

1 Лекция №1. Предмет инженерной экологии. Энергетика и окружающая среда.

Содержание лекции: предмет, содержание и цель курса «Инженерная экология»; состояние и проблемы влияния человеческой деятельности на окружающую среду; анализ и оценка воздействия объектов энергетики на окружающую среду; экологическая обстановка в Республике Казахстан.

Цель лекции: определить цель курса в подготовке бакалавра по специальности «Теплоэнергетика»; ознакомить с проблемами влияния человеческой деятельности на окружающую среду; дать оценку воздействия объектов энергетики на окружающую среду; провести анализ экологической обстановки в Республике Казахстан.

1.1 Содержание курса «Инженерная экология»

Экология (греч. oikos – дом, logos – наука) – наука, изучающая условия существования живых организмов, их взаимосвязь между собой и средой, в которой они обитают. Термин предложен в 1886 году Эрнстом Геккелем.

Антропогенная экология – это наука, исследующая общие законы взаимодействия биосферы и человека, влияние природной среды на человека.

Инженерная экология – прикладная дисциплина, представляющая собой систему научно обоснованных инженерно-технических мероприятий, направленных на сохранение качества окружающей среды

в условиях растущего промышленного производства.

Биосфера (греч. bios – жизнь, spharia – шар) – оболочка Земли, в которой развивается жизнь разнообразных организмов, охватывающих нижнюю часть атмосферы, гидросферу и верхнюю часть литосферы. Человеческое общество является одним из этапов развития жизни на Земле, т.е. одним из этапов биогенеза. Отличительной чертой биогенеза на современном этапе эволюции является влияние разума. Соответственно происходит постепенное превращение биосферы в ноосферу.

Ноосфера – сфера разума, высшая стадия развития биосферы, связанная с возникновением и развитием в ней человечества, когда разумная деятельность становится главным определяющим фактором глобального развития.

Одним из центральных в инженерной экологии является понятие экологическая система (экосистема) – это совокупность совместно обитающих разных видов организмов и условий их существования, находящихся в закономерной взаимосвязи друг с другом.

2 Лекция №2. Законодательная база экологической политики Республики Казахстан

Содержание лекции: правовая охрана окружающей среды; основные законодательные акты в области охраны окружающей среды; организация и управление природопользованием; ответственность за нарушение природоохранного законодательства.

Цель лекции: изучить основные положения Программы устойчивого развития РК, закона РК об охране окружающей среды; стратегические цели и задачи Концепции экологической безопасности РК; дать знания по организации и управлению природопользованием.

2.1 Правовая охрана окружающей среды

Предметом экологического права является совокупность правовых норм, регулирующих общественные отношения в сфере взаимодействия общества и природы.

Источниками экологического права Республики Казахстан могут быть нормативно-правовые акты, которые содержат эколого-правовые нормы и требования или носят чисто экологическую природоохранную направленность и характер.

2.1.1 Одним из источников экологического права в первую очередь является Конституция Республики Казахстан от 30 августа 1995 года

В ст. 6 закреплено: «Земля и ее недра, воды, растительный и животный мир, другие природные ресурсы находятся в государственной собственности на основаниях, условиях и в пределах, установленных законом».

В развитие ст.1 о том, что «Республика Казахстан утверждает себя демократическим, правовым и социальным государством, высшими ценностями которого являются человек, его жизнь, права и свободы», Конституция закрепляет цель государства на «охрану окружающей среды, благоприятной для жизни и здоровья человека» (ст.31). На реализацию данной нормы, а также обязанности государства информировать население об экологических опасностях направлен п.2 ст.31 «Скрытие должностными лицами фактов и обстоятельств, угрожающих жизни и здоровью людей, влечет ответственность в соответствии с законом».

Определяя эколого-правовой статус человека и гражданина, наряду с правами, Конституция РК устанавливает и обязанности в области охраны окружающей: «Граждане РК обязаны сохранять природу и бережно относиться к природным богатствам» (ст.38).

3 Лекция №3. Основы экологического нормирования

Содержание лекции: регламентация качества окружающей среды через ПДК, ПДВ, ВСВ, ПДС, ОБУВ; экологическая документация на теплоэнергетических объектах; проекты нормативов ПДВ, ПДС; экологическая экспертиза; экологический аудит; сертификация качества окружающей среды.

Цель лекции: дать знания по регламентации качества окружающей среды; ознакомить с методикой составления экологической документации на теплоэнергетических предприятиях; научить пользоваться нормативными документами при проведении экологической экспертизы и аудита; сертификации качества окружающей среды.

3.1 Регламентация качества окружающей среды через ПДК, ПДВ, ВСВ, ПДС

Целью нормирования выбросов тепловых электрических станций является ограничение неблагоприятного воздействия ТЭС на воздушный бассейн путем разработки предельно допустимых выбросов (ПДВ) – контрольных в г/с и годовых в т/год, обеспечивающих соблюдение санитарно-гигиенических нормативов; установления планов-графиков по достижению уровня ПДВ, временно согласованных выбросов (ВСВ), а также технологических норм выбросов для каждой котельной установки.

Предельно допустимой концентрацией (ПДК) называется такая концентрация вредного вещества в атмосферном воздухе на уровне дыхания человека, которая не оказывает на организм человека прямого или косвенного воздействия, не снижает его работоспособности, не влияет на его самочувствие или настроение.

Для каждого из выбрасываемых в атмосферу вредных веществ должно соблюдаться условие

$$\frac{C_i}{ПДК_i} \leq 1 \quad (3.1)$$

где C_i – приземная концентрация вредного вещества, мг/м³.

Для веществ, для которых установлены только среднесуточные предельно допустимые концентрации (ПДК_{с.с}), максимально разовые

предельно допустимые концентрации (ПДК_{м.р}) определяются по следующему приближенному соотношению

$$ПДК_{м.р} = 10 ПДК_{с.с} \quad (3.2)$$

При одновременном содержании в атмосферном воздухе нескольких вредных веществ одностороннего действия их допустимые приземные концентрации (C_i) должны удовлетворять следующему условию:

$$\frac{C_1}{ПДК_1} + \frac{C_2}{ПДК_2} + \dots + \frac{C_i}{ПДК_i} \leq 1 \quad (3.3)$$

Предельно допустимый выброс (ПДВ) – это такой максимальный выброс вредных веществ каждым источником загрязнения атмосферы (г/с или т/год), который в сумме с выбросами остальных источников не приводит к превышению приземных концентраций данного вещества над значением ПДК. Если по каким – либо причинам не удается обеспечить ПДК вредного вещества в приземном слое, то вместо ПДВ устанавливается временно согласованный выброс (ВСВ). Нормы ВСВ могут быть установлены только для действующего предприятия и на каждый год нормируемого периода.

Для минимизации влияния примесей сбросных вод на качество поверхностных природных вод для каждой точки отвода сточных вод установлены нормативы предельно допустимых сбросов вредных веществ (ПДС), исходя из условия не превышения предельно допустимой концентрации вредных веществ в контрольном створе водоема. Временно допустимый сброс (ВДС) устанавливается в том случае, если концентрация токсичных веществ в сточной воде превышает величину ПДК, но утверждающие органы согласовали сброс временно, на определенный период с тем, чтобы не закрывать предприятие.

Для вредных веществ, ПДК которых не утверждены Министерством здравоохранения, определены (обычно на 3 года) ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ). Таких веществ в настоящее время насчитывается более 1300 наименований.

4 Лекция №4. Золоулавливание на тепловых электростанциях

Содержание лекции: характеристика вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу при сжигании топлива; основы теории золоулавливания; обеспыливающие и каплеулавливающие устройства мокрого, комбинированного и конденсационного действия; принцип действия, конструкции и расчет электрофильтра.

Цель лекции: изучить свойства токсичных веществ, выделяющихся при сжигании топлива; ознакомить с основными положениями теории золоулавливания; дать знания по устройству, принципам работы устройств, расчету электрофильтра.

4.1 Характеристики вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу при сжигании топлива

Оксид азота NO – бесцветный газ, $T_{\text{кип}} = -151,8^{\circ}\text{C}$. При высоких температурах устойчив. При нормальных температурах частично переходит в диоксид азота NO_2 .

Диоксид азота NO_2 – пар буро-красного цвета, $T_{\text{кип}} = 20,7^{\circ}\text{C}$. Ядовитое вещество, сильно действующее на кровь и нервную систему. Раздражает и прижигает дыхательные пути, приводит к отеку легких, уменьшает кислородное снабжение организма, нарушает деятельность центральной нервной системы. Оксиды азота приводят к преждевременному разрушению материалов покрытий, наносят вред растениям.

Сернистый ангидрид SO_2 – бесцветный газ с острым запахом,

$T_{\text{кип}} = -10^{\circ}\text{C}$. Растворяясь в воде, образует сернистую кислоту. Обладает восстановительными свойствами. Раздражает дыхательные пути, оказывает общее действие на организм, нарушая обменные и ферментативные процессы. Ускоряет коррозию металлов, разрушает материалы.

Серный ангидрид SO_3 – бесцветная жидкость, $T_{\text{кип}} = 44,9^{\circ}\text{C}$. Раздражает дыхательные пути. Во влажном воздухе образует туман

серной кислоты. Физическое и биологическое действие аналогично с сернистым ангидридом.

5 Лекция №5. Снижение выбросов оксидов серы. Газоочистка на атомных электростанциях

Содержание лекции: удаление серы на нефтеперерабатывающих заводах; переработка сернистых топлив перед сжиганием на ТЭС; очистка продуктов сгорания от оксидов серы; газоочистка на АЭС.

Цель лекции: изучить пути снижения выбросов оксидов серы; ознакомить с вопросами дезактивации газообразных радиоактивных отходов и очистки вентиляционного воздуха на атомных электростанциях.

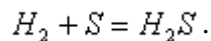
5.1 Очистка топлива от серы

Вопросы снижения выбросов оксидов серы, особенно на ТЭС, являются весьма актуальными. Уменьшение выбросов сернистых соединений в атмосферу может идти по трем направлениям: очистка нефтяного топлива от серы на нефтеперерабатывающих заводах; глубокая переработка жидкого или твердого топлива на ТЭС с получением газообразного топлива и последующей его очисткой от сернистых соединений (энерготехнологическое использование топлива); очистка дымовых газов от оксидов серы.

5.1.1 Удаление серы на нефтеперерабатывающих заводах

При переработке нефти на нефтеперерабатывающих заводах в легкие фракции переходит небольшое количество серы, а подавляющая часть сернистых соединений (70 – 90%) концентрируется в высококипящих фракциях и остаточных продуктах, входящих в состав мазута.

Удаление серы из нефтяных топлив можно осуществить гидроочисткой (гидрогенизация, или каталитическое гидрирование). При этом происходит взаимодействие водорода с сероорганическими соединениями, и образуется сероводород H_2S , который затем улавливается и может использоваться для получения серы и ее соединений. Процесс протекает при температуре 300-450⁰С и давлении до 10 МПа в присутствии катализаторов – оксидов молибдена, кобальта и никеля:



6 Лекция №6. Методы подавления выбросов оксидов азота и углерода, продуктов неполного сгорания топлива. Рассеивание выбросов промышленных предприятий в атмосфере

Содержание лекции: снижение выбросов оксидов азота и углерода в атмосферу; борьба с выбросами продуктов неполного сгорания топлива; рассеивание выбросов загрязняющих веществ в атмосфере; методики расчета рассеивания выбросов и выбор дымовых труб.

Цель лекции: изучить условия образования оксидов азота и способы снижения их концентраций в топочных камерах парогенераторов ТЭС; ознакомить с методикой расчета рассеивания токсичных выбросов ТЭС в атмосферу и выбора высоты дымовых труб электростанций.

6.1 Снижение выбросов оксидов азота в атмосферу

6.1.1 Условия образования оксидов азота в парогенераторах ТЭС.

Оксиды азота образуются за счет окисления содержащегося в топливе азота и азота воздуха

6.1.2 Способы снижения концентраций NO в топочных камерах парогенераторов.

6.2 Борьба с выбросами продуктов неполного сгорания топлива

6.3 Рассеивание выбросов загрязняющих веществ в атмосфере

Среди процессов, происходящих в атмосферном воздухе при поступлении в него вредных выбросов от промышленных предприятий, следует выделить рассеивание этих примесей в атмосферном воздухе, в результате чего происходит снижение их концентрации. Причем, с увеличением расстояния от точки выброса эти концентрации снижаются до безопасных уровней.

6.4.1 Методика расчета рассеивания выбросов в атмосфере.

Предельно допустимые выбросы загрязняющих веществ промышленными предприятиями в атмосферу регламентируются ГОСТ 17.2.3.02-78 и ОНД-90.

Основой нормативного метода является максимальное значение приземной концентрации C_M . Например, для горячих точечных источников ()

$$\Delta T > 0$$

$$C_m = \frac{AMFmn}{H^2 \sqrt[3]{V_1 \Delta T}}$$

(6.1)

где H - высота трубы, м; M - расход выбрасываемого в атмосферу вещества (мощность выбросов), г/с; $\Delta T = T_r - T_v$ - разность температур выбрасываемых газов и атмосферного воздуха; V_1 - полный объем выбрасываемых (дымовых) газов на срезе трубы; A - коэффициент, учитывающий рассеивающие свойства атмосферы; F, m, n - коэффициенты, определение которых дано ниже.

Для источников, температура выброса которых мало отличается от температуры воздуха ($\Delta T \approx 0$), используется уравнение

$$C_m = \frac{AMFmnK}{H^{3/4}}$$

(6.2)

Для горячих источников расстояние от источника выбросов до точки, где приземная концентрация достигает максимального значения C_m , определяется по формуле

$$X_m = \frac{5 - F}{4} Hd$$

(6.3)

Мощность горячих ($\Delta T > 0$) выбросов, соответствующая заданному значению максимальной концентрации $C_m, \text{мг/м}^3$, определяется по формуле

$$M = \frac{C_m H^2}{AFmn} \sqrt[3]{V_1 \Delta T}$$

(6.4)

Мощность холодных выбросов при $f \geq 100$ или $\Delta T \approx 0$, находится из выражения

$$M = \frac{C_m H^{4/3} 8V_1}{AFnD}$$

(6.5)

Высота источника H , соответствующая значению C_m в случае $\Delta T \approx 0$ определяется по формуле

$$H = \left(\frac{AMFD}{8V_1 C_m} \right)^{3/4}$$

(6.6)

трубы – рассеивание содержащихся в дымовых газах вредных веществ так, чтобы их концентрация в приземном слое не превышала предельно допустимых концентраций (ПДК).

7 Лекция №7. Загрязнение водных бассейнов производственными сточными водами

Содержание лекции: процессы, протекающие в водоемах и условия сброса сточных вод; классификация сточных вод; методы утилизации сточных вод; классификация методов очистки сточных вод; очистка сточных вод теплоэлектростанций; сточные воды атомных электростанций и их очистка.

Цель лекции: ознакомить с условиями сброса сточных вод; изучить классификацию сточных вод и методы их утилизации; дать знания по основным методам очистки сточных вод теплоэлектростанций и атомных электростанций.

7.1 Процессы, протекающие в водоемах, и условия сброса

СТОЧНЫХ ВОД

Водоёмы являются не только сборниками воды, в которых вода усредняется по качеству, но в них непрерывно протекают процессы изменения состава примесей – приближение к равновесию, которое может быть нарушено в результате многих причин, но особенно в результате сброса сточных вод.

Отклонение от равновесия интенсифицируют процессы, приводящие водоем в оптимальное для него состояние, которые называются процессами самоочищения водоема. Важнейшие из этих процессов следующие:

- осаждение грубодисперсных и коагуляция коллоидных примесей;
- окисление (минерализация) органических примесей;
- окисление минеральных примесей кислородом;
- нейтрализация кислот и оснований за счет буферной емкости воды водоема (щелочности), приводящая к изменению значения pH;
- гидролиз ионов тяжелых металлов, приводящий к образованию их малорастворимых гидроксидов и выделению их из воды;
- установление углекислотного равновесия (стабилизация) в воде, сопровождающееся или выделением твердой фазы (CaCO_3), или переходом части ее в воду.

8 Лекция №8. Мониторинг окружающей среды. Экологический риск и экономические аспекты природоохранной деятельности

Содержание лекции: мониторинг окружающей среды; экологический риск; технико-экономическое обоснование природоохранных мероприятий.

Цель лекции: изучить виды мониторинга, методы измерений концентраций, методику расчета класса опасности производства; ознакомить с понятием «экологический риск»; дать характеристику экологически опасной ситуации; провести технико-экономическое обоснование природоохранных мероприятий.

8.1 Мониторинг окружающей среды

В связи с развитием новых технологических процессов и вводом современных нормативов на выбросы активно разрабатываются и внедряются системы непрерывного контроля - мониторинга вредных выбросов ТЭС в атмосферу.

Существует два вида мониторинга вредных выбросов:

- мониторинг, который определяет содержание вредных веществ в атмосфере и контролирует ее текущее состояние;
- производственный мониторинг, который обеспечивает контроль конкретного источника выбросов.

Производственный мониторинг применяется для контроля промышленных источников вредных выбросов, таких, как ТЭС, котельные и другие. Задачами этого вида мониторинга являются

- определение массовых выбросов конкретного источника;
- выполнение расчетов загрязнения территории, прилегающей к источнику загрязнения;
- проведение контроля предельно допустимых выбросов (ПДВ) и временно согласованных выбросов (ВСВ);
- расчет платы за выбросы и разработка мероприятий по внедрению природоохранных мероприятий по снижению вредных выбросов.

К настоящему времени известно большое количество различных физико-химических методов, позволяющих инструментально определять газовый состав продуктов сгорания.

Метод газовой хроматографии состоит в разделении адсорбционным способом газовой смеси при пропускании ее совместно с потоком газа – носителя через слой пористого адсорбента и последующим поочередным измерением содержания каждого выделившегося компонента электрическим методом.

Каталитический метод основан на определении теплового потока, возникающего при каталитической реакции исследуемого компонента со вспомогательным веществом.

Электрохимические методы подразделяют на кондуктометрический и кулонометрический. Работа кондуктометрических анализаторов

заключается в регистрации изменений электропроводности раствора, возникающих в результате поглощения газовой смеси. Кулонометрический метод заключается в непрерывном автоматическом титровании вещества реагентом, электрохимически генерируемым на одном из электродов в реакционной среде.

Эмиссионные методы анализа основаны на измерении интенсивности излучения анализируемой газовой смеси. Сущность метода состоит в том, что исследуемые молекулы приводят в состояние оптического возбуждения, затем регистрируют интенсивность люминесценции или флуоресценции, возникающей при возвращении их в равновесное состояние.

Абсорбционные методы основаны на способности веществ избирательно поглощать лучистую энергию в характерных участках спектрального диапазона.

8.2 Экологически опасная ситуация и понятие «экологический риск»

Анализ и оценка опасностей и угроз проводится на всех стадиях жизненного цикла объекта, начиная с создания объекта и заканчивая его утилизацией, и носит прогнозный характер. Количественной мерой, применяемой при оценке ситуации, является риск. Риск представляет собой вероятностную меру возникновения техногенных процессов или природных

явлений, сопровождающихся формированием и действием вредных факторов и нанесенного при этом социального, экономического, экологического и других видов ущерба.

Под экологическим риском в широком смысле следует понимать риск ухудшения качества компонентов окружающей среды, ее природных и природно-антропогенных образований, деградации флоры и фауны и уменьшения видового разнообразия, дегармонизации естественных процессов. Под экологическим риском в узком смысле понимается вероятность наступления гражданской ответственности за нанесение ущерба окружающей среде, а также жизни и здоровью третьих лиц.

Экологические риски как категория промышленной деятельности чаще всего определяются с помощью данных о вероятностях P_i наступления событий и последствиях X_i реализации этих вероятностей.

$$r(x) = \sum_{i=1}^n P_i X_i \quad (8.1)$$

где $r(x)$ – величина экологического риска;

P_i – вероятность наступления неблагоприятного события, доли единицы;

X_i – последствие от реализации неблагоприятного события (например, величина экологического риска) в натуральном или стоимостном выражении.

При возможных авариях на промышленных, энергетических и иных объектах, которые вызывают тяжелые последствия и, прежде всего гибель людей, риск принято выражать следующим образом:

$$R_s = \sum_i^l W_i N_i \quad (8.2)$$

где W_i – частота i -й аварии;

N_i – количество смертельных случаев, обусловленных ею;

l – возможное число всех аварий на данном объекте.