбудителей инфекционных болезней, или вещества, которые могут представлять непосредственную или потенциальную опасность для окружающей природной среды и здоровья человека.

Если в мире объемы отходов, идущих на переработку, не превышают 30—35 % общего их количества, то из всех высокотоксичных отходов перерабатываются и обезвреживаются менее 20 %.

Некоторое количество отходов используется в строительстве в качестве вторичных материалов. Однако основная их масса концентрируется в отвалах, хранилищах, на полигонах и свалках, часто не санкционированных. Под складирование отходов в России уже занято более 250 тыс. гектаров земельной площади, которые изъяты из хозяйственного оборота земель, пригодных для земледелия или застройки.

Ежегодно к имеющимся отвалам добавляется еще 2 млрд. кубометров отходов. В общем объеме накопленных отходов содержится около 1,6 млрд. тонн опасных отходов промышленного производства. Отходы являются источниками загрязнения поверхностных и подземных вод, атмосферного воздуха, почв и растений. Они негативно влияют на здоровье населения и экологическую ситуацию многих регионов страны.

На несанкционированных свалках отходы разлагаются, горят, создавая специфический запах, распространяющийся на большие расстояния. В результате сжигания отходов на свалках образуются летучие токсичные вещества и не сгоревшие, не менее токсичные остатки, содержащие в том числе тяжелые металлы. Продукты горения (например, диоксины, фураны, бенз(а)пирен) часто бывают опаснее, чем первоначальные отходы.

Проблемы вызывают разобранные строительные конструкции, отработанные формовочные смеси, практически все отходы химических и нефтеперерабатывающих производств. На подавляющем большинстве очистных сооружений не решены вопросы удаления и переработки образующихся осадков сточных вод. Имеют место бесконтрольные сбросы жидких токсичных отходов в водные объекты, в том числе в грунтовые воды — источник питьевой воды для многих регионов страны.

Особую опасность представляют радиоактивные отходы, накопленные к настоящему времени в результате прошлой деятельности предприятий ядерно-топливного цикла, научных центров и медицинских учреждений, а также вывезенные из-за рубежа для переработки и захоронения. Более 60 тыс. гектаров территории России заняты отвалами пустой породы и шламом, которые образовались при добыче и переработке урановых и ториевых руд и содержат естественные радионуклиды. На атомных электростанциях страны находится на хранении часть отработанного топлива, жидких и твердых отходов.

Остро стоит проблема отходов в крупных городах, вокруг которых (на экономически целесообразных расстояниях) полностью исчерпаны возможности их складирования и захоронения.

Несанкционированные сбросы жидких отходов, накопившихся у предприятий (не до конца очищенных или не очищенных), пагубно сказываются на качестве воды в реках. Так, в Москве-реке уровни по всем видам загрязнений постоянно превышают нормативы более чем в 4 раза. И это несмотря на то, что для разбавления загрязненной воды канал Москва — Волга сбрасывает в нее каждую секунду 30 м чистой воды. От неконтролируемых сбросов жидких отходов гибнут и малые реки.

Обращение с отходами рассматривается как деятельность, в процессе которой образуются отходы, а также деятельность по их сбору, использованию, обезвреживанию, транспортированию и размещению (хранению и захоронению).

### 3. Технологические процессы переработки промышленных отходов.

Технологии переработки всевозможных видов отходов основываются на механических, гидродинамических, тепловых, диффузионных, химических, биохимических процессах. Как правило, в реальной технологии утилизации отходов сочетаются различные методы воздействия на них.

Механические методы широко применяются при подготовке отходов: измельчении, агрегировании, сепарации и т.д.

Гидродинамические методы используют для разделения смесей отходов и перемещения их в различных аппаратах. Эти методы часто сочетаются с тепловыми, механическими и физико-химическими процессами.

Тепловые процессы являются неотъемлемой частью многих способов переработки отходов и используются при их сжигании и пиролизе, а также при различных процессах, в результате которых имеет место выделение и утилизация тепла или необходимость охлаждения отходов и продуктов их переработки.

Диффузионные процессы лежат в основе способов утилизации отходов, при которых осуществляется перенос массы вещества путем дистилляции, сорбции, сушки, кристаллизации и других процессов. Они, как правило, сочетаются с тепловыми и механическими, а иногда и с химическими процессами.

Химические методы обработки используют при окислении и восстановлении отходов, переводе материала из одного физического состояния в другое, для изменения каких-либо характеристик веществ и т.д. Они также, как правило, сочетаются с тепловыми, гидродинамическими, диффузионными и механическими процессами.

И, наконец, биохимические методы используют для утилизации отходов с помощью микроорганизмов. Это наиболее сложные процессы, и при их реализации используются и

другие рассмотренные выше способы обработки отходов. Они сочетаются с химическими, тепловыми, гидродинамическими и механическими процессами.

Утилизация твердых отходов в большинстве случаев связана с необходимостью либо их разделения на компоненты (в процессе очистки, обогащения, извлечения ценных составляющих) с последующей переработкой сепарированных материалов различными методами, либо придания им определенного вида, обеспечивающего саму возможность утилизации отходов. На производстве отходы, образующиеся на одной установке (литьевая машина, штамповочный пресс, токарный станок и т.п.), не бывают однородными. Очень часто в контейнер с отходами пластмассы попадают металлические предметы, а в контейнер с металлической стружкой — деревянная палка или промасленная ветошь. Перечень примеров можно продолжить. В то же время наиболее рациональное использование вторичных материальных ресурсов предусматривает их полное разделение. Поэтому в технологии переработки отходов важнейшее место занимает их подготовка.

Главными физическими свойствами, по различию в которых могут рассортировываться твердые отходы, являются плотность, цвет, блеск, размер, форма, вязкость, хрупкость, поверхностные оптические характеристики, магнитная восприимчивость, электропроводность, жаропрочность и некоторые другие.

Физические свойства материалов можно направленно изменять. Так, например, на поверхностные характеристики можно воздействовать химическим способом, а электропроводность можно изменить путем сушки или окисления. Магнитные свойства материалов изменяются также при окислении, а размеры и форма — при вакуумировании.

## **1.7 Лекция №7 (2 часа)**

**Тема: «Виброакустическое загрязнение окружающей среды: механизм явления, нормирование и защита»**

### **1.7.1 Вопросы лекции:**

1. Производственный шум. Основные понятия.
2. Методы защиты от шума.
3. Вибрация: механизм явления. Воздействие на организм человека.
4. Методы защиты от вибрации. Нормирование.

### **1.7.2 Краткое содержание вопросов:**

1. Производственный шум. Основные понятия

Шум – совокупность нежелательных звуков различной частоты и интенсивности, которые хаотично или периодически изменяются во времени, мешают воспринимать речь и полезные звуки, вызывают у работающих неприятные субъективные ощущения.

Человеческое ухо воспринимает звуки от  $2 \cdot 10^{-5}$  (порог слухового восприятия) до  $2 \cdot 10^2$  Па (порог болевого ощущения). Для характеристики шума используются частота в герцах, звуковое давление в децибелах. Децибел – это относительная величина, которая показывает в логарифмической шкале во сколько раз звуковое давление больше порога слуховой чувствительности. Неблагоприятное действие шума на организм работающих зависит от его интенсивности, длительности и спектрального состава, сопутствующих вредных факторов, а также от исходного функционального состояния организма, подвергающегося шумовому воздействию.

По характеру спектра шумы подразделяются на:

- тональные (если шум охватывает преимущественно 1 октаву) и широкополосные ;

- низкочастотные (16-400 Гц), среднечастотные (400- 1000 Гц) и высокочастотные (>1000 Гц).

По временным характеристикам шумы подразделяются на постоянные (уровень звука за рабочую смену изменяется не более чем на 5 дБ) и непостоянные. В свою очередь непостоянные шумы подразделяются на колеблющиеся во времени, прерывистые и импульсные. В основу данных классификаций положены особенности биологического действия разновидностей шума. Более вредным является тональный шум, чем выше частота шума, тем он оказывает более вредное действие. Непостоянный шум более вреден, чем постоянный и самым выраженным действием обладает импульсный шум. В качестве характеристик постоянного шума на рабочих местах, а также для определения эффективности мероприятий по ограничению его неблагоприятного влияния, принимаются уровни звукового давления в децибелах (дБ) в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 250; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц. В качестве общей характеристики шума на рабочих местах применяется оценка уровня звука в дБ(А), представляющая собой среднюю величину характеристик звукового давления в различных частотных диапазонах.

Характеристикой непостоянного шума на рабочих местах является интегральный параметр - эквивалентный уровень звука в дБ(А). Эквивалентный уровень звука – это уровень звука постоянного широкополосного шума, который действует на человека также как и исследуемый непостоянный.

Производственный шум – совокупность звуков возникающих в ходе работы производственного предприятия, носящая хаотичный и беспорядочный характер, изменяющаяся во времени, и вызывающая дискомфорт у работающих. Поскольку производственный шум – это совокупность звуков имеющих разную природу возникновения, различную продолжительность и интенсивность, то при исследовании производственных шумов говорят о «спектре производственного шума». Исследуется слышимый диапазон 16 Гц - 20 кГц. Его разбивают на так называемые «полосы частот» или «октавы» и определяют звуковое давление, интенсивность или звуковую мощность, приходящиеся на каждую полосу.

Октавой называют полосу частот, в которой верхняя граница превышает нижнюю в два раза, т.е.  $f_2 = 2 f_1$  (например, 16 Гц-32Гц.)

В отдельных случаях применяют разбиение октавы на более мелкие диапазоны.

Существует стандартный ряд среднегеометрических частот октавных полос, в которых рассматриваются спектры шумов ( $f_{сг\ мин} = 31,5$  Гц,  $f_{сг\ макс} = 8000$  Гц)

Звук – колебательное движение частиц упругой среды, распространяющийся в виде волн (упругих, механических) в твердой, жидкой и газообразной средах.

Шум характеризуется частотой  $f$ , интенсивностью  $I$ , звуковым давлением  $p$ .

Частота колебаний – величина, равная числу колебаний, совершаемых в ед. времени, Гц.

Звуковые волны с частотами от 16 Гц до 20 кГц вызывают ощущение звука.

Волны с частотой ниже 16 Гц ( инфразвуковые) и с частотой более 20 кГц (ультразвуковые) органами слуха человека не воспринимаются (неслышимые шумы). Ветер создает ультразвуковые волны.

## 2. Методы защиты от шума

Основными методами защиты от шума являются:

1. Устранение причин шума или существенное ослабление уровня шума в источнике образования.

2. Применение средств снижающих уровень шума на пути его распространения.
3. Изоляция источников шума средствами звукоизоляции и звукопоглощения.
4. Рациональное размещение технологического оборудования.
5. Автоматизация и роботизация труда.
6. Рациональный режим работы и отдыха работающих.
7. Применение средств индивидуальной защиты.
8. Проведение профилактических мероприятий медицинского характера.

Под звукопоглощением понимают способность материала поглощать энергию звуковых волн.

Звукопоглощение. Для уменьшения отраженного звука применяют защитные устройства, обладающие большими значениями коэффициента поглощения, к ним относятся, например, пористые и резонансные поглотители.

Звуковые волны, падающие на пористый материал, приводят воздух в порах и скелет материала в колебательные движения, при которых возникает вязкое трение и переход звуковой энергии в теплоту.

При этом энергия звука переходит в другие виды энергии, в основном в тепловую.

Звукопоглощающие материалы делятся на 4 класса:

1. Волокнисто-пористые (войлок, вата).

Пористые поглотители изготавливают из органических и минеральных волокон (древесной массы, кокса, шерсти), из стекловолокна, а также из пенопласта с открытыми порами. Для защиты материала от механических повреждений и высыпаний используют ткани, сетки, пленки, а также перфорированные экраны. Последние существенно изменяют характер поглощения звука защитным устройством.

2. Мембранные (на носитель наносится тонкие слои пленки).

3. Резонансные. Специальные устройства, основанные по принципу акустических резонансов. Резонансные поглотители имеют воздушную полость, соединенную отверстием с окружающей средой. Воздух в резонаторе выполняет роль механической колебательной системы, состоящей из элементов массы, упругости и демпфирования.

4. Материалы, комбинированные из первых 3-х видов.

Под звукоизоляцией понимают создание специальных строительных устройств препятствующих распространению шума из одного помещения в другое.

Звукоизоляция – уменьшение уровня шума с помощью защитного устройства, которое устанавливается между источником и приемником и имеет большую отражающую и (или) поглощающую способность. Обычно роль защитных устройств выполняют глушители шума, экраны или стенки изолированных объемов. Например, защитным устройством является кожух, которым закрывают машины и механизмы, или кабина, в которой находится оператор, управляющий рабочим процессом.

3. Вибрация: механизм явления. Воздействие на организм человека

Вибрация при воздействии на человека является фактором высокой биологической активности.

Вибрация — это механические колебания материальных точек или тел. Простейшим видом вибрации является гармоническое колебание.

Она характеризуется амплитудой и частотой, из которых выводят скорость и ускорение. Виброускорение, или виброперегрузка, — это максимальное изменение скорости колебаний в единицу времени, обычно выражается в см/с<sup>2</sup>. В практике авиационной и космической медицины чаще применяют единицы ускорения, кратные ускорению свободного падения. Частота вибрации — число колебаний в единицу времени, измеряется в герцах. Важным параметром вибрации является ее интенсивность, или амплитуда. Если вибрация представляет собой простое синусоидальное колебание около неподвижной точки, то ее амплитуда определяется как максимальное отклонение от этой позиции (измеряется в миллиметрах).

Вертикальная вибрация распространяется по оси X, перпендикулярной к опорной поверхности; горизонтальная — по оси Y, от спины к груди; горизонтальная по оси Z, от правого плеча к левому.

Вибрация может передаваться человеку непосредственно при прикосновении к вибрирующим предметам и через промежуточные среды достаточной плотности (жидкость, твердые тела). Она может воздействовать на человека непосредственно через опорные поверхности и через некоторые вторичные контактные предметы.

Опосредованные воздействия вибрации проявляются в вибрации приборов и их стрелок, что затрудняет считывание показаний.

По мере удаления от места приложения вибрации интенсивность ее обычно ослабевает. Однако при воздействии вибрации некоторых частот интенсивность ее может возрастать на определенных участках тела вследствие резонансных явлений, обусловленных наличием определенной собственной частоты колебаний разных частей тела. Например, колебания головы человека, стоящего на виброплатформе, значительно возрастают на частотах от 4 до 8 Гц в диапазоне частот 20—30 Гц.

Характер изменений, возникающих под влиянием вибрации, передающейся на руки, находится в зависимости от спектрального состава ее. Преобладание высокочастотных составляющих в спектре обуславливает в качестве специфического раздражителя, развитие сосудистых нарушений, а также местных расстройств кожной чувствительности при незначительных изменениях мышечной системы. Наличие в спектре преимущественно низких частот в связи с микро-травматизацией периферической нервной системы вызывает трофические нарушения и, кроме костно-суставной патологии, приводит, как правило, к изменениям в мышцах при отсутствии или слабой выраженности сосудистых нарушений.

Человек может воспринимать вибрацию любым участком тела с помощью специальных виброрецепторов. Наиболее высокой вибрационной чувствительностью, определяемой с помощью специального прибора (паллестезиометра), обладает кожа ладонной поверхности концевых фаланг пальцев рук. Наибольшая чувствительность наблюдается к вибрации с частотами 100—250 Гц, причем в дневное время чувствительность выражена в большей степени, чем утром и вечером. При воздействии вибрации преимущественно высокочастотного характера наблюдается снижение вибрационной чувствительности, особенно на частоте вибрационного раздражителя.

Под влиянием вибрации может существенно изменяться и болевая чувствительность, которую измеряют с помощью альгезиметра.

Воздействие вибрации может приводить к уменьшению и других видов кожной чувствительности — дискриминационной, тактильной, термической.

Следует отметить, что изменение вибрационной и тактильной чувствительности пальцев рук может наблюдаться не только под влиянием вибрации ручных инструментов, но и при воздействии вибрации рабочего места.

Одним из характерных признаков вибрационной болезни, возникающей под влиянием высокочастотной вибрации, передаваемой на руки, является изменение тонуса капилляров

кожи. При этом возможны спазм или атония капилляров, а также оба этих состояния одновременно на разных участках капилляров.

О склонности капилляров к спазму судят по резкому побледнению кожи пальцев под влиянием 2 - 3- минутного контакта с холодной водой или куском льда. Об этом же может свидетельствовать и сохранение более 10 секунд бледности кожного покрова кисти на участке, подвергавшемся давлению в течение 5 секунд (симптом «белого пятна»).

Покраснение или цианоз кистей опущенных рук говорит о склонности капилляров к атонии. Иногда удается регистрировать понижение капиллярного давления в пальцах рук. Наблюдается снижение периферического сопротивления, часто устанавливают гипотонию, реже — гипертонию. Иногда в начальной стадии вибрационной болезни отмечается гипотония, сменяющаяся в выраженных случаях гипертонией. В связи с сосудистыми нарушениями нередко наблюдается гипотермия кожи.

Секреторные нарушения обычно выражаются в усиленной потливости, реже в сухости кожи ладоней.

Нарушение трофики, возникающее преимущественно при воздействии низкочастотной вибрации, раньше всего проявляется в стертости кожного рисунка, утолщении и деформации ногтей, а иногда, наоборот, в истончении и уплощении их. Пальцы становятся малоподвижными, деформируются, ногтевые фаланги могут утолщаться, придавая пальцам вид «барабанных палочек».

В некоторых случаях вследствие поражения периферических двигательных волокон развивается атрофия мелких мышц кистей и плечевого пояса, уменьшается мышечная сила. При работе с инструментами, генерирующими вибрации с превалированием низкочастотных составляющих в спектре, часто возникают изменения костно-суставного аппарата. В развитии этих поражений большое значение имеет величина отдачи инструмента — возвратного удара и противодействующего ему мышечного статического напряжения.

#### 4. Методы защиты от вибрации. Нормирование

Для защиты от вибрации применяют следующие методы: снижение виброактивности машин; отстройка от резонансных частот; вибродемпфирование; виброизоляция; виброгашение, а также индивидуальные средства защиты.

Снижение виброактивности машин (уменьшение  $F_m$ ) достигается изменением технологического процесса, применением машин с такими кинематическими схемами, при которых динамические процессы, вызываемые ударами, ускорениями и т. п. были бы исключены или предельно снижены, например, заменой клепки сваркой; хорошей динамической и статической балансировкой механизмов, смазкой и чистотой обработки взаимодействующих поверхностей; применением кинематических зацеплений пониженной виброактивности, например, шевронных и косозубых зубчатых колес вместо прямозубых; заменой подшипников качения на подшипники скольжения; применением конструкционных материалов с повышенным внутренним трением.

Отстройка от резонансных частот заключается в изменении режимов работы машины и соответственно частоты возмущающей вибросилы; собственной частоты колебаний машины путем изменения жесткости системы с например установкой ребер жесткости или изменения массы системы (например путем закрепления на машине дополнительных масс).

Вибродемпфирование - это метод снижения вибрации путем усиления в конструкции процессов трения, рассеивающих колебательную энергию в результате необратимого преобразования ее в теплоту при деформациях, возникающих в материалах, из которых изготовлена конструкция. Вибродемпфирование осуществляется нанесением на вибрирующие поверхности слоя упруговязких материалов, обладающих большими

потерями на внутреннее трение, - мягких покрытий (резина, пенопласт ПХВ-9, мастика ВД17-59, мастика «Анти-вибрит») и жестких (листовые пластмассы, стеклоизол, гидроизол, листы алюминия); применением поверхностного трения (например, прилегающих друг к другу пластин, как у рессор); установкой специальных демпферов. Виброгашение (увеличение массы системы) осуществляют путем установки агрегатов на массивный фундамент. Виброгашение наиболее эффективно при средних и высоких частотах вибрации. Этот способ нашел широкое применение при установке тяжелого оборудования (молотов, прессов, вентиляторов, насосов и т. п.). Повышение жесткости системы, например путем установки ребер жесткости. Этот способ эффективен только при низких частотах вибрации.

Виброизоляция заключается в уменьшении передачи колебаний от источника к защищаемому объекту при помощи устройств, помещаемых между ними. Для виброизоляции чаще всего применяют виброизолирующие опоры типа упругих прокладок, пружин или их сочетания. Эффективность виброизоляторов оценивают коэффициентом передачи КП, равным отношению амплитуды виброперемещения, виброскорости, виброускорения защищаемого объекта, или действующей на него силы к соответствующему параметру источника вибрации. Виброизоляция только в том случае снижает вибрацию, когда  $KП < 1$ . Чем меньше КП, тем эффективнее виброизоляция. Профилактические меры по защите от вибраций заключаются в уменьшении их в источнике образования и на пути распространения, а также в применении индивидуальных средств защиты, проведении санитарных и организационных мероприятий.

Уменьшения вибрации в источнике возникновения достигают изменением технологического процесса с изготовлением деталей из капрона, резины, текстолита, своевременным проведением профилактических мероприятий и смазочных операций; центрированием и балансировкой деталей; уменьшением зазоров в сочленениях. Передачу колебаний на основание агрегата или конструкцию здания ослабляют посредством экранирования, что является одновременно средством борьбы и с шумом. В качестве вибропоглощающих покрытий обычно используют мастики № 579, 580, типа БД-17 и простейшие конструкции (слои рубероида, проклеенные битумом или синтетическим клеем).

Если методы коллективной защиты не дают результата или их нерационально применять, то используют средства индивидуальной защиты. В качестве средств защиты от вибрации при работе с механизированным инструментом применяют антивибрационные рукавицы и специальную обувь. Антивибрационные полусапоги имеют многослойную резиновую подошву.

Длительность работы с вибрирующим инструментом не должна превышать 2/3 рабочей смены. Операции распределяют между работниками так, чтобы продолжительность непрерывного действия вибрации, включая микропаузы, не превышала 15...20 мин. Рекомендуется делать перерывы на 20 мин через 1...2ч после начала смены и на 30 мин через 2 ч после обеда.

Во время перерывов следует выполнять специальный комплекс гимнастических упражнений и гидропроцедуры - ванночки при температуре воды 38 °С, а также самомассаж конечностей.

Если вибрация машины превышает допустимое значение, то время контакта работающего с этой машиной ограничивают.

Для повышения защитных свойств организма, работоспособности и трудовой активности следует использовать специальные комплексы производственной гимнастики, витаминную профилактику (два раза в год комплекс витаминов С, В, никотиновую кислоту), спецпитание.

Нормирование.

Цель нормирования вибраций - предотвращение функциональных расстройств и заболеваний, чрезмерного утомления и снижения работоспособности. В основе гигиенического нормирования лежат медицинские показания. Нормированием устанавливают допустимую суточную или недельную дозы, предупреждающие в условиях трудовой деятельности функциональные расстройства или заболевания работающих. Для нормирования воздействия вибрации установлены четыре критерия: обеспечение комфорта, сохранение работоспособности, сохранение здоровья и обеспечение безопасности. В последнем случае используются предельно допустимые уровни для рабочих мест.

Применительно к вибрациям существует техническое (распространяется на источник вибрации) и гигиеническое нормирование (определяет ПДУ вибрации на рабочих местах). Последнее ограничивает уровни вибрационной скорости и ускорения в октавных или третьоктавных полосах среднегеометрических частот.

При гигиенической оценке вибраций нормируемыми параметрами являются средние квадратичные значения виброскорости (и их логарифмические уровни) или виброускорения как в пределах отдельных октав, так и третьоктавных полос. Для локальной вибрации нормы вводят ограничения только в пределах октавных полос. Например, когда устанавливают регулярные перерывы в течение рабочей смены при локальной вибрации, допустимые значения уровня виброскорости увеличивают.

При интегральной оценке по частоте нормируемым параметром является скорректированное значение контролируемого параметра вибрации, измеряемое при помощи специальных фильтров. Локальную вибрацию оценивают, используя среднее за время воздействия скорректированное значение.

## **1.8 Лекция №8 (2 часа)**

**Тема: «Неионизирующее и ионизирующее загрязнение окружающей среды: механизм явления, нормирование и защита»**

### **1.8.1 Вопросы лекции:**

1. Источники электромагнитного поля.
2. Основные виды средств защиты от ЭМП.
3. Электростатические поля и загрязнение биосферы.
4. Радиационное излучение и загрязнение биосферы.

### **1.8.2 Краткое содержание вопросов:**

#### **1. Источники электромагнитного поля**

Органы чувств человека не воспринимают электромагнитные поля. Человек не может контролировать уровень излучения и оценить грозящую опасность, своего рода электромагнитного смога. Электромагнитное излучение распространяется во всех направлениях и оказывает, прежде всего, воздействие на человека, работающего с прибором-излучателем, и на окружающую среду (в том числе и на другие живые организмы). Известно, что магнитное поле возникает вокруг любого предмета, работающего от электрического тока. Элементарным источником ЭМП является обычный проводник, по которому проходит переменный ток любой частоты, т.е. практически любой электроприбор, применяемый человеком в быту, является источником ЭМП.

Электрические сети, опутывающие стены наших квартир, хорошо можно увидеть в период их монтажа, еще до оштукатуривания стен. Это, прежде всего, разводка сетей ко всем розеткам и выключателям, а также кабели и различного вида удлинители электробытовых приборов. Добавьте сюда еще и кабели, питающие жилые дома от

городских трансформаторных подстанций, разводку электросетей по этажам дома к электросчетчикам и средствам автоматической защиты каждой квартиры, систему электропитания лифтов и освещения коридоров, подъездов домов и т.д.

В повседневной деятельности в условиях территории, занятой жилой и общественной застройкой, улицами, площадями общего пользования, человек также подвергается действию ЭМП промышленной частоты от разных источников.

Через жилые районы городов проложены воздушные линии электропередачи (ЛЭП). Воздушные ЛЭП глубокого ввода напряжением 10, 35 и 110 кВ, проходящие через жилую застройку, затрагивают небольшую часть жителей городов и населенных пунктов, но вызывают обоснованные жалобы с их стороны даже при отсутствии превышения предельно допустимых уровней (ПДУ) электромагнитного поля. Среди других источников электромагнитных полей промышленной частоты достаточно широко распространены открытые распределительные устройства трансформаторных подстанций, городской электротранспорт (контактные сети троллейбусов и трамваев) и железнодорожный электротранспорт, как правило, или приближенный к жилым корпусам, или перерезающий населенные пункты (села, города и пр.). Конечно, стены домов, особенно из железобетонных панелей, являются экранами и, тем самым, снижают уровень ЭМП, однако не учитывать воздействие внешних ЭМП на человека нельзя. В табл.1 приведены средние уровни электромагнитного поля на открытой территории и внутри жилых помещений, полученные для г. Оренбурга, который практически представляет собой среднестатистический промышленный район СНГ.

Помимо внутренних и внешних электросетей не следует забывать еще и внутренние и локальные источники ЭМП, максимально приближенные к человеку. К ним можно отнести физиотерапевтическую аппаратуру больниц, бытовые электропотребляемые радио- и электроприборы, питаемые от электросетей с промышленной частотой 50 Гц.

## 2. Основные виды средств защиты от ЭМП.

Основные меры защиты от воздействия ЭМП:

- 1) уменьшение излучения непосредственно у источника (достигается увеличением расстояния между источником направленного действия и рабочим местом, уменьшением мощности излучения генератора);
- 2) рациональное размещение СВЧ и УВЧ установок, действующие установки мощностью более 10 Вт следует размещать в помещениях с капитальными стенами и перекрытиями, покрытыми радиопоглощающими материалами (кирпич, шлакобетон) или обладающими отражающей способностью – масляными красками;
- 3) дистанционный контроль и управление передатчиками в экранированном помещении (для визуального наблюдения за передатчиками) оборудуются смотровые окна, защищённые металлической сеткой;
- 4) экранирование источников излучения и рабочих мест (применение отражающих заземлённых экранов в виде листа или сетки из металла, обладающего высокой электропроводностью – алюминия, меди, латуни, стали);
- 5) организационные меры (проведение дозиметрического контроля интенсивности электромагнитных излучений – не реже одного раза в 6 месяцев; медосмотр – не реже одного раза в год; дополнительный отпуск, сокращённый рабочий день, допуск лиц не моложе 18 лет и не имеющих заболеваний центральной нервной системы, сердца, глаз);
- 6) применение средств индивидуальной защиты (спецодежда, защитные очки).

Генераторы токов высокой частоты устанавливают в отдельных огнестойких помещениях, машинные генераторы – в звукопроницаемых кабинах. Для установок мощностью до 30 кВт отводят площадь не менее 40 м<sup>2</sup>, большей мощности – не менее 70 м<sup>2</sup>. Расстояние между установками должно быть не менее 2 м, помещения экранируют, в общих помещениях установки размещают в экранированных боксах. Помещения ВЧ-установок запрещается загромождать металлическими предметами.

### 3. Электростатические поля и загрязнение биосферы.

Статическое электричество - это процесс образования, сохранения и разделения свободного электрического заряда на поверхности и в объеме диэлектрических и полупроводниковых веществ и материалов или на изолированных проводниках.

Экспериментально установлено, что положительные заряды скапливаются на поверхности того из двух соприкасающихся веществ, диэлектрическая проницаемость которого больше. Если соприкасающиеся вещества имеют одинаковую диэлектрическую проницаемость, то электрические заряды не возникают.

При статической электризации напряжение относительно Земли достигает десятков, а иногда и сотен тысяч вольт. Значения токов при явлениях статической электризации составляют доли ампера.

Явление статической электризации наблюдается в следующих основных случаях: в потоке и при разбрызгивании жидкостей; в струе газа или пара; при соприкосновении и последующем разделении двух твердых разнородных тел. Эти случаи являются базовыми для таких технологических процессов, как сушка в кипящем слое, пневмосушка и пневмотранспорт газов, паров и пыли, размол, дробление и рассев, слив, налив, перекачка, размешивание и фильтрование электризующихся жидкостей, подача мономеров и легковоспламеняющихся жидкостей в полимеризаторы и др. Опасность возникновения статического электричества проявляется в возможности образования электрической искры и вредном действии его на организм человека, причем не только при непосредственном контакте с зарядом, но и за счет действия электрического поля  $E$ , возникающего вокруг заряженных поверхностей. У людей, работающих в зоне воздействия электростатического поля, встречаются разнообразные жалобы: на раздражительность, головную боль, нарушение сна, снижение аппетита и др. Легкие «уколы» и «пощипывания» при работе с сильно наэлектризованными материалами негативно влияют на психику рабочих, а в определенных ситуациях могут вызвать шоковое состояние. При постоянном прохождении через тело человека малых токов электризации возможны неблагоприятные физиологические изменения в организме, приводящие к профзаболеваниям.

Вследствие этого в соответствии с введены допустимые уровни напряженности электростатических полей  $E_{пред}$ . Данный уровень устанавливается равным 60 кВ/м в течение 1 ч. Для  $E < 20$  кВ/м время пребывания в электростатических полях не регламентируется. Для  $E = 20-60$  кВ/м допустимое время пребывания персонала в электростатическом поле без средств защиты зависит от конкретного уровня напряженности на рабочем месте.

Среди опасностей, угрожающих человеку, особо необходимо выделить ионизирующую радиацию, в частности, техногенную составляющую. Главными источниками ионизирующих излучений и радиоактивного загрязнения являются предприятия ядерного топливного цикла: атомные станции; предприятия по изготовлению ядерного топлива; предприятия по переработке и захоронению радиоактивных отходов; исследовательские ядерные реакторы, транспортные ядернохимические установки и военные объекты. Сведений о влиянии радиоактивных осадков на биологические объекты пока недостаточно. Особенно много дискуссий и акций протеста возникает по поводу атомной энергетики. Обеспокоенность населения резко обострилась после аварии на Чернобыльской АЭС.

Приводятся аргументы в пользу замедления или приостановления развития ядерной энергетики на том основании, что на период до начала массового использования термоядерных реакторов хватит источников обычного топлива. Термоядерные реакторы относят при этом к более экологически чистым системам, чем ЯЭУ - ядерные энергетические установки.

Однако только атомная энергетика может дать реальный выход из энерго-экологического тупика, возникающего при использовании основных источников энергии: парниковый эффект, увеличение среднегодовой температуры на Земле, потребление кислорода из атмосферы и др. При делении ядерного горючего 80% образующейся энергии превращается в тепло, а 20% выделяется в виде радиоактивных излучений. Это радиоактивные изотопы в воде, продукты коррозии, осколки деления урана от цинка до гадолиния.

#### 4. Радиационное излучение и загрязнение биосферы.

Введение в радиоэкологию (на примере ядерной энергетики) Среди опасностей, угрожающих человеку, особо необходимо выделить ионизирующую радиацию, в частности, техногенную составляющую. Главными источниками ионизирующих излучений и радиоактивного загрязнения (заражения) являются предприятия ядерного топливного цикла: атомные станции (реакторы, хранилища отработанного ядерного топлива, хранилища отходов); предприятия по изготовлению ядерного топлива (урановые рудники и гидрометаллургические заводы, предприятия по обогащению урана и изготовлению тепловыделяющих элементов - ТВЭлов); предприятия по переработке и захоронению радиоактивных отходов (радиохимические заводы, хранилища отходов); исследовательские ядерные реакторы, транспортные ядернохимические установки и военные объекты. Сведений о влиянии радиоактивных осадков на биологические объекты пока не-достаточно. Особенно много дискуссий и акций протеста возникает по поводу атомной энергетики. Обеспокоенность населения резко обострилась после аварии на Чернобыльской АЭС (26 апреля 1986 г.).

Приводятся аргументы в пользу замедления или приостановления развития ядерной энергетики на том основании, что на период до начала массового использования термоядерных реакторов хватит источников обычного топлива. Термоядерные реакторы относят при этом к более экологически чистым системам, чем ЯЭУ - ядерные энергетические установки.

Однако только атомная энергетика может дать реальный выход из энерго-экологического тупика, возникающего при использовании основных источников энергии (нефть, природный газ, уголь): парниковый эффект, увеличение среднегодовой температуры на Земле, потребление кислорода из атмосферы и др. При делении ядерного горючего 80 % образующейся энергии превращается в тепло, а 20% выделяется в виде радиоактивных излучений. Это радиоактивные изотопы в воде (натрий-24), продукты коррозии (марганец-54, железо-55), осколки деления урана от цинка до гадолиния (200 изотопов: цезий-137, ксенон-133, йод-131, молибден-99, цирконий-95, уран-235 и др.).

Действительно, ядерное топливо при горении не потребляет кислород, а выделение углекислого газа происходит в небольших количествах на предприятиях при производстве урана. Следовательно, не происходит усиления парникового эффекта в атмосфере и заметных климатических изменений. Технология производства тепла и электроэнергии из ядерного топлива хорошо разработана и экономически конкурентоспособна по сравнению с технологиями на ископаемом (природном) топливе. Уникальной особенностью ядерного топлива является возможность его воспроизводства, то есть искусственная наработка нового ядерного топлива в реакторе. Ядерные электростанции в нормальном режиме производства электроэнергии обеспечивают наибольшую экологическую чистоту. В то же

время они могут представлять огромную опасность для окружающей среды в случае тяжелых аварий. Таким образом, ставится задача создания таких систем, которые не допускали бы возникновения тяжелых аварий и локализовали бы внутри аппарата последствия менее серьезных аварий. В свою очередь, все это заставляет разрабатывать новые конструкционные материалы и топливные композиции или искать технические решения для расширения рабочих температурных интервалов существующих.

В отличие от других способов получения энергии в процессе работы ЯЭУ остаются экологически более опасные отходы в виде выгоревшего топлива с высокой долгоживущей радиоактивностью. Отсюда вытекают задачи по оптимизации топливного цикла ЯЭУ, способов переработки облученного топлива и обращения с полученными при этом радиоактивными отходами.

## О механизме излучений

Согласно определениям атомной физики и радиоэкологии, атомы, имеющие ядра с одинаковым числом протонов, но различающиеся по числу нейтронов, относятся к разновидностям одного и того же химического элемента и называются изотопами. Ядра всех изотопов образуют группу «нуклидов». Большинство нуклидов нестабильны, они все время превращаются в другие нуклиды. Сложные процессы, происходящие внутри атома, сопровождаются высвобождением энергии в виде излучения. Процесс самопроизвольного распада нуклида называется радиоактивным распадом, а сам такой нуклид - радионуклидом. Ионизирующее излучение делится на корпускулярное (альфа, бета, нейтронное) или фотонное (рентгеновское, гамма).

Испускание ядром двух протонов и двух нейтронов - это  $\alpha$ -излучение, испускание электронами (позитронами) -  $\beta$ -излучение, испускание порции квантовой энергии перевозбужденным нестабильным нуклидом -  $\gamma$ -излучение ( $\gamma$ -квант). Иными словами,  $\alpha$ -частицы представляют собой поток ядер гелия. Их энергия лежит в пределах 3-9 МэВ ( $1\text{г}8 = 1,6 \times 10^{19}$  Дж). Пробег такой частицы в воздухе 8-9 см, а в мягких биологических тканях - десятки микронов.  $\beta$ -частицы - это поток электронов или позитронов, возникающих при радиоактивном распаде. Их энергия находится в диапазоне 0,0005-3,5 МэВ. Ионизирующая способность ниже, а проникающая выше, чем у  $\alpha$ -частиц. Максимальный пробег в воздухе - 1,8 м, в тканях - 2,5 см. Гамма-лучи - результат высокочастотного электромагнитного излучения, возникающего в процессе ядерного распада. Эти лучи обладают большой проникающей способностью и малым ионизирующим действием. Энергия их лежит в пределах 0,01-3 МэВ.

## 2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

### 2.1 Лабораторная работа №1 (2 часа)

Тема: «Экологические проблемы отдельных отраслей экономики»

### 2.2 Лабораторная работа №2 (4 часа)

Тема: «Параметры выбросов загрязняющих веществ в атмосферу»

### 2.3 Лабораторная работа №3 (2 часа)

Тема: «Методы защиты биосферы от промышленных выбросов»

### 2.4 Лабораторная работа №4 (2 часа)

Тема: «Законодательство в области охраны атмосферного воздуха»

**2.5 Лабораторная работа №5 (4 часа)**

**Тема:** «Разработка нормативов предельно-допустимых сбросов загрязняющих веществ в поверхностные водоемы»

**2.6 Лабораторная работа 6 (2 часа)**

**Тема:** «Расчет эффективности очистки сточных вод»

**2.7 Лабораторная работа №7 (2 часа)**

**Тема:** «Конструкции и принцип действия очистных сооружений сточных вод»

**2.8 Лабораторная работа №8 (2 часа)**

**Тема:** «Законодательство и охрана водных объектов»

**2.9 Лабораторная работа №9 (2 часа)**

**Тема:** «Определение величины предотвращенного экологического ущерба земельным ресурсам»

**2.10 Лабораторная работа №10 (2 часа)**

**Тема:** «Борьба с аварийными разливами нефти и нефтепродуктов»

**2.11 Лабораторная работа №11 (2 часа)**

**Тема:** «Методы расчета нормативов образования отходов»

**2.12 Лабораторная работа №12 (2 часа)**

**Тема:** «Организация безотходных (малоотходных) производств»

**2.13 Лабораторная работа №13 (2 часа)**

**Тема:** «Хранение и обезвреживание радиоактивных отходов»

**2.14 Лабораторная работа №14 (2 часа)**

**Тема:** «Оценка акустического городского территории»

**2.15 Лабораторная работа №15 (2 часа)**

**Тема:** «Радиоактивное загрязнение окружающей среды»

### **3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ**

**3.1 Практическое занятие №1 (2 часа)**

**Тема:** «Взаимодействие предприятия с окружающей средой»

**3.1.1 Задание для работы:**

1. Характеристика ресурсного цикла промышленного производства.
2. Ресурсоистощающее природопользование.
3. Основные источники загрязнения природной среды.

4. Краткая характеристика выбросов в атмосферу, сбросов сточных вод, состава твердых отходов источников загрязнения.

### 3.1.2 Краткое описание проводимого занятия:

#### 1. Характеристика ресурсного цикла промышленного производства

Ресурсный цикл- это совокупность превращений и перемещений вещества (или группы веществ) на этапах его выявления, добычи, транспортировки, переработки, производства продукции и возвращения в цикл.

Согласно законам термодинамики все технологические процессы можно подразделить на 3 категории: 1 - незамкнутые (открытые); 2 - замкнутые; 3 – изолированные.

Абсолютное большинство реальных технологических процессов относятся к незамкнутым (1), в отличие от биосферного круговорота.

Замкнутыми считаются такие системы, в которых отсутствует обмен веществом, но возможен обмен энергией с внешней средой (2), т.е. отсутствуют отходы. Например, сборка изделия из готовых деталей (во внимание не принимается обмен с внешней средой исходным сырьем и продукцией - отложенный отход). Замкнутый технологический процесс нельзя считать экологичным, если он сопровождается вредными физическими воздействиями: тепловыми выбросами, шумами и ЭМП.

Теоретически возможны изолированные (3) процессы, которые не дают ни материальных, ни энергетических отходов.

Важнейшее свойство любого производства - его ресурсоемкость. Ресурсоемкость- это количество ресурсов, потребляемое для выпуска единицы продукции.

Проблема ресурсосбережения должна решаться на каждом этапе технологического процесса. Номенклатура и объем поставок ресурсов для государственных нужд разрабатываются и доводятся до предприятий Министерством экономики РФ. Правительство РФ ежегодно утверждает объемы и сроки поставок ресурсов для обеспечения государственных нужд. Государственные предприятия пользуются льготами по предоставлению ресурсов, кредитов банков, налогам на прибыль.

Общее руководство управления ресурсами осуществляет руководитель и главный инженер предприятия, а координирует работу отдел материально-технического снабжения.

Экологичность производственных процессов можно оценить с помощью метода сырьевых балансов, который основан на законе сохранения: масса всех используемых ресурсов (сырья, топлива, воды и т.д.) равна массе готовых продуктов и промышленных отходов.

Незамкнутому производственному процессу соответствует уравнение материально-технического баланса.

$$P = \Pi + O = (P \sim O_y) + O,$$

где  $P$  - потоки ресурсов (сырье, полуфабрикаты);  $\Pi$  - потоки готовой продукции;

$O$  - потоки отходов (загрязняющие вещества и энергия);  $O_{\sim}$  - потоки уловленных отходов.

Отходность производства оценивают по коэффициенту отходности:

$$K_{ож} = O/P.$$

Соответственно по, коэффициент безотходности:

Если  $K_{-,} = 0,9-1$  - почти безотходный процесс,  $K_{-,} = 0,5-0,9$  - малоотходный процесс.  $K_{-,} < 0,5$  -- отходный процесс.

В замкнутом производственном цикле происходит полная переработка и утилизация уловленных отходов  $O_z$ , которые вновь возвращается в сферу производства ( $O = O_y$ , а  $P = П$ ).

В качестве характеристик потоков принимаются не только массовые расходы вещества, но и его концентрация, температура, расход тепла.

## 2. Ресурсоистощающее природопользование

Организм черпает необходимую ему энергию из природы. Все то, что организмы получают для удовлетворения своих потребностей из природной среды, относится к ресурсам. Таким образом, к природным ресурсам можно отнести любое природное явление и элементы неживой и живой природы, которые использовались, используются и возможно будут использоваться для прямого, косвенного или опосредованного потребления или участия в создании материальных средств производства, культуры, социальной сферы, воспроизводстве людских ресурсов и повышении качества жизни.

Иногда забывают о том, что:

- 1) Большинство из них является ресурсами не только для человека, но в основном и в первую очередь ресурсами для живой природы;
- 2) По отношению к живой природе значительная часть ресурсов недр, используемых человеком, а так же некоторые формы энергии с экологической точки зрения являются в сущности антиресурсами.

Точная и едино принятая классификация природных ресурсов достаточно затруднена из-за большого количества признаков и разного подхода к этой задаче.

В первую очередь необходимо подразделить ресурсы на возобновимые и невозобновимые (исчерпаемые, не исчерпаемые). К первым относятся вещества, которые возникли в результате необратимых или очень медленных природных процессов: уголь, нефть, руды, глины, пески т.д. Объем их в природе ограничен, и ничто, в том числе и человек – основной потребитель, не может обеспечивать воспроизводство таких ресурсов. Объем их в природе ограничен, и ничто, в том числе и человек – основной потребитель, не может обеспечивать воспроизводство таких ресурсов. Возобновимые ресурсы – это вещества и силы, которые создаются на Земле благодаря текущему потоку солнечной энергии.

Разумеется, исчерпаемы и все невозобновимые ресурсы. К ним относится подавляющее большинство ископаемых: горные материалы, руды, минералы, возникшие в геологической истории Земли, а также выпавшие из биотического круговорота и погребленные в недрах продукты древней биосферы – ископаемое топливо и осадочные

карбонаты. Правда, некоторые минеральные ресурсы и сейчас медленно образуются при геохимических процессах в недрах, глубинах океана или на поверхности земной коры.

Возьмем в первую очередь топливо - используется безвозвратно, другие – металлы, стекло – могут быть использованы повторно. Распространенное мнение, что человек силой своего разума способен найти замены любому из природных ресурсов, не получило пока подтверждения – да и нет оснований для этого. Мы лишь можем говорить о раскрытии непознанных тайн природы, а не о создании своих законов; с другой стороны, любые достижения науки не смогут восполнить то, что взято у природы.

Минеральные ресурсы недр - ограниченный и не воспроизводимый природный ресурс.

Одной из наиболее тревожных связанных с этим проблем становится угроза быстрого истощения ресурсов, что могло бы поставить под удар Обеспеченность будущих поколений человечества минеральным сырьем. Чисто теоретическая постановка этой проблемы за последние десятилетия приобрела практическую значимость ввиду быстро возрастающих объемов добычи минерального сырья.

Действительно, на протяжении почти всего последнего столетия мировая добыча минеральных ресурсов в целом удваивалась приблизительно каждые 10 лет. Если допустить, что этот десяти процентный темп её роста сохранится ещё на 200 - 220 лет, то это означало бы, что в 2210 году, мы должны будем добывать ежегодно по 250 квадриллионов тонн минерального сырья. Это явно абсурдно, ибо такая величина равна массе всей суши Земли, находящейся выше уровня океана. Однако и меньшие темпы роста добычи полезных ископаемых рано или поздно подведут нас к полному исчерпанию имеющегося их природного ресурса.

Минеральные ресурсы Земли ограничены и невоспроизводимы. Поэтому рано или поздно имеющийся их земной ресурс будет полностью исчерпан. При экспоненциальном росте общих объёмов промышленного производства сроки исчерпания многих важных видов минеральных ресурсов резко сокращаются. Таким образом, своим безудержным устремлением к быстрому развитию нынешнее поколение ставит под удар жизнь будущих поколений человечества. Удар будет настолько сильным, что может привести к деградации человеческого рода. Этого нельзя допустить. Природные ресурсы являются достоянием всех поколений человечества, и мы не в праве распоряжаться ими с эгоистических позиций. Практическим выводом из изложенной концепции является необходимость прекращения дальнейшего роста народонаселения, объемов промышленного производства и ряд других крутых мер.

Но в целом ресурсо обеспеченность человечества основными видами минеральных ресурсов является намного большей, чем это представляется по величине разведанных в настоящее время запасов.

Было бы не эффективным оценивать сроки обеспеченности, учитывая ресурсы недр, которые разведаны лишь в определённых пределах с помощью средств современной техники и технологий.

Важным дополнительным ресурсом недр являются ресурсы минерального сырья, которые в настоящее время считают некондиционными (неэффективными). Значительную часть общих запасов минерального сырья в недрах ныне признают нерентабельной для разработки, практического использования и исключают из расчета сроков обеспеченности.

Так, для угля доля эффективных запасов в общих разведанных запасах мира составляет 50 - 60 %. Долю эффективных запасов в общих геологических ресурсах (включая прогнозные) оценивают всего в 35 %. Только эта малая доля и участвует в расчетах обеспеченности минеральными ресурсами недр.

Однако это не совсем правильно, так как суждения об эффективности выносятся в этих оценках применительно к сегодняшним потребностям общества и имеющимся техническим средствам добычи и использования минерального сырья. Но со временем и те, и другие значительно изменятся. Если заранее известно, что запасы с благоприятными горно-геологическими условиями залегания будут отработаны примерно через 15 лет, то усилия конструкторов могут быть уже сегодня направлены на создание новой горной техники для отработки ныне нерентабельных запасов. Технические решения всегда осуществляют в ответ на выявленные потребности общества. С учетом научно-технического прогресса сроки обеспеченности мира минеральными ресурсами увеличиваются. Процесс технического развития происходит бесконечно, и говорить в долгосрочном плане об ограниченности земных ресурсов вообще не вполне корректно.

Значительно смягчается острота проблемы посредством создания синтетических заменителей дефицитного минерального сырья. Примеры многих уже осуществленных замен мы рассматривали. Создание и использование заменителей целесообразно в тех случаях, когда существует дефицит заменяемого сырья или оно чрезмерно дорого.

### 3. Основные источники загрязнения природной среды

Загрязнением окружающей природной среды считается физико-химическое изменение состава природного вещества (воздуха, воды, почвы), которое угрожает состоянию здоровья и жизни человека, окружающей его естественной среды. Загрязнение бывает космическое — естественное, которое земля в значительном количестве получает из космоса, от извержения вулканов, и антропогенное, совершенное в результате хозяйственной деятельности человека. Рассмотрим второй вид загрязнения, совершаемого по воле человека.

Антропогенное загрязнение окружающей среды подразделяется на несколько видов. Это пылевое, газовое, химическое (в том числе загрязнение почвы химикатами), ароматическое, тепловое (изменение температуры воды), что отрицательно сказывается на жизнедеятельности водных животных. Источником загрязнения окружающей природной среды выступает хозяйственная деятельность человека (промышленность, сельское хозяйство, транспорт). В зависимости от региона доля того или иного источника загрязнения может значительно колебаться. Так, в городах наибольший удельный вес от загрязнения дает транспорт. Его доля в загрязнении окружающей среды составляет 70—80 %. Среди промышленных предприятий наиболее «грязными» считаются металлургические предприятия. Они на 34 % загрязняют окружающую среду. За ними следуют предприятия энергетики, прежде всего тепловые электростанции, которые на 27 % загрязняют окружающую среду. Остальные проценты падают на предприятия химической (9 %), нефтяной (12 %) и газовой (7 %) промышленности.

В последние годы на первое место по загрязнению выдвинулось сельское хозяйство. Это связано с двумя обстоятельствами. Первое — увеличение строительства крупных животноводческих комплексов при отсутствии какой-либо очистки образующихся отходов и их утилизации, и второе — увеличение применения минеральных удобрений и ядохимикатов, которые вместе с дождевыми потоками и подземными водами попадают в

реки и озера, нанося серьезный ущерб бассейнам крупных рек, их рыбным запасам и растительности.

Ежегодно на одного жителя Земли приходится свыше 20 т отходов. Основными объектами загрязнения являются атмосферный воздух, водоемы, включая Мировой океан, почвы. Ежедневно в атмосферу выбрасываются тысячи и тысячи тонн угарного газа, окислов азота, серы и других вредных веществ. И только 10 % этого количества поглощается растениями. Окись серы (сернистый газ) — основной загрязнитель, источником которого являются тепловые электростанции, котельные, металлургические заводы.

Концентрация двуокиси серы в окислах азота, порождает кислотные дожди, которые уничтожают урожай, растительность, вредно сказываются на состоянии рыбных запасов. Наряду с сернистым газом отрицательное воздействие на состояние атмосферы оказывает углекислый газ, который образуется в результате горения. Его источники — тепловые электростанции, металлургические заводы, транспорт. За все предшествующие годы доля углекислого газа в атмосфере увеличилась на 20 % и продолжает увеличиваться на 0,2 % в год. При сохранении таких темпов прироста к 2000 году в атмосфере доля углекислоты возрастет на 30—40 %.

Такое физико-химическое изменение атмосферы может привести к явлению парникового эффекта. Суть его в том, что накопление углекислоты в верхних слоях атмосферы будет препятствовать нормальному процессу теплообмена между Землей и Космосом, будет сдерживать тепло, накапливаемое Землей в результате хозяйственной деятельности и в силу определенных естественных причин, например, извержения вулканов.

Парниковый эффект выражается в повышении температуры, изменении погоды и климата. Подобные явления мы наблюдаем уже сейчас. При современных антропогенных нагрузках каждые 10 лет температура будет повышаться на 0,5°. Последствия такого изменения температуры выражаются в повышении уровня Мирового океана и затоплении части суши, населенных пунктов. Надо сказать, что за 100 лет уровень Мирового океана поднялся на 10—12 см, но при парниковом эффекте такой подъем может быть ускорен в 10 раз.

Другим последствием парникового эффекта может стать рост опустынивания земель. Уже сейчас 6 млн. га земель ежегодно обращаются в пустыню.

С загрязнением атмосферы связано состояние озонового слоя Земли, основная функция которого состоит в охране человека и природной среды Земли от губительного воздействия ультрафиолетового излучения из Космоса. Под воздействием озоноразрушающих веществ — флерона, фреона, хлора, углерода, выделяемого холодильными установками, автомобилями и т.д., идет постепенное разрушение этого слоя, в частности, в отдельных местах над плотнонаселенными территориями его толщина уменьшилась на 3 %. Известно, что сокращение озонового слоя на 1 % ведет к росту заболеваемости рака кожи на 6 %.

Другими не менее важными объектами загрязнения являются водоемы, реки, озера, Мировой океан. В Мировой океан ежегодно сливаются миллиарды тонн жидких и твердых отходов. Среди этих отходов первенствует нефть, которая попадает в океан с судов, в результате добычи нефти в морской среде, а также вследствие многочисленных аварий танкеров. Разлив нефти ведет к образованию в океане нефтяной пленки, гибели живых ресурсов моря, в том числе водорослей, планктона, вырабатывающих кислород.

Кислород в атмосфере пополняется за счет двух источников — растительности (примерно 40 %) и Мирового океана (60 %). В Мировом океане кислород вырабатывается мельчайшими организмами — планктоном. Гибель планктона под нефтяной пленкой уменьшает возможности океана пополнять атмосферу Земли запасами кислорода. В результате нефтяного и другого загрязнения Мирового океана наблюдаются такие негативные явления, как размножение одноклеточной золотистой водоросли, которая в процессе своего развития поглощает кислород и выделяет углекислый газ. Она очень плодовита и развивается молниеносными темпами. Обычно ее пояс бывает шириной до 10 км и толщиной 35 м; скорость движения 25 км в день. В процессе движения эта масса водорослей уничтожает всю живую жизнь в океане — и растительную, и животную. Такие явления наблюдаются в Северном море, на юге Скандинавии.

Кроме того, загрязнение Мирового океана ведет не только к сокращению продовольственных ресурсов, рыбных запасов, но и заражению их вредными для человека веществами. Обнаружено, что, например, балтийская треска имеет на 1 кг веса до 80 миллиграммов ртути, т.е. в 5—8 раз больше, чем в медицинском термометре.

Массовым источником загрязнения окружающей среды стали химикаты, применяемые в сельском хозяйстве: минеральные удобрения, ядохимикаты, стимуляторы роста. На планете сейчас распространено свыше 5 млн различного рода химических веществ и соединений. Токсичность действия их мало изучена (примерно 40 тысяч веществ).

Эти и другие последствия загрязнения окружающей природной среды в конечном итоге отрицательно сказываются на физическом здоровье человека, на его нервном, психическом состоянии, на здоровье будущих поколений. Некоторые данные: 20 % населения постоянно подвергается аллергии в результате вредного воздействия загрязнения окружающей среды; каждый день на земном шаре умирает 25 тыс. человек из-за плохой воды, т.е. воды, которая содержит в больших дозах концентрации вредных веществ; 35 % населения промышленных городов систематически страдает различного рода болезнями, вызванными загрязнением окружающей среды.

Истощение и разрушение природной среды.

В результате хозяйственной деятельности происходит постепенное истощение природной среды, т.е. потеря тех природных ресурсов, которые служат для человека источником его экономической деятельности. Выше уже говорилось о вырубке лесов. Потеря лесов — это не только потеря кислорода, но и важнейших экономических ресурсов, необходимых человеку для дальнейшей деятельности.

При нынешних темпах потребления разведанные запасы каменного угля, нефти, природного газа и других полезных ископаемых расходуются более высокими темпами, чем это было раньше, и количество этих запасов катастрофически уменьшается. Правда, общество располагает перспективой использования иных, новых видов энергии, в частности, атомной, энергии водорода, запасы которого неисчислимы. Но использование атомной энергии в мирных целях, в крупномасштабном объеме тормозится нерешенностью проблемы захоронения отходов атомной промышленности. Освоение водорода как источника энергии теоретически допустимо и возможно, но практически, точнее, технологически, эта задача пока еще не решена на уровне промышленного производства.

Возрастают темпы потребления пресной воды, что ведет к истощению невозобновляемых водных ресурсов. Для примера можно привести такие данные: на все нужды в сутки один

человек затрачивает в среднем 150—200 л воды; столичный житель 200—300 л; житель Москвы в сутки расходует 500—600 л. Некоторые страны вообще лишены пресной воды и пользуются привозной. Попытка решить проблему обеспечения пресной водой за счет транспортирования айсбергов из северных стран в южные, в частности Африку, не увенчалась успехом. Переработка морской воды идет в городе Шевченко на Каспии, но пока эта проблема промышленного опреснения морской воды не получила широкого развития не только у нас в стране, но и во всем мире. Здесь есть свои сложности: для потребления опресненную воду требуется разбавлять обычной водой, и только в такой смеси она может быть использована по назначению.

Истощение и загрязнение природной среды ведут к разрушению экологических связей, образованию районов и регионов с полностью или частично деградированной природной средой, не способной осуществлять обмен веществ и энергии. Наиболее ярким примером такой деградации является Арал, который медленно умирает из-за отсутствия необходимого стока вод от двух мощных среднеазиатских рек. Деградированы степи Калмыкии в результате нерационального использования земли, перегрузки пастьбой скота, что полностью лишило почвы растительности, которая удерживала почвенный покров.

Загрязнение атмосферы Земли— принесение в атмосферный воздух новых нехарактерных для него физических, химических и биологических веществ или изменение их естественной концентрации.

Виды загрязнения

По источникам загрязнения выделяют два вида загрязнения атмосферы:

-естественное

-антропогенное

По характеру загрязнителя загрязнение атмосферы бывает трёх видов:

физическое — механическое (пыль, твердые частицы), радиоактивное (радиоактивное излучение и изотопы), электромагнитное (различные виды электромагнитных волн, в том числе радиоволны), шумовое (различные громкие звуки и низкочастотные колебания) и тепловое загрязнение (например, выбросы тёплого воздуха и т. п.)

химическое — загрязнение газообразными веществами и аэрозолями. На сегодняшний день основные химические загрязнители атмосферного воздуха это: оксид углерода (IV), оксиды азота, диоксид серы, углеводороды, альдегиды, тяжёлые металлы (Pb, Cu, Zn, Cd, Cr), аммиак, пыль и радиоактивные изотопы

биологическое — в основном загрязнение микробной природы. Например, загрязнение воздуха вегетативными формами и спорами бактерий и грибов, вирусами, а также их токсинами и продуктами жизнедеятельности.

Источники загрязнения

Основными источниками загрязнения атмосферы являются:

1. Природные (естественные загрязнители минерального, растительного или микробиологического происхождения, к которым относят извержения вулканов, лесные и степные пожары, пыль, пыльцу растений, выделения животных и др.)

2. Искусственные (антропогенные), которые можно разделить на несколько групп:

— Транспортные — загрязнители, образующиеся при работе автомобильного, железнодорожного, воздушного, морского и речного транспорта;

— Производственные — загрязнители, образующиеся как выбросы при технологических процессах, отоплении;

— Бытовые — загрязнители, обусловленные сжиганием топлива в жилище и переработкой бытовых отходов.

По составу антропогенные источники загрязнения атмосферы также можно разделить на несколько групп:

3. Механические загрязнители — пыль цементных заводов, пыль от сгорания угля в котельных, топках и печах, сажа от сгорания нефти и мазута, истирающиеся автопокрышки и т. д.;

4. Химические загрязнители — пылевидные или газообразные вещества, способные вступать в химические реакции;

5. Радиоактивные загрязнители.

4. Краткая характеристика выбросов в атмосферу, сбросов сточных вод, состава твердых отходов источников загрязнения.

Современные объемы производства и его интенсификация, несмотря на усовершенствование технологии и техники переработки отходов, повлекли за собой увеличение общей массы вредных веществ (ВВ), вносимых в атмосферу. Возросла энерговооруженность производства и соответственно количество сжигаемого топлива и образующихся дымовых газов; считается, что выработка электроэнергии и объем промышленного производства удваиваются каждые 7-10 лет. В атмосферу выбрасывается ежегодно 200 млн. т оксида углерода, 150 млн. т диоксида серы, 50 млн. т оксидов азота (в основном  $\text{NO}_2$ ), более 50 млн. т. различных углеводородов и 20 млрд. т  $\text{CO}_2$  [1]. За последние десятилетия потребление минеральных и органических сырьевых ресурсов резко возросло: в 1913 г. на одного жителя Земли ежегодно расходовалось 5 т минерального сырья, в 1940 г. - 7,4, в 1960 г. - 14,3, а в 2000 г. потребление может достичь 40-50 т [2]. Соответственно возрастают и объемы отходов промышленного и коммунально-бытового происхождения (табл. 2.1). Суммарное количество выбросов в атмосферу от промышленных источников ежегодно в среднем составляет около 32 млн. т вредных веществ. Из них около 9,2 млн. т приходится на диоксид серы, около 3 млн. т — оксиды азота, около 7,6 млн. т — оксид углерода, около 3,5 млн. т — углеводороды, около 1,7 млн. т — летучие органические соединения, около 6,4 млн. т — твердые вещества (табл. 2.1). В выбросах содержатся специфические ВВ с достаточно высокой токсичностью:

сероуглерод, фтористые соединения, бензпирен, сероводород и др. Их количество не превышает 2% от общей массы выбросов.

Общее количество взвешенных частиц, поступающих в атмосферу в результате многообразной деятельности человека (по данным экспертов Европейской экономической комиссии), становится соизмеримым с количеством загрязнений естественного происхождения.

Анализ состава промышленных выбросов и автотранспорта в 100 городах РФ показывает, что 85% общего выброса вредных веществ в атмосферу составляют: диоксид серы, оксиды углерода и аэрозольная пыль. Половина оставшихся 15% специфических вредных веществ приходится на углеводороды, другая половина - на аммиак, сероводород, фенол, хлор, сероуглерод, фтористые соединения, серную кислоту.

Загрязнение биосферы - результат выбросов загрязняющих веществ или некоторых видов энергии (например, электромагнитной) из различных источников. Загрязнители могут иметь естественное (природное) и искусственное (антропогенное) происхождение. От общей массы выбрасываемых в атмосферу веществ газы (пары) составляют около 90%. По оценке ВОЗ, из более, чем 6 млн. известных химических соединений практически используется до 500 тыс. соединений. Из них около 40 тыс. обладают вредными для человека свойствами, 12 тыс. - токсичными. Причем любой химический загрязнитель атмосферы имеет порог действия.

К естественным источникам загрязнений относятся пыльные бури, вулканические извержения, газовые выделения из гейзеров и геотермальных источников, жизненные выделения в атмосферу растений, животных, микроорганизмов и т.д. Источники искусственного загрязнения - различные промышленные предприятия, коммунальное хозяйство, потери из газохранилищ, трубопроводов и т.д.

Все вредные вещества по степени воздействия на организм человека подразделяют на четыре класса опасности:

- 1-й - вещества чрезвычайно опасные, ПДК < 0,1 мг/м<sup>3</sup>;
- 2-й - вещества высоко опасные, ПДК = 0,1-1 мг/м<sup>3</sup>;
- 3-й - вещества умеренно опасные, ПДК = 1,1-10 мг/м<sup>3</sup>;
- 4-й - вещества малоопасные, ПДК более 10 мг/м<sup>3</sup>.

Сточные воды, содержащие растворенные и взвешенные вещества, отводящиеся (отходящие) в гидросферу или литосферу, рассматриваются как сбросы. Они бывают:

-неорганизованные, если стекают в водный объект непосредственно с территории промышленного предприятия, не оборудованного специальной канализацией (например, ливневой) или иными устройствами для сбора;

-организованные - отводятся через специально сооруженные источники (водовыпуски). Последние различаются по типу водоема или водотока; по месту расположения выпуска; по конструкции распределительной части; по конструкции оголовка или сбросного устройства.

Большую опасность представляет биологическое накопление и аккумуляция загрязняющих жидких веществ, выбрасываемых предприятиями. В городских сточных водах (смеси бытовых и производственных стоков) содержатся, как минеральные вещества (глина, песок, окалина, сажа, сульфаты, хлориды, соли тяжелых металлов), так и органические загрязнения (белковые вещества, углеводы, жиры, масла, нефтепродукты,

синтетические ПАВ). Биогенные элементы - соединения азота и фосфора находятся в сточных водах в органической и неорганической форме.

По степени загрязнения и происхождению сточные воды можно разделить на следующие группы:

- 1) загрязненные; представляют собой смесь отработанных жидкостей после технологических процессов, а также после мытья оборудования и полов (75-80%);
- 2) условно-чистые воды от охлаждения оборудования, компрессорных и холодильных установок, вентиляционных устройств и т.д. (6-18%);
- 3) хозяйственно-фекальные стоки (5-6%);
- 4) ливневые воды с территории, от мойки автотранспорта и др. (2-3%).

#### **4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ (не предусмотрено рабочей программой)**