**Лекция 1. Источники, виды и нормирование загрязнения атмосферы**

**Цель:** ознакомиться с источниками загрязнения атмосферы и принципами санитарно-гигиенического нормирования примесей в атмосфере

**План лекции:**

1. Источники загрязнения атмосферы

2. Нормирование примесей в атмосферном воздухе

Загрязнение атмосферы происходит от двух видов источников: естественных и антропогенных.

К *естественным* загрязнениям относятся: пыль растительного, вулканического и космического происхождения; пыль от эрозии почвы; туман, дымы и газы от лесных и степных пожаров; испарения различных биологических сред и т.п. *Антропогенные* загрязнения отличаются большим многообразием видов и количеством источников: машиностроительные предприятия (литейные, термические, прокатные, кузнечно-прессовые, сварочные, гальванические и лакокрасочные цехи), энергетические установки, автотранспорт, ракетные двигатели, топки, котельные, сельское хозяйство, добывающие отрасли и др. Самыми распространенными веществами, загрязняющими атмосферу, являются: оксид углерода CO, двуокись углерода СО2 и серы SO2, оксиды азота NОх, летучие углеводороды, пыль; различные заводы выбрасывают пары кислот, щелочей, органических растворителей, ртути и т.п.

Примеси, поступающие в атмосферу, оказывают различное токсическое воздействие на организм человека (канцерогенное, мутагенное, в виде запаха и др.) Эти обстоятельства вызвали необходимость устанавливать для загрязняющих веществ санитарно-гигиенические нормативы, основной характеристикой которых является допустимая концентрация веществ. Для каждого вредного вещества в воздухе устанавливают два нормативных значения: предельно допустимую концентрацию в воздухе рабочей зоны (ПДКр.з.) и предельно допустимую концентрацию в атмосферном воздухе ближайшего населенного пункта (ПДКа.в.) ПДКр.з − это концентрация вредных химических веществ(в воздухе на уровне двух метров от пола), которая при работе не более 41 часа в неделю в течение всего рабочего стажа не может вызвать заболеваний у работающих и их детей. ПДКа.в. − это предельная концентрация вредных химических веществ, которая на протяжении всей жизни человека не должна оказывать на него 11 вредного воздействия, включая отдаленные последствия на окружающую среду в целом. Обычно ПДКр.з. > ПДКа.в. Для воздуха населенных пунктов установлены два вида ПДК:

− максимально разовая ПДК (ПДКм.р.) − с целью предупреждения негативных рефлекторных реакций (ощущение запаха, световой чувствительности глаз и т.п.) при кратковременном воздействии примесей;

− среднесуточная ПДК (ПДКс.с.) − для предупреждения общетоксического, канцерогенного, мутагенного и других видов воздействия примеси на организм человека.

На практике имеет место следующее неравенство: ПДКр.з > ПДКм.р. > ПДКс.с.

Наибольшая концентрация С любого вредного вещества в приземном слое воздуха за пределами санитарно-защитной зоны СЗЗ предприятия не должна превышать максимальной разовой предельно допустимой концентрации: С ≤ ПДКм.р.

При одновременном присутствии в атмосфере нескольких вредных веществ, обладающих однонаправленным действием, их безразмерная суммарная концентрация должна удовлетворять условию: С1 / ПДК1 + С2 / ПДК2+ … + Сn / ПДКn ≤ 1, (3)

где С1, С2, …, Сn − концентрация вредных веществ в атмосфере в одной и той же точке местности, мг/м 3 ; ПДК1, ПДК2, ..., ПДКn − максимальные разовые предельно допустимые концентрации вредных веществ в атмосфере, мг/м3

Эффектом однонаправленного действия (суммации) обладает ряд вредных веществ: SO2 и NO2, SO2 и H2S, сильные минеральные кислоты (серная, соляная, азотная), озон, формальдегид и другие (более 30 наименований веществ в различной их комбинации друг с другом).

При проектировании предприятий в районах, где атмосферный воздух уже загрязнен выбросами от других, ранее построенных и действующих предприятий, необходимо нормировать их выбросы с учетом уже присутствующих в воздухе примесей. Их содержание рассматривается в качестве фоновой концентрации Сф.

**Контрольные вопросы:**

1. Расскажите о загрязнения атмосферного воздуха.

2. Охарактеризуйте основные источники загрязнения атмосферы.

3. Расскажите о санитарно-гигиеническом нормировании вредных веществ в атмосферном воздухе.

4. Расскажите о нормировании загрязнения воздуха рабочей зоны и населенных пунктов.

5. Расскажите об учете фонового загрязнения атмосферы при проектировании промышленных и гражданских объектов.

**Лекция 2. Рассеивание загрязняющих веществ в атмосфере и устройство санитарно-защитных зон (СЗЗ) как меры по защите ОС**

**Цель:** изучить явления, влияющие на рассеивание примесей в атмосфере, рассмотреть устройство санитарно-защитных зон предприятия

**План лекции:**

1. Явления, влияющие на рассеивание выбросов в атмосфере

2. Климатические условия рассеивания выбросов

3. Устройство санитарно-защитных зон (СЗЗ)

Рассеивание примесей в атмосфере связано с *атмосферной турбулентностью* и происходит в основном за счет молекулярной и турбулентной диффузии. При этом основную роль играет турбулентная диффузия, роль молекулярной диффузии незначительна.

Турбулентная диффузия имеет две составляющих – термическую и динамическую.

*Распределение концентрации примеси в атмосфере под факелом точечного источника.* На процесс рассеивания в атмосфере выбрасываемых из дымовых труб и вентиляционных устройств промышленных выбросов существенное влияние оказывают следующие факторы:

􀂾 состояние атмосферы;

􀂾 физические и химические свойства выбрасываемых веществ (плотность, температура газа, дисперсный состав пыли и т.д.);

􀂾 высота и диаметр источника выброса;

􀂾 расположение источников;

􀂾 рельеф местности.

*Высота начального подъема*. Повышение температуры и момента количества движения струи выбрасываемых газов приводит к увеличению высоты дымового факела и снижению приземной концентрации загрязняющих веществ.

Метеоусловия оказывают существенное влияние на перенос и рассеивание примесей в атмосфере. Наибольшее влияние оказывает режим ветра и температуры (температурная стратификация), осадки, туманы, солнечная радиация.

Основными процессами, обеспечивающими перемешивание воздуха в нижней атмосфере, являются: 1) температурный градиент и 2) механическую турбулентность, связанная с взаимодействием ветра с подстилающей поверхностью.

Санитарно-защитная зона (СЗЗ) – территория, отделяющая зоны специального назначения, а также промышленные организации и другие производственные, коммунальные и складские объекты в населенном пункте от близлежащих селитебных территорий, зданий и сооружений жилищно-гражданского назначения в целях ослабления воздействия на них неблагоприятных факторов.

Граница СЗЗ – линия, ограничивающая территорию СЗЗ или максимальную из плановых проекций пространства, за пределами которых факторы воздействия не превышают установленные гигиенические нормативы.

СР – минимальное расстояние от источника вредного воздействия до границы жилой застройки, ландшафтно-рекреационной зоны, зоны отдыха, курорта, которое имеет режим СЗЗ, но не требует разработки проекта обоснования его организации (за исключением СР вдоль стандартных маршрутов полета в зоне взлета и посадки воздушных судов, полетов и запусков космических аппаратов).

В зависимости от класса опасности объектов и производств устанавливаются следующие размеры СЗЗ:

1) объекты I класса опасности с СЗЗ 1000 метров (далее - м) и более;

2) объекты II класса опасности с СЗЗ от 500 м до 999 м;

3) объекты III класса опасности с СЗЗ от 300 м до 499 м;

4) объекты IV класса опасности с СЗЗ от 100 м до 299 м;

5) объекты V класса опасности с СЗЗ от 0 м до 99 м.

В целях защиты населения от воздействия электрического поля, создаваемого воздушными линиями электропередачи устанавливаются СР вдоль трассы высоковольтной линии, за пределами которых напряженность электрического поля не превышает 1 кВ/м.

Для вновь проектируемых ВЛЭ, а также зданий и сооружений допускается принимать границы СР вдоль трассы ВЛЭ с горизонтальным расположением проводов и без средств снижения напряженности электрического поля по обе стороны от нее на следующих расстояниях от проекции на землю крайних фазных проводов в направлении, перпендикулярном к ВЛЭ:

20 м — для ВЛЭ напряжением 220 кВ;

30 м - для ВЛЭ напряжением 500 кВ;

40 м - для ВЛЭ напряжением 750 кВ;

55 м - для ВЛЭ напряжением 1150 кВ.

**Лекция 3. Основные физико-химические свойства пылей, параметры очищаемых газов и оценка эффективности систем пылеочистки**

**Цель:** изучить физико-химические параметры пылей и газов, влияющие на выбор аппаратов очистки

**План лекции:**

1. Основные физико-химические свойства пылей

2. Эффективность пылеулавливания

Важнейшей характеристикой золы и пылей является их *плотность*, кг/м3 или г/см3. Принято рассматривать *истинную*, *насыпную* и *кажущуюся плотности*.

Для правильного выбора пылеулавливающего аппарата необходимы, прежде всего, сведения о *дисперсном составе* пылей, который определяют экспериментально. Результаты определения дисперсного состава пыли обычно представляют виде зависимости массовых (иногда счетных) фракций частиц от их размера. Под фракцией понимают массовые (счетные) доли частиц, содержащихся в определенном интервале размеров частиц. По дисперсности пыли классифицированы на 5 групп:

*Адгезионные свойства* частиц определяют их склонность к *слипаемости*. Повышенная слипаемость частиц может привести к частичному или полному забиванию аппаратов. По слипаемости пыли делятся на 4 группы:

*Абразивность* пыли характеризует интенсивность износа металла газохода и очистных устройств. Она зависит от твердости, формы, размера и плотности частиц. Абразивность учитывают при расчетах аппаратуры (выбор скорости газа, толщины стенок аппаратуры и облицовочных материалов).

*Смачиваемость частиц* водой оказывает влияние на эффективность мокрых пылеуловителей, особенно при работе с рециркуляцией. Гладкие частицы смачиваются лучше, чем частицы с неровной поверхностью, так как последние в большей степени оказываются покрытыми абсорбированной газовой оболочкой, затрудняющей смачивание. По характеру смачивания все частицы из твердых материалов можно разделить на 3 основные группы.

*Гигроскопичность частиц* – способность пыли впитывать влагу, она зависит от химического состава, размера, формы и степени шероховатости поверхности частиц. *Гигроскопичность* способствует их улавливанию в аппаратах мокрого типа.

*Электрическая проводимость слоя пыли* оценивается по удельному электрическому сопротивлению слоя пыли ρсл., которое зависит от свойств отдельных частиц (от поверхностной и внутренней электропроводности, формы и размеров частиц), а также от структуры слоя и параметров газового потока. Оно оказывает существенное влияние на работу электрофильтров. В зависимости от удельного электрического сопротивления пыли делятся на три группы.

*Электрическая заряженность частиц* зависит от способа их образования, химического состава, а также от свойств веществ, с которыми они соприкасаются. Этот показатель оказывает влияние на эффективность улавливания в газоочистных аппаратах (мокрых пылеуловителях, фильтрах и др.), на взрывоопасность и адгезионные свойства частиц.

*Способность пыли к самовозгоранию и образованию взрывоопасных смесей с воздухом.* Горючая пыль вследствие сильноразвитой поверхности контакта частиц (порядка 1м2/г) с кислородом воздуха способна к самовозгоранию и образованию взрывоопасных смесей с воздухом.

*Степень очистки* (коэффициент полезного действия) выражается отношением количества уловленного материала к количеству материала, поступившего в газоочистительный аппарат с газовым потоком за определенный периодвремени.

Известно,что эффективность очистки для частиц пыли разных размеровнеодинакова. Так как лучше улавливается крупная пыль, то коэффициент очистки газов часто определяют по фракционной эффективности − степени очистки газов от частиц определенного размера:

**Контрольные вопросы**

1. Дайте характеристику плотности и дисперсности пылей и аэрозолей.
2. Дайте характеристику явлений: адгезия, абразивность, смачиваемость и гигроскопичность частиц.
3. Опишите явления электрической проводимости слоя пыли и электрической заряженности частиц.
4. Объясните эффективность улавливания пыли системами пылеочистки.

**Лекция 4. Методы и средства сухой очистки газовоздушных выбросов**

**Цель:** классифицировать методы очистки отходящих газов и изучить аппараты сухой очистки газов

**План лекции:**

1. Классификация пылеулавливающего оборудования

2. Сухие механические пылеуловители

3. Очистка газовоздушных сред на фильтрах

4. Очистка газов на электрофильтрах

Классификация пылеулавливающего оборудования основана на принципиальных особенностях процесса отделения твердых частиц от газовой фазы, это

− оборудование для улавливания пыли сухим способом, к которому относятся пылеосадительные камеры, циклоны, вихревые циклоны, жалюзийные и ротационные пылеуловители, фильтры, электрофильтры;

− оборудование для улавливания пыли мокрым способом, к которому относятся скрубберы Вентури, форсуночные скрубберы, пенные аппараты и др.

К сухим механическим пылеуловителям относятся аппараты, в которых использованы различные механизмы осажденя: гравитационный (пылеосадительные камеры), инерционный (камеры, осаждение пыли в которых происходит в результате изменения направления движения газового потока или установления на его пути препятствия) и центробежный (одиночные, групповые и батарейные циклоны, вихревые и динамические пылеуловители). Эти аппараты отличаются простотой изготовления и эксплуатации, их достаточно широко используют в промышленности. Однако эффективность улавливания в них пыли не всегда оказывается достаточной, в связи с чем, они часто выполняют роль аппаратов предварительной очистки газов.

Процесс очистки газов от твердых или жидких частиц с помощью пористых сред (перегородок) называется *фильтрацией*. При фильтрации взвешенные в газовом потоке частицы осаждаются на поверхности или в объеме пористых сред (перегородок) за счет броуновской диффузии, эффекта касания (зацепления), инерционных, электростатических и гравитационных сил.

Фильтрующие перегородки весьма разнообразны по своей структуре, но в основном они состоят из волокнистых или зернистых элементов и условно подразделяются на следующие типы: гибкие пористые перегородки, полужесткие пористые перегородки, жесткие пористые перегородки.

В процессе очистки запыленного газа частицы приближаются к волокнам или к поверхности зерен материала, сталкиваются с ними и осаждаются главным образом в результате действия сил диффузии, инерции и электростатического притяжения. В фильтрах уловленные частицы накапливаются в порах или образуют пылевой слой на поверхности перегородки, и, таким образом, сами становятся для вновь поступающих частиц частью фильтрующей среды. По мере накопления пыли пористость перегородки уменьшается, а сопротивление возрастает. Поэтому возникает необходимость удаления пыли и регенерации фильтра.

В зависимости от назначения и величины входной и выходной концентрации фильтры условно разделяются на три класса: фильтры тонкой очистки, воздушные фильтры, промышленные фильтры.

*Электрическая очистка* − один из наиболее совершенных видов очистки газов от взвешенных в них частиц пыли и тумана. Этот процесс основан на ударной ионизации газа в зоне коронирующего разряда, передаче заряда ионов частицам примесей и осаждении последних на осадительных и коронирующих электродах.

Электрофильтры используют также для глубокой очистки газа от масляных туманов, смолы и пыли в различных отраслях промышленности.

**Контрольные вопросы**

1. Приведите классификацию основных методов и аппаратов очистки газовых сред.
2. Покажите назначение, принцип действия гравитационных пылеуловителей.
3. Опишите назначение и принцип действия инерционных пылеуловителей.
4. Охарактеризуйте работу и принцип действия центробежных пылеуловителей.
5. Покажите принцип действия тканевых, волокнистых фильтров и зернистых фильтров.
6. Опишите назначение и принцип действия электрофильтров.

**Лекция 5. Аппараты мокрой очистки газов**

**Цель:** изучить назначение и принцип действия аппаратов мокро очистки отходящих газов

**План лекции:**

1. Общие положения

2. Полые газопромыватели

3. Насадочные газопромыватели

4. Барботажные и пенные аппараты

5. Газопромыватели ударно-инерционного действия

6. Газопромыватели центробежного действия

7. Скоростные газопромыватели (скрубберы Вентури)

8. Туманоуловители

Аппараты мокрой очистки газов используются для одновременного решения целого комплекса задач: пылеулавливание; абсорбция; охлаждение газов.

Конденсация паров жидкости, содержащихся в газах, при их охлаждении способствует росту эффективности мокрых пылеуловителей. В качестве орошающей жидкости в них чаще всего используется обычная вода или вода с примесями для абсорбции. Обычно для экономии жидкости применяют замкнутую систему орошения.

Мокрые пылеуловители имеют ряд достоинств и недостатков в сравнении с аппаратами других типов.

*Достоинства:*1)небольшая стоимость и более высокая эффективностьулавливания взвешенных частиц; 2) возможность использования для очистки газов от частиц размером до 0,1 мкм; 3) возможность очистки газа при высокой температуре и повышенной влажности, а также при опасности возгорания и взрывов очищаемых газов и уловленной пыли; 4) возможность наряду с пылями одновременно улавливать парообразные и газообразные компоненты.

*Недостатки:* 1)выделение уловленной пыли в виде шлама,что связано снеобходимостью обработки сточных вод, т.е. с удорожанием процесса; 2) возможность уноса капель жидкости и осаждения их с пылью в газоходах и дымососах; 3) в случае очистки агрессивных газов необходимость защищать аппаратуру и коммуникации антикоррозийными материалами.

По способу действия мокрые аппараты разделяют на:; насадочные газопромыватели; барботажные и пенные аппараты; мокрые аппараты ударно-инерционного типа; мокрые аппараты центробежного действия; механические скрубберы (динамические газопромыватели); скоростные газопромыватели.

У полых газопромывателей загрязненные газы пропускают через завесу распыленной жидкости. При этом частицы пыли захватываются каплями жидкости и осаждаются, а очищенные газы удаляются из аппарата. Самым простым полым газопромывателем является *орошаемый газоход.* При несколько больших скоростях газа применяют *промывные камеры* (металлические, бетонные или из кирпича). Наиболее распространенные *полые форсуночные скрубберы*

*Насадочные скрубберы* −это колонны,заполненные различной формы насадками (в виде колец Рашига и других форм), которые насыпают на опорную решетку. На практике применяют два типа аппаратов: газопромыватели в виде противопоточных колонн и насадочные скрубберы с поперечным орошением.

В *барботажных аппаратах (барботерах)* газ проходит через слой жидкости в виде пузырьков, на поверхности которых происходит осаждение частиц. При этом скорость подъема пузырьков газа должна быть не намного большей, чем скорость свободного всплытия (∼ 0,35 м/с). Пенный способ очистки реализуется с помощью *пенных аппаратов* со свободным сливом воды (переливная тарелка) или с подпором (провальная тарелка).

В газопромывателях ударно-инерционного действия контакт газов с жидкостью осуществляется за счет удара газового потока о поверхность жидкости с последующим пропусканием газо-жидкостной смеси через отверстия различной конфигурации или непосредственным отводом газожидкостной смеси в сепаратор жидкой фазы. В результате такого взаимодействия образуются капли диаметром 300−400 мкм.

Наиболее распространены *центробежные скрубберы*, которые по конструктивному признаку можно разделить на два вида:

1. аппараты, в которых закрутка газового потока осуществляется при помощи центрального лопастного закручивающего устройства;
2. аппараты с боковым тангенциальным или улиточным подводом газа. Последние орошают через форсунки, установленные в центральной части аппарата, кроме того, жидкость, стекающая по внутренней поверхности стенки аппарата, образует пленку.

*Скрубберы Вентури* −наиболее эффективные из аппаратов мокрой очистки газов. Скруббер Вентури представляет собой трубу Вентури, в которую подводится орошающая жидкость, и установленный за ней каплеуловитель. Оба основных элемента скруббера могут монтироваться как раздельно, так и в одном корпусе. Принцип действия скруббера Вентури основан на интенсивном дроблении газовым потоком, движущимся с высокой скоростью (порядка 40−150 м/с), орошающей его жидкости и осаждению частиц на образующихся каплях жидкости. При больших расходах газов на очистку применяют групповые компоновки нескольких труб Вентури с небольшим круглым сечением или так называемые *батарейные скрубберы Вентури*.

*Туманоуловители.* Для очистки воздуха от туманов кислот, щелочей, масел и других жидкостей используют волокнистые фильтры, принцип действия которых основан на осаждении капель на поверхности волокон и пор с последующим стеканием жидкости под действием сил тяжести. Осаждение капель жидкости на поверхности волокон и пор происходит под действием всех ранее рассмотренных механизмов отделения частиц загрязнителя от газовой фазы на фильтроэлементах. Туманоуловители делят на *низкоскоростные*, в которых преобладает механизм диффузионного осаждения капель, и *высокоскоростные*, где осаждение происходит главным образом под воздействием инерционных сил.

**Контрольные вопросы**

1. Объясните назначение, принцип работы полых газопромывателей.
2. Покажите принцип работы насадочного газопромывателя.
3. Опишите принцип работы барботажных и пенных аппаратов.
4. Объясните принцип действия газопромывателей ударно-инерционного действия.
5. Покажите назначение и принцип работы газопромывателей центробежного действия.
6. Поясните принцип действия скоростных газопромывателей.
7. Покажите назначение низкоскоростных и высокоскоростных туманоуловителей.

**Лекция 6. Сорбционные, каталитические и термические методы обезвреживания отходящих газов**

**Цель:** изучить назначение и принцип действия сорбционных, каталитических и термических методов обезвреживания отходящих газов

**План лекции:**

1. Метод абсорбции

2. Метод хемосорбции

3. Адсорбционный метод очистки газов

4. Каталитический метод очистки газов

5. Термический метод обезвреживания газов

Методы очистки промышленных выбросов от газообразных примесей по характеру протекания физико-химических процессов делятся на две группы:

− промывка выбросов растворителями примеси (метод абсорбции);

− промывка выбросов растворами реагентов, связывающих примеси химически (метод хемосорбции);

*Метод абсорбции* заключается в разделении газовоздушной смеси на составные части путем поглощения одного или нескольких газовых компонентов этой смеси поглотителем (называемым *абсорбентом*) с образованием раствора.

Поглощающую жидкость (абсорбент) выбирают из условия растворимости в ней поглощаемого газа, температуры и парциального давления газа над жидкостью.

Применение абсорбционных методов очистки, как правило, связано с использованием схем, включающих узлы абсорбции и десорбции. Десорбция растворенного газа (или регенерация растворителя) проводится либо снижением общего давления (или парциального давления) примеси, либо повышением температуры, либо использованием обоих приемов одновременно. В качестве абсорберов могут использоваться и такие устройства, как мокрые скрубберы Вентури и центробежные скрубберы и др.

*Метод хемосорбции* основан на поглощении газов и паров твердыми или жидкими поглотителями с образованием малолетучих или малорастворимых химических соединений. Большинство реакций, протекающих в процессе хемосорбции, являются экзотермическими и обратимыми, поэтому при повышении температуры раствора образующееся химическое соединение разлагается с выделением исходных элементов. Поглотительная способность хемосорбента почти не зависит от давления, поэтому хемосорбция более выгодна при небольшой концентрации вредных примесей в отходящих газах.

Основным видом аппаратуры для реализации процессов хемосорбции служат насадочные башни, пенные и барботажные скрубберы, распылительные аппараты типа труб Вентури и аппараты с различными механическими распылителями. В промышленности распространены аппараты с подвижной насадкой, к достоинствам которых относятся высокая эффективность разделения при умеренном гидравлическом сопротивлении, а также большая пропускная способность по газу.

Преимущество абсорбционных методов заключается в экономичности очистки большого количества газов и осуществлении непрерывных технологических процессов. Основной недостаток мокрых методов состоит в том, что перед очисткой и после ее осуществления сильно понижается температура газов, что приводит в конечном итоге к снижению эффективности рассеивания остаточных газов в атмосфере. Кроме того, оборудование мокрых методов очистки громоздко и требует создания системы жидкостного орошения. В процессе работы абсорбционных аппаратов образуется большое количество отходов, представляющих смесь пыли, растворителя и продуктов поглощения. В связи с этим возникают проблемы обезжиривания, транспортировки или утилизации шлама, что удорожает и осложняет эксплуатацию.

*Адсорбционный метод* очистки газов основан на физических свойствах некоторых твердых тел с ультрамикроскопической структурой селективно извлекать и контролировать на своей поверхности отдельные компоненты из газовой смеси. В пористых телах с капиллярной структурой поверхностное поглощение дополняется капиллярной конденсацией.

Адсорбция подразделяется на *физическую адсорбцию* и *хемосорбцию*. При *физической адсорбции* молекулы газа прилипают к поверхности твердого телапод действием межмолекулярных сил притяжения. Преимущество физической адсорбции − обратимость процесса.

В основе *хемосорбции* лежит химического взаимодействия между адсорбатом (поглощаемым газом) и адсорбируемым веществом. Действующие при этом силы сцепления значительно больше, чем при физической адсорбции соответственно и высвобождающаяся при хемосорбции теплота существенно больше и по порядку значения совпадает с теплотой реакции. Процесс хемосорбции, как правило, необратим: при десорбции меняется химический состав адсорбата.

*Каталитическим методом* превращают токсичные компоненты выбросов в вещества безвредные или менее вредные для окружающей среды путем введения в систему дополнительных веществ, называемых *катализаторами.* Каталитические методы основаны на взаимодействии удаляемых веществ с одним из компонентов, присутствующих в очищаемом газе, или со специально добавляемым в смесь веществом на твердых катализаторах. Действие катализаторов проявляется в промежуточном (поверхностном) химическом взаимодействии с реагирующими соединениями, в результате которого образуются промежуточные вещества и регенерированный катализатор. В большинстве случаев катализаторами могут быть металлы или их соединения (платина и металлы платинового ряда, оксиды меди и марганца и т.д.).

Достаточно большое развитие в практике нейтрализации вредных примесей, содержащихся в вентиляционных и других выбросах, получило *высокотемпературное дожигание* *(термическая нейтрализация)*. Для осуществления дожигания (реакций окисления) необходимо поддержание высоких температур очищаемого газа и наличие достаточного количества кислорода.

Системы огневого обезвреживания обеспечивают эффективность очистки 90−99 %, если время пребывания газа в высокотемпературной зоне не менее 0,5С0 и температура не менее 500−650 оС, а содержащих оксид углерода − 600− 750 оС.

**Контрольные вопросы**

1. Объясните принцип действия аппаратов мокрой пылеочистки, использующих метод абсорбции.
2. Покажите особенности мокрой очистки газовоздушной смеси методом хемосорбции.
3. Приведите примеры практического применения метода физической адсорбции с использованием угольного сорбента.
4. Объясните сущность явления хемосорбции, необратимость процесса хемосорбции.
5. Объясните сущность каталитического метода очистки газов, покажите на примерах практическое его применение.
6. Приведите примеры практического применения термического метода обезвреживания газов.

**Лекция 7. Нормирование качества воды**

**Цель:** изучить типы водопользования, особенности нормирования качества воды, показатели вредности веществ в водной среде, основные нормативы качества воды и индексы загрязнения воды.

**План лекции:**

1. Нормирование загрязнения воды

2. Оценка качества воды поверхностных водных объектов

3. Индексы загрязнения и классы качества воды

Безвредность химического состава воды (ее токсикологическая характеристика) определяется содержанием химических веществ, которое не должно превышать установленных нормативов. Кроме того, оценивается безопасность воды по санитарным показателям – микробиологическим и паразитологическим (наличие бактерий, простейших, водорослей, вирусов и др.).

С точки зрения гигиенического и экологического нормирования рассматривают 3 вида водопользования: хозяйственно-питьевое водопользование, культурно-бытовое водопользование

Устанавливаются предельно допустимые концентрации вещества в воде (ПДК) предельно допустимые концентрации в воде водоема хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.

Для веществ, внедрение которых находится на стадии производственных испытаний, может быть установлен временный гигиенический норматив – ориентировочный допустимый уровень (ОДУ).

В основу нормирования (определения величины ПДК для водоема) положен ***лимитирующий показатель вредности (ЛПВ)***, под которым понимают наибольшее отрицательное влияние, оказываемое данным веществом в водоеме. При нормировании качества воды в водоемах используют следующие показатели вредности: органолептический, общесанитарный (санитарный), санитарно-токсикологический, токсикологический, рыбохозяйственный.

Для *питьевой воды централизованного водоснабжения* используют только органолептический и санитарно-токсикологический признак вредности. Для *хозяйственно-питьевого* и *культурно-бытового водопользования* с учетом трех показателей вредности: органолептического, общесанитарного и санитарно-токсикологического.

Загрязняющие вещества в воде в зависимости от их токсикометрических показателей делят на 4 класса (наиболее опасны вещества 1 класса), причем класс опасности вещества в воде может не совпадать с классом опасности вещества в воздухе:

Для водотоков первой категории соответствие нормам проверяется в контрольном створе, расположенном на 1 км выше водозабора, а для непроточных – в радиусе 1 км.

*Контрольный створ* – поперечное сечение водного потока, в котором контролируется качество воды.

Ближайший к месту выпуска сточных вод пункт производственного контроля за сосредоточенным сбросом устанавливается не далее 500 м по течению от места сброса сточных вод на водотоках и в радиусе 500 м от места сброса на акватории – на непроточных водоемах и водохранилищах.

Для комплексной оценки качества поверхностных вод суши используется индекс загрязнения воды (ИЗВ). В зависимости от величины ИЗВ участки водных объектов подразделяют на классы. Индекс загрязнения воды используют для оценки изменения качества вод во времени, по течению, в зонах влияния крупных источников воздействия, но делать это целесообразно в границах одной биогеохимической провинции и для однотипных водных объектов.

Наиболее информативной комплексной оценкой является удельный комбинаторный индекс загрязненности воды (УКИЗВ).

УКИЗВ условно оценивает в виде безразмерного числа долю загрязняющего эффекта, вносимого в общую степень загрязненности воды. Он позволяет сравнить качество воды в разных водных объектах, в различных створах и пунктах наблюдения при условии различия программы наблюдений, оценить как временную, так и пространственную динамику качества воды – изменение его от года к году, от створа к створу, от пункта к пункту. Классификация качества воды, проведенная на основе значений УКИЗВ, позволяет разделять поверхностные воды на 5 классов в зависимости от степени их загрязненности. 3 и 4 классы для более детальной оценки качества воды разбиты, соответственно, на 2 и 4 разряда.

Больший номер класса соответствует большей степени загрязненности воды комплексом загрязняющих веществ

**Контрольные вопросы:**

1. Перечислите основные типы водопользования.

2. Объясните принцип раздельного нормирования и его использование при оценке качества воды.

3. Покажите показатели (признаки) вредности используемые при нормировании качества воды.

4. Объясните эффект суммации, покажите его использование при оценке качества воды.

5. Покажите ИЗВ и УКИЗВ и объясните их роль в оценке качества воды.

**Лекция 8. Водопотребление, водоснабжение и водоотведение предприятий**

**Цель:** изучить системы водоснабжения и водоотведения предприятий

**План лекции:**

1. Водопотребление и водоснабжение

2. Характеристика сточных вод

3. Водоотведение

4. Системы водоснабжения и водоотведения

Основными категориями потребителей вода расходуется: на хозяйственно-питьевые нужды населения; в сельском хозяйстве; для промышленности. Кроме того, вода используется для целей гидроэнергетики, здравоохранения, транспорта, рекреации, лесного хозяйства, пожарной безопасности и иных целей.

Определение количества воды, необходимой потребителю, осуществляется по удельным нормам водопотребления. *Нормой водопотребления*считается целесообразное количество воды, необходимое для производственного процесса, установленное (или рекомендуемое) на основании передового опыта или научно-обоснованного расчета, т.е. количество воды, которое необходимо затратить для переработки единицы сырья или для получения единицы готовой продукции.

При разработке систем водообеспечения для определения этой величины необходимо пользоваться нормативными требованиями к потребляемой воде. Эти требования разрабатываются конкретно для каждого производства, а для некоторых предприятий и производств – для каждой операции отдельно на основе отработанных аналогичных регламентов производства. Эти нормы закладываются, как правило, с запасом и называются *укрупненными нормами водопотребления.*

Комплекс сооружений, осуществляющих водоснабжение, т.е. получение воды из природных источников, ее очистку, транспортирование и подачу потребителю, называется системой *водоснабжения* или *водоотводом ( водообеспечением)*.

По характеру использования воды системы производственного водоснабжения подразделяются на *прямоточные*, *оборотные*, с *последовательным (повторным) использованием* воды, *комбинированными (смешанными)*.

*Сточная вода* – это вода, бывшая в бытовом, сельскохозяйственном или производственном употреблении, а также прошедшая через какую-либо территорию, когда загрязнения изменяют ее первоначальный химический состав или физические свойства.

Сточные воды, отводимые с территории промышленных предприятий, в зависимости от условий образования делятся на производственные (промышленные), бытовые (хозяйственно-фекальные), атмосферные (ливневые).

Производственные сточные воды делятся на две основные категории: *загрязненные* и *незагрязненные* (условно чистые).

В технологических процессах образуются следующие основные виды сточных вод: *реакционные воды*, *промывные воды*, *маточные водные растворы*, *водные экстракты и абсорбционные жидкости*, *охлаждающие воды*.

Отведение производственных сточных вод по общей или отдельным сетям, а также смешение этих вод с бытовыми сточными водами во многом зависит от того, будет ли в дальнейшем принята их совместная или раздельная очистка. Условия отведения сточных вод определяются также характером загрязняющих веществ.

**Нормой водоотведения** является установленное среднее количество сточных вод, отводимое от производства в водоем, при целесообразной норме водопотребления. Укрупненная норма водоотведения включает количество выпускаемых в водоем сточных вод – очищенных производственных и бытовых; производственных, не требующих очистки, фильтрационных из прудов-осветлителей, хвостохранилищ и шламонакопителей.

Системы водоснабжения представляют собой комплекс сооружений, предназначенных для снабжения потребителей водой. В зависимости от вида объекта системы подразделяются на городские, поселковые и промышленные и могут обеспечивать водой как один объект, так и группу однородных (локальные) и разнородных объектов (районная или групповая система водоснабжения).

Водоотводящие системы (схемы канализации) представляют собой комплекс инженерных сооружений для приема, транспортирования, очистки сточных вод и выпуска их в водоемы или для последующего использования в каких-либо целях.

В зависимости от условий поступления сточных вод в канализационную сеть и транспортирования по ней вод различных категорий принимают общесплавную, раздельную и комбинированную системы канализации.

**Лекция 9. Механические, физико-химические методы очистки сточных вод**

**Цель:** классифицировать методы очистки сточных вод и изучить механические, физико-химические методы очистки

**План лекции:**

1. Методы очистки сточных вод

2. Механические методы очистки сточных вод

3. Физико-химические методы очистки сточных вод

Все методы очистки сточных вод могут быть разделены на ***деструктивные*** и ***регенеративные***. Под *деструктивными* понимают такие методы, при которых загрязняющие воду вещества подвергаются разрушению. *Регенеративные* методы решают две задачи: очистку сточных вод и утилизацию ценных веществ.

Методы очистки сточных вод можно подразделить также на гидромеханические, химические, физико-химические, термические, электрохимические, биохимические.

Во всех случаях очистки стоков первой стадией являются *механические* методы, предназначенные для удаления взвесей и дисперсноколлоидных частиц. К ним относятся: процеживание на решетках и ситах; отстаивание в песколовках, отстойниках и нефтеловушках; осветление в осветлителях со слоем взвешенного осадка и контактных; центрифугирование в гидроциклонах; фильтрование через фильтрующие перегородки или зернистые материалы.

Значительно более сложные методы приходится применять для очистки воды от коллоидных и тем более растворенных частиц. Выбор метода зависит от того, в каком состоянии находится вещество – коллоидном, молекулярном или диссоциированном на ионы.

Для удаления коллоидных частиц используют *физико-химические* методы – флотацию, коагуляцию и флокуляцию, нарушающих кинетическую устойчивость этих частиц. Физико-химические методы применяются также для удаления растворенных примесей. Для веществ, находящихся в молекулярном состоянии, успешно используются различные сорбенты, десорбция аэрированием, экстракция, дистилляция, мембранные методы. Для извлечения веществ, диссоциированных на ионы, пригодны ионный обмен, обратный осмос, магнитная обработка воды.

*Химические* методы очистки являются деструктивными. К ним можно отнести использование реакций химического взаимодействия при объединении различных стоков (чаще всего в целях нейтрализации кислых и щелочных сточных вод, а в некоторых случаях с целью удаления содержащихся в стоках компонентов в виде малорастворимых соединений), окислительно-восстановительные процессы (хлорирование, озонирование, окисление кислородом воздуха и др.).

*Электрохимические* методы – анодное окисление и катодное восстановление, электрокоагуляция, электрофлотация, электродиализ. Все эти процессы протекают на электродах при пропускании через сточную воду постоянного электрического тока. Они позволяют извлекать из сточных вод ценные продукты при относительно простой автоматизированной технологической схеме очистки.

Если в сточных водах имеются весьма вредные вещества, применяют *термические* методы, позволяющие уничтожить эти примеси, например, при сжигании. Такой процесс применим для обезвреживания органических примесей сточных вод. Для очистки минерализованных сточных вод из термических методов можно использовать выпаривание, адиабатное испарение, вымораживание и др.

*Биохимические* методы основаны на жизнедеятельности микроорганизмов, которые способствуют окислению или восстановлению органических веществ, находящихся в сточных водах в виде тонких суспензий, коллоидов или в растворенном состоянии и являющихся для микроорганизмов источником питания и дыхания, в результате чего и происходит удаление указанных загрязнений. Биохимическая очистка может осуществляться в естественных и искусственных, в аэробных и анаэробных условиях, применяется для глубокой очистки сточных вод.

На практике приходится обычно применять комбинацию указанных методов.

**9.2 Механические методы очистки сточных вод**

Гидромеханические методы очистки применяются для выделения из сточной воды нерастворимых минеральных и органических примесей. Назначение механической очистки заключается в подготовке производственных сточных вод к биологическим, физико-химическим или другим методам более глубокой очистки. Механичеcкая очистка на современных очистных станциях состоит из процеживания через *решетки*, *пескоулавливания*, *отстаивания* и *фильтрования*.

Как правило, механическая очистка является предварительным, реже – окончательным этапом для очистки производственных сточных вод. Она обеспечивает выделение взвешенных веществ из этих вод до 90…95 % и снижение органических загрязнений (по показателю БПKпoлн) дo 20…25%.

К физико-химическим методам очистки относятся коагуляция, флокуляция, сорбция, флотация, экстракция, ионный обмен, гиперфильтрация, диализ, эвапорация, выпаривание, испарение, кристаллизация, магнитная обработка, а также методы, связанные с наложением электрического поля – электрокоагуляция, электрофлотация.

Они применяются как самостоятельно, так и в сочетании с механическими, химическими и биологическими методами. Физико-химические методы используют для удаления из сточных вод тонкодисперсных взвешенных и коллоидных частиц (коагуляция, флокуляция, флотация), растворимых газов (десорбция), минеральных диссоциированных в воде примесей (ионный обмен, обратный осмос, выпаривание, кристаллизация), органических растворенных веществ (адсорбция, ректификация, экстракция, ультрафильтрация, эвапорация).

Применение физико-химических методов позволяет достичь глубокой и стабильной степени очистки, рекуперировать различные вещества, удалить из сточных вод токсичные, биохимически неокисляемые органические загрязнения.

**Лекция 10. Электрохимические, химические, термические и биохимические методы очистки сточных вод**

**Цель:** изучить электрохимические, химические, термические и биохимические методы очистки сточных вод

**План лекции:**

1. Химические методы очистки сточных вод

#### 2. Электрохимические методы очистки сточных вод

#### 3. Термические методы очистки сточных вод

#### 4. Биохимические методы очистки сточных вод

Основными методами химической очистки являются *нейтрализация, окисление* и *восстановление*. Химическая очистка может применяться как самостоятельный метод перед подачей производственных сточных вод в систему оборотного водоснабжения, перед спуском их в водоем или в городскую водоотводящую сеть, так и совместно с другими методами. В качестве предварительной очистки химическая может применяться перед биологической или физико-химической. Она находит также применение и как метод глубокой очистки сточных вод с целью их дезинфекции, обесцвечивания или извлечения из них различных компонентов.

*Реакция нейтрализации* – это химическая реакция между веществами, имеющими свойства кислоты и основания, которая приводит к потере характерных свойств обоих соединений.

*Химическое окисление* промышленных сточных вод относится к деструктивным методам и применяется для обезвреживания токсичных примесей, например, цианидов или соединений, которые нецелесообразно извлекать из сточных вод или очищать другими методами (сероводород, сульфиды), а также органических загрязнений. Для обезвреживания сточных вод используют различные окислители: газообразный и сжиженный хлор, гипохлориты кальция и натрия, хлорат кальция, диоксид хлора, озон, технический кислород и кислород воздуха. В ряде случаев могут применяться пероксид водорода, оксиды марганца, перманганат и бихромат калия (для окисления фенолов, крезолов, циансодержащих соединений). В процессе окисления токсичные загрязнения, содержащиеся в сточных водах, в результате химических реакций переходят в менее токсичные, которые удаляют из воды.

*Процесс восстановления* *примесей* при очистке сточных вод от токсичных соединений применяется в тех случаях, когда эти соединения являются легко восстанавливаемыми веществами. Метод широко используется для удаления соединений ртути, хрома, мышьяка.

#### При погружении в воду электродов и подводе к ним достаточного напряжения начинается процесс переноса электрического тока движущимися к электродам ионами в электролите, которым является вода, и электронами во внешней цепи. Под действием электрического поля положительно заряженные ионы мигрируют к катоду, а отрицательно заряженные ионы – к аноду. На электродах происходит переход электронов. Катод отдает электроны в раствор, и в приэлектродном пространстве происходят процессы восстановления. В прианодном пространстве протекают процессы переноса электронов от реагирующих частиц к электроду – окисление.

Иногда электроды отделяют один от другого полупроницаемой перегородкой (диафрагмой или ионообменной мембраной) на анодное и катодное пространство. Тогда вода либо последовательно проходит через каждую из образовавшихся камер, либо циркулирует в одной из них.

Устройства, в которых проводят те или иные процессы электрохимического воздействия на водные растворы, имеют общее название – электролизеры. В зависимости от природы процессов, протекающих в таких аппаратах и обеспечивающих извлечение или обезвреживание загрязняющих компонентов, они подразделяются на анодное окисление и катодное востановление, электрокоагуляцию, электрофлотацию, электродиализ. Все эти процессы протекают на электродах при пропускании через сточную воду постоянного электрического тока. Электрохимические методы позволяют извлекать из воды ценные продукты при относительно простой автоматизированной технологи- ческой схеме очистки, без использования химических реагентов. Недостатки – большой расход электроэнергии и металла, загрязнение поверхности электродов, что требует их очистки.

*Термические методы* применяются для обезвреживания как минерализованных сточных вод, так и стоков, содержащих растворенные и нерастворенные органические вещества.

Конечные продукты жидкофазного окисления имеют высокую температуру и давление и, следовательно, обладают большой энергией, которую можно использовать для выработки электроэнергии и пара. Среди *достоинств метода* – возможность очистки большого количества сточных вод без предварительного концентрирования, отсутствие в продуктах окисления вредных веществ, универсальность и др. *Недостатки*: неполное окисление некоторых веществ, высокая стоимость оборудования, образование накипи на теплопередающих поверхностях, коррозия.

Применение огневого метода целесообразно при обезвреживании небольшого количества сточных вод, содержащих высокотоксичные органические примеси, извлечение и обезвреживание которых другими методами невозможно или экономически нецелесообразно; при наличии горючих производственных отходов, которые могут быть использованы вместо топлива (кубовые остатки, сбрасываемые газы и т.п.); при извлечении растворенных ценных минеральных примесей. Метод отличается высоким расходом топлива и перегревом водяного пара.

*Биологическое окисление* – широко применяемый на практике метод очистки сточных вод, позволяющий удалить из них многие органические и некоторые неорганические (сероводород, сульфиды, аммиак, нитриты и др.) вещества. Биохимическая очистка сточных вод основана на способности микроорганизмов использовать растворенные и коллоидные органические загрязнения в качестве источника питания в процессах своей жизнедеятельности. Биологическим путем обрабатываются, подвергаясь частичной или полной деструкции, многие виды органических загрязнений городских и производственных сточных вод. Контактируя с органическими веществами, микроорганизмы частично разрушают их, превращая в воду, диоксид углерода, нитрит- и сульфат-ионы и др. Другая часть вещества идет на образование биомассы.

В процессе биохимической очистки в первичных и вторичных отстойниках образуются осадки, которые подлежат обработке и утилизации. В общем случае обработка осадков производственных сточных вод состоит из следующих стадий: уплотнение или сгущение, стабилизация, кондиционирование, обезвоживание, обезвреживание, ликвидация, обеззараживание, утилизация.

Осадки можно подразделить на три группы: в основном минерального состава, в основном органического состава и смешанные.

**Лекция 11. Загрязнение почв и экологические проблемы использования земель. Нормирование загрязнения почв**

**Цель:** рассмотреть современные проблемы загрязнения земель, изучить систему нормирования загрязнения почв в Казахстане

**План лекции:**

11.1 Экологические проблемы использования земель

11.2 Нормирование загрязняющих веществ в почве

11.3 Определение класса опасности вещества в почве

11.4 Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы

**5 Оценка уровня загрязнения почвы**

**Опустынивание и засуха** занимает особое место среди современных глобальных проблем человечества, препятствующих устойчивому развитию экономики, что нашло отражение в международном документе ООН “Повестка дня на 21 век”. Территории подверженные опустыниванию и потенциально опасные в отношении опустынивания, занимают в мире около 52 млн.км², а финансовые потери лишь от опустынивания, не считая потерь от засух, оцениваются в 42 млрд. долларов США ежегодно. Явление “опустынивание” возникает вследствие нерационального использования природных ресурсов аридных земель. В Казахстане доминируют ветровая и пастбищная эрозия, включая засоление вторичное на орошаемых землях.

Деградация земель в результате эрозии, загрязнения, обезлесивания, засоления и др. вызвана как природно-климатическими факторами, так и антропогенной деятельностью.

*Обезлесивание.* Так, в Казахстане снижение площади и качество лесов связаны с деградацией пойменных экосистем, пастбищного прессинга и вырубкой древесины на строительство и топливо.

*Эрозия почв и дефляция* возникают, как вследствие природных, так и антропогенных воздействий. Эрозию почв необходимо рассматривать как процесс, протекающий в цепи общего развития денудации. В физическом смысле ветровая и водная эрозия характеризуется переносом мелкозема и рыхлообломочного материала ветром и водой.

*Монокультура*. Одним из негативных факторов деградации земель в аридной зоне. Она наблюдается в районах развития хлопкосеяния, рисосеяния и других культур. Она проявляется в районах, где отсутствуют хлопково-люцерновые севообороты, мало вносятся в почву органические удобрения, агротехнические мероприятия проводятся тяжелой сельскохозяйственной техникой при влажном состоянии почв и т.д. Однотипный многоразовый проход за сезон сельскохозяйственной техники приводят к уплотнению слоев (плужная подошва) с глубины 25 см до 60 см, где объемная масса превышает 1,45.

*Перевыпас* в пастбищных условиях является самым агрессивным фактором в процессе деградации земель.

*Засоление* в условиях аридной зоны является наиболее активным деградирующим фактором, при котором почвы в значительной степени утрачивают свои природные свойства. Формирование его в пределах оазисов, как вторичное образование, связано с уровнем залегания и минерализацией грунтовых вод.

Накопление в почвах *тяжелых металлов* происходит в основном через техногенные выбросы (пыль, дым, аэрозоли) в атмосферу. На пашнях, кроме того, накопление тяжелых металлов происходит от использования минеральных удобрений.

*Загрязнение нефтепродуктами*. В процессе бурения и эксплуатации нефтяных скважин на поверхность почвы, кроме тяжелых металлов, попадают отработанные буровые растворы, шламы, пластовые воды, содержащие бром, йод, фтор, бор.

При бесконтрольном применении *гербициды и пестициды*, как ядохимикаты, являются одним из основных видов загрязнения внешней среды и в первую очередь почв. Остатки токсикантов, накапливаясь в почве, могут вымываться из нее, попадать в водоемы, транспортироваться из почвы в растения.

Бесконтрольное интенсивное применение *минеральных удобрений* приводит к загрязнению почв тяжелыми металлами, радионуклидами, обуславливает «зафосфаченность» и «занитриченность», которые оказывают вредное влияние на развитие растений и качество растениеводческой продукции.

*Принципы нормирования вредных веществ в почве* существенно отличаются от принципов нормирования их для водоемов и атмосферного воздуха, так как загрязняющие вещества, попадают в организм человека косвенно, через среду, контактирующую с почвой: воду, воздух и растения. Основным критерием, определяющим качество почв, является значение предельно допустимой концентрации загрязняющего вещества (ПДК).

Нормирование загрязняющих веществ в почве включает:

- нормирование содержания пестицидов (химических средств защиты растений) в пахотном слое почвы сельскохозяйственных угодий;

- нормирование накопления токсичных веществ на территории предприятия;

- нормирование загрязненности почвы в жилых районах, в том числе в местах временного хранения бытовых отходов.

*Санитарно-эпидемиологические требования* предъявляются к жилым территориям, рекреационным и курортным зонам, зонам санитарной охраны водоемов и прибрежных водоемов, территориям сельскохозяйственного назначения и другим, где возможно влияние загрязненных почв на здоровье человека и условия проживания. Показатели санитарного состояния почв используются не только по прямому назначению, но и для оценки пригодности нарушенного плодородного слоя почв для землепользования.

Существуют разные подходы к оценке уровня загрязнения почвы.

Для неорганических загрязняющих веществ деление почв по категориям (классам) загрязнения проводят с учетом класса опасности компонента загрязнения, его ПДК и максимального значения допустимого уровня содержания элемента (Кmax) по одному из четырех показателей вредности.

Для органических загрязняющих веществ деление почв по категориям (классам) загрязнения проводят с учетом класса опасности вещества и кратности превышения его ПДК в почве.

**Лекция 12. Почвозащитные мероприятия на сельскохозяйственных землях и землях промышленности**

**Цель:** изучить процесс рекультивации нарушенных земель, научиться выбирать направления рекультивации земель

**План лекции:**

1. Основные понятия о рекультивации земель

2. Этапы рекультивации земель

3. Мероприятия по борьбе с эрозией почв

Рекультивация земель – составная часть природообустройства, заключается в восстановлении свойств компонентов природы и самих компонентов, нарушенных человеком в процессе природопользования, в результате функционировании техно-природных систем и другой антропогенной деятельности для последующего их использования и улучшения экологического состояния окружающей среды.

Объектами рекультивации являются нарушенные земли – территории, на которых нарушены, разрушены или полностью уничтожены компоненты природы: растительный и почвенный покров, грунты, подземные воды, местная гидрографическая сеть (ручьи, родники, малые реки, озера и т.д.), изменен рельеф местности. К нарушенным землям относятся также загрязненные земли, т.е. земли, на которых в компонентах природы произошло увеличение содержания веществ, вызывающее негативные токсико-экологические последствия для биоты.

Комплекс рекультивационных работ представляет собой сложную много компонентную систему взаимоувязанных мероприятия, структурированных по уровню решаемых задач и технологическому исполнению. Выделяют следующие этапы рекультивации:

1) подготовительный этап включает инвестиционное обоснование мероприятий по рекультивации нарушенных земель и разработку рабочей документации;

2) технический этап – реализация инженерно-технической части проекта восстановления земель;

3) биологический этап, завершающий рекультивацию и включающий озеленение, лесное строительство, биологическую очистку почв, агромелиоративные и фиторекультивационные мероприятия, направленные на восстановление процессов почвообразования.

Продолжительность двух последних этапов условно называют рекультивационным периодом, который в зависимости от состояния нарушенных земель и их целевого использования может быть от одного до нескольких десятков лет.

*Подготовительный этап рекультивации.* Проектирование рекультивации на любой стадии начинается с анализа имеющихся проектов, при реализации которых произошли нарушения почв и растительного покрова, или с анализа технологий предприятий и организаций как источников подобных нарушений. Выбор направления использования нарушенных земель тщательно обосновывается на основе материалов изысканий, прогнозов изменения природной среды и оценки пригодности земель для целей рекультивации. Целевыми являются следующие *виды использования* нарушенных земель: сельскохозяйственное, лесохозяйственное, рыбохозяйственное, водохозяйственное, рекреационное, строительное и санитарно-эстетическое. При выборе направления рекультивации земель предпочтение необходимо отдавать созданию сельскохозяйственных угодий, особенно в густонаселенных районах с благоприятными для этих целей условиями.

*Технический этап рекультивации*. Технические мероприятия по рекультивации нарушенных земель подразделяются на следующие виды:

- структурно-проективные: создание новых проектных поверхностей и форм рельефа (профилирование, террасирование, вертикальная планировка), землевание, торфование, кольматаж, создание экранов, удаление ненужной древесно-кустарниковой растительности, пней, камней, разделка кочек;

- химические: известкование, гипсование, кислование, внесение сорбентов, органических и минеральных удобрений;

- водные (гидротехнические): осушение, орошение, регулирование сроков затопления поверхностными водами;

- теплотехнические: мульчирование, грядование, обогрев, применение утеплителей.

*Биологический этап рекультивации*. Основными задачами биологической рекультивации является возобновление процесса почвообразования, повышение самоочищающей способности почвы и воспроизводство биоценозов. Биологическим этапом заканчивается формирование культурного ландшафта на нарушенных землях.

Организационно биологическая рекультивация проводится в две стадии. На первой выращиваются пионерные (предварительные, авангардные) культуры, умеющие адаптироваться в существующих условиях и обладающие высокой восстановительной способностью. На второй – переходят к целевому использованию. Земли, загрязненные тяжелыми металлами, органическими веществами или продуктами промышленной переработки, на первой стадии подвергают очистке с помощью сорбентов, растений или микроорганизмов (биодеструктуров), а затем включают в хозяйственное использование под жестким контролем со стороны санитарно-эпидемиологических служб.

*Почвозащитные севообороты*. Чтобы защитить почвы от разрушения, необходимо правильно определить состав возделываемых культур, их чередование и агротехнические приемы.

*Агротехнические противоэрозионные мероприятия*. Наиболее простыми мероприятиями по регулированию поверхностного стока талых вод являются вспашка, культивация и рядовой посев сельскохозяйственных культур поперек склона, по возможности параллельно основному направлению горизонталей.

*Лесомелиоративные противоэрозионные мероприятия*. Основными лесомелиоративными противоэрозионными мероприятиями являются: создание водорегулирующих лесополос в малолесных районах, создание водоохранных лесных насаждений вокруг прудов и водоемов, сплошные противоэрозионные лесопосадки на сильноэродированных крутосклонных и бросовых землях, непригодных для использования в сельском хозяйстве.

*Гидротехнические сооружения*. С помощью гидротехнических сооружений производится задержание, отвод и безопасный сброс той части атмосферных осадков, которую не удается задержать на прилегающих к оврагам полях агротехническими и лесомелиоративными приемами.

По назначению гидротехнические сооружения подразделяются **на три группы:** задерживающие стекающие в овраг стоковые воды на приовражной полосе; осуществляющие безопасный сброс поверхностных вод в овраги; укрепляющие дно и откосы оврага от дальнейшего размыва и разрушения.

**Контрольные вопросы:**

1. Дайте определение рекультивации земель и нарушенным землям.

2. Опишите этапы рекультивации нарушенных земель.

3. Покажите и опишите возможные направления рекультивации земель.

**Лекция 13. Технология сбора, удаления и складирования твердых бытовых отходов**

**Цель:** изучить систему сбора отходов, санитарно очистки и уборки населенных пунктов, а также методы утилизации твердо-бытовых отходов

**План лекции:**

1. Характеристика твердых бытовых отходов

2. Система сбора отходов, санитарной очистки и уборки населенных мест

3. Методы обезвреживания отходов

*Отходы производства и потребления* представляют собой остатки сырья, материалов, полуфабрикатов и иных изделий или продуктов, образовавшихся в процессе производства или потребления, а также товары (продукция), утратившие свои потребительские свойства.

Отходы классифицируются по: по происхождению, по агрегатному состоянию, по степени воздействия на человека и окружающую среду.

После сепарации ТБО подразделяют на: отходы из природных материалов (ОПМ), производственные отходы.

В международной практике ТБО классифицированы на три части, которые соответствуют трем «потокам отходов», входящих в общий состав ТБО, но отличающихся между собой способом переработки и/или захоронения: коммунальные отходы, опасные ТБО, другие ТБО.

Источники образования твердых бытовых отходов: *жилые*; *хозяйственные*, *коммунальные службы*, *учреждения*, *промышленность, сельское хозяйство.*

Различают три системы удаления отходов, образовавшихся в населенном пункте: сплавную, вывозную, смешанную. *Сплавная система* применяется в полностью канализованных населенных пунктах, в которых все жидкие и частично твердые отходы сплавляются по системе канализации. *Вывозная система* применяется в неканализованных населенных пунктах. В этом случае удаление жидких и твердых отходов осуществляется спецавтотранспортом. Такой способ удаления (вывоз) твердых отходов получил название очистки, а жидких – ассенизации. *Смешанная система* удаления отходов применяется в частично канализованных населенных пунктах.

Очистка населенных мест от твердых бытовых отходов предусматривает 3 этапа: сбор бытовых отходов; вывоз; обезвреживание и утилизацию.

В зависимости от организации двух первых этапов различают две схемы планово-регулярной очистки: планово-подворную и планово-поквартирную.

Вывоз бытовых отходов и мусора – деятельность специализированных организаций по перемещению отходов с мест их сбора к месту их утилизации.

В мировой практике известно более 20 методов обезвреживания и утилизации ТБО. Методы обезвреживания и переработки ТБО:

- по конечной цели делятсяна *ликвидационные* (решающие, в основном, санитарно-гигиенические задачи) и *утилизационные* (решающие и задачи экономики - использование вторичных ресурсов);

- по технологическому принципу на *биотермические* (поля запахивания, полигоны, поля компостирования, биокамеры, в сельской местности и в личных хозяйствах - компостные кучи, парники), *термические* (мусоросжигательные заводы, пиролиз), *химические* (гидролиз), *механические* (сепарация отходов с дальнейшей утилизацией, прессование в строительные блоки), *смешанные*.

Наибольшее практическое распространение в мировой и отечественной практике получили следующие методы:

- складирование на полигоне;

- сортировка и складирование на полигонах;

- сжигание (без предварительной сортировки) в различного типа топках с очисткой отходящих газов и утилизацией тепла или электроэнергии;

- сортировка и сжигание;

- компостирование (биотермическое обезвреживание с получением компоста и отделением металлической составляющей);

- сортировка и компостирование;

- компостирование и пиролиз (биотермическое обезвреживание с последующей классификацией и отделением металлов, минеральной и органической части и т. д.).

**Контрольные вопросы:**

1. Дайте определение твердо-бытовых отходов.

2. Покажите количество ТБО в Казахстане, их морфологически состав.

3. Расскажите процесс осуществления сбора и вывоза ТБО, а также санитарную очистку населенных пунктов.

4. Опишите наиболее распространенные методы утилизации ТБО.

**Лекция 14. Методы утилизации, обезвреживания, складирования и захоронения промышленных отходов и загрязнений**

**Цель:** изучить методы утилизации промышленных отходов, их складирования и захоронения

**План лекции:**

1. Источники и проблемы накопления твердых отходов

2. Методы утилизации и обезвреживания промышленных отходов и загрязнений

3. Складирование и захоронение промышленных отходов на свалках, полигонах и поверхностных хранилищах

Твердые отходы, поступающие в окружающую среду, можно разделить на 3 категории: ***промышленные, сельскохозяйственные и отходы городского хозяйства*** (бытовые отходы). Основная масса промышленных отходов (ПО) образуется на предприятиях следующих отраслей: горной и горно-химической промышленности (отвалы, шлаки, «хвосты» др.); черной и цветной металлургии (шлаки, шламы, колошниковая пыль и т.д.; металлообрабатывающих отраслей промышленности (стружка, бракованные изделия и т.д.); лесной и деревообрабатывающей промышленности (лесозаготовительные отходы; отходы лесопиления при изготовлении деревянных конструкций, мебели и др.); энергетического хозяйства, тепловых электростанциях (зола, шлаки); и смежных отраслей промышленности (фосфогипс, галит, огарок, шлаки, шламы, стеклобой, цементная пыль, отходы органических производств - резина, пластмассы и т. д.); пищевой промышленности (кость, шерсть и т. д.); легкой и текстильной промышленности.

*Классификация промышленных отходов,* образующихся в результате производственной деятельности человека, необходима как средство определения оптимальных путей использования или обезвреживания отходов. Обобщение и анализ литературных данных показывают, что классификация ПО основана на систематизации их по отраслям промышленности, возможностям переработки, агрегатному состоянию, токсичности и т.д.

Отходы возникают как в результате производственной деятельности, так и при потреблении. В соответствии с этим они подразделяются на отходы производства и отходы потребления.

***Отходами производства*** следует считать остатки сырья, материалов или полуфабрикатов, образовавшиеся при изготовлении продукции и полностью или частично утратившие свои потребительские свойства, а также продукты физико-химической или механической переработки сырья, получение которых не являлось целью производственного процесса и которые в дальнейшем могут быть использованы в народном хозяйстве как готовая продукция после соответствующей обработки или в качестве сырья для переработки.

***Отходами потребления*** считаются различного рода изделия, комплектующие детали и материалы, которые по каким-либо причинам не пригодны для дальнейшего использования. Эти отходы можно разделить на отходы ***промышленного*** и ***бытового потребления.*** К первым относятся, например, металлолом, вышедшее из строя оборудование, изделия технического назначения из резины, пластмасс, стекла и др.

Все виды отходов производства и потребления по возможности использования можно разделить, с одной стороны, на ***вторичные материальные ресурсы*** (BMP), которые уже перерабатываются или переработка которых планируется, и, с другой стороны, на отходы, которые на данном этапе развития экономики перерабатывать нецелесообразно и которые неизбежно образуют безвозвратные потери.

**Общая характеристика методов утилизации и обезвреживания промышленных отходов.** Все процессы переработки и обезвреживания отходов, в соответствии с принятой классификацией технологических процессов, можно разделить на физические, химические, физико-химические, биохимические и комбинированные.

В ***физических процессах*** изменяются лишь форма, размеры, агрегатное состояние и некоторые другие свойства отходов при сохранении их качественного химического состава. Эти процессы доминируют, например, при дроблении и измельчении вскрышных пород, хвостов обогащения, шлаков и зол, при окомковании тонкодисперсных материалов, брикетировании рудной мелочи, строительных отходов, в магнитных и электрических методах сепарации смешанных отходов, в процессах сушки и испарения.

***Химические процессы*** изменяют физические свойства исходного сырья и его качественный химический состав. Взаимодействие веществ в них осуществляется в стехиометрических соотношениях, определяемых уравнениями протекающих реакций.

***Физико-химические процессы*** переработки отходов широко применяются в индустриальных технологиях металлургии, основных химических производств, органического синтеза, энергетики и особенно в природоохранных технологиях т.п.). В утилизационных способах они образуют наиболее представительную группу методов, используемых в основном не столько для переработки и утилизации, сколько для обезвреживания промышленных и бытовых отходов. В этом плане можно назвать методы коагуляции и флокуляции, экстракции, сорбции, ионного обмена, флотации, ультрафиолетового облучения, радиационного воздействия и др.

***Биохимические процессы*** представляют собой химические превращения, протекающие с участием субъектов живой природы, выполняющих роль биологического катализатора. Они основаны на способности различных штаммов микроорганизмов разлагать или усваивать многие органические соединения. Биохимические превращения составляют основу жизнедеятельности живых организмов растительного и животного мира. Продуктом этих превращений являются вещества неживой природы. На использовании биохимических превращений построены многие технологии, например методы переработки сельскохозяйственной продукции, а также отходов с получением биогаза, очистки сточных вод и др.

**Первичная обработка твердых отходов.** Основными направлениями ликвидации и переработки твердых промышленных отходов (кроме металлоотходов) являются вывоз и захоронение на полигонах, сжигание, складирование и хранение на территории предприятия до появления новой технологии переработки их в полезные материалы. Первичную обработку отходов целесообразно проводить в местах образования отходов, что сокращает затраты на погрузочно-разгрузочные работы, снижает безвозвратные потери при их перевалке и транспортировке и высвобождает транспортные средства.

Основные операции первичной обработки металлоотходов – сортировка, разделка и механическая обработка. ***Сортировка*** заключается в разделении лома и отходов по видам металлов. ***Разделка*** лома состоит в удалении неметаллических включений. ***Механическая обработка*** включает рубку, резку, пакетирование и брикетирование на прессах.

**Сжигание твердых отходов. *Сжигание*** – наиболее распространенный способ термического обезвреживания ПО. Сжигание осуществляется в печах и топках различных конструкций.

**Пиролиз и газификация отходов. *Пиролиз*** (сухая перегонка) – процесс разложения отходов органических материалов, древесины и другого растительного сырья при их нагревании без доступа воздуха до 450-550 °С, приводящий к образованию ряда газообразных и жидких продуктов, а также твердого углеродного остатка (например древесного угля при переработке древесного сырья).

Промышленные отходы с соблюдением определенных условий можно складировать и захоранивать на свалках и полигонах твердых бытовых отходов (ТБО). Их складируют на грунт с соблюдением условий, обеспечивающих защиту от загрязнения атмосферы, почвы, поверхностных вод, препятствующих распространению болезнетворных микроорганизмов.

**Контрольные вопросы:**

1. Дайте определения основным терминам в области обращения с отходами

2. Перечислите основные методы утилизации и обезвреживания промышленных отходов, опишите основные способы

3. Опишите процессы захоронения и складирования промышленных отходов

**Лекция 15. Радиоактивные отходы и методы их сбора, хранения, переработки и захоронения**

**Цель:** изучить классификацию радиоактивных отходов, а также методы их сбора, переработки и захоронения

**План лекции:**

1. Определение, источники образования и классификация радиоактивных отходов

2. Масштабы и проблемы радиоактивного загрязнения

3. Обращение с РАО

К ***радиоактивным отходам (РАО)*** относят не подлежащие дальнейшему использованию вещества и материалы технологического происхождения, в которых ионизирующая активность радионуклидов превышает допустимые уровни. Следует отметить, что РАО локализуются в относительно небольших объемах. Этим они отличаются от радиоактивных выбросов, которые поступают в окружающую среду неконтролируемо и рассеиваются в ней.

*Источники РАО:* отходы, образующиеся на всех стадиях ядерного топливного цикла (ЯТЦ), применение радиоактивных препаратов и облучателей в медицине, применение в научных исследованиях, производство радиоизотопов, промышленные и другие применения, радиоактивные материалы с природными радионуклидами.

*Классификация на концептуальном уровне,*т.е. для выработки стратегии обращения с радиоактивными отходами на уровне государства, можно рассматривать основные источники РАО и их общие количества, т.е. классифицировать отходы по источникам их образования:

*Классификация на уровне государственного регулирования*. На уровне государственного регулирования важно иметь информацию о потенциальной опасности образующихся отходов и регламентировать требования обеспечения безопасности. Для этого необходимо классифицировать РАО по этому критерию и определить требования по обращению с отходами разного уровня потенциальной опасности.

*Классификация на эксплуатационном уровне*, когда помимо обязательной классификации РАО в соответствии с требованиями государственного регулирования, существует необходимость дополнительного разделения отходов на потоки внутри каждого класса, позволяющие не только эффективно использовать существующие технологии обработки и кондиционирования, но и обеспечить безопасность и требования к качеству конечных форм и упаковок отходов. Последние требования определяются требованиями к транспортировке, хранению и захоронению отходов для каждого класса.

*По агрегатному состоянию* *РАО* классифицируют на твердые, жидкие и газообразные.

**Система классификации отходов МАГАТЭ,** в основе которой лежит учет вариантов окончательного захоронения РАО. Основным признаком классификации служит длительность распада нуклида т.к. требования к технологии захоронения отходов во многом определяются временем, в течение которого отходы сохраняют токсичность. Согласно этой системе классификации отходы подразделяются на следующие категории: *отходы, освобожденные от контроля*, *низко и среднеактивные отходы, высокоактивные отходы*.

Масштабы и проблемы радиоактивного загрязнения определяются наличием уранодобывающих и перерабатывающих предприятий, объектов ядерного военно-промышленного комплекса, включая полигоны испытаний ядерного оружия, энергетикой, системой пунктов хранения и захоронения РАО, исследовательскими реакторами, ядерным оружием, техногенными катастрофами.

Существующая схема обращения с РАО включает несколько стадий: улавливание – технологическая обработка (концентрирование, упаковка) – хранение – захоронение. В зависимости от ряда факторов, прежде всего агрегатного состояния и активности отходов, эта схема может видоизменяться, усиливая, снижая или даже полностью исключая ту или иную стадию.

**Контрольные вопросы:**

1. Приведите классификацию РАО.

2. Покажите масштабы радиоактивного загрязнения в мире и в РК.

3. Покажите эффективные методы сбора, хранения и захоронения РАО.