Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Ивановский государственный политехнический университет»

Кафедра нанотехнологий, физики и химии

Т.В. Чеснокова, М.В. Лосева, В.Е. Румянцева

ЭКОЛОГИЯ

Учебно-методическое пособие

Иваново 2019

Составители: Т.В. Чеснокова, М.В. Лосева, В.Е. Румянцева

УДК 504.03:697(075.8)

Т.В.Чеснокова Экология: Учебно-методическое пособие/

Т.В.Чеснокова, М.В.Лосева, В.Е.Румянцева,; ГОУВПО Ивановский гос. политехнический университет. – Иваново, 2019. – 72 с.

Промышленные объекты являются крупным источником поступления вредных веществ в атмосферу, гидросферу и литосферу. Решение проблемы экологического оздоровления перечисленных составляющих биосферы явля­ется актуальной в современный период. В мероприятиях, направленных на решение этой проблемы, необходимо определять экономическую эффектив­ность осуществления природоохранной деятельности.

Учебное пособие содержит программу курса, структуру тем, теоретическое введение и расчетные задачи по основным разделам.

Издание предназначено для самостоятельной работы студентов разных направлений всех форм обучения.

Библиогр.: 12 назв.

**ВВЕДЕНИЕ**

По мере ускорения темпов научно-технического прогресса, воздействия людей на природу становится все более мощным. В настоящее время оно уже соизмеримо с действием природных факторов, что приводит к качественному изменению соотношения сил между обществом и природой. На современном этапе человечество поставлено перед фактом возникновения в природе необратимых процессов новых путей перемещения и превращения энергии и вещества. В природу внедряется все больше и больше новых веществ, чуждых ей, порой токсичных для организмов. Часть из них не включается в естественный круговорот и накапливается в биосфере, что приводит к нежелательным экологическим последствиям.

Накопление промышленных отходов способствует повышению заболеваемости людей и животных, ускорению коррозии машин и металлического оборудования, снижению урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивности животноводства, ускоренному и нерациональному использованию природных ресурсов и энергии, ухудшению многих свойств экологических систем, гибели некоторых уникальных природных территориальных комплексов, исчезновению отдельных видов животных и растений.

Целью предлагаемого учебно-методического пособия является формирование у студентов экологической этики, представлению о человеке как части природы, о единстве и самоценности всего живого и невозможности выживания человечества без сохранения биосферы.

Кроме того, данное учебно-методическое призвано сформировать у студентов умение оценивать жизнедеятельность людей и результаты производства с позиций сохранения природной и культурной среды, способности направлять свою профессиональную деятельность на сохранение биосферы, как среды обитания человека.

**ТЕМА 1. ОБЩАЯ ЭКОЛОГИЯ**

***Структура темы***

**1.1.Экология. Экосистема**

1. Термин экология. Наука экология. Предмет и методы экологии. История развития экологии.

2. Понятие экосистемы (биогеоценоза). Неживой (абиотический) и живой (биотический) компоненты экосистемы, их взаимосвязь. Развитие экосистемы.

3. Основные составляющие неживого компонента экосистемы, их роль в экосистеме. Понятие лимитирующего экологического фактора.

4. Живой компонент экосистемы, его составляющие. Биологический (малый) круговорот веществ. Пищевые цепи и сети. Перенос и преобразование энергии и вещества в экосистеме.

**1.2. Биосфера и человек**

5. Термин биосфера. Структура биосферы. Свойства и строение биосферы (атмосферы, гидросферы и литосферы). Формирование биосферы и эта­пы ее развития.

6. Поток энергии и вещества в биосфере. Взаимосвязь живого и неживого в биосфере.

7. Круговороты веществ в биосфере (круговороты углерода, азота, кремния и кальция.

8. Человечество как часть биосферы. Понятия техносферы и ноосферы. Ресурсная емкость биосферы.

9. Экологический кризис. Последствия загрязнения гидросфе­ры (влияние загрязнений на здания, сооружения и здоровье человека).

# ***Теоретическое введение***

При изучении любой научной или практической проблемы, учебной дисциплины часто используются специальные термины и понятия. Рассмотрим основные термины и понятия, которые будут использованы при изложении различных тем и дадим им определения.

**Основные понятия и термины**

**Экология** – это наука о взаимоотношениях организмов между собой и окружающей средой. Термин «экология» означает «науку о жилище», «науку о земном хозяйстве». Термин «экология» был введен в 1866 году немецким биологом Э. Геккелем.

Предметом изучения экологии являются взаимосвязи между организмами и окружающей средой.

Экология связана со многими дисциплинами биологического цикла: с физиологией, гистологией (наука о тканях), биохимией, генетикой. Экология также связана с гуманитарными дисциплинами, такими как история, философия, социология, экономика.

Современная экология имеет огромное количество направлений: общая экология, космическая экология, экологическая физиология, видео экология, социальная экология, инженерная экология, строительная экология и т.д.

Наука экология выделилась в самостоятельную в 1900 году, а в 60-е годы экология приобрела прикладное значение.

**Окружающая среда** – это окружающие человека экологические факторы: производственные, бытовые, природные, социально-экономические. Это совокупность природной среды и социально-экономических факторов.

**Природная среда** – это абиотические (неживые), биотические (живые), факторы производства .В природную среду включают естественные и искусственные экосистемы (ландшафты).

**Качество окружающей среды** – состояние окружающей среды, которое характеризуется физическими, химическими, биологическими и иными показателями и (или) их совокупностью.

**Природные ресурсы** – компоненты природной среды, природные объекты и природно-антропогенные объекты, которые используются или могут быть использованы при осуществлении хозяйственной и иной деятельности в качестве источников энергии, продуктов производства и предметов потребления и имеют потребительскую ценность.

**Загрязняющее вещество** – вещество или смесь веществ, количество и (или) концентрация которых превышают установленные для химических веществ, в том числе радиоактивных, иных веществ и микроорганизмов нормативы и оказывают негативное воздействие на окружающую среду.

**Мониторинг окружающей среды** – (экологический мониторинг) – комплексная система наблюдений за состоянием окружающей среды, оценки и прогноза изменений состояния окружающей среды под воздействием природных и антропогенных факторов.

**Экосистема** – это экологическая единица, которая состоит из 2 компонентов, взаимосвязанных друг с другом: живого и неживого (биотического и абиотического). Другими словами, экосистема состоит из сообщества и факторов окружающей среды.

**Сообщество** – это совокупность особей разных видов, которые связаны пищевыми взаимоотношениями и обитают при сходных условиях среды.

**Популяция** – это группа особей одного вида, которая занимает определенную территорию. Они свободно скрещиваются между собой и дают плодовитое потомство.

**Биогеоценоз** – это элементарная экологическая единица, синоним экосистемы.

**Биоценоз, биота, биом** – синонимы сообщества.

**Геоценоз** – совокупность факторов среды.

**Экосистема**

**Экосистема** - это экологическая единица, которая состоит из двух компонентов, взаимосвязанных друг с другом: живого и неживого (биотического и абиотического).

Экосистемы могут быть наземными и водными (пресноводными и морскими). Экосистемы различаются по размеру: микроэкосистемами , мезоэкосистемами, макро – и мегаэкосистемами ( глобальными – вся биосфера). Экосистемы также подразделяются на антропогенные ( искусственные ) и природные или естественные.

Экосистема включает в себя:

**- абиотический компонент (неживое), геоценоз или факторы неживой среды обитания:**

- климатические факторы;

- почва (эдафические, почвенные факторы)/вода;

- орографические факторы (рельеф);

- химические факторы среды ( рН-среды, соленость воды и т.д.);

**- биотический компонент (живое):**

Сообщество:

- автотрофы, гетеротрофы

- продуценты, консументы, редуценты;

- факторы питания;

- взаимоотношения между членами сообщества (пространственные, пищевые, поведенческие и др.)

**Факторы среды обитания**

Среди климатических факторов лимитирующими для многих организмов может быть температура, влажность, атмосферное давление, освещенность. Определяющее значение для многих животных и растений может иметь рельеф или наличие доступных пищевых ресурсов при данных условиях. Все факторы среды прямо или опосредовано действующие на организмы составляют их среду обитания.

Каждый организм занимает определенное место и играет свою роль в экосистеме – это и есть понятие э**кологической ниши.**

**Лимитирующие (ограничивающие) факторы**

В 1840 г. немецкий химик Ю. Либих, составляя рецептуру минеральных удобрений для зерновых, обнаружил, что растения очень чувствительны к содержащимся в почве микроэлементам (например, к бору). На основе этого явления он сформулировал ***закон минимума***: урожай и его устойчивость в последующем зависит от факторов, находящихся в недостатке (в минимуме).

В 1911-1914 г. У. Шелфорд ввел понятие зоны толерантности или устойчивости и обосновал ***закон толерантности***. По его мнению, жизнедеятельность организмов протекает между крайними точками – точкой экологического минимума и точкой экологического максимума. В середине этой зоны находится зона оптимума. Те факторы, которые приближаются к границам зоны толерантности (зоны переносимого) или выходят за ее пределы, называются лимитирующими или ограничивающими факторами (рис. 1).



Рис. 1 . Зона толерантности

Организмы, которые имеют узкую зону толерантности называются *стенобионтами*; организмы, которые имеют широкую зону переносимого к различным факторам – *эврибионты*.

**Биотический компонент экосистемы. Взаимоотношения организмов внутри сообщества**

Все организмы подразделяются на две группы в зависимости от типа обмена веществ и питания:

**Автотрофы** – зеленые растения, водоросли, различные микроорганизмы, которые производят органические вещества из неорганических веществ.

**Гетеротрофы** питаются готовыми органическими веществами. Могут быть растительноядными, плотоядными.

По роли в экосистеме все живые организмы подразделяются на:

**Продуценты** **(производители)** – зеленые растения, водоросли, бактерии. Они производят на свету органические вещества из неорганических в процессе фотосинтеза.

**Консументы (растратчики)** тратят накопленную энергию химических связей – от растительноядных до плотоядных. Плотоядные подразделяются на хищников (питаются живой пищей) и падальщиков (питаются мертвой пищей). Также выделяют организмы смешанного типа питания.

**Редуценты (восстановители).** Они разлагают органические вещества до неорганических, восстанавливая их запас для растений (рис. 2).

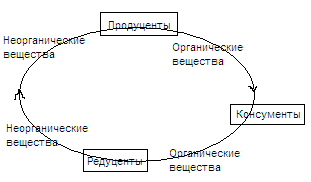


Рис.2 Малый или биологический круговорот веществ или энергии в экосистеме

Организмы, которые питаются друг другом, **называются трофической или пищевой цепью.** Каждое звено пищевой цепи называется **трофическим уровнем**.

Пищевые цепи и в водных и в наземных экосистемах бывают 2 типов: пастбищные и детритные. В природе пищевые цепи переплетаются, образуя **сети**.

**Передача энергии и вещества через экосистему.**

Солнечная энергия преобразуется экосистемой в энергию химических связей с помощью зеленых растений, впоследствии эта энергия становиться для других членов сообщества пищей. Каждый организм питаясь, расходует свою энергию так: совершает работу, при этом большая часть энергии рассеивается в виде тепла. Часть энергии, которая усваивается организмом из полученной пищи, включается в биомассу (т.е. тратится на продукцию тела). Каждому последующему трофическому уровню достается энергии меньше, чем предыдущему (из-за затрат). Кроме того, последующий уровень получает в пищу лишь ту энергию, которая включена в биомассу предыдущего.

**Взаимоотношения между членами сообщества**

Особи в сообществах могут находиться в нейтральных и конкурентных взаимоотношениях.

**Конкуренция** возникает между представителями видов, которые нуждаются в сходных ресурсах. Конкуренция может быть за пищу, за пространство.

**Комменсализм** – это такие взаимоотношения, когда особь одного вида получает какие-то преимущества, а особь другого вида не получает ничего. Например, мелкие рыбки, которые питаются остатками пищи крупных рыб; круглые черви, которые питаются остатками пищи. Такие взаимоотношения основаны на терпимости со стороны одного вида.

**Мутуализм** (начиная с симбиоза, заканчивая содружеством). Пример симбиоза – лишайник – результата симбиоза двух организмов: водоросли и гриба или взаимоотношения клубеньковых азотфиксирующих бактерий и бобовых. Содружество – менее тесные взаимоотношения, нежели симбиотические, тем не менее, виды получают взаимную выгоду от взаимоотношений. Например, цапли и крачки: крачки рядом с цаплями устраивают гнездо, т.к. цапли обладают внушительным клювом и защищают гнездовья, а самцы цапель воруют материалы для постройки гнезда у крачек.

**Аменсализм** встречается редко, в основном, у грибов, растений и микроорганизмов. Это ингибирование (подавление) одним видом другого. Например, ястребинка волосистая, выделяя ядовитые вещества в почву, вытесняет растения других видов из своих мест обитания.

**Хищничество**. Хищник питается жертвой, схватывая и убивая ее. Чаще всего, хищник крупнее и сильнее жертвы.

**Паразитизм**. Паразит, как правило, мельче своего хозяина, но живет за счет ресурсов хозяина. Выделяют эктопаразитизм ( паразитирование снаружи, например, вши, блохи) и эндопаразитизм ( паразитирование внутри,например, глисты).

**Нейтрализм** - это нейтральное отношение организмов друг к другу. Например, два различных вида парнокопытных могут вполне мирно сосуществовать в саванне, т.к. один вид поедает траву, а другой - нижний ярус кустарников и деревьев.

**Характеристика популяций**

**Популяция** – это группа особей одного вида, занимающая определенную территорию (ареал), свободно скрещивающаяся между собой и дающая плодовитое потомство. Основными характеристиками популяции являются: численность, плотность ,рождаемость и смертность, возрастная и половая структура, кривая выживаемости и т.д.

Взаимоотношение между рождаемостью и смертностью популяции можно охарактеризовать кривой выживаемости ( рис. 3). Кривая 1 характерна для видов, которые не заботятся о своем потомстве, что сопровождается большой смертностью в раннем возрасте (например, большинство рыб). Кривая 2 показывает, что в разное время смертность популяции практически

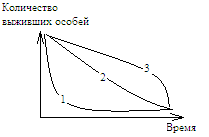


Рис.3. Типы кривых выживаемости

одинакова (например, пресноводный полип гидра, растения). Кривая 3 характерна для тех видов, у которых развита забота о потомстве или молодняк рождается довольно зрелым (например, парнокопытные, кенгуру, птицы). Эта же кривая выживаемости характерна и для популяции человека. Для каждой популяции характерны свои экологические ниши, которые могут изменяться в зависимости от условий среды обитания.

**Развитие экосистемы**

В результате развития экосистемы происходит смена сообществ во времени - **сукцессии**. Наиболее приспособленные виды вытесняют менее приспособленные.

Различают **первичную и вторичную сукцессии**. Первичная сукцессия возникает тогда, когда территория не была подвержена ранее воздействию живого. Например, вновь образованная гора или вновь образованный остров в результате вулканической деятельности, песчаные дюны. Вторичная сукцессия – это заселение тех территорий или пространств, которые были ранее подвержены воздействию живого. Например, зарастание карьеров, места пожарищ, вырубки лесов, сельскохозяйственных угодий.

Сообщества сменяют друг друга до тех пор, пока не установится равновесие между сообществом и окружающей средой. Такое устойчивое сообщество называется **климаксным сообществом** (от слова «климакс» - лестница).

**Учение о биосфере**

Термин «биосфера» ввел австрийский ученый Э. Зюсс. Под биосферой понималась область распространения живого на планете. Современное учение о биосфере было разработано В.И. Вернадским.

Согласно современному учению о биосфере, **биосфера состоит из геологических оболочек: литосферы, гидросферы и литосферы.**

**Вещество биосферы** состоит из следующих веществ:

- косное вещество (неживое вещество, например, минералы);

- живое вещество (это не только совокупность всех живых организмов планеты, но и вновь родившиеся, умершие организмы, продукты их жизнедеятельности, пространство, которое окружает живые организмы и т.д.);

- биокосное вещество (состоит из живого и неживого одновременно – почва и вода);

- вещество, образованное живым или биогенное вещество (например, известняк, нефть, газ, горючие сланцы, осадочные породы, гранит, торф, уголь и др.);

- вещества радиоактивного распада (некоторые благородные газы, уран, торий, радиоактивный йод и т.д.);

- вещества космического происхождения (космическая пыль, метеориты).

Благодаря живому **биосфера выполняет следующие функции**:

- дыхательную функцию, ибо все живое дышит;

- окислительную функцию. Живое вещество способно окислять компоненты окружающей среды, которые в виде питания приходят в биотический круговорот;

- восстановительную функцию (идет параллельно окислению);

- накопительную функцию (кумулятивная функция). Около 14% углерода всей планеты сосредоточены в живом, азота – 7%. Многие организмы накапливают кальций. Кремний ( моллюски, радиолярии, хвощи);

- энергетическую функцию. Солнечная энергия превращается продуцентами в энергию химических связей. Часть этой энергии передается консументам, впоследствии остатки химических связей в мертвом органическом веществе могут накапливаться, образуя полезные ископаемые – энергоресурсы (торф, каменный уголь, нефть, газ). Мертвым веществом питаются редуценты, восстанавливая запасы простых питательных веществ в биосфере для продуцентов;

- деструктивную функцию. Существуют организмы – деструкторы, в основном ,это черви, насекомые, грибы, микроорганизмы. Они «налаживают» среду (обеспечивают факторы среды) для успешной жизнедеятельности. Деструкция органического вещества проходит до более простых веществ и до неорганического вещества. Выветривание горных пород, их растворение, миграция элементов позволяет осуществлять деструкцию более эффективно;

- средообразующую функцию.

**Биосфера** – это постоянно развивающаяся открытая система. Её можно представить, как состоящую из всех экосистем планеты, с другой стороны, как гигантскую, глобальную экосистему. Следовательно, в биосфере происходят постоянные взаимодействия между живым и неживым. Передача энергии вещества в пределах живого называется **биологическим**или**малым круговоротом веществ.** Превращение веществ, происходящее в неживом, называется **геохимическим,** **большим круговоротом** или **геохимическим циклом.** В биосфере постоянно происходит циркуляция веществ и элементов из живых организмов во внешнюю среду и наоборот, такие циклы получили название биогеохимических**.** **Биогеохимические циклы** – это связующее звено между живым (биотическим компонентом) и неживым ( абиотическим) компонентами экосистем и биосферы, как мегаэкосистемы.

Круговороты веществ в биосфере формируются на основе миграции элементов. Миграция элементов представлена в виде:

- миграции с водой -растворение, перемещение с током воды;

- воздушным типом миграции – выветривание пород;

- биогенной миграцией ( с участием живых организмов).

**Развитие биосферы**

С момента зарождения жизни на Земле до появления человека биосфера проходила ряд последовательных этапов развития, включая **техносферу и ноосферу.**

**Техносфера** – это преобразованная в результате научно-технического прогресса среда обитания человека.

**Ноосфера** – означает «сфера разума, т.е. разумная оболочка». Предположительно термин этот был введен французским математиком Э.Леруа . Ноосфера – это этап развития биосферы, в котором мыслящий человек знает законы развития биосферы и способен ими разумно управлять.

К сожалению, человечество сегодня не всегда разумно управляет природой и живет в гармонии с биосферой, частью которой является. На глазах нескольких поколений развертывается картина современного экологического кризиса.

Таким образом, биосфера и ее природные ресурсы нуждаются в охране и бережном отношении со стороны человека.

***ЗАДАЧИ И УПРАЖНЕНИЯ К ТЕМЕ «ОБЩАЯ ЭКОЛОГИЯ»***

1. Кто ввел термин « биосфера» и что он означает?
2. Кто создал современное учение о биосфере?
3. Расскажите, как устроена биосфера.
4. Что такое «пленки и сгустки жизни»? Какие лимитирующие факторы препятствуют равномерному распространению живого по всей планете?
5. Приведите примеры биогенных веществ. В каких сферах деятельности человек применяет эти вещества?
6. Перечислите основные функции биосферы.
7. Какие виды круговоротов веществ и энергии Вы знаете?
8. Какие виды миграции элементов в природе Вам известны?
9. Нарисуйте схему круговорота углерода, отметив, как влияет деятельность человека на круговорот углерода.
10. Нарисуйте схему круговорота кальция, отметив, как влияет деятельность человека на круговорот кальция.
11. Нарисуйте схему круговорота кремнезема, отметив влияние деятельности человека на круговорот кремнезема.
12. Каковы основные этапы развития биосферы?
13. Перечислите основные теории возникновения жизни на Земле. В чем суть каждой из этих теорий?
14. Дайте понятие техносферы.
15. Что такое ноосфера?
16. Почему человек неотделим от биосферы? Какие условия обитания человеку, как биологическому виду, необходимы?
17. Какова роль жилья в обеспечении среды обитания человека?
18. Перечислите законы экологии Б.Коммонера.
19. Что такое экологический кризис, чем он отличается от экологической катастрофы?
20. Как называется современный экологический кризис? Перечислите основные признаки современного экологического кризиса.
21. Какие виды природных ресурсов Вы знаете?
22. Антарктическая рыба переносит температуры от -2 до +2° С, карпозубая рыба, обитающая в водоемах пустыни, выдерживает темпе­ратуры от + 10° до + 40° С. Постройте схему зоны толерантности для этих рыб и определите возможность жизнедеятельнос­ти этих видов при температурах 0, +4 и +12° С.
23. Многие наземные животные и растения приспособились для обитания в засушливых местах. Все эти адаптации могут быть сведе­ны к нескольким направлениям: уменьшение потери воды, увеличение поглощения воды, запасание воды, физиологическая устойчивость к потере воды, " уклонение" от решения этой проблемы. Укажите для каждого из нижеперечисленных видов направление адаптации к засушливым условиям: верблюд сосна кактус ящерица клещ

Табл. 1 Значения показателей ЭА и ЭП

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Группы организмов | ЭА, % | ЭП, % |
| Беспозвоночные растительноядные | 40 | 40 |
| Хищники | 80 | 80 |
| Детритофаги | 20 | 40 |
| Редуценты(микроорганизмы) | 100 | 100 |
| Позвоночные пойкилотермные растительноядные | 50 | 10 |
| Пойкилотермные хищники | 80 | 10 |
| Гомойотермные растительноядные | 50 | 2 |
| Гомойотермные хищники | 80 | 2 |

1. Для характеристики передачи энергии в экосистемах от од­ного трофического уровня к другому используют показатели эффек­тивности ассимиляции (ЭА) и эффективности продуцирования (ЭП). Эффективность ассимиляции показывает, какая часть энергии пищи, попавшей в пищеварительный тракт консумента, используется им в ходе роста или совершения работы. Остальная энергия теряется в виде фекалий ( табл 1).

24. Экологическая система включает продуцентов, растительно­ядных позвоночных, гомойотермных хищников и редуцентов. Рассчитайте сколько энергии будет ассимилировано редуцентами, если растительноядные животные получат с пищей 1000 кДж?

25. Экосистема новой городской застройки (газон) включает продуцентов, растительноядных беспозвоночных, пойкилотермных хищни­ков и редуцентов. Расчитайте сколько энергии будет ассимилировано редуцентами, если растительноядные получат с пищей 500 кДж?

26. Сколько энергии будет овеществлено волками, если пища зайцев, которых они съели, содержала 10 000 кДж энергии?

27. В водной экосистеме установлены следующие количественные отношения на различных трофических уровнях: продуценты (водоросли) - 509, растительноядные (комары, ручейники, брюхоногие, ке­фаль) - 37, плотоядные (рыбы, беспозвоночные, кишечнополостные) - 11, верховые хищники (щука, окунь) - 1,5. Постройте по этим данным пирамиду численности.

28. В ходе обследования лесного биоценоза и биоценоза городс­кого парка- сквера летом на одинаковой площади 0,1 га обнаружено: в лесу - 200 деревьев и кустарников, растительноядных - 150 тыс, хищников 800. В парке- сквере - 100 деревьев и кустарников, 80 тыс. их потребителей-- растительноядных и хищников -200 . Постройте пирамиды' численности для каждой экосистемы и сравните, объяснив их различия.

29. В озере при взвешивании планктона, взятого из столба во­ды весной и зимой, были получены разные результаты. Весной первич­ных продуцентов оказалось 100 единиц, консументов 1-го порядка -12, консументов.2 -го порядка 6.Зимой этих групп было: 2:10:3 . Не было ли во втором случае ошибки в измерениях? Ответ поясните.

30. В листопадном лесу обитают мыши, белки, птицы, волки, насекомые, ящерицы, ужи, жабы. Нарисуйте схему пищевых связей между ними.

31. Высокие здания в городах вызывают изменение вертикального профиля воздушного потока и снижение скорости ветра в приземном слое воздуха, однако, при этом значительно ускоряются ветровые потоки вдоль улиц и транспортных магистралей. Дайте объяснение этому явлению.

32. Определите концентрацию окиси углерода, окиси азота. и двуо­киси серы на магистрали при ширине улицы в 30 и в 60 м и сопос­тавьте эти данные со среднесуточными ПДК воздуха по этим газам в населенных пунктах: окись углерода - 1мг/куб.м , окись азота -0,085 мг/куб.м , двуокись серы - 0,05 мг/куб. м.

33. Известно, что пылеустойчивыми растениями являются: ака­ция, вяз, ель колючая, тополь, черемуха, сирень, липа; газоустой­чивыми - акация, боярышник, бузина, ель, клен, тополь, туя, шел­ковица. Обладают фитонцидными и бактерицидными свойствами: бере­за, граб, дуб, сосна, туя, черемуха и можжевельник, лиственница., кедр, акация, липа, пихта, эвкалипт, тополь.

Какие породы деревьев и кустарников Вы выберете для озелене­ния:

автомагистрали

жилого микрорайона

территории больницы

территории школы?

**ТЕМА 2. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

**2.1. Охрана атмосферы**

***Структура темы***

1. Строение атмосферы и ее свойства

2. Загрязнения атмосферы, их свойства и воздействие на человека, экосистемы, здания и сооружения.

3. Методы контроля и приборы для измерения концентраций пыле- и газообразных примесей в атмосфере.

4. Санитарно-защитная зона промышленного предприятия. Рассеива­ние примесей и атмосфере.

5. Аппараты сухой пылеочистки.

6. Аппараты мокрой пылеочистки.

7. Очистка выбросов от газо- и парообразных загрязнителей. Очистка воздуха от туманов.

# ***Теоретическое введение***

Атмосфера – это воздушная оболочка Земли, вращающаяся вместе с ней.

Атмосферный воздух имеет огромное значение для биосферы. Атмосферный воздух регулирует климат планеты, поддерживает дыхание и окисление, участвует в круговороте веществ, защищает живое от губительного действия ультрафиолетовых и космических лучей.

**Состав и строение атмосферы:**

В состав атмосферы входят несколько компонентов: азот (около 80%), кислород (около 20%), диоксид углерода (0,03%), оксид углерода, метан, водород, озон и благородные газы. Оксиды углерода попадают в атмосферу при дыхании живых организмов, из водоемов, а также, при сжигании топлива. Инертные газы попадают в атмосферный воздух в процессе естественного радиоактивного распада урана, тория, радона. Озон образуется при соединении атомарного и молекулярного кислорода при воздействии ультрафиолетового излучения. В состав атмосферы также могут входить различные пылевые и газообразные загрязнения, водяные пары и другие компоненты. Атмосфера состоит из нескольких слоев:

***Тропосфера*** - самый нижний слой атмосферы, толщина которого находится в пределах 12-18 км. В тропосфере содержится 80% веществ всей атмосферы. Благодаря особому строению, тропосфера выполняет ряд функций: поддержание климата, поддержание дыхания и окисления, способность к перемешиванию загрязнений, и самоочищению.

***Стратосфера***, толщина этого слоя составляет 25-35 км. Заканчивается стратосфера озоновым слоем, который имеет большое значение для всего живого планеты. Во-первых, озоновый слой предохраняет все живое от губительного воздействия ультрафиолетового излучения, во-вторых, озоновый слой регулирует температуру, задерживая инфракрасное и отражая ультрафиолетовое излучения.

После стратосферы начинается пространство ***мезосферы****,* которое распространяется на высоту до 80 км. Функция этого слоя атмосферы до конца не изучена, но предполагается, что она служит для соединения внутренних слоев атмосферы с наружными.

Следующий слой - ***ионосфера или термосфера*** толщиной около 600 км. Вещества этого слоя находятся преимущественно в ионном состоянии. В пределах ионосферы распространяются радиоволны, происходит северное сияние и формируется магнитное поле Земли.

Заканчивается атмосфера последним слоем ***экзосферой*** или сферой рассеивания. Считается, что этот слой атмосферы связывает атмосферу Земли с открытым Космосом.

**Свойства атмосферы**

Атмосфера способна к самоочищению за счет перемешивания, движения воздушных масс и осадков. Эти процессы происходят наиболее интенсивно в приземных слоях воздуха. Самоочищение атмосферы зависит от следующих параметров:

- вертикального и горизонтального перемещения воздушных масс;

- осадков;

- окисления кислородом воздуха;

- солнечной радиации;

- характера местности;

- концентрации загрязнения;

- высоты источника выброса и т.д.

**Загрязнение атмосферы** - это привнесение в ее состав новых нехарактерных для нее агентов или превышение их содержания сверх среднемноголетнего уровня.

***Все загрязнители атмосферы подразделяются на 2 группы: антропогенные и природные ( естественные).*** Естественное загрязнение воздуха связано с попаданием в атмосферу космических частиц, вулканического пепла, пыли от выветривания горных пород, пыльцы растений, дыма лесных пожаров.

Искусственное загрязнение воздуха вызывается производственной деятельностью человека, транспортом, при разгрузке и хранении сыпучих строительных материалов. Основными источниками загрязнений воздушного бассейна в России считают тепловые электростанции, предприятия черной и цветной металлургии, нефтехимии, химии и строительных материалов. В мировом балансе загрязнений основная доля (54%) падает на автомобильный транспорт.

В свою очередь, ***каждая группа загрязнений может подразделяться на следующие*:**

**-***механическое загрязнение* (пыли, аэрозоли);

-*физическое загрязнение* (шум, радиоактивное и электромагнитное излучения и т.д.);

-*химическое загрязнение* (диоксины, углеводороды, окись азота, окись серы, фреоны, тяжелые металлы – свинец, оксид свинца, медь, ртуть, кадмий, кальций; смоги, кислоты, щелочи, альдегиды и кетоны и т.д.);

-*биологическое загрязнение* (микроорганизмы и продукты их жизнедеятельности).

***Источники загрязнения воздушного бассейна*** *подразделяются на источники выделения и источники выбросов вредных веществ в атмосферу*.

*Источником выделения вредных веществ* называется технологический агрегат (установка, устройство, аппарат и т.п.), выделяющий в процессе эксплуатации вредные вещества.

*Источник выбросов* – устройство ( труба, аэрационный фонарь, вентиляционная шахта и т.п.), посредством которого осуществляется выброс вредных веществ в атмосферу..

*Источники загрязнения атмосферы могут быть*: точечными (труба, автомобиль), линейными (газопроводы) и площадными (поверхностными); высокими (Н ≥50 м), средними (Н =10-50м), низкими (Н=2-10м ), наземными (Н≤ 2м); стационарными и передвижными.

Если выбросы попадают в атмосферу через специально сооруженные газоходы, воздуховоды, трубы и это позволяет применять для их улавливания специальные установки, то эти *выбросы называются организованными*. Если выбросы попадают в атмосферу неорганизованными способами (при негерметичности оборудования: во время помола, дробления, транспортирования пылящих материалов; с открытых складов, при погрузочно-разгрузочных работах), то такие *выбросы называют неорганизованными.*

Загрязнения атмосферы способны взаимодействовать друг с другом и взаимопревращаться. Например, углеводороды могут окисляться в альдегиды, кетоны и различные кислоты; в диоксины (при сжигании). Оксиды азота могут взаимно превращаться друг в друга (фотохимические реакции).

В городской среде загрязнения взаимодействуя друг с другом, образуют ***смоги****.* Различают смоги восстановительные и окислительные ( фотохимические).Все виды смогов раздражающе действуют на слизистые оболочки человека, вызывая приступы удушья и кашля, обостряя различные заболевания легких и сердечно-сосудистой системы. Смоги могут приводить к летальному исходу, особенно, среди больных, пожилых людей и детей. Кроме того, смоги могут разлагать различные полимеры и резину, поэтому их появление сопровождается неприятным запахом.

**Последствия загрязнения атмосферы*.***

Загрязнения атмосферного воздуха приводят к комплексу негативных последствий:

- повышенное содержание углекислого газа, метана и др. приводит к парниковому эффекту;

- фреоны и другие загрязнения вызывают повреждения озонового экрана;

- при взаимодействии окислов азота и серы с водяными парами в воздухе образуются кислотные дожди;

- ухудшение здоровья населения - возникновение специфических заболеваний дыхательной, сердечно-сосудистой систем, аллергии, дерматиты;

- угнетение живого компонента экосистем ( изменение среды обитания животных и растений вплоть до их гибели);

- разрушение зданий и сооружений, памятников истории и архитектуры.

**Мероприятия по охране атмосферы*.***

Существуют и применяются различные направления и мероприятия в целях защиты атмосферного воздуха.

1. Правовые основы защиты атмосферного воздуха;
2. Нормирование качества воздуха;
3. Инженерно – организационные мероприятия;
4. Технологические мероприятия;
5. Архитектурно-планировочные мероприятия;
6. Санитарно-технические мероприятия.

## *Правовые основы защиты атмосферного воздуха*

Правовые отношения в области защиты атмосферного воздуха регулируются множеством законодательных актов, среди которых наиболее важными считаются: Закон «Об охране окружающей среды» (2002 г.), закон ««Об охране атмосферного воздуха» (1999 г.),закон «Об экологической экспертизе» (1995 г.), закон «О санитарно-эпидемиологическом благопо­лучии населения» (1999 г.) и др. , а также система стандартов в области охраны окружающей среды - ССОП, посвященных охране атмосферного воздуха.

Проблемы охраны атмосферы , климата и озонового слоя всей планеты имеют глобальное значение, поэтому Россия является участницей международных конвенций, соглашений и протоколов по охране атмосферного воздуха:

Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата (Нью-Йорк, 9 мая 1992 г.);

Венская Конвенция об охране озонового слоя (Вена, 22 марта 1985 г.);

Заключительный акт Монреальского протокола по веществам, разрушающим озоновый слой (Монреаль, 16 сентября 1987 г.) и др.

## *Нормирование загрязнения атмосферы*

С целью ограничения поступления загрязнения, неблагоприятно воздействующих на человека и животных, растения и биосферу в целом, установлены нормы гигиенического и технического назначения.

При гигиеническом нормировании исходят из *трех основных принципов вредности атмосферного загрязнения*. Такими принципами являются:

1) допустимым может быть признано только такое содержание любого вещества в атмосферном воздухе, которое не оказывает на человека прямого или косвенного вредного и неприятного действия, не снижает его работоспособности, не влияет на самочувствие и настроение;

2) привыкание к вредным веществам должно рассматриваться как неблагоприятный момент и доказательство недопустимости изучаемого уровня содержания;

3) недопустимо такое содержание вредных веществ, которое неблагоприятно влияет на растительность, климат местности, прозрачность атмосферы и бытовые условия жизни населения.

С учетом этих принципов действующими нормативно-техническими документами по охране природы установлены *предельно-допустимые концентрации (ПДК)* загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. Они являются гигиеническим нормативом для окружающей природной среды.

*Предельно-допустимая концентрация* ***(ПДК)***– это максимальная масса загрязняющего вещества в единице объема (мг/м3), отнесенная к определенному времени осреднения, которая при периодическом воздействии или на протяжении всей жизни человека не оказывает ни на него, ни на окружающую среду в целом вредного воздействия (включая отдаленные последствия). ПДК являются едиными для России.

По степени опасного воздействия на организм человека вредные вещества делятся на 4 класса: 1 – чрезвычайно опасные; 2 – высоко опасные; 3 – умеренно опасные; 4 – мало опасные. Чем опаснее загрязняющее вещество, тем сложнее, масштабнее и значимее усилия по защите атмосферы и тем ниже его ПДК в атмосферном воздухе. Для каждого загрязняющего вещества установлены два гигиенических норматива: максимально разовая (МР) и среднесуточная (СрС) ПДК.

В современных условиях атмосферный воздух населенных мест загрязняется одновременно несколькими веществами. Концентрация каждого из этих веществ может не превышать ПДК, но совместное их присутствие вызывает такой же эффект, как если бы их содержание было больше ПДК, Это явление называется ***эффектом суммации действия***. На сегодняшний момент изученными эффектами суммации обладают более 40 сочетаний веществ; в том числе аммиак и сероводород; ацетон и сероводород; ацетон и фенол; диоксид азота и диоксид серы и т.д.

При совместном присутствии в воздухе нескольких веществ, обладающих таким эффектом, должно соблюдаться следующее условие



где:

С1, С2 … Сn – фактические концентрации различных веществ, мг/м3;

ПДК1 ПДК2 … ПДКn - предельно-допустимые концентрации соответствующих веществ, мг/м3.

Если при расчете сумма будет больше 1, то пылегазовые выбросы подлежат очистке, как и в тех случаях, когда концентрация вредных веществ больше ПДК.

Для обеспечения чистоты атмосферного воздуха устанавливаются *предельно-допустимые выбросы (ПДВ)* загрязняющих веществ, наряду с ПДК, ПДВ является техническим нормативом для того или иного источника загрязнения.

*Предельно-допустимые выбросы* ***(ПДВ)*** – это количество выбрасываемых вредных веществ в единицу времени, (г/с или т/г). Он устанавливается для каждого источника загрязнения и вредного вещества в нем. При этом исходят из условия: выбросы того или иного вредного вещества от данного источника и от совокупности источников города или другого населенного пункта, с учетом перспективы развития промпредприятия и рассеивания вредных веществ в атмосфере, не создадут приземную концентрация Сi, превышающую их ПДК для населения, флоры и фауны.

***Инженерно-организационные мероприятия*** проводятся на стадии проектирования предприятия. При этом выполняется расчет максимальной концентрации вредного вещества, выбрасываемого в атмосферный воздух.

На процесс рассеивания выбросов существенное влияние оказывает состояние атмосферы, расположение предприятий и источников выбросов, характер местности, физические и химические свойства выбрасываемых веществ, высота источника выбросов, диаметр устья трубы и т.д. Горизонтальное перемещение примесей определяется, в основном, скоростью ветра, а вертикальное – распределением температур в вертикальном направлении. Учитывая это, для расчета подбирается высота источника выброса таким образом, чтобы эта концентрация не превышала ПДК.

На рис. 4 показано распределение концентрации вредных веществ в атмосфере над факелом организованного высокого источника выброса. По мере удаления от трубы в направлении распространения промышленных выбросов можно условно выделить три зоны загрязнения атмосферы: 1) переброс факела выбросов, характеризующийся относительно невысоким содержанием вредных веществ в приземном слое атмосферы; 2) задымление с максимальным содержанием вредных веществ и 3) постепенное снижение уровня загрязнения.

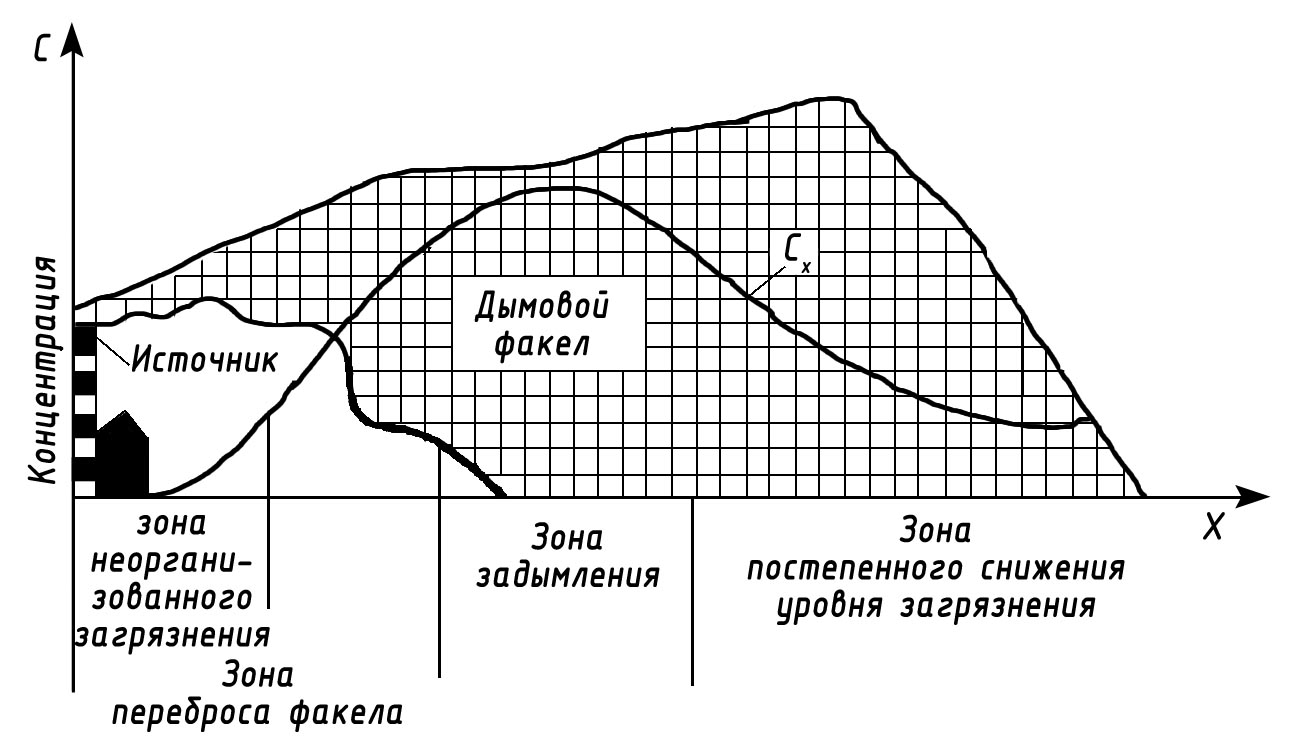


Рис. 4 Распределение концентрации вредных веществ в атмосфере от

организованного высокого источника выбросов

Зона задымления является наиболее опасной и должна быть исключена из жилой застройки. Размеры этой зоны в зависимости от метеорологических условий находятся в пределах 10-49 высот трубы. Максимальная концентрация прямо пропорциональна производительности источника и обратно пропорциональна квадрату его высоты над землей. Подъем горячих струй почти полностью обусловлен подъемной силой дымовых газов, имеющих более высокую температуру, чем окружающий воздух. Повышение температуры и момента количества движения выбрасываемых газов приводит к увеличению подъемной силы и снижению их концентрации. При выбросах через высокие трубы в условиях безветрия рассеивание вредных веществ происходит главным образом под действием вертикальных потоков. Высокие скорости ветра увеличивают разбавляющую роль атмосферы, способствуя более низким приземным концентрациям вредных веществ в направлении ветра. Движение загрязняющих веществ вместе с воздушными массами, перемещаемыми ветром, приводит к тому, что турбулентные вихри изгибают, разрывают поток и перемешивают его с окружающими воздушными массами. Разбавление вдоль оси струи пропорционально средней скорости ветра на высоте струи. Вместе с тем, с увеличением средней скорости ветра уменьшается высота факела над устьем трубы. Поэтому для источников выбросов вводят понятие *опасной скорости ветра,* при которой приземные концентрации выбросов имеют большие значения. Для того чтобы предотвратить отклонение струи дымовых газов вблизи от горловины трубы, скорость выбрасываемого газа должна вдвое превышать опасную скорость ветра на уровне горловины трубы.

Распространение газообразных примесей и пылевых частиц менее 10 мкм, имеющих незначительную скорость осаждения, подчиняется общим закономерностям. Поскольку при очистке дымовых газов крупные частицы улавливаются легче, чем мелкие, в выбросах остаются мелкие частицы, их рассеивание в атмосфере рассчитывают так же, как и газовые выбросы.

***Технологические мероприятия*** включают в себя:

- создание малоотходных технологических процессов на основе разработки новых технологий и технологических средств;

* герметизацию оборудования установку систем вентиляции и аспирации;
* предварительную очистку сырья и топлива от вредных примесей.

***Архитектурно-планировочные мероприятия*** включают:

- зонирование территории города;

* рациональное размещение предприятий;
* планировка жилых районов;
* озеленение населенных мест;
* организация санитарно-защитных зон

Особое внимание следует уделять выбору площадки для производственного предприятия и взаимному расположению производственных зданий и жилых массивов.

1. Промышленный объект должен быть расположен на ровном возвышенном месте, хорошо продуваемом ветрами. Площадка жилой застройки не должна быть выше площадки предприятия.
2. Предприятия должны размещаться с подветренной стороны от жилых массивов, чтобы выбросы уносились от них.

Нормативными требованиями предусмотрено, что объекты, являющиеся источниками выделения в окружающую среду вредных веществ, следует отделить от жилой застройки *санитарно-защитными зонами*. Санитарно-защитные зоны – это специальные территории вокруг источников выбросов, которые служат для нормирования атмосферного воздуха в районах воздействия вредных веществ. Размеры этих зон до границы жилых массивов устанавливают в зависимости от мощности предприятия, условий осуществления технологического процесса, характера и количества вредных веществ, выбрасываемых в окружающую среду.

В соответствии с этим установлено 5 санитарно-защитных зон:

- для предприятий I класса – 1000 м; II класса - 500 м; III класса – 300 м; IV класса – 100 м; V класса – 50 м.

Предприятия с технологическими процессами, не выделяющими вредных веществ в атмосферу, допускается размещать в пределах жилой зоны.

Размеры санитарно-защитной зоны могут быть уменьшены или увеличены в зависимости от совершенствования технологий, внедрения высоко эффективного очистного устройства, или, наоборот, при отсутствии этого.

Санитарно-защитные зоны нельзя рассматривать как территорию для расширения предприятия, но на ней допускается размещать объекты низкого класса вредности: гаражи, склады, лаборатории, стоянки, административно-бытовые здания.

Санитарно-защитная зона должна быть благоустроена и озеленена.

***Санитарно-технические мероприятия*** включают в себя использование пыле-газоочистного оборудования.

Выбор типа пылеуловителя обусловлен степенью запыленности воздуха, размерами частиц, природой и свойствами пыли, а также требованиями к уровню очистки.

Существуют две основные группы аппаратов пылеочистки: аппараты сухой и мокрой пылеочистки. Каждая из этих групп подразделяется на аппараты тонкой ( способны к улавливанию пыли диаметром менее 10 мкм) и грубой пылеочистки ( улавливают пыль диаметром больше 10 мкм). В отличие от аппаратов сухой пылеочистки, при работе аппаратов мокрой пылеочистки используется вода в виде капель, пленок .

**Аппараты сухой пылеочистки.** Наиболее часто используемыми аппаратами сухой пылеочистки являются: пылеосадительная камера, циклоны, рукавные фильтры, электрофильтры.

***Пылеосадительная камера*** используется для осаждения крупной и тяжелой пыли с размерами частиц порядка 100 мкм. Камера представляет собой короб пустотелый или с полками прямоугольного сечения, с бункером внизу для сбора пыли.

Площадь сечения камеры значительно больше площади сечения подводящих газов, поэтому газовый поток движется в камере очень медленно, со скоростью не более 0,5 м/с.

Преимущества пылеосадительной камеры заключаются в простоте конструкции и небольших затратах на ее установку и эксплуатацию.

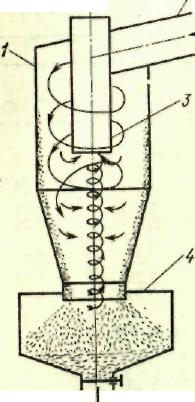
При установке внутри камеры перегородок, замедляющих скорость воздушного потока и увеличивающих время прохождения его через камеру, коэффициент улавливания пыли повышается до 80 – 85%.

Пылеосадительные камеры работают по принципу осаждения пыли под действием силы тяжести при медленном прохождении газа через камеру. Для повышения степени очистки в камере могут быть установлены осадительные полки. Поскольку пылеосадительной камерой улавливается только крупнодисперсная пыль, ее используют, как правило, на первой ступени пылеулавливания при двух – или трехступенчатой очистке.

***Циклоны*** являются наиболее распространенными аппаратами сухой очистки газов, выделяющихся не только при сжигании топлива, но и при различных технологических процессах, сопровождающих производство стройматериалов (сушка, обжиг и т.д.)

Наиболее распространенные циклоны серии ЦН устроены следующим образом (рис. 5):

Запыленный газ через входной патрубок (2), имеющий прямоугольное сечение, поступает в цилиндрическую часть циклона между внешним цилиндром и выхлопной трубой. Входной патрубок приварен к корпусу тангенциально, поэтому, газ в циклоне закручивается и движется спирально вниз. Под действием центробежной силы пылинки отбрасываются на корпус циклона (1) и ссыпаются по нему через узкую коническую часть в приемный бункер (4), а очищенный газ, поднимается вверх, удаляется через выхлопную трубу (3).



2

Рис. 5. Циклон

***Фильтры***. Запыленный воздух проходит через пористые материалы, осаждающие пыль. Для грубой очистки применяют гравий, кокс, металлическую стружку, а для тонкой очистки – металлическую сетку, смоченную специальным маслом, пористую бумагу, ткани.

3

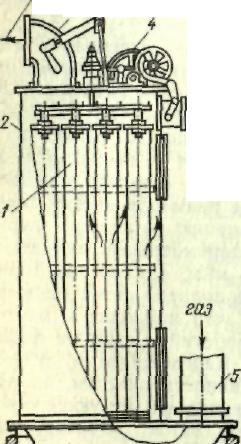


Рис. 6 Рукавный фильтр

Наибольшее распространение получили ***матерчатые рукавные фильтры*** (рис. 6).

Эти фильтры работают по принципу пылесоса. Рукавные фильтры представляют собой аппараты с корпусами прямоугольной или цилиндрической формы, внутри которых установлены фильтрующие рукава (1, 2). Верхние концы рукавов заглушены и подвешены к раме. С помощью этого устройства (4) рукава периодически регенерируются и задержанная ими пыль попадает в бункер. Регенерация рукавов осуществляется в фильтрах РП методом обратной покамерной продувки рукавов стационарным воздушным потоком, в фильтрах РС комбинированным способом регенерации (обратная продувка в сочетании с механическим встряхиванием), в фильтрах РВ регенерация рукавов осуществляется механическим встряхиванием.

Фильтрующие рукава изготавливаются из шерстяных, хлопчатобумажных или синтетических тканей в зависимости от температуры очищенного газа. Запыленный газ подается через входной патрубок (5) и пропускается через фильтрующую поверхность рукавов, пыль задерживается на ткани внутри рукава, а очищенный газ удаляется через выходной патрубок (3).

Рукавные фильтры предназначены для очистки технологических газов, температура которых от 60 до 130°С и аспирационного воздуха, при этом, эффективность очистки достигает 90 % и выше. Естественно, рукавные фильтры могут быть использованы для очистки отходящих газов при очистке топлива, если их температура не превышает 130°С.

Для очистки от пыли газов, имеющих температуру выше 300оС, применяют фильтры со стекловолокном. Эффективность очистки выбросов от пыли с помощью рукавных фильтров достигает 98 – 99%.

***Электрофильтры*.** Электрофильтры предназначены для высокоэффективной очистки от пыли технических газов и аспирационного воздуха.

Активная зона электрофильтров состоит из осадительных и коронирующих электродов. Пыль улавливается и осаждается за счет действия электрического поля. Запыленный воздух подается через электрическое поле высокого напряжения, где он ионизируется. Частички пыли приобретают отрицательный заряд. Заряженные пылинки прилипают к положительно заряженному электроду, осаждаются и сбрасываются в бункер.

Удаление уловленной пыли осуществляется путем периодического встряхивания электродов ударами молотков.

При правильной эксплуатации коэффициент полезной деятельности электрофильтров может достигать 99%.

**Мокрые пылеуловители**

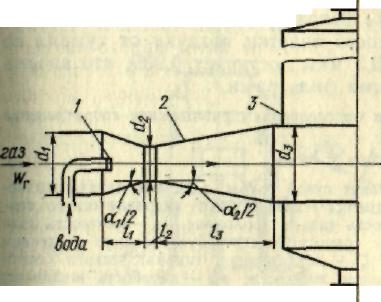
Аппараты мокрой пылеочистки имеют широкое распространение, так как характеризуются высокой эффективностью очистки от мелкодисперсных пылей ( d≥0,3-1,0 мкм), а также возможностью очистки от пыли горячих и взрывоопасных газов.

Конструктивно мокрые пылеуловители разделяют на скрубберы Вентури (полые скоростные газопромыватели), форсуночные и центробежные скрубберы, аппараты ударно-инерционного типа, барботажно-пенные аппараты и др.

***Скрубберы Вентури***.

Среди аппаратов мокрой пылеочистки с осаждением частиц пыли на поверхность капель на практике более применимы скрубберы Вентури ( рис. 7). Основная часть скруббера – сопло Вентури ( 2), в конфузорную часть которого подводится запыленный поток газа и через центробежные форсунки (1) - жидкость на орошение. В конфузорной части сопла происходит разгон газа от входной скорости (V =15-20 м/с) до скорости в узком сечении сопла 30-200 м/с и более. Частицы пыли оседают на капли воды и попадают в диффузорную часть сопла, где поток тормозится до скорости 15-20 м/с и подается в каплеуловитель (3). Скрубберы Вентури обеспечивают высокую эффективность очистки аэрозолей со средним размером частиц 1-2 мкм.

очищенный газ



шлам

Рис. 7 Скруббер Вентури

***Барботажно-пенные аппараты.***

К мокрым пылеуловителям относят барботажно-пенные аппараты с провальной и переливной решетками ( рис. 8 а, б, соответственно). В барботажно-пенных аппаратах газ на очистку поступает под решетку (3), проходит через отверстия в решетке и барботируя через слой жидкости и пены (2), очищается от частиц пыли за счет осаждения частиц на внутренней поверхности газовых пузырей. Очищенный газ выходит через верхнее отверстие в корпусе аппарата (1). Барботажно-пенные аппараты обеспечивают эффективность очистки газа от мелкодисперсной пыли на 95-96%.

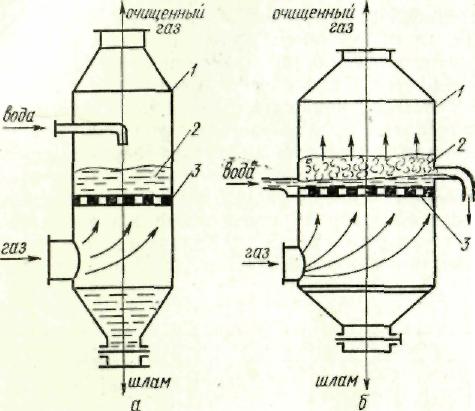


Рис. 8 Барботажно-пенные аппараты:

а - с провальной решеткой, б – с переливной решеткой

**РАСЧЕТНЫЕ ЗАДАНИЯ К ТЕМЕ «ОХРАНА АТМОСФЕРЫ»**

***Задание 1 . РАСЧЕТ КОНЦЕНТРАЦИИ ВРЕДНОГО ВЕЩЕСТВА В ПРИЗЕМНОМ СЛОЕ ВОЗДУХА.***

Известно, что концентрация вредных веществ См для нагретой газовоздушной смеси при неблагоприятных метеоусловиях на расстоянии Хм от источника определяется по формуле:

 (1)

где,А – коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы и определяющий условия вертикального и горизонтального рассеива­ния вредных веществ в атмосферном воздухе;

М – количество вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу, г/с;

F – безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе;

m, n – безразмерные коэффициенты, учитывающие условия выхода газо­воздушной смеси из устья источника выброса;

Н – высота источника выброса над уровнем земли, м;

∆Т – разность между температурой выбрасываемой газовоздушной смеси Тг и температурой окружающего атмосферного воздуха Тв ;

Vi – объем газовоздушной смеси, м3 /с, определяемый по формуле:

 , (2)

где: Д – диаметр устья источника, м ;

Wо – средняя скорость выхода газовоздушной смеси из устья источ­ника выброса, м/с.

Коэффициент А, с ∙ мг ∙ град/г, должен приниматься для неблагоприятных метеорологических условий, при которых концентрация вредных веществ в атмосферном воздухе от источника выброса достигает максимального значения.

Для Центральной части Европейской территории А = 120.

Величина М и Vi должны определяться расчетом в технологической части проекта или приниматься в соответствии с действующими для данно­го производства (процесса) нормативами.

При наличии очистки от вредных веществ значение величины М должно приниматься по содержанию вредных веществ в газовоздушной смеси после очистных устройств.

В расчете должны приниматься наиболее неблагоприятные сочетания М и Vi, реально наблюдающиеся в течение года при установленных (обычных) условиях, эксплуатации предприятия.

При сжигании топлива с различным содержанием выбрасываемых в ат­мосферу вредных веществ в расчетах следует принимать наибольшие коли­чества вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу.

При определении необходимой степени очистки выбросов от вредных веществ должны приниматься реальные значения коэффициента полезного действия очистных устройств при установленных условиях их эксплуатации.

Величину ∆Т °С, следует определять, принимая температуру окру­жающе­го воздуха Тв по средней температуре наиболее жаркого месяца года (25оС), а температуру выбрасываемой в атмосферу газовоздушной смеси Тг – по дейс­твующим для данного производства технологическим нормативам (по исходным данным варианта).

Величины безразмерного коэффициента F должны приниматься:

* для газообразных вредных веществ (сернистого газа, сероуглерода и т.п.) и мелкодисперсных аэрозолей (пыли, золы и т.п.) – 1;

Величина безразмерного коэффициента m должна определяться по фор­муле (5) в зависимости от величины параметра f, м/с ∙ град, вычисляемого по формуле (6):

 (5)

 (6)

Величина безразмерного коэффициента n определяется по формуле (7) – (9) в зависимости от величины Vm, вычисляемого по формуле (10).

При Vm < 0,3 n = 3 (7)

при 0,3 < Vm < 2  (8)

при Vm > 2 n = 1 (9)

где:  (10)

Таблица 2.

Исходные данные для расчета концентрации вредного вещества в приземных слоях воздуха

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | ВАРИАНТЫ | | | | | | | | | | | | | | |
| Исх.данные | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| М | 20 | 40 | 60 | 80 | 80 | 10 | 30 | 60 | 80 | 90 | 120 | 150 | 30 | 60 | 45 |
| Н | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 25 | 25 | 25 | 50 | 50 | 50 | 50 | 20 | 40 | 20 |
| Тг | 60 | 65 | 70 | 75 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 50 | 55 | 60 | 65 |
| Wq | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,7 | 0,6 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,5 | 0,6 |
| Д | 1,4 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,5 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,5 | 1,6 | 1,1 | 1,2 | 1,3 |

***Задание 2. РАСЧЕТ И ПОДБОР САНИТАРНО-ЗАЩИТНОЙ***

***ЗОНЫ ДЛЯ ИСТОЧНИКА ВЫБРОСА***

Санитарно-защитная зона в соответствии со СНиП 245-01 под­бирается следующим образом. Выбираются несколько зон: 50, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900,1000 м.

Затем для каждой из этих зон просчитывается величина приземных концентраций вредных веществ С в атмосфере по оси факела выброса. Расчетные данные можно выразить следующей таблицей:

Величина максимальной приземной концентрации вредных веществ при неблагоприятных метеорологических условиях достигается на оси факела выброса (по направлению среднего ветра за рассматриваемый период) на расстоянии Хm, м, от источника выброса.

Величина Хm должна определяться по формуле:

, (11)

Где: d – безразмерная величина, определяемая по формулам:

При Vm < 2  (12)

при Vm > 2  (13)

Таблица 3. Расчетные данные

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Х, м | Х/Хm | S | C |
| 50  100  200  300  400  500  600  700  800  900  1000 |  |  |  |

где: Хm – расстояние от источника выброса, определенной по формулам (11 – 13);

S – безразмерная величина, определенная при опасной скорости ветра по формулам (14 – 16), и зависимости от отношения Х/Хm.

при   (14)

при   (15)

при  и F = 1, величина S определяется по формуле:

 (16)

С – величина приземных концентраций вредных веществ в атмосфере, рассчитывается по формуле:

 (17)

После проведенных расчетов выбирается концентрация С, наиболее близкая, но не превышающая ПДК. Соот­ветственно этому значению выбирается зона X из первой графы таблицы. Эта зона и будет оптимальной для данного источника выброса.

***Задание 3***. ***РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОГО УЩЕРБА ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ***

Величина экономического ущерба от загрязнения атмосферы определяется по формуле:

Ya=γaσafμa

где:руб на усл. Т. выброса,

показатель относительной опасности выброса – 4;

f - поправка, учитывающая характер рассеивание примесей в атмосфере;

 масса годового выброса.

,

где:V – скорость ветра;

Ф – безразмерная поправка на тепловой подъём факела выброса в атмосферу;







г/с 🡪 mi т/год 

***Задание 4***. ***РАСЧЕТ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЫЛЕОСАДИТЕЛЬНОЙ КАМЕРЫ***

Расчет пылеосадительной камеры основан на определении скорости осаждения частиц пыли и на времени пребывания газа в камере.

Объемный расход газа равен:

V2 = W2 · b · h · n, м3/с, (1)

где:b, h – ширина камеры и расстояние между полками, м;

n – число полок.

Величина h рассчитывается:

H =  (2)

Время пребывания газа в камере рассчитывается:

, с, (3)

где: L – длина полок камеры, м ;

Теоретическая скорость осаждения частиц рассчитывается по формуле Стокса:

, м/с, (4)

где:g – ускорение силы тяжести, м/с2

μг – динамический коэффициент вязкости газа, Па ∙ с

, (5)

где:μо – динамический коэффициент вязкости газа при 0°С

Т – температура газа, °К

С – постоянная Сатерленда

В частности, для воздуха: μо = 17,3 · 10-6 Па ∙ с

С = 124.

Действительная скорость осаждения принимается равной половине теоретической:

W'oc = 0, 5 ∙ Woc (6)

Время осаждения связано с расстоянием между полками выражением:

, c (7)

Таблица 4.

Фракционный состав пыли

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Состав пыли по фракциям, мкм | | | |
| Размер фракции dч, мкм | < 5 (3) | 5 – 10 (7,5) | 10 – 30 (20) | > 30 (40) |
| Содержание пыли, % | 15 | 40 | 30 | 15 |

Если в результате расчетов оказывается, что τoc > τ, то частицы осаждаться не будут, поэтому необходимо задаться или большим типоразмером камеры, или увеличить число полок. Затем повторить расчет для других фракций пыли. В случае, если условие τoc > τ выполняется, то типоразмер камеры выбран правильно.

Таблица 5.

Исходные данные к расчету пылеосадительной камеры

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | Vг, м3/ч | T, оС | L x b x H, м | n |
| 1 | 45000 | 225 | 12 х 4 х 2 | 8 |
| 2 | 30000 | 750 | 14 х 4 х 2 | 8 |
| 3 | 35000 | 7000 | 12 х 6 х 2 | 8 |
| 4 | 25000 | 230 | 16 х 5 х 2 | 10 |
| 5 | 20000 | 300 | 26 х 6 х 2 | 12 |
| 6 | 15000 | 320 | 16 х 6 х 2 | 14 |
| 7 | 10000 | 310 | 18 х 6 х 2 | 12 |
| 8 | 12000 | 300 | 16 х 6 х 2 | 10 |
| 9 | 18000 | 280 | 14 х 4 х 2 | 8 |
| 10 | 20000 | 250 | 12 х 4 х 2 | 8 |
| 11 | 25000 | 200 | 18 х 6 х 2 | 10 |
| 12 | 30000 | 700 | 12 х 4 х 2 | 8 |
| 13 | 35000 | 650 | 18 х 6 х 2 | 10 |
| 14 | 14000 | 600 | 14 х 4 х 2 | 8 |
| 15 | 16000 | 250 | 12 х 4 х 2 | 6 |

***Задание 5. РАСЧЕТ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ЦИКЛОНА***

Целью расчета циклона является определение степени очистки газа, диаметра циклона, определение по таблице 3 основных размеров, а также количества последовательно установленных циклонов для обеспечения нормативов чистоты воздуха (ПДК или ПДВ).

Степень очистки приближенно может быть определена по графику (рис 3.1.1).

Исходя из технических нормативов, условная скорость газа (скорость газа в расчете на полное сечение пустого корпуса) выбирается в диапазоне:

Wy = 2,5 ÷ 4, м/с (1)

Задавшись Wy, определяют диаметр циклона:

, м, (2)

где:Vг – объемный расход газа, м3/с.

Полученные расчетные значения округляют и выбирают размер циклона, наиболее близкий к стандартному из следующего ряда:

0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6; 1,8; 2,0.

Практическая эффективность очистки воздуха выбранным циклоном в зависимости от фракционного состава пыли определяется по формуле:

ηпр = ( 3,875 ∙ 10-2 ∙ dч + 0,7) ∙ Dц + (1,21 ∙ 10-2 ∙ dч + 0,59),

где:

Dц – диаметр циклона, м

dч – диаметр частиц пыли, мкм.

Таблица 6

Соотношение размеров в долях диаметра Dц  для циклонов ЦН-15, ЦН-11

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Размер | ЦН-15 | ЦН-11 |
| Внутренний диаметр выхлопной трубы, Dтр  Внутренний диаметр пылевыпускного отверстия, DВ  Ширина входного патрубка в циклоне (внутренний размер) b  Ширина входного патрубка на входе (внутренний размер) b1  Длина входного патрубка ℓ  Высота входного патрубка h1  ­Диаметр средней линии циклона, Dср  Высота установки фланца hg1  Угол наклона крышки и входного патрубка циклона, α град  Высота внешней части выходной трубы hg  Высота цилиндрической части циклона, Нц  Высота конуса циклона, Нк  Общая высота циклона, Н  Коэффициент сопротивления, *ε*ц  nb wbrkjyf бка циклона, ЦН-15 ЦН-11 | 0,59  0,3-0,4  0,2  0,26  0,6  0,66  0,8  0,1  15  0,3  2,26  2  4,56  160 | 0,59  0,3-0,4  0,2  0,26  0,6  0,48  0,8  0,1  11  0,3  2,06  2  4,38  250 |

Таблица 7

Исходные данные к расчету циклона

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вариант | Сн, мг/м3 | Vг, м3 /ч | t, oC |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 300 | 3000 | 300 |
| 2 | 200 | 2000 | 220 |
| 3 | 250 | 2500 | 350 |
| 4 | 350 | 4000 | 300 |
| 5 | 300 | 2000 | 250 |
| 6 | 200 | 3000 | 200 |
| 7 | 150 | 1500 | 200 |
| 8 | 200 | 2500 | 300 |
| 9 | 250 | 2000 | 250 |
| 10 | 350 | 4000 | 350 |
| 11 | 300 | 5000 | 300 |
| 12 | 320 | 4500 | 320 |
| 13 | 220 | 2500 | 250 |
| 14 | 350 | 3000 | 350 |
| 15 | 450 | 3000 | 300 |

Теоретическая эффективность работы циклона определяется, как:

, (3)

где: Сн – концентрация пыли начальная

(запыленность газа на входе в аппарат), мг/м3

Ск – концентрация пыли конечная

(запыленность газа на выходе из аппарата), мг/м3

Ск численно совпадает с ПДК или с ПДВ.

Если в результате расчета окажется, что ηпр > ηтеор, то циклон эффективно очищает воздух от частиц пыли данной фракции.

***Задание 6. РАСЧЕТ И ПОДБОР ТИПОРАЗМЕРА РУКАВНОГО ФИЛЬТРА***

Целью расчета фильтра является определение площади фильтрующей поверхности и подбор фильтра по каталогу (табл. 11)

Поверхность фильтрования рассчитывается по формуле:

, (1)

где:Vф – объем газа, поступающего на очистку м3/час.

q – удельная газовая нагрузка фильтра, м3/м2 ∙ мин.

На практике удельная газовая нагрузка определяется по формуле:

q = qн ∙ C­1 ∙ C2 ∙ C3, м3/м2 ∙ мин, (2)

где:qн – нормативная удельная нагрузка, зависящая от свойств пыли, определяется по таблице 3.1.7.

Таблица 8 Значения нормативной удельной газовой нагрузки qн

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Значения qн, м3/м2 ∙ мин | | | |
| 2,6 | 2,0 | 1,7 | 1,2 |
| Асбест  Волокнистые целлюлозные материалы  Гипс  Песок | Глинозем  Цемент  Каолин  Известняк | Кокс  Металлопорошки  Пластмассы | Активированный уголь  Технический углерод |

С1 – коэффициент, учитывающий влияние концентрации пыли на нагрузку (определяется по рис. 9)

Рис. 9 Зависимость коэффициента С1 от концентрации пыли

на входе в фильтр

С2 – коэффициент, учитывающий дисперсность пыли (определяется по табл.9)

Таблица 9

Значения коэффициента С2, учитывающего влияние дисперсного состава пыли

|  |  |
| --- | --- |
| Медианный размер частиц пыли, мкм | Коэффициент С2 |
| > 500  500 – 100  10 – 50  3 – 10  менее 3 | 1,2 – 1,4  1,1  1,0  0,9  0,7 – 0,9 |

С3 – коэффициент, учитывающий влияние температуры газа (определяется по табл. 10)

Таблица 10

Значение коэффициента С3, учитывающего влияние температуры газа

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Температура, оС | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | 120 |
| С3 | 1 | 0,9 | 0,84 | 0,78 | 0,75 | 0,73 |

Поскольку в процессе очистки газа происходит забивание пор ткани мельчайшими частичками пыли, то стадии очистки газа чередуются со стадиями регенерации ткани. Поэтому при выборе фильтра расчетное значение поверхности фильтрования F умножают на коэффициент, учитывающий регенерацию ткани:

Fф = k ∙ F, (3)

где: k = 1, 3 ÷ 1, 5

По значению Fф подбирается марка фильтра и основные его характеристики ( табл 11, 12).

Таблица 11 Технические характеристики рукавных фильтров

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Типо-размер филь-тра | Производительность по очищаемому газу, Vф м3/час | Площадь поверхности фильтрования Fф, м2 | t°C, на входе газа | Удельная газовая нагрузка q, м3/м2∙мин | Массовая концентрация на входе С, г/м3 | Гидравлическое сопротивление р, кПа | Диаметр рукава D, мм | Длина рукава  L, м | Кол-во рукавов в фильтре n | Масса m, кг |
| РП 1  РП 2  РП 3  РВ 1  РВ 2  РС 1 | 2600-3900  5500-8200  9800-14000  2600-3900  5500-8200  1400-2160 | 55  115  205  50  110  30 | 140  140  300  140  140  140 | 0,8-1,2 | 50 | 1,9 | 200 | 2,45  5,1  9,1  2,2  4,9  2,0 | 36 | 2300  3100  4300  2700  3600 |

Таблица 12

Габаритные и присоединительные размеры фильтров типов РП и РВ

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Типоразмер фильтра | Длина корпуса L, мм | Ширина корпуса В, мм | Высота корпуса Н, мм |
| РП 1  РП 2  РП 3  РВ 1  РВ 2 | 2020  2120  2340  2020  2120 | 1440  1620  1820  1440  1620 | 2760  5440  9460  2420  5100 |

Таблица 13 Исходные данные к расчету рукавного фильтра

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | Строительный материал | Vг , м3/ч | Сн , мг/м3 | Dч , мкм |
| 1 | Цемент | 1200 | 20000 | 8 |
| 2 | Асбест | 1600 | 18000 | 6 |
| 3 | Гипс | 1800 | 16000 | 10 |
| 4 | Каолин | 2000 | 14000 | 12 |
| 5 | Кокс | 2200 | 12000 | 4 |
| 6 | Пластмасса | 2500 | 10000 | 8 |
| 7 | Активир. уголь | 1300 | 8000 | 6 |
| 8 | Технич.углерод | 1500 | 10000 | 10 |
| 9 | Каолин | 3500 | 12000 | 12 |
| 10 | Кокс | 2000 | 14000 | 14 |
| 11 | Цемент | 1800 | 16000 | 20 |
| 12 | Асбест | 1600 | 18000 | 6 |
| 13 | Пластмасса | 3200 | 20000 | 8 |
| 14 | Гипс | 3000 | 22000 | 6 |
| 15 | Каолин | 2300 | 24000 | 10 |

***Задание 7. РАСЧЕТ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРОФИЛЬТРА***

Техническая характеристика односекционных электрофильтров приведена в таблице 14.

Таблица 14

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Типоразмер  электрофильтра | Производительность по очищаемому газу, м3/ч | Площадь активного сечения, Sакт, м2 | Площадь поверхности осаждения Sос, м |
| ЭГА 1 – 10 – 6 – 4 – 2  ЭГА 1 – 10 – 6 – 4 – 2  ЭГА 1 – 10 – 6 – 6 – 2  ЭГА 1 – 10 – 6 – 6 – 3 | 59400 | 16,5 | 635  952  952  1430 |
| ЭГА 1 – 14 – 7,5 – 4 – 3  ЭГА 1 – 14 – 7,5 – 4 – 3  ЭГА 1 – 14 – 7,5 – 6 – 2  ЭГА 1 – 14 – 7,5 – 6 – 3 | 103320 | 28,7 | 1656  2210  1656  2485 |

Техническая характеристика односекционных электрофильтров

Расчет электрофильтра проводится следующим образом.

Выбирается рабочая скорость газа, исходя из рекомендуемого

ГОСТ 15150 – 69; W = 0,75 ÷ 1 м/ с

По таблице 14 подбирается электрофильтр в зависимости от площади активного сечения:

, (1)

где:Vг – объемный расход газа, м3/с;

W – рабочая скорость газа, м/с .

Для того, чтобы определить, обеспечит ли данный аппарат требуемую степень очистки, проводят расчет по формуле:

ηрасч = 1 – exp (-Woc ∙ f), (2)

где: Wос – скорость осаждения (скорость движения пылинки к электроду

осаждения), м /с

f – удельная поверхность осаждения, с/м

Удельная поверхность осаждения рассчитывается, как:

, (3)

где: Sос – площадь поверхности осаждения, м2

Vг – объемный расход газа, м3/с.

Расчет скорости осаждения проводится по формуле:

, (4)

где: εо = 8,85 ∙ 10-12 ф/м – диэлектрическая проницаемость вакуума

Е = 2,5 ∙ 105 в/м – напряженность электростатического поля электро-

фильтра;

r – радиус частиц, м;

μг – вязкость газа, Па ∙ с (см. расчет пылеосадительной камеры)

, (5)

где: μо – динамический коэффициент вязкости газа при 0° С, для воздуха, в частности, μо = 17,3 ∙ 10-6 Па ∙ с

Т – температура газа, °К

С – постоянная Сатерленда (С = 124)

Расчетное значение степени очистки ηрасч сравнивается с требуемой по заданию степенью очистки газа ηтр = . Если условие ηрасч ≥ ηтр выполняется, то электрофильтр подобран верно. Если это условие не выполняется, тогда подбирается другой, с большей площадью осаждения и пересчитывается ηрасч.

..

Таблица 15

Исходные данные для расчета электрофильтра

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вариант | Vг, м3/ ч | Сн, мг/м3 | dч, мкм |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 100 000 | 40 | 10 |
| 2 | 80 000 | 50 | 8 |
| 3 | 60 000 | 100 | 20 |
| 4 | 40 000 | 200 | 25 |
| 5 | 120 000 | 150 | 45 |
| 6 | 140 000 | 60 | 3 |
| 7 | 50 000 | 70 | 5 |
| 8 | 110 000 | 65 | 8 |
| 9 | 100 000 | 55 | 16 |
| 10 | 45 000 | 45 | 12 |
| 11 | 80 000 | 40 | 6 |
| 12 | 90 000 | 55 | 8 |
| 13 | 85 000 | 60 | 15 |
| 14 | 135 000 | 65 | 16 |
| 15 | 115 000 | 70 | 10 |

**ТЕМА 2. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

**2.2. Охрана гидросферы**

***Структура темы***

1. Вода, как природный ресурс. Оценка качества природных вод.

2. Охрана и регулирование качества вод (общие мероприятия). Во­доохранная зона.

3. Типы водопользования. Требования различных водопользователей к качеству воды. Схемы водоснабжения промышленных предприятий.

4. Происхождение и состав сточных вод промышленных предприятий. Ограничение на спуск сточных вод предприятий в общую сеть канализации.

5. Смешивание загрязнений в водных объектах. Самоочищение водое­мов.

6. Утилизация и переработка твердой фазы сточных вод.

7. Очистка сточных вод от грубодисперсных примесей.

8. Очистка сточных вод от нефте- и маслопродуктов.

9. Физико-химические методы очистки сточных вод (Очистка сточ­ных вод от растворенных примесей).

10. Химические методы очистки сточных вод. Возможности этих мето­дов.

11. Биохимические методы очистки сточных вод (очистка вод от ор­ганических примесей). Аэробные и анаэробные методы очистки сточных вод.

***Теоретическое введение***

**Значение воды**

Гидросфера является неотъемлемой частью природной среды.

Вода – источник жизни на Земле, великая природная ценность, покрывающая 71% поверхности нашей планеты, самое распространенное химическое соединение и необходимая основа для существования всего живого на планете. Высокое содержание в растениях (до 90%) и в теле человека (около 70%) лишь подтверждает важность этого компонента

Вода имеет важное значение для жизни всего живого. Именно в воде появились первые признаки жизни, и первые организм. Без воды не может существовать вся экосистема (животные, растения, птицы, бактерии).

Гидросфера играет важнейшую роль в формировании климата. В результате испарения громадное количество воды переходит в атмосферу.

Посчитано, что на земном шаре ежегодно испаряется 380 тыс. км3 воды. Содержащиеся в воздухе водяные пары пропускают на землю большую часть солнечных лучей, задерживают обратное излучение земли, способствуя сохранению ее тепла.

Она участвует в геологических процессах (почва, горы, холмы). **Вода является драгоценным сырьем для сохранения жизни на планете.**

Вода имеет особое значение как промышленное сырье, с точки зрения условий протекания технологических процессов. Она идет на производство энергии, для охлаждения.

Вода используется для растворения, смешивания и очистки.

Велико потребление воды в жилищно-коммунальном хозяйстве.

Водная среда – среда обитания рыб и других живых организмов.

Водные пространства используются для перевозки грузов морским и речным транспортом.

Большое количество воды потребляется для орошения земель.

В зависимости от использования воды выделяют два понятия **водопользование** и **водопотребление**. *Водопользование* - это использование воды в качестве среды или механического источника без изъятия ее из водоема, для водного транспорта, рыбного хозяйства, гидроэнергетики. *Водопотребление* сопровождается забором воды из источника для хозяйственно-питьевых нужд, промышленности, сельского хозяйства. При этом вода может возвращаться и не возвращаться обратно в водоем.

**Контроль качества водных ресурсов**

**Качество** – это характеристика состава и свойств воды, определяющая возможность ее использования для целей хозяйственно - питьевого, культурно-бытового, рыбо-хозяйственного и технического назначения.

Для оценки качества воды анализируется ее химический состав и физические свойства.

Примеси в природных и сточных водах могут быть во взвешенном, коллоидном или растворенном состояниях, причем количество отдельных примесей в воде определяет ее свойства.

Примеси во взвешенном состоянии представляют собой нерастворимые в воде суспензии и эмульсии. Они кинетически не устойчивы и находятся во взвешенном состоянии вследствие гидродинамического воздействия течения потока.

Примеси в коллоидном состоянии представляют собой органические и минеральные коллоидные частицы.

Концентрация отдельных примесей в воде определяет ее свойства, т.е. качество воды.

Мониторинг загрязнения поверхностных вод ведется с помощью ста­ционарных постов. Периодичность отбора проб, в зависимости от катего­рии пункта, составляет от ежедневного или ежедекадного отбора до одно­го раза в несколько месяцев (в основные фазы водного режима).

Чис­ло контролируемых ингредиентов составляет от единиц до нескольких десятков. Стационарные посты государственной сети наблюдений допол­няются ведомственными, функционирующими с различной периодично­стью. Водоемы, служащие источниками питьевого водоснабжения, а так­же рекреационные, контролируются санитарно-эпидемиологической службой. Постепенно внедряются системы автоматизированного контро­ля, основанные на использовании датчиков и компьютерных сетей. Показатели качества воды определяются с использованием гигие­нических нормативов.

Нормативы качества воды устанавливаются по-разному, в зависимости от характера использования водоемов:

- для хозяйственно-питьевого водоснабжения;

- для рекреационных или рыбо-хозяйственных целей.

Соот­ветственно, различают **предельно допустимые концентрации для разных категорий водоемов**:

- **ПДКв** — предельно допустимая концентрация, которая не должна оказывать прямого или косвенного влияния на организм человека в течение всей жизни и на здоровье последующих поколений, не должна ухудшать гигиенические условия водопользования;

- **ПДКвр** - предельно допустимая концентрация вещества в воде водоема, используемого для рыбо-хозяйственных целей.

 Установле­ние ПДК требует длительных *дорогостоящих* исследований, при их отсутствии на основе экспрессных оценок временно устанавливаются **ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ).**

ПДКвр определяется исходя из требования устойчивости популя­ций ихтиофауны, по своему содержанию они наиболее (в сравнении с другими нормативами) приближаются к экологическим ПДК. При этом, согласно «Правилам охраны поверхностных вод», требование соблюдения ПДК распространяется не на все акватории водоемов, а лишь на места водопользования и створы, расположенные на расстоя­нии до 1 км от таких мест. Отнесение водоемов к категории рыбо-хозяйственных входит в компетенцию местных органов управления водным хозяйством (рыбо-хозяйственными считаются все водоемы, за исключе­нием отстойников сточных вод).

Характер воздействия загрязняющих веществ на организм неодинаков, поэтому различают отдельные группы нормативных показателей по видам воздействия **- лимитирующим признакам вредности (ЛПВ).**

Для концентраций загрязняющих веществ в водоемах установлены:

- **органолептический ЛПВ** - вещества, изменяющие органолептические свойства воды (цвет, запах, вкус);

- **общесанитарный ЛПВ** - вещества, влияющие на общее сани­тарное состояние водоема (в том числе на скорость процессов самоочищения);

- **санитарно-токсикологический ЛПВ** — вещества, непосредствен­но оказывающие воздействие на организм человека и гидробионтов.

Для рыбо-хозяйственных водоемов выделяют также *ток­сикологический и рыбо-хозяйственный ЛПВ.* Если вещество спо­собно оказывать воздействия, относящиеся к разным ЛПВ, то в качестве нормативного выбирается ЛПВ с минимальным уров­нем воздействия. При этом для водоемов различного назначе­ния ПДК одного и того же вещества могут быть установлены по разным ЛПВ. Предельно допустимые сбросы (ПДС) предприятий, канализацион­ных систем городов и т.п. должны обеспечивать соблюдение ПДК в ука­занных выше створах. ПДС рассчитываются с учетом фонового уровня загрязнения и ряда гидрологических параметров: расхода воды 95% обес­печенности, средней скорости течения, глубины, коэффициента шеро­ховатости дна потока.

**Основные показатели качества воды**

Для водоемов, используемых в хозяйственно-питьевых и рекреационных целях, уста­новлено около 11 основных показателей состава и свойств воды.

Различают физические, химические, биологические и бактериологические показатели качества воды.

**Физические** **показатели** характеризуются, как обще-санитарные и могут быть следующие.

*Взвешенные вещества* содержатся в природных и сточных водах, они могут быть минерального и органического происхождения. В зависимости от размеров отдельных частиц и их плотности взвешенные вещества могут выпадать в виде осадка, всплывать на поверхность воды или оставаться во взвешенном состоянии.

*Цветность воды (окраска)* обусловлена присутствием в воде дубильных веществ, жиров, органических кислот и других органических соединений.

*Запах и вкус* могут быть естественными и искусственными. Количественно запах и вкус воды оцениваются по пяти-бальной шкале: 0 – никакого; 1 – очень слабый; 2 – слабый; 3 – заметный; 4 – отчетливый; 5 – очень сильный.

**Химические показатели** условно делят на 5 групп: главные ионы; растворенные газы, биогенные вещества, микроэлементы и органические вещества.

*Определяющие ионы*:

анионы HCO3-; SO4-; CI-; CO3 ; HsiO3 ;

катионы: Na+; Ca2+; Mg2+; K+; Fe2+  - в пресных водах;

Co, Ni, Vi, As, тяжелые металлы - в производственных сточных водах.

*Растворенные газы.* Среди них определенное значение имеют кислород О2, углекислый газ СО2, сероводород Н2S.

Растворимость кислорода в воде зависит от температуры воды. Содержание кислорода определяется поступлением его из воздуха и в результате фотосинтеза.

Углекислый газ находится в воде, как в растворенном состоянии, так и в форме угольной кислоты. Источник поступления СО2 в воду – биохимические процессы распада органических веществ. Концентрация СО2 зависит от рН, температуры и солесодержания.

Сероводород встречается органического и неорганического происхождения. Он придает воде неприятный запах, способствует коррозии металла и может вызвать зарастание трубопроводов.

*Биогенные вещества.* К этой группе относят соединения, необходимые для жизнедеятельности водных организмов. Это минеральные органические соединения азота, а также фосфора.

*Микроэлементы.* Это такие элементы, содержание которых составляет менее 1 мг/л. Это ионы, молекулы, коллоидные частицы, взвеси.

Для характеристики степени загрязнения воды органическими соединениями применяют такие косвенные методы, как окисляемость воды и биохимическое потребление кислорода.

*Окисляемость воды* - это количество кислорода, необходимое для окисления примесей в данном объеме (мгО2/л). Для оценки содержания органических веществ определяют *химическое потребление кислорода* (ХПК).

*Биохимическое потребление кислорода* – количество кислорода, необходимое для окисления органических соединений (БПК).

*Активная реакция* воды является показателем щелочности или кислотности рН = 7 – нейтральная среда; рН < 7 – кислая среда; рН > 7 – щелочная среда.

**Биологические показатели** качества воды главным образом относятся к природным водам. Основные из них *гидробионты* и *гидрофлора.*

Гидробионты подразделяются на планктон – обитатели, пребывающие в воде от дна до поверхности.

Гидрофлора определяется макро- (водная растительность) и микрофитами (водоросли).

**Бактериологические показатели** качества воды характеризуют безвредность воды относительно присутствия болезнетворных микробов.

При анализе качества воды определяется содержание в ней вредных веществ, которое сравнивается с ПДК. Для каждого предприятия разработаны нормы *предельно-допустимых сбросов* (ПДС). Если концентрация вредных веществ превышает ПДК, то необходима очистка сточных вод.

Различают классы качества воды:

- относительно чистые — ИЗВ < 1;

- умеренно загрязненные — ИЗВ от 1 до 2,5;

- загрязненные — ИЗВ от 2,5 до 4;

- грязные — ИЗВ от 4 до 6;

- очень грязные — ИЗВ от 6 до 10;

- чрезычайно грязные — ИЗВ > 10.

**Загрязнение водных ресурсов**

**Источники и виды загрязнения поверхностных вод**.

Потребность народного хозяйства в воде с каждым годом увеличивается. Основной причиной возникновения дефицита и сокращения эксплуатационных ресурсов воды является загрязнение поверхностных и подземных вод.

Основная причина загрязнения водных бассейнов - сброс неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод. Преобладающая часть воды, используемая в промышленности, сельском хозяйстве, в хозяйственно-бытовых целях, возвращается в водоемы загрязненной. Источниками загрязнения поверхностных вод становятся объекты, вносящие в них загрязняющие вещества, микроорганизмы или избыточную теплоту. Ниже перечисле­ны основные источники загрязнения водоемов.

***Промышленные стоки***, поступающие в системы производственной канализации. Их количество и состав сильно различаются в зависимо­сти от типа и мощности предприятия, вида сырья, характера техноло­гии, используемой аппаратуры и т.д. На долю промышленности прихо­дится 70-80% всех сточных вод. Существует два типа водоснабже­ния предприятий -прямоточное, при котором отработанные воды, в той или иной степени очищенные или неочищенные, возвращаются в водоем, и оборотное, при котором сточные воды после очистки вновь многократно используются в производственном процессе. По мере вне­дрения систем оборотного водоснабжения доля промышленных стоков в загрязнении водных объектов постепенно снижается.

В промышленном производстве вода используется как теплоноси­тель, поглотитель, растворитель, средство транспортировки, а ча­сто для нескольких целей одновременно. Промышленные сточные воды очень сильно различаются степенью загрязненности. Некоторые виды промышленных сточных вод содержат компоненты, представляющие определенную ценность как сырье. Различают четыре класса сточных вод: загрязненные неочищенные, недостаточно очищенные, нормативно очищенные, условно чистые (не требующие очистки).

Разновидностью промышленных сточных вод являются теплые воды электростанций. Они могут и не содержать загрязняющих веществ, но вызывать нарушение температурного режима (тепловое загрязнение), приводящее к искажению биологических процессов и эвтрофикации водоемов.

***Хозяйственно-бытовые (коммунальные) стоки*** составляют пример­но 20% всего объема сточных вод, причем по мере снижения вклада про­мышленных источников их доля в водоотведении постепенно растет. Хозяйственно-бытовые сточные воды имеют относительно устой­чивый состав. От одного человека в сутки в среднем поступает 65 г взве­шенных веществ, 8 г азота аммонийного, 3,3 г фосфатов, 9 г хлоридов, 60-75 г органических веществ.

***Диффузные источники загрязнения***: взвешенные вещества, удобре­ния, пестициды, нефтепродукты, тяжелые металлы, смываемые ливне­выми и талыми водами с полей и с городских улиц. В некоторых случа­ях (например, животноводческие комплексы, перерабатывающие пред­приятия) поступающие загрязняющие вещества концентрируются и по характеру воздействия почти не отличаются от промышленных стоков. Воздействие данного источника загрязнения усугубляется отсутствием (как правило) очистки.

Воздействие диффузных источников загрязнения сложно не только предотвратить, но даже учесть. Наиболее подвер­жены воздействию диффузных источников загрязнения малые реки.

***Жидкие полезные ископаемые и сопутствующие вещества*** (нефть и рассолы из глубинных горизонтов, шахтные и рудничные сточные воды) могут попадать в водоемы вследствие потерь при добыче и транспорти­ровке и из естественных выходов.

***Объекты водопользования***: загрязнение водоемов водным транспор­том, лесосплавом, добычей полезных ископаемых в акваториях.

Загрязнения, поступающие из атмосферы в результате их осажде­ния и вымывания атмосферными осадками (иногда до 15%). Образование загрязняющих веществ непосредственно в водоемах, что чаще всего бывает связано с созданием водохранилищ (усиленное раз­витие фитопланктона, в том числе сине-зеленых водорослей, выделяю­щих токсичные вещества).

**Источники загрязнения подземных вод**.

Загрязнение подземных вод происходит при фильтрации загрязняющих веществ с поверхности, при гидродинамических и физико-химических процессах, развивающих­ся в недрах при техногенном воздействии на них.

Разли­чают загрязнение подземных вод «сверху» и «снизу», и, по имеющимся оценкам, преобладает первое.

Проблема загрязнения подземных вод усугубляется тем, что в условиях характерной для подземных горизон­тов анаэробной восстановительной среды, постоянно низких температур, отсутствия солнечного света процессы самоочищения резко замед­лены. Существуют следующие основные виды источников загрязнения подземных вод.

***Промышленные площадки предприятий***, связанные с получением или использованием в качестве сырья веществ, способных мигрировать с подземными водами. Места хранения и транспортировки промышленной продукции и отходов производства. Этот источник загрязнения наиболее характерен для предприятий горнодобывающей, металлургической и химической промышленности. В последние годы выявлены случаи крупномасштабного загрязнения подзем­ных вод нефтепродуктами в результате их утечек или преднамеренного слива на нефтебазах и в бензохранилищах.

***Места аккумуляции коммунальных и бытовых отходов*** (свалки, вы­гребные ямы), не оборудованные в соответствии с современными эко­логическими требованиями гидроизоляцией и системами сбора, удале­ния и обезвреживания фильтрующихся и конденсирующихся вод. Заг­рязнение подземных вод нередко происходит и при размещении кладбищ и могильников, полей орошения, фильтрации и ассенизации на участках, сложенных проницаемыми породами.

**Сельскохозяйственные объекты и угодья**, где хранятся или применя­ются удобрения и пестициды, скапливается навоз. Особенно большую опасность для загрязнения подземных вод представляют хранилища пестицидов, в том числе запрещенных к употреблению, а также недей­ствующие скважины на животноводческих фермах.

**Участки инфильтрации загрязненных атмосферных осадков**. Роль этого источника загрязнения подземных вод почти не изучена, но не­сомненно, что он вносит определенный вклад в формирование фоновых уровней концентрации поллютантов.

**Буровые скважины**, нарушающие целостность водоупоров. Загряз­нение по неликвидированным скважинам, а также по затрубному про­странству разведочных и эксплуатационных скважин может происхо­дить как сверху, с буровых площадок, так и снизу, под напором, из глу­бинных водоносных горизонтов и нефтяных залежей. Особенности загрязнения подземных вод связаны с тем, что при низких температу­рах, отсутствии солнечного света, недостатке или отсутствии кислоро­да процессы самоочищения протекают крайне замедленно, нередко раз­виваются вторичные процессы, усиливающие эффект загрязнения.

**Виды загрязнения водных ресурсов**

Всякий водоем или водный источник связан с окружающей его внешней средой. На него оказывают влияние условия формирования поверхностного или подземного водного стока, разнообразные природные явления, индустрия, промышленное и коммунальное строительство, транспорт, хозяйственная и бытовая деятельность человека. Следствие этих влияний – привнесение в водную среду новых, несвойственных ей веществ-загрязнителей, ухудшающих ее качество. Обычно выделяют физическое, химическое, органическое и биологическое загрязнения.

*Химическое загрязнение.* Данное загрязнение представляет собой изменение естественных химических свойств воды за счет увеличения содержания в ней вредных примесей, как неорганической (минеральные соли, кислоты, щелочи, глинистые частицы), так и органической природы (нефть, нефтепродукты, органические остатки, поверхностно - активные вещества, пестициды). Основными неорганическими (минеральными) загрязнителями пресных и морских вод являются разнообразные химические соединения, токсичные для обитателей водной среды. Это - соединения мышьяка, свинца, кадмия, ртути, хрома, меди, фтора. Значительное количество их попадает в воду в результате человеческой деятельности.

Тяжелые металлы поглощаются фитопланктоном, а затем передаются по пищевой цепи более высокоорганизованным организмам.

*Органическое загрязнение.* Среди вносимых в природные воды растворимых веществ большое значение для обитателей водной среды имеют не только минеральные соединения, но и органические остатки. Вынос органического вещества в океан оценивается в 300…380 млн т в год.

Сточные воды, содержащие суспензии органического происхождения или растворенное органическое вещество, пагубно влияют на состояние водоемов. Осаждаясь, суспензии заливают дно и задерживают развитие или полностью прекращают жизнедеятельность донных микроорганизмов, участвующих в процессе самоочищения вод. При гниении донных осадков могут образовываться вредные соединения и отравляющие вещества (сероводород и др.), приводящие к загрязнению всей воды в реке, водоеме.

Наличие суспензий затрудняет проникновение света вглубь воды и замедляет процессы фотосинтеза. Одним из основных санитарных требований, предъявляемых к качеству воды, является содержание в ней необходимого количества кислорода. Вредное действие оказывают все загрязнения, так или иначе содействующие снижению содержания кислорода в воде. Поверхностно-активные вещества - жиры, масла, смазочные материалы - образуют на поверхности воды пленку, препятствующую газообмену между водой и атмосферой, что снижает степень насыщенности воды кислородом. Значительный объем органических веществ, большинство из которых не свойственно природным водам, сбрасывается в реки вместе с промышленными и бытовыми стоками.

Разлагаясь в водной среде, органические отходы могут стать средой для патогенных организмов. Вода, загрязненная органическими отходами, становится практически непригодной для питья и других нужд.

*Биологическое загрязнение.* Биологическое загрязнение связано с жизнедеятельностью в водной среде живых организмов, попаданием в нее микробов, вирусов.

*Тепловое* загрязнение происходит при использовании воды в качестве охладителя. При повышении температуры снижается содержание в воде кислорода, что ведет к размножению бактерий, выделению сероводорода, метана и других вредных ядовитых веществ. В результате тепловое загрязнение переходит в биологическое.

*Радиоактивное* загрязнение вызывается испытанием термоядерного оружия, радиоактивными отходами предприятий, атомными электростанциями, использующих воду в качестве охладителя реакторов. Захоронение радиоактивных отходов в океанических впадинах является причиной загрязнения вод океана.

**Очистка сточных вод**

*Сточными вода***ми** называют воды, использованные промышленными или коммунальными предприятиями и населением, подлежащие очистке от различных примесей.

В зависимости от условий образования сточные воды делят на:

* входят воды, использованные для технологических процессов в быту (БСВ);
* атмосферные (АСВ);
* промышленные (ПСВ).

*Бытовые сточные воды* **-** это стоки душевых, бань, прачечных, столовых, туалетов. Они содержат примеси, из которых 58% - органические вещества и 42% - минеральные.

*Атмосферные сточные воды* образуются в результате выпадения атмосферных осадков. Если они стекают с территории предприятий, то загрязняются органическими и минеральными веществами.

*Промышленные сточные воды* редставляют собой жидкие отходы, которые возникают при добыче и переработке органического и неорганического сырья. Сюда входят воды, использованные для технологических процессов.

Очистка производствен­ных и бытовых сточных вод производится в естественных (на полях оро­шения и фильтрации, в биологических прудах) и в искусственных усло­виях (на специально созданных сооружениях и установках).

Существует большое количество способов очистки сточных вод и различные виды их классификации. Выбор необходимых способов при проектировании станций очистки, как правило, основывается на виде и концентрации преобладающих примесей сточных вод, а именно механических, растворенных и органических.

Промышленные сточные воды от примесей очищают механическими, химическими, физико-химическими и биологическими методами.

Методы очистки сточных вод обычно *комбинируют:* вначале исполь­зуют механические и химические методы очистки. Далее может производиться биохи­мическая очистка, так как сточная вода с высоким содержанием токси­ческих веществ способна вывести из строя биологические очиститель­ные сооружения (уничтожить бактерии активного ила). Такую сточную воду (гальванические стоки, рассолы, радиоактивные отходы и др.) на­правляют на захоронение в глубокие горизонты, в зону замедленного водообмена, где циркулируют естественные рассолы.

**Механические методы очистки** применяют для очистки сточных вод от твердых частиц в зависимости от их свойств, концентрации и фракционного состава. Эта очистка осуществляется методами процеживания, отстаивания, отделения твердых частиц в поле действия центробежных сил и фильтрования.

*Процеживание*– первичная стадия очистки сточных вод – предназначено для выделения из сточных вод крупных нерастворимых примесей размером до25 мм, а также более мелких волокнистых загрязнений.

Процеживание сточных вод осуществляется пропусканием воды через решетки и волокноуловители. Решетки, изготовленные из металлических стержней с зазором между ними 5-25 мм, устанавливают в коллекторах сточных вод вертикально или под определенным углом. При эксплуатации решетки должны непрерывно очищаться, что осуществляется, как правило, механически.

***Отстаивание***основано на особенностях процесса осаждения твердых частиц в жидкости. При этом может иметь место свободное осаждение неслипающихся частиц, сохранивших при этом свою форму и размеры.

Очистку сточных вод отстаиванием осуществляют в песколовках и отстойниках. Песколовки применяют для выделения частиц песка, окалины. В зависимости от направления сточной воды песколовки делят на горизонтальные с прямолинейным и круговым движением воды, вертикальные и аэрируемые.

Отстойники используют для выделения из сточных вод твердых частиц размером менее 0,25 мм. По направлению движения сточной воды в отстойниках последние делят на горизонтальные, вертикальные, радиальные и комбинированные.

*Отделение твердых примесей в поле действия центробежных сил* осуществляется в открытых или напорных *гидроциклонах* и *центрифугах.*

Открытые гидроциклоны применяют для отделения из сточных вод крупных твердых частиц со скоростью осаждения более 0,02 м/с. Преимущества открытых гидроциклонов перед напорными – большая производительность и малые потери напора. Эффективность очистки сточных вод от твердых частиц в гидроциклонах зависит от характеристик примесей, а также от конструкционных и геометрических характеристик самого гидроциклона.

*Фильтрование*сточных вод предназначено для очистки их от тонкодисперсных твердых примесей с небольшой концентрацией. Процесс фильтрования применяется также после физико-химических и биологических методов очистки, так как некоторые из этих методов сопровождаются выделением в очищаемую жидкость механических загрязнений.

**Химические методы очистки** применяются в основном для промышленных сточных вод и заключаются в нейтрализации, коагуляции и окислении растворенных в жидкостях вредных веществ, кислот, солей и щелочей. При химической обработке эти вещества образуют нерастворимые осадки или переводятся в безвредные растворенные соединения.

*Коагулирование* осуществляется при добавлении к сточной воде реагента (коагулянта), способствующего быстрому выделению из воды взвешенных веществ, которые другими методами выделить не удается. На промышленных предприятиях метод коагуляции нашел применение в комплексе с отстаиванием и фильтрованием.

*Нейтрализацией*обычно подвергаются кислые сточные воды. Применяется несколько способов нейтрализации:

* смешение кислых стоков со щелочами;
* добавление реагентов нейтрализации;
* фильтрация сточных вод через нейтрализующие материалы;
* продувка через сточную воду углекислого газа.

*Окисление* применяют тогда, когда другие методы неэффективны. В качестве окислителей используют гипохлорид натрия, кислород воздуха, озон. Методом окисления можно понизить в сточных водах концентрацию нефтепродуктов, H2S, содержание микроорганизмов.

Из **физико-химических методов очистки** воды, прежде всего, следует отметить такие методы как флотация, экстракция,сорбция и эвапорация.

*Флотация*основана на всплывании дисперсных частиц вместе с пузырьками воздуха. На поверхности образуется легко удаляемый пенообразный слой. Эффективность флотации зависит от размеров поверхности пузырьков воздуха, площади контакта их с твердыми частицами и от смачиваемости этих частиц. Добавляемые в сточную воду реагенты (известь, FeCI2, AI2(SO4)3, NaOH) улучшают смачиваемость частиц и качество очистки воды.

При *экстракции* смешиваются взаимонерастворимые жидкости. Экстракция сточных вод применяется для очистки от нефтепродуктов и твердых частиц. Экстрагент (CСI4) подается в верхний отстойник со сточной водой. Четыреххлористый углерод перемещается в нижнюю часть отстойника, а осветленная вода – в верхнюю. Затем жидкости разделяются.

При *сорбции* загрязнения из жидкости собираются на поверхности твердого вещества (адсорбция) или вступают в химическое взаимодействие с ним (хемосорбция). Часто применяются фильтры, загруженные сорбентом (активированным углем, торфом, золой).

*Эвапорация*заключается в отгонке летучих веществ с водяным паром.

**Биологическая очистка** основана на способности микроорганизмов использовать растворенные и коллоидные органические загрязнения в качестве источника питания в процессах своей жизнедеятельности.

Производственные сточные воды, не поддающиеся очистке перечисленными методами, подвергают *термическому обезвреживанию* (сжиганию) или закачке в глубинные скважины.

Механические методы относят к методам предварительной очистки. Химические и физико-химические методы применяют отдельно. Физико-химические методы могут быть использованы вместо биологической очистки.

Большие преимущества имеют физико-химические методы очистки:

* удаление токсичных, биохимически не окисляемых загрязнений;
* более глубокая и стабильная степень очистки;
* меньшие размеры очистных сооружений;
* возможность полной автоматизации.

**Проблемы охраны подземных вод**

Подземные воды чище поверх­ностных вод, менее подвержены влиянию метеоусловий, не иссякают даже при сильных засухах. Подземные воды есть даже там, где поверхностные источники воды отсутствуют. В связи с этим подземные воды рассматриваются как бо­лее надежный источник водоснабжения, чем поверхностные. Однако неправильное использование приводит к их загрязнению или исто­щению. Следствием истощения могут быть цепные реакции в экосисте­ме, в том числе опустынивание, оседание земной поверхности, подъем уровня соленых вод.

Загрязнение подземных вод происходит при нали­чии источника загрязнения и недостаточной естественной защищенно­сти подземных вод. Защищенность подземных вод зависит от геологи­ческого строения и определяется мощностью и проницаемостью пород, перекрывающих водоносные горизонты, наличием или отсутствием раз­рывных нарушений, локальных размывов, скважин и горных вырабо­ток.

**Виды загрязнения подземных вод**

Наиболее распространенными видами загрязнения подземных вод являются следующие:

- нефтяное загрязнение, происходящее при утечках нефти и нефте­продуктов в процессе их добычи, транспортировки, хранения и исполь­зования;

- хлоридное загрязнение, развивающееся при попадании в пресные водоносные горизонты высокоминерализованных вод из глубинных го­ризонтов, рудничных и шахтных вод, сточных вод химических предпри­ятий. Хлориды хорошо растворяются в воде и могут мигрировать по водоносным горизонтам на большие расстояния. Самоочищение от хло­ридов почти отсутствует, снижение концентраций происходит только за счет разбавлений, т.е. за счет того, что загрязнению подвергаются боль­шие объемы воды.

- нитратное загрязнение, связанное главным образом с сельским хо­зяйством и, реже, с промышленными и коммунальными отходами. Ис­точниками нитратов в подземных водах служат минеральные удобре­ния и отходы животноводческих комплексов. Азотистые соединения в подземных водах представлены в трех формах: аммонийной, нитритной, нитратной, которые также являются последовательными стадиями про­цесса нитрификации. Нитраты в подземных водах устойчивы и способ­ны активно мигрировать.

- загрязнение тяжелыми металлами, связанное, главным образом, с промышленными источниками. Тяжелые металлы, содержащиеся в под­земных водах в катионной форме, обычно хорошо сорбируются.

- бактериальное загрязнение бывает связано с коммунально-бытовы­ми и сельскохозяйственными источниками. Распространение бактери­ального загрязнения ограничено временем выживания бактерий в под­земных водах (от 30 до 400 суток).

**Мероприятия по охране подземных вод**

Различают про­филактические и специальные мероприятия по охране подземных вод.

*Профилактические мероприятия включают:*

- рациональное размещение потенциально опасных объектов для предотвращения возможных загрязнений подземных вод (т.е. ис­ключительно на территориях, сложенных слабопроницаемыми грунтами достаточной мощности);

- соблюдение правил ведения буровых и горных работ, соблюде­ние правил оборудования скважин, тампонаж неиспользуемых выработок;

- создание и поддержание режима зон санитарной охраны в пре­делах территорий, на которых происходит питание месторожде­ний подземных вод, что предусматривает первоочередное осна­щение населенных пунктов канализацией, а предприятий — обо­ротным водоснабжением, недопущение размещения потенциально опасных объектов, ограничения использования удобрений и пестицидов.

*Специальные мероприятия по борьбе с загрязнением подземных вод* включают:

- откачки загрязненных вод из специальных скважин, пробурен­ных для ликвидации очагов загрязнения подземных вод или пре­дотвращения их распространения;

- устройство защитных водозаборов для перехвата загрязненных подземных вод;

- создание непроницаемых завес вокруг очага загрязнения;

- использование бактериальных препаратов для разрушения уг­леводородов и других органических загрязнений.

**Организационно-правовые и планировочные мероприятия**

Организационно-правовые и планировочные мероприятия, на­правленные на сведение к минимуму воздействия загрязняющих ве­ществ, включают систему ограничений, накладываемых на определен­ные виды хозяйственной деятельности в тех местах, где она способна оказать наиболее негативное воздействие на водоемы.

На предотвраще­ние загрязнения водных объектов нацелено создание и поддержание режима водоохранных зон и прибрежных полос. Согласно Положению, в водоохранных зонах запрещается проведение авиационно-химических работ, использование ядохимикатов и навозных стоков, разме­щение складов удобрений, ядохимикатов и горюче-смазочных материа­лов, складирование навоза, мусора и отходов, стоянка, заправка топли­вом и ремонт автотракторной техники, добыча полезных ископаемых, строительство новых и расширение действующих объектов без согласо­вания с природоохранными органами.

В пределах прибрежных полос дополнительно запрещается распашка земель, выпас скота, применение удобрений, устройство палаточных городков. В Положении ого­ворены минимальные размеры водоохранных зон, в зависимости от про­тяженности реки, в то же время водоохранные зоны должны устанавли­ваться с учетом конкретных физико-географических условий: в них дол­жны входить поймы и надпойменные террасы, склоны долин, впадающие в водоем овраги и балки и т.д.

**Экономическая эффективность водоохранных мероприятий**

Объемы загрязняющих веществ, сбрасываемых со сточными водами, в тоннах за год, определяются на основе использования расчетных и ин­струментально-лабораторных методов.

Плата за нанесенный ущерб взимается в однократном размере за сбросы в пределах НДС (ПДС) и в пятикратном — за сбросы сверх НДС (ПДС) или при отсутствии установленных НДС. При аварийных сбро­сах, вызвавших экстремально высокое загрязнение, вследствие чего был нанесен ущерб здоровью населения, флоре, фауне и экономике, винов­ные выплачивают штрафы и компенсации в административном или су­дебном порядке.

Основные направления практической охраны вод, подобно основ­ным направлениям охраны атмосферного воздуха, включают *предот­вращение образования загрязняющих веществ, очистку сточных вод и организационно-правовые и планировочные мероприятия,* направлен­ные на минимизацию воздействия загрязняющих веществ.

Предотвращение образования загрязняющих веществ достигает­ся сокращением объемов водопотребления и водоотведения, совершен­ствованием технологий и экономии воды, что является наиболее перс­пективным направлением охраны водных ресурсов.

В разных отраслях экономики существует большое количество методов, позволяющих сни­жать водопотребление, изолировать водные объекты от потенциально опасных производственных процессов. Немалые ресурсы экономии воды имеются в быту, для их использования требуется создание экономиче­ских стимулов и поддержание в технически исправном состоянии сис­тем водоснабжения и канализации.

Однако техническое перевооружение промышленности и комму­нально-бытовой сферы, внедрение принципиально новых, прогрессив­ных технологий невозможно без значительных инвестиций в производ­ство. При отсутствии у предприятий средств на замену устаревших тех­нологий снижение потребления воды в промышленности может быть достигнуто за счет более широкого использования систем оборотного и последовательного водоснабжения. При оборотном водоснабжении вода, прошедшая очистку и/или охлаждение, вновь используется на этом же предприятии; свежая вода потребляется в сравнительно небольшом количестве (до 5%) для компенсации потерь. В настоящее время про­мышленность на 70% удовлетворяет свои потребности в воде за счет обо­ротного водоснабжения. При системе последовательного водоснаб­жения вода, использованная на одном производстве, далее подается на другое производство, менее требовательное к качеству воды, подобно тому, как коммунально-бытовые сточные воды могут использоваться в сельском хозяйстве как оросительные.

**РАСЧЕТНЫЕ ЗАДАНИЯ К ТЕМЕ «ГИДРОСФЕРА»**

***Задание 1.* *ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПРИРОДНЫХ ВОД***

Нормирование качества состоит в установлении для воды водного объекта в совокупности допустимых значений показателей ее состава и свойств, в пределах которых надежно обеспечиваются здоровье населения, благоприятные условия водопользования и экологиче­ское равновесие водного объекта.

К *хозяйственно-питьевому* водопользованию относятся использование водных объектов и их участков в качестве источника хозяйственно-питьевого водоснабжения, а также для предприятий пищевой промышленности.

*Коммунально-бытовое водопользование* - зто использование водных объектов для купания, занятия спортом и отдыха населения. Такие же нормативы качества вод, как для коммунально-бытового водопользования, устанавливают для всех участков водных объектов, находящихся в черте населенных мест, незави­симо от вида их использования.

Таблица 16

Состояние воды и водоемов в зависимости от их качества

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Индекс  качества воды | | | Пригодность поды при водопользовании | |
| I | I | I | хозяйственно-  питьевое | купание, спорт |
|  |  |  |  | Вполне при­годна  То же  Пригодна  Использова­ние сомнительно      Непригодна |
| Очень чистая  Чистая    Умеренно загрязнен-  ная  Загрязнен­ная      Грязная | 5  4  3  2  1 | 5  4-5  2,5-4  1,5-2  1,5 | 5  4-5  3,5-4  2-3,5  2 | Пригодна с обеззараживанием  Пригодна с хлорированием  Пригодна со стан­дартной очисткой  Пригодна только со спе-циальной очисткой в случае тех.-экономической целесообразности  Непригодна |

*Рыбо-хозяйственное водопользование* - использование водных объектов для обитания, размножения и миграции рыб и других водных организмов.

Отнесение пригодности к той или иной категории водопользо­вания производится на основе комплексной оценки качества воды.

Индекс качества поверхностных вод *1пР* характеризует совокуп­ность основных показателей в зависимости от видов водопользования, исходя из общесанитарного индекса *1ос* и индекса специфи­ческих загрязнений *1з* Дифференцированная оценка качества воды по показателям состава может получена на основании экспертных оценок по пятибалльной шкале (табл.16).

Качественная оценка состояния водоема получается с примене­нием дифференциальных характеристик с учетом весовой значи­мости показателя по данным табл. 17.

Таблица17

Дифференциальная оценка качества воды по показателям

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатель | Весо­мость,  доли единицы | Числовые значения показателей для баллов | | | | |
|  |  | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Кол. индекс | 0,18  0,13  0,12  0,1  0,09  0,09  0,08  0,08  0,07  0,06 | 0-100  0  1  6,5-8  8  20  10  500  200  250 | 100- 1000  1-2  1-2  6,5-8,5  6-8  20-30  10-20  500- 1000  200- 350  250- 500 | 10-10  3  2-4  5-9,5  6-4  30-40  20-50  1  1000- 1500  350-500  500- 700 | 10-10  4  4-10  4-10  4-2  40-50  50-100    1500- 2000  500-700  700-1000 | 10  5  10  4< 10  2  50  100  2000  700  1000 |
|  |
| Запах, |
| Баллы |
| БПК, мг/л |
| РН |
|  |
| Растворен. |
| кислород, |
| мг/л |
|  |
| Цветность, |
| град |
| Взвешен- |
| ные веще- |
| ства, мг/л |
| Общая ми- |
| нерализа- |
| ция, мг/л |
| Хлориды, |
| мг/л |
| Сульфаты, |
| мг/л |

Например, определим суммарный индекс качества и возможную пригодность использования воды следующего состава: коли-индекс -90, запах - -2 балла, БПК - 1,5 мг/л, растворенный кислород -7 мг/л, цветность — 15 град, взвешенные вещества - 15 мг/л, хлориды — 200 мг/л, сульфаты - 300 мг/л. Воспользовавшись данными табл. 3.2.3, вычислим *1пр:*

*1пр =* ( 5x0,18 ) +( 4x0,13 ) +( 4x0,1 ) +( 4x0,09 ) +( 5x0,08 ) +( 5x0,07 ) + ( 4x0,06 ) = 3,65

По данным табл. 17 определяем, что анализируемая вода относится к промежуточному состоянию: между чистой и умеренно загрязнен­ной и может быть пригодна для любых категорий водопользования.

Более строгая гигиеническая классификация водных объектов по степени загрязнения (табл.18), в достаточной степени согласующаяся с предыдущими, является основной для принятия решений о водопользовании и охране вод.

Таблица 18.

Гигиеническая классификация водных объектов по степени загрязнения

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Оценочные показатели для водных объектов I и III категории | Степень загрязнения / Качественное состояние воды | | | |
| Допустимая  осень чистая, чистая | Умеренная умеренно загрязненная | Высокая загрязненная | Чрезвычайно высокая грязная |
| Органолиптический:  запах, привкус (баллы)  ПЛКорг.,  ст.превышения  Токсилогический: ПДКтокс.,  ст. превышения  Санитарный режим: БПК20, мг/дм3  I  II  Растворен. ислород,  мг/дм3  Бактериологический:  Число лактозоположительных кишечных палочек, 1 дм3'  Индекс загрязнения | 2  1  1  3  6  4  1х10  0 | 3  4  3  6  8  10  1x10- 1x10  1 | 4  8  10  8  10  2  более 1х10-1х10  2 | Более 4  Более 8  100  Более 8  Более 10  1  Более 1х 10  3 |

**Примечание.**

ПЛКорг – предельно допустимые концентрации веществ, установленные по органолиптическому признаку вредности;

ПЛКтокс – то же по токсилогическому признаку вредности;

БПК – приведены уровни для водоемов 1 и 2 категории водопользования;

- в водных объектах используемых для купания, допустимая степень загрязнения – число лактозоположительных кишечных палочек не более 1х103 , при благоприятной эпидемической ситуации в данном районе не более 1х104  в 1 ДМ3 воды соответственно изменяется градация показателя.

Допустимая степень загрязнения определяет пригодность вод­ного объекта для всех видов водопользования населения практи­чески без каких-либо ограничений.

Умеренная степень загрязнения свидетельствует об известной опасности для населения культурно-бытового водопользования на водном объекте. Его использование как источника хозяйственно-питьевого водоснабжения приводит к появлению начальных сим­птомов интоксикации у части населения, особенно при наличии в воде веществ 1 и 2 классов опасности.

Высокая степень загрязнения указывает на безусловную опасность культурно-бытового водопользования на водном объ­екте. Использование такого объекта для хозяйственно-питьевого водоснабжения недопустимо из-за сложности удаления токсич­ных веществ в процессе водоподготовки на водопроводных сооружениях. Употребление для питья воды, имеющей высокую степень загрязнения, может привести к появлению у пасе симптомов интоксикации и развитию отдаленных эффектов, особенно, в случае присутствия в воде веществ 1 и 2 класса опасности.

Чрезвычайно высокая степень загрязнения водного объекта определяет его абсолютную непригодность для всех пользования. С гигиенической точки зрения загрязнение является экстремально высоким, и даже кратковременное использование такой воды опасно для здоровья населения.

***Задание 2*.** ***РАСЧЕТ КОНЦЕНТРАЦИИ ВРЕДНОГО ВЕЩЕСТВА ПРИ СБРОСЕ СТОЧНЫХ ВОД***

Расчет концентрации вредного вещества при сбросе сточных вод проводят согласно формуле:

, (1)

где Ссм  (г/куб. м) - концентрация вредных веществ сточных водах;

q (куб.м/с) - количество сточных вод (расход);

Q (куб.м/с) - расход речных вод, определяемых по данным Госкомгидромета

Сф (г/куб. м) - фоновая концентрация вредных веществ в сточных водах в водоёме выше створа выпуска

Если данных нет, то Сф принимается: Сф = 0.01 ПДК.

а - коэффициент смешения, показывающий какая часть Q смешивается со сточными водами в расчетном створе и рассчитывается по формуле:

, (2)

где коэффициент, учитывающий гидравлические факторы смешивания и определяется согласно:

 , (3)

где расстояние между створами по фарватеру

Ф - коэффициент извилитости реки

 коэффициент, зависящий от места выпуска

(для берегового 1, для фарватерного 1.5)

Д(кв.м./с) – коэффициент турбулентной диффузии (условия смешения в крутящемся потоке воды со стоками) находится согласно формуле:

 , (4)

где средняя скорость (м/с) и глубина (м) реки в расчетном растворе

Расчет НДС в соответствии с нормативными показателями проводят согласно:

Ссм\*q = ПДС г/с (т/год) или по формуле:

 (5)

Уравнение материального баланса для сбрасываемых сточных вод рассчитывается согласно:

 (6)

Таблица 19

Исходные данные для расчета концентрации вредного вещества при сбросе сточных вод

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вещество в ст. водах | ПДК  мг/л | Нcp  м | Vcp  м/с | Ф | Q  м3/с | q  м3/с | Lф  м |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| CS2 | 0.3 | 2.9 | 0.2 | 1.4 | 101 | 0.14 | 460 |
| SO2 | 0.15 | 2.6 | 0.22 | 1.5 | 106 | 0.16 | 420 |
| NH3 | 0.1 | 3.1 | 0.24 | 1.6 | 108 | 0.18 | 430 |
| F2 | 0.05 | 3.8 | 0.26 | 1.2 | 110 | 0.13 | 380 |
| NH3 | 0.3 | 3.9 | 0.28 | 1.1 | 112 | 0.15 | 390 |
| Бензол | 0.05 | 2.8 | 0.3 | 1.2 | 114 | 0.12 | 400 |
| Дихлорэтан | 0.05 | 2.5 | 0.32 | 1.3 | 116 | 0.14 | 460 |
| F2 | 0.05 | 2.4 | 0.34 | 1.4 | 118 | 0.18 | 490 |
| Стронций | 0.05 | 3.5 | 0.36 | 1.5 | 113 | 0.16 | 410 |
| CS2 | 0.3 | 3.7 | 0.38 | 1.6 | 110 | 0.15 | 325 |
| O2 | 0.15 | 2.9 | 0.4 | 1.7 | 100 | 0.12 | 390 |
| F2 | 0.05 | 2.5 | 0.2 | 1.8 | 102 | 0.12 | 420 |
| Фенол | 0.03 | 3.6 | 0.26 | 1.2 | 108 | 0.12 | 420 |
| Мышьяк | 0.05 | 3.5 | 0.28 | 1.3 | 111 | 0.05 | 430 |

**Задание 3. *РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПЕСКОЛОВКИ***

Как для бытового, так и для промышленного использования существуют песколовки разного размера и эффективности.

Для определения того, какой пескоуловитель нужно приобрести по размерам и производительности, следует провести расчет, имея при этом следующие данные:

- объем сбрасываемых вод;

- параметры загрязненности;

- скорость движения потока;

- суточный объем осадка;

- территориальные условия для установки.

Рассчитаем габариты конструкции горизонтального блока с прямолинейным течением воды, состоящей из двух основных частей: рабочей и осадочной.

*Исходные данные:*

- объем сбрасываемых вод – 130000 м3 или qmax=1,50 м3/с (130000/24/3600);

- допустимая скорость потока – 0,15-0,30 м/с;

- гидравлическая крупность осаждаемого песка – 18-24 мм/с;

- планируемое количество жителей – 415300 чел.

*Решение:*

1. Выберем три отделения, исходя из расчета 50000 м3/сут.
2. Определим необходимую площадь сечения одного отделения:

ω=qmax/vn,

где - v – средняя скорость потока, м/с;

- n- количество отделений;

ω = 1,50/(0,25×3) = 2,0 м2 .

1. Рассчитываем длину:

L=1000KHv/u,

Где K – коэффициент, берется из таблицы;

H – глубина проточной части, принимается для типовых моделей в пределах от 0,5 до 2,0 м, принимается 1,0 м;

u – гидравлическая крупность песка, мм/с, берется из таблицы.

L = (1000⋅1,3 ⋅1⋅0,25)/24,2 = 13,43 м.

1. Находим ширину одного отделения, м:

B = ω/H.

B = 2,0/1 =2,0 м.

1. Исходя из полученных размеров песколовки, выбирим стандартную из таблицы или проектируем индивидуально.
2. Скорость стока при разных значениях:

υmax=qmax/(BH n).

υmax=1,50/(2⋅1⋅3)=0,25 м/с.

1. Время нахождения в рабочей части:

T=L/υmax.

T=13,43/0,25=53,72 с.

1. Рассчитаемт количество осадка за сутки м3/сут:

Wсут=(Nq2)/1000,

где - N – планируемое число жителей;

- q2– удельное количества песка, берется из таблицы.

Wсут = (415300⋅0,02)/1000 = 8,31 м3/сут.

1. Находим объем одного контейнера:

Wо = (Wсут T)/n,

где T- время между выгрузками песка, должно быть не более 2-х суток.

Wо = (8,31⋅1)/3 = 2,77 м^3.

1. Находим глубину контейнера:

H = Wо/B2.

H = 2,77/22 = 0,69 м.

1. Рассчитаем высоту осадка песка на дне:

hос =(Wсут k)/BnL,

где k- коэффициент распределения песка по дну, принимается равным 3.

hос = (8,31⋅3)/(2⋅3⋅13,43) = 0,31 м.

1. Делаем расчет полной строительной высоты:

Hстр = H + hос + 0,5.

Hстр = 1 + 0,31 + 0,5 = 1,81 м.

Получим расчет габаритов горизонтальной песколовки, которыми необходимо руководствоваться при проектировании оборудования:

ширину, высоту и длину.

B х H х L = 2 х 1,81 х 13,43 м.

**Задание 4.** ***РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОГО УЩЕРБА***

***ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДЫ***

,

где - удельный ущерб от сброса в водоем одной условной тонны загрязненного вещества (400 руб. / усл. т);

G - безразмерный показатель, учитывающий относительную опасность загрязнения (0,9)

Mi = Cсм · q Ai =

**ТЕМА 2. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

**2.3. Охрана литосферы**

***Структура темы***

1. Почва, как природный ресурс. Нормы отвода земель. Эрозия почв, ее виды.

2. Рекультивация почв, ее этапы. Требования к рекультивируемым территориям.

3. Понятие ландшафта, его компоненты. Общие мероприятия по охра­не ландшафтов.

4. Общие мероприятия по охране растительности и животных.

5. Виды отходов, их особенности. Малоотходные и безотходные тех­нологии.

6. Методы утилизации и переработки твердых бытовых и промышлен­ных отходов.

7. Особенности утилизации отходов строительства.

***Теоретическое введение***

Принципиальное отличие литосферы от других природных ресурсов заключается в том, что она является местом обитания человека, поэтому наиболее подвержена антропогенному воздействию с его стороны.

Часть литосферы, которая находится над поверхностью океана, называется *землей.* Важнейшее свойство земли – ее *плодородие.* Плодородная часть земли - почва является компонентом биосферы. Она выполняет следующие функции:

* питает растения;
* осуществляет биохимический круговорот веществ;
* осуществляет минерализацию остатков веществ;
* формирует стоки речной воды и химический состав суши.

*Экологическое значение* почвы состоит в том, что она осуществляет связь между живой и неживой природой, атмосферой, гидросферой и недрами.

*Хозяйственное значение* почвы заключается в том, что она является основным средством производства в сельском и лесном хозяйстве.

Химические элементы в составе соединений способны к передвижению*, миграции*, в массе Земной коры.

Различают 4 вида миграции веществ:

* механическая миграция.- перемещение веществ по воздуху, речным стокам, при обвалах и оползнях, под влиянием силы тяжести;
* физико-химическая миграция - диффузия, зависящая от растворимости элементов осаждения, комплексообразования, окислительно-восстановительных процессов, рН среды;
* биогенная миграция подчиняется законам живых организмов;
* техногенная миграция – следствие производственной деятельности человека.

Тип миграции зависит от вида элемента. Так для К. Р и N2 характерны биогенные процессы, а для Аu и Sn – механические. Миграция элементов приводит к концентрации одних и выходу других.

**Разрушение и загрязнение почв**

Под влиянием природных ресурсов и хозяйственной деятельности человека происходит разрушение и загрязнение почв. Почва может разрушаться механически и изменяться химически. Механическое разрушение и удаление верхних горизонтов почвы, называют **эрозией**. Различают эрозию *водную* и *ветровую*. На развитие процессов эрозии влияют климат, рельеф, характер растительности.

Водная эрозия появляется там, где рельеф местности волнистый, естественный растительный покров разрушен и часто выпадают ливневые дожди или очень быстро весной тает снег. Водная эрозия бывает *плоскостная* и *струйчатая.* При плоскостной эрозии происходит смыв почвы по всей поверхности склона. При струйчатой эрозии сначала возникают промоины, которые могут перейти в овраги. В нашей стране под оврагами занято около 5 млн. га площади ( вся площадь Бельгии составляет 3,1 млн. га). В Оренбургской области под оврагами находится 56 тыс. га.

Ветровая эрозия проявляется в степных районах, где часто дуют ветры большой скорости, и происходит выдувание, перенос и отложение мельчайших почвенных частиц. Ветровой эрозии подвергаются участки с распыленными бесструктурными почвами, с утраченным растительным покровом.

Ежегодный ущерб от всех видов эрозии в нашей стране оценивается в 10 млрд.руб. Почвы сельско-хозяйственных угодий России ежегодно теряют около 1,5 млрд.т плодородного слоя. Годовой прирост площадей эрозированных почв составляет 0,4 – 1,5 млн. га; оврагов – 80 – 100 тыс.га. Снижение урожая на эрозированных почвах составляет 36 – 47%.

Согласно прогнозу Института наблюдений за состоянием мира (Нью-Йорк), при существующих темпах эрозии к 2030 году плодородной земли на планете станет меньше на 960 млрд. т, а лесов – на 440 млн.га. Если сейчас на каждого жителя планеты приходится в среднем 0,28 га плодородной земли, то к 2030 году эта площадь сократится до 0,19 га.

Еще одним видом разрушения почв является добыча строительного сырья. Строительное сырье добывается открытым способом. Некоторые виды строительного сырья: песок, глина, мел, гранит, известь залегают не глубоко и их разработка связана со снятием почвенного покрова. Для добычи других пород применяют буровые и взрывные работы. При этом большие объемы пород перемещаются в отвалы.

Мощным фактором уменьшения пахотных земель является строительство новых зданий, автомобильных и железных дорог, нефти - и газопроводов.

При всем при этом выделяются следующие виды разрушения земель:

* изменение рельефа;
* уничтожение и разрушение почвы и растительности;
* загрязнение почвы мусором, нефтепродуктами, цементом, сточными водами, токсичными веществами.

*Загрязнение почвы* **-** это поступление в нее химических веществ, отходов и отбросов в количествах, превышающих возможности их нейтрализации в биологическом круговороте веществ.

**Контроль за состоянием и загрязнением почв**

В нашей стране ведется тщательный контроль загрязнения почв сельскохозяйственных районов, в ближайшем окружении городов и промышленных объектов, а также на фоновом уровне.

В почвах сельскохозяйственных угодий контролируются все применяемые пестициды. Их содержание определяется сразу после обработок, а также в последующее время, чтобы определить скорость разложения.

Почвы территорий, прилегающих к городам и промышленным комбинатам, контролируются на содержание в них тяжелых металлов, бензапирена и других токсичных веществ.

Важное значение для понимания процессов загрязнения почв имеет анализ поступления загрязняющих веществ на поверхность земли. Для этой цели ведется контроль загрязнения атмосферных осадков, В условиях нашей страны важно следить за загрязнением снежного покрова, так как с таянием снегов загрязняющие вещества поступают на поверхность земли. Контроль загрязнения снежного покрова на территории России осуществляют 625 пунктов на площади 15 млн.км2. В пробах определяется содержание сульфат ионов, NH4NO3, рН, а также наличие бензапирена и тяжелых металлов.

Каждый раз создается карта распределения загрязнения на территории страны. Эти данные служат источником информации и используются при разработке мер, снижающих уровень загрязнения окружающей среды.

Объектами сети наблюдений за загрязнением почв являются сельскохозяйственные угодья, отдельные лесные массивы, зоны отдыха и прибрежные зоны. Отбор проб проводится в 234 хозяйствах, расположенных в 123 районах Российской Федерации. Число отбираемых проб в год составляет 4400, число анализируемых компонентов около 30 тысяч.

**Восстановление нарушенных земель ( рекультивация)**

Почва не является пассивной по отношению к попадающим загрязнителям. Микробы и живые организмы перерабатывают их. В результате деятельности микробов, насекомых и мелких животных происходит деградация загрязнителей и самоочищение почвы. Но эта способность почвы не безгранична.

Условия, в которых сформировались современные почвы на Земле, уже не существуют. Процесс восстановления почв естественным путем идет очень медленно. Вьетнамские специалисты установили, что в условиях вьетнамских джунглей прирост почвенного слоя в 1 см происходил бы за 200-400 лет. В некоторых случаях после разрушения почвы на поверхности оказываются породы каменистые, засоленные вредными солями, бесплодные, на которых не может развиваться растительность. Во всех этих случаях приходится восстанавливать землю искусственно.

**Рекультивация** - комплекс работ по восстановлению продуктивности и народно хозяйственности ценности нарушенных земель и улучшению окружающей среды, дающих возможность дальнейшего их использования. Различают рекультивацию *техническую*, в ходе которой производят работы по предварительному изучению территории, стабилизации местности, построению заданных форм рельефа, регулированию гидрологического режима и др., и*биологическую*, направленную на восстановление и улучшение растительного покрова или условий его формирования.

Техническая рекультивация начинается со снятия и буртования плодородного слоя. Мощность снимаемого слоя определяется по почвенной карте или специалистами почвоведами. Почвенный слой снимается бульдозером и укладывается в бурты, которые хранятся до окончания строительных работ. Чтобы почва не раздувалась ветром или не размывалась водой, ее засеивают травами.

Биологическая рекультивация включает в себя внесение удобрений, орошение, посев многолетних трав, посадку деревьев и кустарников.

**Отходы производства и потребления**

В XX веке количество отходов производства и потребления росло так быстро, что образование отходов стало важной проблемой больших городов и крупных производств. Наряду с большим количеством отходов стал остро вставать вопрос о нехватке природных ресурсов. Селективный сбор и последующее использование вторичных ресурсов частично помогает снизить нагрузку на окружающую среду и решить вопрос о дополнительном получении сырья.

*Отходы* - это одна из основных современных экологических проблем, которая несет в себе потенциальную опасность для здоровья людей, а также опасность для окружающей природной среды. Во многих странах до сих пор существует проблема недопонимания всей серьезности проблемы твердых бытовых отходов, в связи с чем, нет строго регламента, а также необходимых нормативно-правовых актов, регулирующих вопросы, связанные с отходами и мусором.

Серьезность проблемы отходов раньше не была столь заметна. Природа до определенного времени справлялась с переработкой отходов сама, но технический прогресс человечества сыграл важную роль в этом моменте. Появились новые материалы, разложение или переработка, которых естественным путем может длиться не одну сотню лет, а такие антропогенные нагрузки природе уже не под силу. Да, и немало важный фактор - это современный объем, производимых отходов. Он просто огромен. Но сегодня отходы и мусор можно рассматривать, как сырье. Их можно перерабатывать и повторно использовать. На каждого городского жителя, примерно, приходится от 500 до 800 кг отходов за год. В некоторых странах до 1000 кг. И это число все время растет.

**Виды отходов.**

Отходы бывают *жидкие* и *твердые.* В зависимости от их происхождения отходы имеют разный уровень опасности для экологии.

*Бытовые или коммунальные* - огромное множество жидких и твердых отходов, выбрасываемых человеком, а также образующихся в результате жизнедеятельности человека. Это могут быть испорченные или просроченные продукты питания, лекарственные препараты, бытовые предметы и прочий мусор.

*Промышленные* - сырьевые остатки, которые образовались в результате производства какой либо продукции, производственных работ и утратили свои свойства полностью или частично. Промышленные отходы могут быть жидкими и твердыми. Твердые промышленные отходы: металлы и сплавы, древесина, пластмассы, пыль, пенополиуретаны, пенополистиролы, полиэтилены и прочий мусор. Жидкие промышленные отходы: сточные воды различной степени загрязненности и их осадки.

*Сельскохозяйственные* - любые отходы, образующиеся в результате сельскохозяйственной деятельности: навоз, гнилая или непригодная для использования солома, сено, остатки силосных ям, испорченный или непригодный комбикорм и жидкие корма.

*Строительные* - появляются в результате производства строительных и отделочных материалов (лакокрасочных, теплоизоляционных и т.д.), при строительстве зданий и сооружений, а также при проведении монтажных, отделочных, облицовочных и ремонтных работ. Строительными отходами (как твердыми, так и жидкими) могут быть просроченные, непригодные для использования, бракованные, лишние, сломанные и имеющие дефекты товары и материалы: металлопрофиль, металлические и капроновые трубы, гипсокартонные, гипсоволокнистые, цементно-стружечные и прочие листы.

Кроме того, различная строительная химия (лаки, краски, клеи, растворители, противоморозные, противогрибковые и защитные добавки и средства).

*Радиоактивные отходы* - производство и применение различных радиоактивных материалов и веществ.

Промышленные и сельскохозяйственные отходы принято называть отходами производства или производственными отходами. Как правило, это токсичные и нетоксичные отходы и мусор.

*Токсичные* - отходы, которые могут воздействовать на живое существо поражающе или отравляюще. На территории России находится огромное количество токсичных отходов. Они занимают большие площади хранения. Наиболее загрязненным отходами является Уральский регион. Примерно около 40 миллиардов тонн различных отходов накопилось в Свердловской области. Каждый год образуется от 150 до 170 миллионов тонн отходов, часть которых является токсичными. Лишь малая часть этих отходов подвергается утилизации и обезвреживанию. Происходит сильная нагрузка на окружающую природную среду, что представляет опасность для многомиллионного населения.

Планету буквально заполонили мусором. Твердые бытовые отходы разнообразны: древесина, картон и бумага, текстиль, кожа и кости, резина и металлы, камни, стекло и пластмассы. Гниющий мусор является благоприятной средой для множества микроорганизмов, которые могут вызывать инфекции и заболевания.

По-своему опасны *пластмассы*. Они не подвергаются разрушению в течение продолжительного периода времени. Пластмассы могут пролежать в земле десятки, а некоторые виды и сотни лет. Более миллиона тонн полиэтилена тратится на одноразовую упаковку. Каждый год в Европе миллионы тонн пластмассовых отходов оказывается в мусоре.

Загрязнение отходами *цветных металлов*. На городские свалки, вывозятся сотни тысяч отработанных аккумуляторных батарей. Вместе с мусором на свалки попадают сотни тонн ртути, олова, электрических лампочек с вольфрамом.

Стеклянная тара валяется горами в каждом городе, причем не, только в неблагополучных районах, но и в самом центре города, такое явление не редкость. Стеклотара либо доходит до полигона твердых бытовых отходов, свалки, либо до мусоросжигательного завода. Хотя многоразовое использование стеклотары экономически выгоднее производства новой, этот момент не развит должным образом.

С ростом автомобильной промышленности, выросло негативное воздействие на окружающую среду. Помимо аккумуляторов, пластмассы, металла, от автомобилей исходит огромное количество отходов в виде *резиновых покрышек*. Главная проблема такого мусора в том, природа не в состоянии справиться с каучуком. Избежать экологического загрязнения окружающей среды автомобильными покрышками можно, переработав их в резиновую крупу, размером до 5 мм. После чего, из полученного материала возможно производство различных изделий.

Радиохимические заводы, атомные электростанции, научные исследовательские центры, производят один из самых опасных видов отходов - *радиоактивные*. Данный вид отходов представляет собой не только серьезную экологическую проблему, но и может создать экологическую катастрофу. Радиоактивные отходы могут быть жидкими (большая их часть) и твердыми. Неправильное обращение с радиоактивными отходами может серьезно усугубить экологическую ситуацию. Поступление радиоактивных отходов в Россию из других стран запрещен. Данный вид загрязнения является глобальным.

Значительно улучшит состояние окружающей среды надлежащий сбор и перевозка отходов. Промышленные отходы должны утилизироваться и удаляться в специальные места самими предприятиями. Бытовые отходы собираются в контейнеры, а затем вывозятся за черту населенных пунктов в специально отведенные для отходов места.

Чтобы уменьшить количество мусора, можно перерабатывать отходы и вырабатывать вторсырье, пригодное для последующего использования в промышленности. Существует целая индустрия мусороперерабатывающих и мусоросжигающих заводов, которые перерабатывают и утилизируют мусор и отходы городского населения.

В России, ситуация с мусором и отходами оставляет желать лучшего. Основная часть мусора киснет на свалках и полигонах, лишь 3-4% перерабатываются. Существует явная нехватка мусороперерабатывающих комбинатов. Наличие нескольких мусоросжигательных заводов, лишь превращает один вид отхода в другой. Такой подход не решит экологическую проблему мусора и отходов в России.

Для ликвидации экологических проблем, связанных с отходами, требуется комплексный подход, включающий в себя оценку ситуации, разработку стратегии снижения образования отходов, внедрение безотходных или малоотходных технологий на производстве.

**РАСЧЕТНЫЕ ЗАДАНИЯ К ТЕМЕ «ЛИТОСФЕРА»**

***Задание 1.* *РАСЧЕТ РАЗМЕРОВ ПЛАТЕЖЕЙ ЗА РАЗМЕЩЕНИЕ***

***ОТХОДОВ***

**1. Расчет размеров платежей при захоронении отходов на полигонах общегородского назначения**

, (1)

где Рi - региональный норматив платы за допустимые объемы размещения всех видов отходов на полигонах, руб;

Кn - удельные капитальные затраты на обезвреживание и захороне­ние единицы промышленных отходов на полигоне общегородского назначе­нии, руб. (табл.);

Кк - частичная компенсация экономического ущерба, наносимого окружающей среде размещением единицы отходов, руб, определяется по формуле:

, (2)

где Цз - затраты на отчуждение 1 Га земли полигона, арендная плата предприятия за 1 Га земли, руб. (по табл.);

Зр - затраты на рекультивацию 1 Га земли, руб, 25 тыс. руб/1 Га;

S - площадь территории, занятой под полигон, Га;

r - коэффициент участия в финансировании межрегиональных прог­рамм по охране природы = 1,6.

Размер платы предприятия Rj за размещение отходов рассчитывается:

 (3)

где Qi - годовой лимит размещения отходов i-того вида, образую­щихся

на j-ом предприятии (т, м3);

Z и Zn - коэффициенты учета местоположения и характера полиго­на, равные 1.

Ai - показатель относительной опасности отхода.

**2. Расчет размеров платежей при переработке отходов как вторичных материальных ресурсов**

, (4)

где Кi – удельные капитальные затраты предприятия на создание про­изводственных мощностей по сбору и переработке единицы i-ого вида отходов;

Т – период проектирования строительства и ввода мощностей;

Т = 5 лет.

Таблица 20.

Исходные данные для расчета платежей за размещение отходов

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Вид отходов | Ai | Kn | Ki | Цз | S | Цi | Qi |
| 1 | Шлаки  Отходы резины  Макулатура | 4  4  4 | 18,6  18,6  18,6 | 6,88  88,6  20,7 | 17  17  17 | 3,7  4,9  1,2 | 10  25  25 | 200  500  600 |
| 2 | Нефтешлаки  Опилки  Текстиль | 3  4  3 | 18,6  18,6  18,6 | 37,2  109,4  46,5 | 17  17  17 | 9,5  6,0  9,5 | 15  25  10 | 100  1250  100 |
| 3 | Полимер  Шламы гальв.произв  Люминесц. лампы | 3  2  1 | 18,6  18,6  18,6 | 43,3  49,5  49,0 | 17  17  17 | 1,4  9,5  9,5 | 15  53  45 | 150  50  100 |
| 4 | Отходы резины  Нефтешламы  Люминесц. лампы | 4  3  1 | 18,6  18,6  18,6 | 88,6  37,2  49,0 | 17  17  17 | 4,9  9,5  9,5 | 25  15  53 | 500  100  50 |
| 5 | Шламы гальв.произв Опилки  Полимеры | 2  4  3 | 18,6  18,6  18,6 | 49,5  109,4  13,3 | 17  17  17 | 9,5  6,0  1,4 | 45  25  15 | 100  1250  150 |
| 6 | Нефтешламы  Текстиль  Отходы резины | 2  3  4 | 18,6  18,6  18,6 | 36,2  46,5  88,6 | 17  17  17 | 103,5  9,5  4,9 | 621  10  25 | 100  100  500 |
| 7 | Макулатура  Шламы гальв. произв  Люминесц. лампы | 4  2  1 | 18,6  18,6  18,6 | 20,7  49,5  49,0 | 17  17  17 | 1,2  9,5  1,8 | 25  45  53 | 600  100  50 |
| 8 | Шлаки  Нефтещламы  Опилки | 4  3  4 | 18,6  18,6  18,6 | 49,0  37,2  109,4 | 17  17  17 | 3,7  6,0  1,2 | 10  25  25 | 200  1250  600 |
| 9 | Текстиль  Полимеры  Макулатура | 3  3  4 | 18,6  18,6  18,6 | 46,5  13,3  20,7 | 17  17  17 | 9,5  1,4  1,2 | 10  15  25 | 100  150  600 |
| 10 | Отходы резины  Нефтешламы  Люминесц. лампы | 4  2  1 | 18,6  18,6  18,6 | 88,6  36,2  49,0 | 17  17  17 | 4,9  103,9  9,5 | 25  621  53 | 500  100  50 |
| 11 | Нефтешламы  Полимеры  Шламы гальв.произв | 3  3  2 | 18,6  18,6  18,6 | 37,2  13,3  49,5 | 17  17  17 | 9,5  1,4  9,5 | 15  15  15 | 100  150  100 |
| 12 | Текстиль  Макулатура  Шлаки | 3  4  4 | 18,6  18,6  18,6 | 46,5  20,7  6,88 | 17  17  17 | 9,5  1,2  3,7 | 10  25  10 | 100  600  200 |
| 13 | Отходы резины  Нефтешламы  Люминесц.лампы | 4  2  1 | 18,6  18,6  18,6 | 88,6  362  49,0 | 17  17  17 | 4,9  103,5  9,5 | 25  62  531 | 500  100  50 |

Размер платы рассчитывается:

 (5)

**3. Расчет размеров платежей исходя из стоимостной оценки отходов**

**как вторичных материальных ресурсов**

 (6)

Где Цi – оптовая закупочная цена.

Размер платы рассчитывается:

 (7)

Исходя из расчета размеров платежей по всем трем вариантам, можно сделать вывод о том, что наиболее экономически выгодно захоронить отходы на полигонах общественного значения.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Чеснокова, Т.В. Экология в схемах и рисунках: учебное пособие / Т.В. Чеснокова. Иваново: ИВГПУ, 2014.
2. Никольская, С.А. Экология: учебное пособие / С.А. Никольская. Иваново: ИВГПУ, 2015.
3. Чеснокова, Т.В. Учебное пособие по экологии: учебное пособие / Т.В. Чеснокова, М.В. Лосева.– Иваново: ИГАСУ, 2012
4. Передельский, Л.В. Экология: электронный учебник / Л.В. Передельский, В.И. Коробкин, О.Е. Приходченко. – М.: КНОРУС, 2009
5. Экология: метод. указ. /сост. В.В. Васильев, С.А. Никольская, В.Р. Ополовников, Л.В. Красухина, Н.И. Зуева.– Иваново: ИВГПУ, 2015
6. Мельцаев, И.Г. Экология. Природопользование и охрана окружающей среды: учебник / И.Г. Мельцаев, А.Ф. Сорокин, А.Ю. Мурзин. – Иваново, 2011.
7. Мельцаев, И.Г. Экология-Среда обитания-Человек: монография / И.Г. Мельцаев, А.Ю. Мурзин, А.Ф. Сорокин. Иваново, 2011.
8. Садовникова, Л.К. Экология и охрана окружающей среды при химическом загрязнении: (Гриф МО РФ) / Л.К. Садовникова, Д.С. Орлов, И.Н. Лозановская. М.: Высш.шк., 2006.
9. Красухина, Л.В. Биота: учебное пособие / Л.В. Красухина, С.А. Никольская.– Иваново: ИГТА, 2005
10. Экология: методические указания для студентов, обучающихся по направлениям «Экономика» и «Менеджмент» / Иван. гос. архит.-строит. ун-т; Сост. М. В. Лосева. – Иваново, 2007.
11. [http://www.ecoline.ru](http://www.ecoline.ru/) – Нормативная документация и информационно-справочный материал.
12. [http://www.edu.ru/modules.php?name=Web\_Links&fids[]=2680](http://www.edu.ru/modules.php?name=Web_Links&fids%5b%5d=2680) – каталог образовательных интернет-ресурсов