

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕ-СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**БУХАРСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
КАФЕДРА «ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ»**

**ТЕКСТЫ ЛЕКЦИЙ
по предмету
«Экология»**

**Для студентов специальности 5321700 - Информационно-коммуникационные
системы управления технологическими процессами**



БУХАРА- 2019

Разработчик:

Т.И. Атамуратова

кандидат технических наук, доцент
кафедры «Промышленная экология» БИТИ

Рецензенты:

Л.Н. Хайдар-Заде

кандидат технических наук, доцент
кафедры «Пищевая технология» БИТИ

С.Б. Буриев

доктор биологических наук, профессор
кафедры «Биология и экология» Бухарского
государственного университета

Аннотация

Настоящий краткий курс лекций подготовлен в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по направлению бакалавриата 5321700 - Информационно-коммуникационные системы управления технологическими процессами в Бухарском инженерно-технологическом институте.

Работа содержит темы, предусмотренные учебной программой предмета «Экологии», разработанной в соответствии с типовой учебной программой, утверждённой Министерством высшего и среднего специального образования Республики Узбекистан регистрационный № 5630100 – 2.06 от 02.06.2017 года.

Описание материалов по темам произведено по идентичному порядку с проведением в конце каждой темы вопросы для повторения и ключевые слова.

Тесты лекций рассмотрены и рекомендованы на заседании кафедры «Промышленная технология» «___» августа 2019 г., протокол № 1.

Тексты лекций утверждены на заседании методического совета Бухарского инженерно-технологического института и рекомендованы к применению.

Предисловие

Особенность менталитета будущих инженеров, на мой взгляд, состоит в стремлении понять законы природы, лежащие в основе изучаемых объектов, разобраться в механизмах явлений живой природы. Вместе с тем традиционные принципы научного подхода, знакомые им со школы, не позволяют выявить специфику жизни. В результате у многих складывается впечатление, что жизнь на планете Земля является грандиозной случайностью. Это не соответствует современным представлениям, особенно тем, которые вытекают из трудов В.И. Вернадского и П.Тейяра де Шардена. Поэтому студенты вынуждены многое принимать на веру. Изучение экологии превращается в пустое заучивание, что для технически мыслящих людей совсем не характерно. Поэтому я считаю, что в техническом вузе наиболее близок и понятен будет физико-философский подход к экологии в отличие от более традиционной биологической направленности.

Особый акцент сделан на вопросах, связанных с эволюцией Вселенной как системы. Это позволит выявить основные законы, являющиеся общими для всех явлений природы, в том числе и тех, которые мы традиционно относим к проявлениям жизни, психики, разума и т.п. Я считаю, что знание этих законов поможет сориентироваться в наших экологических проблемах и найти выход из них.

Следует отметить, что единой теории возникновения и строения Вселенной и единой теории, объясняющей феномен жизни, пока не существует. Наука, несмотря на её бесспорные успехи, еще не в силах охватить эти сложнейшие явления. Поэтому в этой части наш курс экологии будет носить во многом проблемный характер.

Учебный предмет «Экология» - является обязательной общепрофессиональной дисциплиной, в которой рассматриваются широкий круг общеэкологических проблем, ядром которых выступает идея коэволюции человека и биосферы, вопросы безопасного взаимодействия человека со средой обитания, современные представления о причинах и особенностях глобального экологического кризиса, путях и методах сохранения современной биосферы и основам экологического права.

Изучение дисциплины направлено на формирование у обучающихся экологического мышления к безопасности жизнедеятельности. Реализация этих требований гарантирует снижение уровня негативного воздействия человека на окружающую среду, так как человек - неотъемлемая составляющая системы окружающая среда-человек-окружающая среда.

Основная цель предмета «Экология» - изучение законов функционирования экологических систем всех уровней и биосферы в целом в условиях природопреобразующей деятельности человечества и выработка тактики и стратегии поведения человечества в целях оптимизации функционирования этих систем.

Основные задачи предмета:

1. Изучение фундаментальных законов эволюции Вселенной. Понимание жизни как неизбежного следствия глобального эволюционного процесса.
2. Понимание Вселенной (природы) как единого развивающегося организма с тесной взаимообусловленностью составляющих его подсистем и процессов.
3. Изучение вопросов теории глобального эволюционного процесса как в целом, так и в частных аспектах, касающихся самоорганизации материи и эволюции жизни на Земле.
4. Изучение основных законов организации биосистем разного уровня от вирусов до биосферы.

5. Анализ роли человека в жизни планеты и во Вселенной в целом и проблем взаимоотношений человека с окружающей средой, а также путей гармонизации деятельности человека.

6. Понимание причин и возможных последствий экологической катастрофы.

7. Знакомство с вопросами международного сотрудничества в области защиты окружающей среды.

Дисциплина наряду с прикладной инженерной направленностью ориентирована на повышение гуманистической составляющей при подготовке специалистов и базируется на знаниях, полученных при изучении социально-экономических, естественнонаучных и общеобразовательных дисциплин.

В результате изучения дисциплины «Экология» студент должен иметь системное представление: о биосфере как глобальной экосистеме; о структуре и функционировании экосистем и биогеоценозов; об основных понятиях и законах экологии, эволюции биосферы, взаимоотношениях организмов и их сообществ со средой, влиянии факторов среды на здоровье человека, глобальных проблемах окружающей среды и природопользования, сущности современных проблем взаимодействия общества и природы, причинной обусловленности негативных воздействий хозяйственной деятельности человека на окружающую природную среду, экологических принципах рационального природопользования и основах экологического права, международном сотрудничестве в области окружающей среды и профессиональной ответственности.

Студент должен уметь:

- оценить характер, направленность и последствия влияния конкретной деятельности человека на природу;
- применять знания при анализе конкретных производственных или служебных ситуаций для поддержания экологической обстановки на необходимом уровне;
- применять знания по основам экологического нормирования и права при составлении служебной документации;
- увязать решение производственных задач с соблюдением соответствующих природоохранных требований.

Студент должен владеть навыками самостоятельного освоения новых знаний, профессиональной аргументации необходимости проведения определённых мероприятий по обеспечению экологической безопасности производственных процессов.

Человек должен знать, что планета – это не просто субстрат, на котором развивается нечто исключительное, называемое нами жизнью, а живой организм со всеми присущими живым организмам чертами. Если к планете, которая сейчас находится в опасности, человек будет относиться как к живому существу космических масштабов, то, возможно, нам удастся избежать гибели этого организма. Иначе никакие природоохранные мероприятия нас не спасут.

МОДУЛЬ I. «ОСНОВЫ ПРЕДМЕТА «ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ»

Лекция 1. АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

План:

1. Актуальность проблемы защиты окружающей среды.
2. Экологические проблемы Узбекистана.
3. Цели и задачи предмета «Экология».
4. Структура и отрасли экологии.
5. Концепции и подходы.

1. Актуальность проблемы защиты окружающей среды

Природа в целом сама по себе не знает экологических проблем в их сегодняшнем понимании. Если они и возникли у некоторых групп организмов, то решались медленным эволюционным путем. В отличие от этого экологические проблемы человечества стали весьма существенными проблемами всей природы на Земле.

Условно и обобщенно весь спектр экологических проблем можно свести к двум классам:

I-ая проблема – рост численности населения Земли и ограниченность ресурсов;

II-ая проблема – растущее загрязнение природной среды.

Обширная экологическая проблематика имеет ряд особенностей, среди которых могут быть названы:

1) объем и интенсивность антропогенного (от гр. *anthropos* – человек, *genos* – происхождение) воздействия на природу и окружающую человека среду в XX веке стали слишком велики и приблизились к пределу устойчивости биосферы, а по некоторым параметрам и превосходили его;

2) природа отвечает на возрастающее антропогенное давление часто непредвиденными реакциями (мутации и т.п.);

3) человек оказывается в ловушке противоречия между своей биологической сущностью и нарастающим отчуждением от природы;

4) для биосферы характерен естественный круговорот веществ и энергии, человек же в своей хозяйственной деятельности часто разрушает замкнутые циклы, превращая их в линейные тупиковые цепи, заканчивающиеся отходами и загрязнением, которые не могут быть вовлечены в естественный круговорот (человек извлекает из биосферы ресурс, использует его на 10 %, а остальные 90 % в форме “грязи” возвращает в биосферу);

5) большинство экологических проблем носит феноменологический характер, т.е. человечество столкнулось с ними впервые, а цена ошибки в решении очень велика.

Среди конкретных проблем экологии могут быть названы:

1. комплекс энергетических проблем;
2. демографическая проблема;
3. недостаток экологически чистых продуктов питания и питьевой воды;
4. парниковый эффект;
5. проблема озонового слоя;
6. кислотные дожди;
7. эвтрофирование водоемов;
8. деградация наземных экологических систем;
9. экологические заболевания (злокачественные новообразования, иммунодефицит, аллергии);
10. отсутствие последовательной экологической политики;
11. уменьшение биоразнообразия (исчезновение видов представителей флоры и фауны).

Проблема экологической безопасности давно вышла за рамки национальной и региональной, она стала глобальной проблемой человечества. Природа и человек взаимодействуют друг с другом по определенным законам, нарушение которых приводит к необратимым экологическим катастрофам.

Осознание этого произошло достаточно поздно, лишь в начале 70-х годов, когда этот вопрос остро был поставлен в первых западных моделях глобального развития, что произвело эффект "разорвавшейся бомбы". Человечество реально ощутило, перед какой угрозой оно стоит, к какому результату привело антропогенное воздействие на окружающую среду.

В настоящее время в связи с ускоренным развитием научно-технического прогресса во всем мире все больше вовлекаются природные ресурсы в хозяйственный оборот. К тому же ежегодный рост населения в мире требует большего производства продуктов питания, топлива, одежды и т.д. Этим обусловлено стремительное сокращение площадей, занятых лесами, наступают пустыни, разрушаются почвы, истощается расположенный в верхних слоях атмосферы озоновый экран, повышается средняя температура воздуха Земли и т.д.

Наибольшую опасность для человеческой среды обитания представляют безудержная гонка вооружений, производство, хранение и испытание атомного, химического и других видов оружия массового уничтожения.

Сегодня в условиях стремительного научно-технического прогресса и изменения геополитической структуры мира все большую актуальность приобретают проблемы регулирования воздействия, оказываемого человеком на биосферу, гармонизации взаимодействия общественного прогресса и сохранения благоприятной природной среды, достижения равновесия во взаимоотношениях "человек-природа".

Международное сообщество давно признало святость и неприкосновенность прав человека не только на жизнь, но и на нормальные условия окружающей среды, необходимые для полноценного и здорового образа жизни людей.

Экологическая проблема стала одной из острых глобальных социальных проблем современности, ее решение затрагивает интересы всех народов, от него во многом зависит настоящее и будущее цивилизации.

На нынешнем этапе развития решение ряда проблем взаимодействия человека с природой не может ограничиваться масштабами одной страны, их необходимо решать в масштабе всей планеты. Очевидно, что многие проблемы охраны природной среды от вредного воздействия хозяйственной деятельности человека носят глобальный характер и поэтому могут быть решены только на основе международного сотрудничества.

Экологическая проблема актуальна во всех странах и регионах мира, во всех уголках Земного шара, различна лишь степень ее остроты.

2. Экологические проблемы Узбекистана

Рассматривая потенциальные угрозы национальной безопасности, особое внимание необходимо обратить на проблему экологической безопасности и охраны окружающей среды.

Можно с горечью сказать, что в Центральноазиатском регионе сложилась одна из опаснейших зон экологического бедствия. Сложность ситуации не только в том, что она несет в себе аккумулятивный результат игнорирования этой проблемы на протяжении многих десятилетий, но и в том, что практически все сферы обитания и жизнедеятельности человека в регионе подвержены экологическому риску. Мы имеем горький опыт доказательства того, что природа не терпит вульгарного и самонадеянного обращения с ней. Этого она не прощает. Ложный социалистический идеологический постулат, что человек - хозяин природы, обернулся, особенно в Центральноазиатском регионе, трагедией для жизни многих людей, целых народов и наций, поставил их на грань вымирания, исчезновения генофонда.

К сожалению, эти процессы не минули и Узбекистан, где, по оценке специалистов, складывается крайне сложная, можно сказать опасная ситуация. В чем она состоит?

Во первых, постоянно возрастает угроза ограниченности земли и ее низкий качественный состав. В условиях Центральной Азии земля является бесценным даром - она в буквальном смысле кормит, одевает людей, создает материальную основу для благополучия жизни многих семей, не только непосредственно связанных с сельскохозяйственным производством, но и всего населения республики, где так или иначе все отрасли тесно связаны с землей и щедро пользуются ее плодами. В то же время земля - это не только огромное достояние, но и фактор, от которого зависит будущее страны. Особенно сильно это проявляется в Узбекистане, где от года к году усиливается экономическая и демографическая нагрузка на землю.

Особенность республики состоит в том, что из общей площади, равной свыше 447,4 тыс. кв. м, только 10 процентов составляют посевные площади. При этом значительную часть площади Узбекистана составляют пустынные и полупустынные земли - Каракумы, Кызылкум, Устюрт и др. Уже сегодня чрезмерно высокой является демографическая нагрузка на земельные площади, особенно сельскохозяйственного назначения. Из стран Центральной Азии в Узбекистане самая высокая плотность населения - 51,4 человек на 1 кв. км, в то время как в Казахстане - 6,1, Кыргызстане - 22,7, Туркменистане - 9,4. В республике на одного человека приходится 0,17 га посевных площадей, в Казахстане - 1,54, Кыргызстане - 0,26, Украине - 0,59, России - 0,67 га. Учитывая, что более половины всего населения проживает в сельской местности, можно смело утверждать, что на селе мы имеем уже не только относительный, но и абсолютный избыток человеческих ресурсов.

А если принять во внимание относительно высокий прирост населения, ускоренные процессы урбанизации и отвода плодородных земель под развитие городов, жилищное строительство, создание новых предприятий, сети инженерных и транспортных коммуникаций, то в ближайшие годы, уже на рубеже XXI века, проблема обеспеченности земельными ресурсами может еще больше обостриться.

Усугубляет эту проблему и то, что наряду с высокой степенью природного опустынивания особенно бурно в конце XX века идет процесс антропогенного опустынивания, то есть вызванного человеческой деятельностью. Ухудшению природной среды в этом случае сопутствуют эрозия грунтов, засоление почв, снижение обводненности поверхностных и грунтовых вод и другие явления.

Отрицательно на продуктивность почв влияет ветровая и водная эрозия, из-за слабо проводимых ранее антиэрозийных мер. Они осуществлялись крайне низкими темпами и некачественно, а в конце 80-х годов практически были свернуты. В республике дефляционной опасности подвержены более 2 млн га, или почти половина всех орошаемых земель.

Большой экологической проблемой Узбекистана стала высокая степень засоленности земель. К этому привело массовое их освоение, когда в оборот крупными, сплошными массивами вводились даже засоленные и непригодные к мелиорации земли. За последние 50 лет площадь орошаемых земель возросла с 2,46 млн га до 4,28 млн га. Только за 1975-1985 годы освоено около 1 млн га новых земельных массивов. К 1990 году площадь орошаемых земель по сравнению 1985 годом увеличилась в 1,5 раза.

В структуре посевных площадей до последнего времени (до 1990 г.) хлопчатник занимал почти 75 процентов. Ни в одной стране мира не было такой высокой степени монополизации хлопка, что привело к истощению земель, снижению почвенного плодородия, ухудшению водно-физических свойств почв, увеличению процессов дефляции и эрозии почв.

Уровень применения неорганических минеральных удобрений, гербицидов и пестицидов в Узбекистане в десятки раз превышал предельно допустимые нормы. Загрязнялись почвы, реки, озера, подземные и питьевые воды. Кроме того, при эксплуатации новых земель не соблюдались необходимые технологии, повсеместно наблюдался бесконтрольный полив хлопчатника, переувлажнение почв, что сопровождалось их вторичным засолением.

Реальной угрозой стало интенсивное загрязнение почв различными видами промышленных и бытовых отходов. Грубое нарушение правил хранения, утилизации, транспортировки и применения различных химических препаратов, вредных веществ и

минеральных удобрений, промышленных и строительных материалов приводит к загрязнению земель, ограничивает возможность их продуктивного использования. Интенсивная добыча полезных ископаемых, зачастую при несовершенных технологических схемах их переработки, сопровождается накоплением больших объемов отвалов, золы, шлака и других веществ, которые не только занимают пригодные для сельского хозяйства земли, но и являются источниками загрязнения почв, поверхностных и подземных вод, атмосферного воздуха. Индустрия же утилизации токсичных отходов в республике пока не создана.

На территории Узбекистана имеется свыше 230 городских и сельских полигонов твердых бытовых отходов, на которых складывается порядка 30 млн кубометров мусора. Они организованы в основном стихийно, без комплексного изучения географических, геолого-гидрогеологических и иных условий. Обезвреживание и захоронение на них твердых бытовых отходов примитивное. Наиболее сложная обстановка по утилизации и обезвреживанию бытовых отходов сложилась в крупных городах республики. В республике еще не получил своего решения вопрос по промышленной переработке бытовых отходов. Единственный в республике Ташкентский экспериментальный завод бытовых отходов начал функционировать только с 1991 года.

Особую опасность представляет радиоактивное загрязнение. Вдоль берегов реки Майлуу-Суу (Кыргызстан) в период с 1944 по 1967 годы захоронены отходы переработки урановой руды и к настоящему времени имеется 23 хвостохранилища, требующих укрепления селезащитных дамб и выполнения работ по обеспечению устойчивости склонов в оползнеопасных участках.

Экологически опасным очагом загрязнения являются и хвостохранилища в Навоинской области, где имеется радиоактивный песок с реальной угрозой ветрового выноса.

Поэтому важнейшей задачей охраны природы в Узбекистане является оздоровление ее земель, осуществление широкого комплекса мер по сокращению загрязнения почв. Речь идет прежде всего о кардинальном улучшении использования природных ресурсов.

Во вторых, с точки зрения экологической безопасности Узбекистана большую тревогу вызывает острая нехватка и загрязненность водных ресурсов, в том числе поверхностных и подземных вод. Реки, каналы, водохранилища республики и даже грунтовые воды испытывают на себе разносторонние антропогенные воздействия.

Вода в условиях аридной зоны - бесценный дар природы. Вся жизнь связана с водой. Где кончается вода, там кончается и жизнь. Однако водные ресурсы в Центральной Азии резко ограничены. Главными водными артериями являются реки Амударья с водоносностью 78 км³ в год и Сырдарья - 36 км³.

В настоящее время в народном хозяйстве полностью используются все водные ресурсы бассейна Аральского моря.

В связи с тем, что речной сток формируется в основном в горах Кыргызстана и Таджикистана, а большая часть водных ресурсов используется на орошение земель всех центральноазиатских республик, существует и требует конструктивного решения проблема совместного, согласованного управления ограниченными водными ресурсами бассейна Аральского моря в интересах всех государств региона и с учетом экологических требований, обеспечения пропуска воды в дельты рек и Аральское море в целях создания здесь приемлемых условий жизни.

Другая важная проблема региона связана с необходимостью осуществления комплекса водоохраных и водосберегающих мероприятий, включающих тесную увязку режима и параметров оросительной сети с техникой полива для минимизации потерь воды. Необходимо в дальнейшем упорядочение сброса коллекторно-дренажных вод и полное прекращение слива сточных вод в реки и водохранилища.

Одной из важнейших проблем является качественное состояние водных ресурсов. Загрязненность речных вод ухудшает эколого-гигиеническую и санитарно-эпидемиологическую обстановку, особенно в их низовьях. С другой стороны, содержание солей в составе речных вод усугубляет засоление почв в дельтовых районах Амударьи,

Сырдарьи, Зарафшана и других рек, что сказывается на проведении дополнительных мелиоративных работ, промывке и сооружении дренажных систем.

Для условий Узбекистана и соседних регионов особое значение приобретает обеспечение населения качественной питьевой водой. Несмотря на то, что показатель охвата населенных пунктов стандартной водопроводной водой только за последние пять лет в республике возрос примерно в 1,5 раза, тем не менее эта проблема остается весьма актуальной. Особенно если учесть, что загрязненность источников питьевого водоснабжения служит причиной высокой заболеваемости в республике, и в большей степени в Приаралье.

В третьих, острой экологической проблемой, можно сказать национальным бедствием, стала проблема исчезновения Аральского моря. Проблема Аральского моря корнями уходит в далекое прошлое. Но угрожающие масштабы приняла в последние десятилетия. Интенсивное строительство оросительных систем по всей территории Центральной Азии наряду с тем, что дало воду многим населенным пунктам и промышленным предприятиям, стало причиной и глобальной катастрофы - гибели Арала. Еще не так давно звучали победоносные фанфары по случаю отвоеванных у пустынь и степей новых политых водой земель, забывая при этом, что эта вода отнята у Арала, "обескровила" его. Сегодня Приаралье - зона экологического бедствия.

Аральский кризис – одна из самых крупных экологических и гуманитарных катастроф в истории человечества, под его воздействием оказалось около 35 млн человек, проживающих в бассейне моря.

В результате снижения уровня Арала на 20 м это уже не единое море, а два остаточных озера. Его берега отступили на 60-80 км. Усиленно деградируют дельты Амударьи и Сырдарьи. Осушенное дно обнаружилось на площади более 4 млн га. Взамен получили еще одну, но уже рукотворную песчано-солончаковую пустыню. С высохшего дна Аральского моря ветры поднимают в воздух соль и пыль и уносят их на сотни километров.

Высыхание Аральского моря и вызванная этим процессом деградация природной среды в Приаральском регионе квалифицируются как экологическая катастрофа. Возникновение пыльных и солевых бурь, опустынивание земель обширных территорий не только Приаралья, но и значительно удаленных от моря, изменение климата и ландшафта - далеко не полный перечень последствия катастрофы.

Экологическая катастрофа, связанная с высыханием Аральского моря и опустыниванием региона, - это боль всех народов, проживающих в его бассейне.

Масштабы и сложность проблем, связанных с водными ресурсами, требуют комплексного и многоотраслевого подхода и развития сотрудничества государств региона с международным сообществом.

Толчком к решению этих проблем послужила встреча Глав государств Центральной Азии в г. Кызыл-Орда в марте 1993 года, на которой было подписано Соглашение о совместных действиях по решению кризиса Аральского моря. Были созданы Межгосударственный Совет по проблемам Аральского моря и его рабочий орган - Исполнительный комитет, а также Международный фонд спасения Арала. На второй встрече Глав государств республик Центральной Азии, которая состоялась в г.Нукусе в январе 1994 года, была утверждена "Программа конкретных действий по улучшению экологической обстановки в бассейне Аральского моря на ближайшие три - пять лет с учетом социально-экономического развития региона". И на третьей встрече - в Дашховузе в марте 1994 года уже был заслушан отчет Межгосударственного совета по выполнению этой программы.

В феврале 1997 года на встрече в г.Алматы Глав пяти центральноазиатских государств с участием представителей ООН, Мирового банка и других международных организаций принято решение о совершенствовании организационных структур по решению проблем Арала - сформирован более действенный состав Международного фонда спасения Арала и на его базе мобильный Исполнительный комитет.

Декларацию государств Центральной Азии и международных организаций по проблемам устойчивого развития бассейна Аральского моря. Она предусматривает строгую

приверженность принципам устойчивого развития и сосредоточила внимание на решении таких важнейших проблем как:

- переход к более сбалансированной и научно обоснованной системе сельского и лесного хозяйства;
- повышение эффективности ирригации посредством выработки экономических методов использования водных ресурсов, применения совершенных технологий в орошении и охране окружающей среды.
- усовершенствование системы комплексного управления природными ресурсами региона.

В конечном итоге необходимо разработать и реализовать долгосрочную стратегию и программу разрешения Аральского кризиса на принципах устойчивого развития, недопущения снижения уровня жизни людей, проживающих в этом регионе, обеспечения в перспективе достойной жизни для будущих поколений.

В-четвертых, угрозой экологической безопасности в республике является и загрязнение воздушного пространства.

По данным специалистов, ежегодно в атмосферный воздух республики поступает около 4 млн. тонн вредных веществ. Из них половина приходится на окись углерода, 15 % составляют выбросы углеводородов, 14 % - двуокиси серы, 9 % - окислов азота, 8 процентов - твердых веществ и около 4 % приходится на специфические высокотоксичные вредные вещества.

Увеличение концентрации углерода в атмосфере приводит к повышению средней температуры воздуха Земли в результате формирования своеобразного глобального парникового эффекта.

Для Республики Узбекистан, расположенной в аридной зоне, характерно наличие таких крупных природных источников запыления атмосферы, как пустыни Каракумы и Кызылкум с частыми пыльными бурями. В последние десятилетия в связи с высыханием Аральского моря появился еще один естественный источник пылесолепереноса.

Кризисная экологическая обстановка сложилась во многих районах Сурхандарьинской области Узбекистана в связи с вводом в начале 80-х годов в соседнем Таджикистане алюминиевого завода, который в больших количествах выбрасывает в атмосферу фтористый водород, окись углерода, сернистый газ, оксиды азота. Выбросы завода, расположенного выше по долине, на границе Таджикистана с Узбекистаном, распространяются горно-долинными ветрами далеко за его пределы, главным образом по территории приграничных районов республики - Сарыасийского, Узунского, Денауского, Алтынсайского районов Сурхандарьинской области.

Учитывая, насколько велик для Узбекистана, да и в целом для всего Центральноазиатского региона, фактор угрозы экологической безопасности, правительство и государство уделяют огромное внимание вопросам защиты окружающей среды, рационального использования природных ресурсов. Приняты законодательные акты, направленные на обеспечение охраны природной среды. Национальные мероприятия по охране природы Республики Узбекистан сочетаются с обширным и разносторонним сотрудничеством с другими государствами и международными организациями. Заключено значительное число международных договоров и соглашений, регулирующих разные аспекты охраны окружающей среды и рационального природопользования.

Узбекистан является полноправным членом Межгосударственного экологического совета стран СНГ, созданного в соответствии с Соглашением, подписанным Главами государств СНГ 8 февраля 1992 года. Сотрудничество стран СНГ в рамках данного экологического совета преследует цель принятия согласованных, скоординированных действий государств-участников в области охраны окружающей среды.

В настоящее время в республике разработана Государственная программа по охране окружающей среды и рационального использования природных ресурсов на перспективу - до 2005 года. На ее основе организована вся деятельность в области рационального природопользования и охраны природы. В программе определены пути оздоровления

экологической обстановки в республике, преодоления экологической напряженности в крупных городах и городских агломерациях и т.д.

3. Цель и задачи предмета «Экология»

В настоящее время существует много определений экологии как науки. Одно из них: ***”Экология – это наука о взаимных связях и взаимном влиянии живых организмов и окружающей их среды“.***

Термин “Экология” предложил в 1866 году немецкий биолог Эрнст Геккель. Этот термин образован от греческих слов: “*oikos*” – дом, жилище, родина и “*logos*” – учение, наука и в буквальном переводе означает “наука о среде обитания”. Сам Э. Геккель дал такое определение экологии: “Экология – это познание экономики природы, одновременное исследование взаимоотношений всего живого с органическими и неорганическими компонентами среды, включая непременно неантогонистические и антогонистические взаимоотношения животных и растений, контактирующих друг с другом. Одним словом, экология – наука, изучающая все сложные взаимосвязи и взаимоотношения в природе, рассматриваемые Ч. Дарвином как условия борьбы за существование”.

Науке известны два различных подхода и способа мышления в изучении сложных систем:

- 1) ***холистический*** (от гр. *holos* – весь, целый), при котором система изучается в ее целостности, исследуются общие для системы, системные функции и законы;
- 2) ***редукционистский*** (от лат. *reductio* – сведение сложного к простому) или ***мерологический*** (от гр. *meros* – часть), при котором система изучается путем детального анализа все более и более мелких подсистем, их функций и законов.

Человек от природы обладает склонностью к редукционистскому складу мышления, т.е. человеку свойственно выявление единичных, простых причинно-следственных связей и простых функциональных зависимостей типа “причина – следствие”. Этим, в частности, объясняется сложность изучения процессов в биосфере, где имеют место многопараметрические процессы, многоуровневые обратные связи, замкнутые циклы, круговороты вещества и энергии, где следствие является одновременно и причиной многих явлений.

Следовательно, каждый уровень организации живой материи требует самостоятельного изучения. Организация и функционирование надорганизменных биологических систем: популяционных, сообществ, экосистем и биосферы – суть и являются предметом изучения экологии.

Таким образом, ***предметом изучения экологии в широкой постановке вопроса является система “организмы плюс среда их обитания”, причем среда, преобразованная самими организмами и, в частности, человеком.***

В последние десятилетие, когда угроза глобального экологического кризиса коснулась всего человечества, произошел взрывообразный рост обеспокоенности и общественного интереса к экологической проблематике. Если до 60-х годов XX столетия на экологию смотрели, главным образом, как на один из разделов биологии, то сейчас она вышла за ее рамки, переросла в новую интегрированную дисциплину, связанную с естественными, инженерно-техническими и гуманитарными науками. Важность и актуальность экологических проблем для судеб человечества столь велика, что для их решения необходима мобилизация всех отраслей знаний, накопленных человечеством. Происходит взаимопроникновение и взаимообогащение целями, идеями и методами между такими науками, как: науки о Земле, математика, физика, химия, классическая экология, вычислительная техника, теория больших систем, экономика, социология, политология, юриспруденция, этика, философия, медицина и др.

Этот процесс проникновения идей и задач экологии в другие области знания получил название **экологизации**. Экология становится интегральной гипернаукой (“природа не знает факультетов”).

Расширение предмета экологии привело к появлению новых ее определений. Авторитетный американский эколог Юджин Одум дает такое определение (1986 г.): **«Экология – междисциплинарная область знания об устройстве и функционировании многоуровневых систем в природе и обществе в их взаимосвязи»**.

Это очень широкое определение, но оно больше других соответствует современному широкому пониманию экологии. Экология приобретает роль всеобъемлющего мировоззрения и превращается в учение о выборе путей выживания человечества.

ЦЕЛЬ: Изучение законов функционирования экологических систем всех уровней и биосферы в целом в условиях природопреобразующей деятельности человечества и выработка тактики и стратегии поведения человечества в целях оптимизации функционирования этих систем.

ЗАДАЧИ:

1. всеобъемлющая диагностика состояния природы планеты и ее ресурсов;
2. определение порогов выносливости экологических систем по отношению к антропогенной нагрузке;
3. выработка критериев оптимальности функционирования экологических систем;
4. изучение обратимости и путей восстановления антропогенных нарушений экологических систем;
5. разработка прогнозов изменений в биосфере и состояний окружающей человека среды при разных сценариях политического, экономического и социального развития человечества;
6. отказ от дискредитировавшей себя природопокорительной идеологии и формирование идеологии и методологии эоцентризма, направленной на экологизацию экономики, производства, политики и образования.

4. Структура и отрасли экологии

Сегодня различают следующие основные отрасли экологии:

1. Общая экология – изучает общие законы формирования, функционирования и эволюции экологических систем на основе анализа таких целостных ее характеристик, как продуктивность, круговорот вещества и энергии, устойчивость, биоразнообразие (генофонд) и др. Ее ядром является теоретическая экология.

2. Специальная экология (биоэкология) – первоначально сформировавшееся научное направление, включающее специальные, чисто биологические разделы экологии; к настоящему времени разделившееся на подотрасли:

- а) *аутэкология* (от гр. *out* – отдельно) – экология отдельных особей и видов;
- б) *популяционная экология*;
- в) *синэкология* (от гр. *syn* – вместе) – экология многовидовых сообществ, биоценозов (от гр. *bios* – жизнь, *kinos* – сообща, вместе);
- г) *экология систематических групп* (бактерий, грибов, растений, животных, а также более мелких систематических единиц: типов, классов, отрядов и т. д.);
- д) *эволюционная экология* – учение о роли экологических факторов в эволюции.

3. Геоэкология – изучает взаимоотношения организмов и среды обитания с точки зрения их географической принадлежности.

В нее входят:

- а) *экология сред* – воздушной, суши, почвенной, морской, пресноводной;

б) *экология природно-климатических зон* – тундры, тайги, степи, пустыни, гор, болот, морских берегов, и т.п.;

в) *экология географических областей, регионов, стран, континентов*.

4. Прикладная экология – большой комплекс дисциплин, связанных с различными областями взаимоотношений между человеческим обществом и природой. Прикладная экология имеет следующие основные разделы:

а) *инженерная экология* – изучение и разработка инженерных норм и средств, отвечающих экологическим требованиям;

б) *сельскохозяйственная экология* (агроэкология и экология сельскохозяйственных животных);

в) *биоресурсная и промысловая экология*;

г) *урбоэкология* (экология городов, населенных пунктов, коммунальная экология);

д) *медицинская экология*;

е) *экотоксикология*;

ж) *приложения экологии к практике охраны природы и окружающей среды*.

5. Экология человека – комплекс дисциплин, изучающих взаимодействие человека к биологической особи и, как социального субъекта с окружающей его природной и социальной средой.

Сюда входят:

а) *биоэкология человека*;

б) *социальная экология* (экология личности, семьи, социальных групп, экология рас и наций, демографическая экология).

6. Глобальная экология (биосферология) – изучает взаимоотношения всего человечества в процессе его развития с биосферой.

Экологией часто называют охрану окружающей среды, а иногда и просто состояние этой среды. Это неправильно! Действительно, разделы прикладной экологии и практика охраны окружающей среды тесно связаны между собой, но это не одно и то же.

Не следует также смешивать охрану природы и охрану окружающей среды. Окружающая человека среда все заметнее вытесняет природную среду.

Охрана природы означает ограничение изъятия природных ресурсов, недопущение нарушения природных систем.

Охрана окружающей среды означает недопущение появлений в среде обитания людей вредных и опасных для здоровья агентов.

При этом следует помнить, что сохранение качества окружающей человека среды невозможно без участия природных экологических механизмов.

Экология является также, теоретической базой природоохранных мероприятий.

Многие экологи считают концепцию “охраны” порочной с самого начала, т.к. деятельность следует строить таким образом, чтобы *не допускать, предотвращать негативные эффекты и последствия, от которых потом пришлось бы “охранять”*.

5. Концепции и подходы

С начала века в экологии сформировалось две концепции, *два подхода к проблеме взаимоотношений человечества и природы*:

1) *антропоцентрический (технологический)*;

2) *биоцентрический (экоцентрический)*.

Согласно **антропоцентрическому** подходу взаимоотношения строятся по правилам, которые устанавливает сам человек. При этом человек ставит себя в центре природы, а иногда и над ней. Овладевая законами природы, подчиняя их своим интересам, опираясь на социальную организацию и технологическую мощь, человек считает себя свободным от давления всех тех сил, которые действуют в природе. Возникающие проблемы окружающей среды рассматриваются им как следствие неправильного ведения хозяйства, технологических

промахов. Решение проблем усматривается на пути технологической реорганизации и модернизации, т.е., что проблемы могут быть решены теми же средствами, которые и явились причиной их возникновения (технологический оптимизм). Считается, что законы природы не могут и не должны мешать научно-техническому и социальному прогрессу человечества. В центр экологических проблем становится человек, его технологии, его “власть над природой”.

Этот подход характерен для большинства политиков, экономистов, хозяйственников и инженеров.

Согласно **биоцентрическому** подходу, человек как биологический вид в значительной мере остается под контролем главных экологических законов и в своих взаимоотношениях с природой вынужден и должен принимать ее условия. Прогресс человечества ограничивается необходимостью подчинения законам природы. Проблемы окружающей среды вызваны антропогенным нарушением регуляторных функций биосферы, которые не могут быть изменены или восстановлены технологическим путём (технологический пессимизм). Сторонники биоцентрического подхода ставят в центр экологических проблем состояние и устойчивость живой природы, биосферы.

Этот подход характерен для относительно небольшого круга профессиональных экологов и системных аналитиков, а также для стихийного экоцентризма многих людей.

Выбор между этими двумя точками зрения или компромиссе между ними во многом определяет стратегию дальнейшего развития человечества. Большинство людей пока еще склоняются к антропоцентрической точке зрения, т.к. она выглядит проще и оптимистичнее, однако существуют очень веские аргументы в пользу экоцентризма, пренебрегать которыми нельзя.

Ключевые слова: защита окружающей среды; экологические проблемы; антропогенное воздействие; экологические проблемы; радиоактивное загрязнение; экологически опасный очаг; засоленность земли; загрязнение почвы, водных и воздушных ресурсов; проблемы Аральского моря.; экология, экологические проблемы, экологизация, отрасли экологии, охрана природы, охрана окружающей среды, концепции и подходы.

Вопросы для проверки:

1. Охарактеризуйте основные глобальные экологические проблемы человечества.
2. Какие особенности имеет обширная экологическая тематика?
3. Перечислите конкретные экологические проблемы.
4. Какие экологические проблемы в Узбекистане?
5. В чём причина высыхания Аральского моря?
6. Как решаются экологические проблемы в Узбекистане?
7. Дайте определение термину «экология».
8. Кто впервые предложил термин «экология»?
9. Охарактеризуйте подходы и способы мышления при изучении сложных экологических систем?
10. Назовите предмет изучения экологии.
11. Что такое экологизация?
12. Цель и задачи экологии.
13. Охарактеризуйте основные отрасли экологии.
14. Что означают понятия «охрана природы» и «охрана окружающей среды»?
15. Охарактеризуйте основные подходы к изучению проблем взаимоотношений человечества и природы?
16. Чем отличается антропоцентрический подход взаимоотношения человечества и природы от биоцентрического?

Лекция 2. ПОНЯТИЕ О БИОСФЕРЕ И ЕЁ ГРАНИЦЫ. БИОХИМИЧЕСКИЙ ЦИКЛ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ

План:

1. Биосфера, ее структура и функции. Представление В.И. Вернадского о биосфере.
2. Биосфера – экосистема планетарного масштаба. Биогеоценоз.
3. Круговорот веществ и энергии в биосфере, биохимический цикл.
4. Превращение биосферы в ноосферу. Воздействие человека на окружающую среду. Экологическое равновесие.

1. Биосфера, ее структура и функции.

Представление В.И. Вернадского о биосфере

В 1875 г. в научной литературе появился термин «биосфера». Его предложил Эдуард Зюсс (1831–1914) – известный австрийский геолог. Введя в науку новый термин, Э. Зюсс не дал ему определения, поэтому слово «биосфера» стало изредка использоваться в геологической и географической литературе, причем каждый раз в различном значении.

В 1926 г. в Ленинграде вышла книга выдающегося русского ученого В. И. Вернадского «Биосфера». В этой книге впервые дано представление о биосфере Земли как о планетарной оболочке, наполненной, преобразованной и постоянно преобразуемой организмами. В. И. Вернадский распространил понятие «биосфера» не только на организмы, но и на среду обитания. Подчеркивая геологическую роль живых организмов, Вернадский писал: «На земной поверхности нет химической силы, более постоянно действующей, а поэтому более могущественной по своим конечным последствиям, чем живые организмы, взятые в целом».

Длительный период добиологического развития нашей планеты, определяющийся действием физико-химических факторов неживой природы, закончился качественным скачком – возникновением органической жизни. С момента своего появления организмы существуют и развиваются в тесном взаимодействии с неживой природой, причем процессы в живой природе на поверхности нашей планеты стали преобладающими. Под действием солнечной энергии развивается принципиально новая (планетарных масштабов) система – **биосфера**.

В составе биосферы различают:

- ♦ живое вещество, образованное совокупностью организмов;
- ♦ биогенное вещество, которое создается в процессе жизнедеятельности организмов (газы атмосферы, каменный уголь, известняки и др.);
- ♦ косное вещество, образующееся без участия живых организмов (основные породы, лава вулканов, метеориты);
- ♦ биокосное вещество, представляющее собой совместный результат жизнедеятельности организмов и абиогенных процессов (почвы).

Эволюция биосферы обусловлена тесно взаимосвязанными между собой тремя группами факторов: развитием нашей планеты как космического тела и протекающих в ее недрах химических преобразований, биологической эволюцией живых организмов и развитием человеческого общества.

Границы жизни определяются факторами земной среды, которые препятствуют существованию живых организмов. Верхняя граница биосферы проходит на высоте около 20 км от поверхности Земли и ограничена озоновым слоем, который задерживает коротковолновую часть ультрафиолетового излучения Солнца, губительную для жизни. В гидросфере земной коры живые организмы населяют все воды Мирового океана – до 10–11 км в глубину. В литосфере жизнь встречается на глубине 3,5–7,5 км, что обусловлено температурой земных недр и уровнем проникновения воды в жидком состоянии.

Атмосфера. Газовая оболочка Земли состоит в основном из азота и кислорода. В небольших количествах в ней содержатся диоксид углерода (0,003 %) и озон. Состояние

атмосферы оказывает большое влияние на физические, химические и биологические процессы на поверхности Земли и в водной среде. Для процессов жизнедеятельности особенно важны: *кислород*, используемый для дыхания и минерализации мертвого органического вещества; *диоксид углерода*, используемый зелеными растениями в фотосинтезе; *озон*, создающий экран, защищающий земную поверхность от ультрафиолетового излучения. Атмосфера образовалась в результате мощной вулканической и горообразовательной деятельности, кислород появился значительно позднее как продукт фотосинтеза.

Гидросфера. Вода – важный компонент биосферы и необходимое условие существования живых организмов. Большое значение имеют газы, растворенные в воде: кислород и диоксид углерода. Гидросфера формировалась в связи с развитием геологических процессов в литосфере, при которых выделялось большое количество водяного пара.

Литосфера. Основная масса организмов литосферы находится в почвенном слое, глубина которого не превышает нескольких метров. Почва состоит из неорганических веществ (песок, глина, минеральные соли), образующихся при разрушении горных пород, и органических веществ – продуктов жизнедеятельности организмов.

2. Естественные основы биологической жизни

Огромной заслугой В. И. Вернадского является обоснование нового содержания представлений о живом веществе. *Живым веществом Вернадский называл «совокупность организмов, сведенных к их весу, химическому составу и энергии».* Живое вещество по своей массе представляет собой ничтожную часть биосферы. Если все живое вещество Земли равномерно распределить по ее поверхности, то оно покроет нашу планету слоем толщиной 2 см. Однако именно живое вещество, по мнению В. И. Вернадского, выполняет ведущие функции в формировании земной коры.

Живое вещество обладает рядом специфических свойств:

1. Живое вещество характеризуется огромной свободной энергией.
2. В живом веществе химические реакции протекают в тысячи (иногда и в миллионы) раз быстрее, чем в неживом веществе. Поэтому для характеристики изменений в живом веществе пользуются понятием *исторического*, а в косном веществе – *геологического* времени.
3. Химические соединения, входящие в состав живого вещества (ферменты, белки и др.), устойчивы только в живых организмах.
4. Живому веществу присуще произвольное движение – пассивное, обусловленное ростом и размножением, и активное – в виде направленного перемещения организмов. Первое является свойством всех живых организмов, второе характерно для животных и в редких случаях – для растений.
5. Для живого вещества характерно гораздо большее химическое и морфологическое разнообразие, чем для неживого.
6. Живое вещество в биосфере Земли находится в виде дисперсных тел – индивидуальных организмов. Размеры и масса живых организмов сильно колеблются (диапазон более 10^9).
7. Живое вещество возникает только из живого и существует на Земле в форме непрерывного чередования поколений.

Жизнь сосредоточена главным образом на поверхности земли, в почве и поверхностном слое Мирового океана.

В. И. Вернадский выделил *две формы концентрации живого вещества: жизненные пленки*, занимающие огромные площади, и *сгущения жизни*, представленные небольшими площадями (например, пруд). Вся остальная часть биосферы является *зоной разряжения живого вещества*.

В океане можно выделить две жизненные пленки – *планктонную* и *донную*, которые находятся на границе раздела фаз. Планктонная лежит на границе атмосферы и гидросферы,

донная – на границе гидросферы и литосферы. Сгущения жизни в океане различают трех типов: прибрежные, саргассовые и рифовые.

На суше также имеются различные формы концентрации жизни. Верхняя пленка жизни на суше – наземная, расположенная на границе атмосферы и литосферы. Под ней находится почвенная пленка жизни, представляющая собой сложную систему, населенную огромным количеством бактерий, простейших и других представителей живых организмов.

Сгущения жизни представлены на суше береговыми, пойменными и тропическими формами.

Важная закономерность наблюдается в соотношении видового состава живых организмов на Земле. Растения составляют 21 % от общего числа видов, образуя 99 % общей биомассы. Среди животных 96 % видов представлены беспозвоночными и только 4 % – позвоночные, из которых только 10 % – млекопитающие.

Таким образом, организмы, стоящие на относительно низком уровне эволюционного развития, в количественном отношении значительно преобладают.

Масса живого вещества очень мала по сравнению с массой неживого вещества и составляет всего 0,01-0,02 % от косного вещества биосферы. В то же время живое вещество играет главенствующую роль в геохимических процессах. Ежегодно благодаря жизнедеятельности растений и животных воспроизводится около 10 % биомассы.

Живым веществом в биосфере выполняются важные функции:

1. *Энергетическая* – поглощение солнечной энергии и энергии при хемосинтезе, дальнейшая передача энергии по пищевой цепи.
2. *Концентрационная* – избирательное накопление определенных химических веществ.
3. *Средообразующая* – преобразование физико-химических параметров среды.
4. *Транспортная* – перенос веществ в вертикальном и горизонтальном направлениях.
5. *Деструктивная* – минерализация небиогенного вещества, разложение неживого неорганического вещества.

Живые организмы осуществляют миграцию химических элементов в биосфере в процессе дыхания, питания, обмена веществ и энергии. Главная функция биосферы заключается в обеспечении круговорота химических элементов, который выражается в циркуляции веществ между атмосферой, почвой, гидросферой и живыми организмами.

Биогеоценоз (экосистема) – это устойчивое сообщество организмов разных видов (растений, животных и микроорганизмов), тесно связанных между собой и с окружающей их неживой природой (биотопом) обменом веществ и энергии. Биогеоценоз пространственно ограничен (например, биогеоценоз дубравы) и относительно однороден (как по видовому составу живых существ, так и по комплексу абиотических факторов – свет, температура, давление и др.). Постоянное поступление энергии Солнца, минеральных веществ почвы, газов и воды обеспечивает жизненные процессы организмов, при которых выделяются теплота, кислород, диоксид углерода, продукты жизнедеятельности. Основные функции биогеоценоза – аккумуляция и перераспределение энергии и круговорот веществ. Ведущая активная роль в процессах взаимодействия компонентов биогеоценоза принадлежит живым существам.

Организмы, входящие в биогеоценоз, можно отнести к трем функциональным группам – ***продуцентам, консументам и редуцентам.***

Продуценты составляют группу автотрофных организмов (фото- и хемосинтетиков), которые потребляют неорганические вещества из биотопа, используют энергию солнечного света (либо энергию, выделяемую при окислении ими неорганического субстрата) и синтезируют органическое вещество. К этой группе относятся растения и некоторые бактерии.

Консументы – гетеротрофные организмы, использующие готовые органические вещества (в виде пищи) как источники энергии и веществ, необходимых для их жизнедеятельности. К ним относятся все животные, некоторые грибы, бактерии и растения (растения-хищники и растения-паразиты).

Редуценты – это организмы-деструкторы, разлагающие остатки организмов, превращая их в простые неорганические соединения. Трофические отношения между тремя названными компонентами биоценоза определяют всю «экономику» биогеоценоза – потоки энергии и круговорот веществ. Продуценты, поглощая минеральные вещества и улавливая солнечную энергию, создают органические вещества, из которых строится их тело (солнечная энергия, таким образом, переводится в энергию химических связей).

3. Круговорот веществ и энергии в биосфере, биохимический цикл

Консументы, поедая продуцентов и друг друга (растительноядные, хищные, паразитические организмы), расщепляют органические вещества пищи, используя их и высвобождающуюся энергию для построения собственного тела и обеспечения жизнедеятельности. Наконец, редуценты разлагают органические вещества мертвых организмов, получая необходимые им материалы и энергию. Редуценты обеспечивают возврат неорганических веществ, которые вновь могут быть использованы продуцентами. Постоянное осуществление круговорота веществ является залогом длительного существования биогеоценоза, несмотря на ограниченный запас минеральных веществ. Взаимодействия всех организмов биогеоценоза между собой и с физической средой характеризуются динамическим равновесием (экологический гомеостаз системы). Биогеоценозы являются структурно-функциональными единицами биосферы, ее материально-энергетическими ячейками и взаимосвязаны круговоротом веществ и потоком энергии. Обмен веществами между биогеоценозами может осуществляться в газообразном, жидком и твердом состояниях, а также в форме живого вещества (например, миграции животных).

Биотический круговорот органических веществ – основа и условие существования биосферы. Его непрерывность – залог развития и самого существования жизни на Земле. Каждый вид является звеном в процессе биотического круговорота. Непрерывность жизни обеспечивается процессами синтеза и распада. Поступающая в биосферу солнечная энергия частично расходуется на синтез высокомолекулярного богатого энергией органического вещества. Передаваясь с одного трофического уровня на другой, энергия постепенно рассеивается. Особая роль в круговороте принадлежит микроорганизмам, которые превращают мертвые остатки растений и животных в неорганические вещества, используемые в дальнейшем зелеными растениями для фотосинтеза. Обновление всего живого вещества биосферы Земли происходит приблизительно за 8 лет. Вещество наземных растений обновляется за 14 лет, а вся биомасса океана – за 33 дня.

В. И. Вернадский рассматривал биотический круговорот как основу организации жизни в планетарном масштабе.

4. Превращение биосферы в ноосферу. Воздействие человека на окружающую среду.

Экологическое равновесие

Современная биосфера сложилась в результате длительного эволюционного процесса живого и косного вещества нашей планеты. **Роль человека в развитии биосферы определяется прежде всего его биосоциальной природой.** Существование человека как гетеротрофного организма зависит от наличия органической пищи, воздуха, воды и т. д. В то же время человек обладает существенными особенностями, выделяющими его из живой природы, – это разум, способность к труду, творческой деятельности, производственным отношениям. На ранних этапах существования человека его деятельность не нарушала равновесия в биосфере. Потребляемые человечеством ресурсы природы и продукты его жизнедеятельности циркулировали в общем круговороте веществ, так же как и продукты деятельности других видов живых существ. Постепенно деятельность человека стала не просто приспособлением к условиям среды, но приобрела разумный целенаправленный характер, изменяя окружающую природу. Человек вывел много новых сортов растений и пород животных, увеличивая разнообразие природных видов, но в то же время многие виды

исчезли или находятся на грани уничтожения (дронт, стеллерова корова, странствующий голубь и др.). Деятельность человека становится мощным экологическим фактором, нарушающим равновесие в природе, биосфере.

Воздействия человека на окружающую природу достигли к настоящему времени планетарных масштабов.

В результате деятельности человека происходят изменения климата, ландшафтов, состава атмосферы, видового и численного состава живых существ. Повсеместное уничтожение лесов приводит к снижению выделения в атмосферу кислорода и утилизации углекислого газа, к эрозии почв, изменению климата, нарушению водного режима. Сгорание органического топлива снижает содержание кислорода в атмосфере (так, например, при пробеге автомобилем 100 км пути расходуется годовая норма кислорода для одного человека).

В последние годы отмечается повышение содержания углекислого газа в атмосфере, накопление промышленной пыли. Это ведет к возникновению «парникового эффекта» – нарушению рассеивания тепла с поверхности Земли в космос, что приводит к постепенному потеплению климата на планете. В атмосферу ежегодно поступают миллионы тонн загрязненных веществ. Особую опасность представляет сернистый газ, который соединяется с парами воды и является причиной выпадения кислотных дождей. Повсеместно на нашей планете отмечается ухудшение состояния водных систем в результате ирригационных и мелиоративных мероприятий. Происходит истощение подземных вод, массовая гибель малых рек, сокращение крупных рек, высыхание крупных водоемов (например, исчезло с лица Земли Аральское море-озеро).

Значительно воздействие человека на литосферу – распахиwanie земель для сельскохозяйственных нужд (сегодня 30 % суши занято угодьями) приводит к эрозии почв, их засаливанию, поднятию грунтовых вод. Человек создает *техносферу*, не составляющую целостную систему с биосферой, не создающую новых запасов энергии.

Деятельность человека представляет угрозу для *экологического равновесия*, для существования биосферы.

Биосфера - не статическая структура “оболочки жизни”, выступающая как извечная данность окружающего нас мира, а, прежде всего геобиоисторический процесс.

Положение человека в биосфере двоякое: с одной стороны, человек как биологический вид является составной частью биосферы и, как все организмы, включен в трофические цепи; с другой стороны, человек, в отличие от других живых существ, имеет не только биологические, но и небиологические потребности (он создает и использует технику, строит здания, прокладывает дороги, печатает книги и т.п.) с точки зрения взаимодействия с биосферой в качестве одного из биологических видов человек является гетеротрофом. Это означает, что он в своем организме не может создавать органические вещества, а должен получать их извне. Кроме того, человек дышит кислородом, пьет воду и, следовательно, связан с природой по всем своим биологическим каналам. С точки зрения того, что человек имеет еще и небиологические потребности, он вынужден брать из окружающей среды ресурсы (руды, нефть, древесину и т.д.), которые другие живые существа не потребляют. При этом человек возвращает в природу массу отходов: пластики, металлы, стройматериалов и т.п. Так как последние природе несвойственны, то есть не имеют в ней своих редуцентов, то возникают и накапливаются *загрязнения*.

Для своей хозяйственной деятельности человек использует все больше и больше пространства. Вследствие этого нарушается значительная часть ресурсов биосферы, подрывается многообразие форм жизни, нарушается состояние среды обитания. Так, по Всемирного фонда диких животных, каждый день на нашей планете вымирает, по меньшей мере, один вид живых организмов, и предполагается, что в ближайшие десятилетия исчезнут гориллы, носороги, бенгальские тигры, орангутанги. К сожалению, темпы вымирания живых организмов возрастают.

Возросшая эксплуатация природных ресурсов, нарастающее загрязнение среды обитания отбросами промышленного производства, рост заболеваний, постоянный голод миллионов людей – для устранения всего этого требуются согласованные усилия науки и человечества в целом.

Необходимость оптимизации биосферы ученый связывал не только с чисто биосферными потребностями человека. Человек понимается им не только как чисто природная сила, «геологический субстрат», а как сила, оптимизирующая свою деятельность в природе в соответствии с законами природы и красоты. Ноосфера – это целостная геологическая оболочка Земли, формирующаяся в результате синтеза технической и культурной деятельности людей и естественных природных процессов на началах социальной справедливости и красоты. Объединяющим началом этой целостности служит гармония человека с природой, ее красотой.

Мы должны учитывать все эти факторы, думать о том, что ресурсы, которые мы используем в нашей повседневной жизни, не бесконечны, и относиться к ним бережно, не растрачивать бесцельно.

Выходом из экологического кризиса должно стать создание на Земле ноосферы. Концепция ноосферы явилась логическим результатом научной деятельности В. И. Вернадского, который говорил, что «биосфера перейдет однажды в сферу разума – ноосферу. Произойдет великое объединение, в результате которого развитие планеты делается направленным силой разума». О формировании на Земле ноосферы он наиболее подробно писал в незавершенной работе «Научная мысль как планетное явление». Рассматривая переход биосферы в ноосферу («сферу разума»), В. И. Вернадский указал ряд конкретных условий, необходимых для становления и существования ноосферы. Нужно, чтобы:

- ◆ человечество стало единым целым, заселив и преобразовав всю планету;
- ◆ резко преобразовались – стали мобильными – средства связи и обмена информацией между странами;
- ◆ усилились связи, в том числе политические, между всеми странами Земли;
- ◆ расширились границы биосферы, произошел выход в космос;
- ◆ были открыты и начали активно использоваться новые источники энергии, развивалась энергетика;
- ◆ установилось реальное равенство людей всех рас и религий;
- ◆ наладилось разумное преобразование первичной природы Земли с целью сделать ее способной удовлетворить все материальные, эстетические и духовные потребности численно возрастающего населения;
- ◆ были исключены войны из жизни общества;
- ◆ произошел рост общего уровня жизни, были побеждены голод и болезни.

Ноосфера – это высшая стадия развития биосферы, когда преобразующая деятельность человека основывается на научном понимании естественных и социальных процессов с учетом общих законов развития природы. Ноосфера не может формироваться стихийно, для ее формирования необходимы сознательная деятельность людей, активное вмешательство разума в судьбу природы. Изменения биосферы должны происходить в интересах человечества, но без ущерба для самой биосферы. Такое взаимоотношение человека и биосферы называется *коэволюцией*.

В структуре ноосферы выделяют следующие компоненты: человечество, совокупность научных знаний, сумму техники и технологий в единстве с биосферой.

Ноосфера предполагает не выживание человечества, а сохранение экосферы в гармонии живой и неживой природы, сохранение природы с сохранением ресурса органического мира в биогеоценозах. Идеи В. И. Вернадского нашли отражение в современной *концепции устойчивого развития*. Человеческая цивилизация достигла критического уровня, после которого одинаково возможны и качественно новая степень развития, и катастрофа. Устойчивое развитие предполагает как установление баланса между потреблением и воспроизводством природных ресурсов, так и обеспечение устойчивого роста

благополучия, социальной защищенности и возможности гармоничного развития личности. **Устойчивое развитие** – это поступательное движение темпов экономического роста, при котором давление на окружающую среду компенсируется восстановлением ее свойств. Ноосферные преобразования требуют от человечества способности к рациональному мышлению, научному предвидению, единства экологии, экономики и политики.

Ключевые слова: биосфера; атмосфера; гидросфера; литосфера; живое, биогенное, косное и биокосное вещество; биогеоценоз (экосистема); продуценты, консументы и редуценты; круговорот веществ и энергии в биосфере; биохимический цикл; эволюция биосферы; ноосфера; структура ноосферы; экологическое равновесие.

Вопросы для проверки:

1. Дайте определение понятию «биосфера».
2. Какова роль акад. В.И. Вернадского в представлении биосферы Земли?
4. Какова структура биосферы и её границы?
5. Чем определяются границы жизни?
7. Какими свойствами обладает живое вещество?
8. Назовите формы концентрации живого вещества в биосфере.
9. В чем заключается космическая роль биосферы?
10. Что такое биогеоценоз?
11. Охарактеризуйте основные функциональные группы организмов биогеоценоза, объединенных трофическими связями.
12. Что такое «биохимический цикл»?
13. Кому принадлежит особая роль в биотическом круговороте органических веществ?
14. Как рассматривал биотический круговорот веществ в природе В.И. Вернадский?
15. Охарактеризуйте положение человека в биосфере.
16. Дайте определение понятию «ноосфера»?
10. Какие компоненты выделяют в структуре ноосферы?

Лекция 3. ОСНОВЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

План:

1. Природные ресурсы и их классификация.
2. Рациональное использование природных ресурсов.
3. Основные принципы организации безотходных технологических процессов.

1. Природные ресурсы и их классификация

Природные ресурсы – это те средства существования людей, которые не созданы их трудом, но находятся в природе.

Существует несколько классификаций природных ресурсов. Одна из них – по назначению.

По назначению ресурсы делятся на четыре группы: пищевые, энергетические, сырьевые, экологические.

Наиболее интересна классификация ресурсов по истощаемости. По истощаемости ресурсы делятся на истощаемые и неисчерпаемые.

К **неисчерпаемым ресурсам** относятся три группы ресурсов: космические, климатические, водные.

Космические ресурсы – это солнечное излучение, энергия приливов и отливов и т.д.

Климатические ресурсы – это атмосферный воздух, энергия ветра, атмосферные осадки и т.д.

Водные ресурсы – это все запасы воды на Земле.

Исчерпаемые ресурсы делятся на невозобновимые, относительно возобновимые, и возобновимые.

Невозобновимые ресурсы – это ресурсы, скорость расходования которых на много порядков больше скорости возобновления (например, полезные ископаемые).

Относительно возобновимые ресурсы – это ресурсы, скорость расходования которых на один-два порядка выше скорости возобновления.

Здесь выделяется два типа ресурсов – это почвы и лесные ресурсы.

Возобновимые ресурсы – это ресурсы, скорость возобновления которых близка к скорости расходования (например, животный мир, большинство растительности, некоторые минеральные ресурсы).

Энергетические ресурсы. Энергетические ресурсы делятся на возобновимые и невозобновимые.

К **невозобновимым** относятся уголь, нефть, газ, торф, ядерное топливо, легкие элементы, которые могут быть использованы в термоядерном синтезе: водород, гелий, литий, дейтерий.

К **возобновимым** энергетическим ресурсам относятся энергия прямых солнечных лучей, энергия фотосинтеза, мускульная энергия, гидроэнергия, ветровая энергия, геотермальная энергия, энергия приливов и отливов, энергия волн, энергия процессов выпадения осадков и их испарения. Основным направлением энергетики должна быть замена невозобновимых ресурсов на возобновимые, однако, в настоящее время, больше всего энергии (60%) производится на тепловых электростанциях, причём, большая часть тепловых электростанций работает на наиболее экологически опасном топливе – угле. Вторыми по уровню производства энергии идут гидроэлектростанции (чуть меньше 20% производимой энергии). Доля гидроэнергетики в общем производстве падает, хотя в настоящее время это наиболее дешёвая энергия. На третьем месте по производству энергии идут атомные электростанции (более 15% всей энергии). Доля атомной энергетики в настоящее время растёт, хотя существенно медленнее, чем 15-20 лет назад.

Достоинства атомных электростанций:

- 1) Очень высокая энергоёмкость топлива
- 2) Возможность строительства вблизи потребителя энергии

Недостатки атомных электростанций:

- 1) Необходимость утилизации или захоронения отработанного ядерного топлива
- 2) Экологические последствия аварий на атомных электростанциях непоправимы
- 3) Срок службы атомных реакторов составляет 25-40 лет, после чего их также надо останавливать и утилизировать.

2. Рациональное использование природных ресурсов

Системный подход к проблемам природопользования и окружающей среды.

Природа, как объект деятельности человека, представляет собой чрезвычайно сложную систему. В общем случае, под системой понимается множество элементов, находящихся во взаимосвязи друг с другом в совокупности образующих определённую целостность, единство. Любая система связана с окружающей средой, любую систему можно представить как элемент системы более высокого уровня или как совокупность систем более низкого уровня.

Биологическая система – это выполняющая некоторую функцию структура, которая взаимодействует с окружающей средой и другими системами как единое целое, состоит из подсистем более низкого уровня, непрерывно приспособительно перестраивает свою деятельность по каналам обратной связи и проявляет свойство самоорганизации.

Системный подход предусматривает комплексную оценку воздействия промышленно-технической деятельности общества на природу с обязательным прогнозированием реакции природы на это воздействие.

Оптимизация биосферы. При оптимизации биосферы главным вопросом является выявление комплексных критериев оптимизации. В общем случае, оптимизация как функция управления должна стремиться к тому, чтобы научно-техническое развитие не вывело биосферу за рамки экологической ниши человека.

Оптимизация природопользования – это принятие наиболее целесообразных решений при использовании ресурсов и природных систем.

Темпы роста производства должны быть выше, чем темпы роста добычи сырья.

Гармонизация отношений природы и техники.

Эта проблема решается путём создания так называемых геотехнических или природно-технических систем.

Геотехническая система – это совокупность технических устройств и взаимодействующих с ними элементов природной среды, которые в ходе совместного функционирования обеспечивают с одной стороны – высокие производительные и прочие целевые показатели, а с другой стороны поддерживают в зоне своего влияния благоприятную экологическую обстановку.

И то и другое воздействие является раскачивающее дестабилизирующим, т.е. обратная связь положительна. Для компенсации в геотехническую систему вводят блок управления. Блок управления по каналам мониторинга собирает информацию о производстве и природной среде, а затем по каналам отрицательной обратной связи осуществляет стабилизирующее воздействие.

Экологизация производства – это уподобление производственных процессов, т.е. ресурсных циклов, естественным замкнутым круговоротом веществ.

Это достигается за счёт внедрения малоотходных энергосберегающих и ресурсосберегающих производств.

3. Основные принципы организации безотходных технологических процессов

В Западной Европе с 1988 года отходами считают вещества, растворы, смеси или другие предметы, для которых не находят прямого использования, но которые можно подвергнуть переработке, сбрасыванию на свалки, сжиганию или уничтожению и удалению другими способами.

Отходы производства и потребления (далее — отходы) — остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, иных изделий или продуктов, которые образовались в процессе производства или потребления, а также товары (продукция), утратившие свои потребительские свойства».

Очевидно, что к отходам относятся и нецелевые продукты процессов производства, например шлаки, пыли, шламы, отходящие газы, переработка или использование которых в данный момент неэффективны в силу экономических, социальных и других причин.

В некоторых случаях из понятия отходы вычлениют отбросы и мусор. К первым относят отходы производства и потребления, применение которых в народном хозяйстве в настоящее время невозможно или экономически нецелесообразно. К мусору причисляют смесь твердых бытовых и строительных отбросов случайного состава.

Отходы могут быть бытовыми, промышленными, при добыче полезных ископаемых. По фазовому состоянию их делят на жидкие, твердые или смесь твердой, жидкой и газовой фаз (выброс газов в атмосферу через трубы считается эмиссией производства, а не отходами).

Отходы подразделяются на:

- **бытовые (коммунальные)** – твердые или жидкие отходы, не утилизируемые в быту, образующиеся в результате жизнедеятельности людей и амортизации предметов быта;

- *промышленные* – остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, образовавшиеся при производстве продукции или выполнении работ и утратившие полностью или частично исходные потребительские свойства;
- *сельскохозяйственные* – отходы, образующиеся в ходе сельскохозяйственного производства;
- *строительные* – отходы, образующиеся в процессе строительства зданий, сооружений (в том числе дорог и других коммуникаций) и производстве строительных материалов;
- *потребления* – изделия и машины, утратившие свои потребительские свойства в результате физического или морального износа;
- *радиоактивные* – прямые неиспользуемые и радиоактивные косвенные вещества и материалы, образующиеся при работе ядерных реакторов, при производстве и применении радиоактивных изотопов.

Отходы промышленного и сельскохозяйственного производства называются также производственными отходами. Они могут быть токсичными и нетоксичными.

Токсичные отходы — отходы, способные вызывать отравление или иное поражение живых существ.

В состав твердых бытовых отходов (ТБО) входят следующие компоненты: бумага, картон 20 – 30%, пищевые отходы 28 – 45%, дерево 1,5 – 4%, металл черный 1,5 – 4,5%, металл цветной 0,2 – 0,3%, текстиль 4 – 7%, кости 0,5 – 2%, стекло 3 – 8%, кожа, резина, обувь 1 – 4%, камни, фаянс 1 – 3%, пластмасса 1,5 – 5%, смет (<15 м) 7 – 18%, прочее 1 – 3%.

Процентное соотношение морфологического состава ТБО весьма условны, так как на соотношение составляющих оказывают влияние степень благоустройства жилого фонда, сезоны года, климатические и другие условия. В составе ТБО постоянно увеличивается содержание бумаги, пластмасс, фольги и различного рода банок, полиэтиленовых пленок и других упаковок. Особенно велики сезонные колебания пищевых отходов – с 28% весной до 45% и более летом и осенью.

В состав пищевых отходов входят картофельные очистки, отходы овощей, фруктов, хлеба и хлебопродуктов, мясные и рыбные отходы, яичная скорлупа и др. Они содержат крахмал, жиры, белки, углеводы, клетчатку, витамины. Влажность пищевых отходов ресторанов, столовых и других предприятий питания достигает 95%. Балластные примеси пищевых отходов представлены костями, боем стекла и фаянса, металлическими крышками и банками.

Малоотходные (безотходные) технологии и замкнутые циклы - одна из самых радикальных мер защиты окружающей среды от загрязнений. Ниже сформулированы четыре основных направления их развития (в соответствии с Декларацией о малоотходной и безотходной технологии и использовании отходов - Женева, 1979 г.):

1) Создание бессточных технологических систем различного назначения на базе существующих и перспективных методов очистки и повторно-последовательного использования нормативно очищенных стоков.

2) Разработка и внедрение систем переработки промышленных и бытовых отходов, которые рассматриваются при этом как вторичные материальные ресурсы (ВМР).

3) Разработка технологических процессов получения традиционных видов продукции принципиально новыми методами, при которых достигается максимально возможный перенос вещества и энергии на готовую продукцию.

4) Разработка и создание территориально-промышленных комплексов (ТПК) с возможно более полной замкнутой структурой материальных потоков и отходов производства внутри них.

Безотходная технология - экологическая стратегия промышленного производства, включающая комплекс мероприятий, обеспечивающих минимальные потери природных ресурсов при максимальной экономической эффективности.

Критерием безотходной технологии является такое комплексное использование сырья и энергии, при котором процесс производства продукции не сопровождается загрязнением окружающей среды. При этом техногенный круговорот сырья, продукции и отходов предопределяют замкнутость производственного цикла, что по существу и составляет основу безотходной технологии. Принцип безотходной технологии затрагивает все звенья производственной деятельности: разработку новых технологических рецептов, аппаратного оформления, экономических, экологических мероприятий и т.д.

По официальному определению (Международный семинар по малоотходной технологии, Ташкент, 1984), **«безотходная технология - это такой способ осуществления производства продукции, при котором наиболее рационально и комплексно используются сырье и энергия в цикле: сырьевые ресурсы - производство - потребление - вторичные ресурсы, таким образом, что любые воздействия на окружающую среду не нарушают ее нормального функционирования».**

К концепции безотходной технологии существует два подхода. Один из них основан на законе сохранения вещества, в соответствии с которым сырье (материя) всегда может быть преобразовано в ту или иную продукцию. Следовательно, можно создать такой технологический цикл, в котором все экологически опасные вещества будут преобразовываться в безопасный продукт или исходное сырье. Согласно другому подходу, полностью безотходную технологию нельзя создать ни практически, ни теоретически (подобно тому, как энергию нельзя полностью перевести в полезную работу в соответствии со вторым законом термодинамики, так и сырье невозможно полностью перевести в полезный экологически безопасный продукт). Другими словами, полностью безотходная технология - это идеальная система, к которой должен стремиться всякий реальный технологический цикл, и чем больше будет это приближение, тем меньшим будет экологически опасный след.

В этом отношении более реальной является так называемая малоотходная технология, под которой понимается такой способ производства продукции, когда вредное воздействие на окружающую среду доведено до санитарно-гигиенических норм и соответствующих предельно допустимым концентрациям ПДК.

Иногда используют понятие экологически чистая технология, подразумевая такой метод производства продукции, при котором сырье и энергия применяются настолько рационально, что объемы выбрасываемых в окружающую среду загрязняющих веществ и отходов сведены к минимуму.

Таким образом, приняв за основу, что полностью безотходная технология - это идеальная модель производства, можно утверждать, что и малоотходная технология требует определенных корректирующих коэффициентов, оценивающих степень их приближения к безотходной.

Так, например, для химической промышленности коэффициент безотходности:

$$k_6 = f k_{\text{мр}} k_{\text{эр}} k_3,$$

где f - эмпирический коэффициент; $k_{\text{мр}}$ - коэффициент использования материальных ресурсов; $k_{\text{эр}}$ - коэффициент полноты использования энергетических ресурсов; k_3 - коэффициент соответствия экологическим требованиям.

Для угольной промышленности:

$$k_6 = 0,33(k_{\text{п}} + k_{\text{в}} + k_{\text{пг}}),$$

где $k_{\text{п}}$ - коэффициент использования породы, образующейся в результате горных работ; $k_{\text{в}}$ - коэффициент использования попутно забираемой воды, образующейся при добыче угля; $k_{\text{пг}}$ - коэффициент использования пылегазовых отходов.

В общем случае для оценки степени совершенства технологического процесса, учитывая взаимодействие с окружающей средой, за критерий безотходности принят коэффициент экологического действия (к.э.д.), определяемый как:

$$k = \frac{B_T}{B_{\Phi}} = \frac{B_T}{B_T + B_n},$$

где B_T - теоретическое воздействие, необходимое для производства; B_{Φ} - фактическое воздействие; B_n - воздействие, определяемое конкретным производством.

Если $B_{\Phi} \gg B_n$, то $K \rightarrow 0$, то есть данное производство абсолютно не учитывает требований экологической безопасности, что неизбежно ведет к так называемому экологическому «просчету» или экологическому «бумерангу». Чем выше значение коэффициента экологического воздействия K , тем более совершеннее производство с учетом воздействия на окружающую среду, тем более существенно приближение к безотходной технологии.

Развитие химической, нефтеперерабатывающей, нефтехимической и ряда других отраслей промышленности связано с разработкой так называемых энерготехнологических схем - систем большой единичной мощности. Последние наряду с максимальным использованием сырья и энергии обеспечивают высокоэффективную очистку сточных вод и газовых выбросов в атмосферу благодаря применению безводных технологических процессов, водо- и газооборотных (включая воздухооборотные) циклов, которые экологически и экономически целесообразнее, чем соотв. прямоточное водоснабжение и газов очистка до санитарных норм.

Оптимальное использование сырьевых ресурсов достигается их комплексной переработкой. Примеры: химическая переработка твердого топлива (Коксохимия), нефти (Нефтепереработка), апатито-нефелиновых, фосфорито-apatитовых, полиметаллических руд и т.д. Например: при комплексной переработке апатито-нефелиновых руд помимо фосфатов получают также другие ценные продукты.

Оптимальное использование энергоресурсов достигается рациональным расходом их для технологических нужд на различных стадиях производства, а также утилизацией теплоты низкого потенциала (50-150°C) для обеспечения комфортных условий труда.

Прогрессивная форма организации безотходных производств - комбинирование разных технологических схем. Для химической промышленности особенно характерно применение отходов основного производства в качестве сырья вновь организуемых подчиненных производств. Так, производство NH_3 совмещают, используя его отход - CO_2 , с производством карбамида на одном химическом предприятии.

Создание безотходных производств особенно эффективно на основе принципиально новых технологических процессов. Пример - бескоксый, бездоменный метод получения стали, при котором из технологической схемы исключены стадии, в максимальной степени влияющие на загрязнение окружающей среды: производство кокса и агломерата. Такая технология обеспечивает значительное снижение выбросов в атмосферу SO_2 , пыли и др. вредных веществ, позволяет втрое уменьшить потребление воды и практически полностью утилизировать все твердые отходы.

Работы по созданию безотходных производств интенсивно проводятся во всех промышленно развитых странах.

Основные принципы организации безотходных производств заключаются в комплексном использовании сырья, создании принципиально новых и совершенствовании действующих технологий, формировании замкнутых водо- и газооборотных циклов, кооперировании предприятий и строительстве территориально-производственных комплексов.

Рациональное комплексное использование сырья позволяет уменьшить объем недоиспользованных веществ, увеличить ассортимент готовых продуктов, выпускать новые продукты из той части сырья, которая раньше уходила в отходы.

Повышение выхода продукта на каждой стадии процесса приводит к уменьшению количества отходов и увеличению комплексного использования сырья. Радикальное средство против протекания побочных реакций – изменение технологии.

Создание принципиально новых и совершенствование действующих технологий. В черной металлургии, например, создана новая технологическая схема прямого восстановления железа, позволяющая сократить загрязнение окружающей среды.

Формирование замкнутых водо- и газооборотных циклов. Кооперирование предприятий, создание территориально-производственных комплексов. В большинстве случаев отходы одного производства являются сырьем для другого. В связи с этим предлагается сам термин “отходы” заменить на “продукты незавершенного производства”. При этом основная задача состоит в изыскании возможностей для применения продуктов незавершенного производства в других отраслях народного хозяйства, которые могли бы строить свою деятельность на них как на вторичных материальных ресурсах. Например, в Бразилии из отходов производства сахарного тростника получают спирт, используемый в качестве топлива для двигателей внутреннего сгорания.

Большая работа проводится в различных странах по созданию так называемых банков отходов, т. е. систематизация отходов различных отраслей промышленности, например, химической, нефтехимической, металлургии.

Ключевые слова: природные ресурсы; классификация; рациональное использование природных ресурсов; системный подход; биологическая система; оптимизация природопользования, геотехническая и природно-техническая системы; экологизация производства; отходы производства и потребления; безотходная технология.

Вопросы для проверки:

1. Дайте определение понятию «природные ресурсы».
2. На какие группы делят природные ресурсы?
3. Что такое «биологическая система»?
4. Что понимают под словосочетанием «оптимизация природопользования»?
5. Что такое «биотехническая система»?
6. Что такое экологизация производства?
7. За счёт чего достигается экологизация производства?
8. Дайте определение термину «отходы».
9. На какие группы делят отходы производства и потребления?
10. Какие отходы называются токсичными?
11. Что представляют собой малоотходные технологии?
12. Назовите основные принципы организации безотходных производств.

МОДУЛЬ II. «ЗАЩИТА АТМОСФЕРЫ»

Лекция 4. СОСТАВ АТМОСФЕРЫ И ИСТОЧНИКИ ЕЁ ЗАГРЯЗНЕНИЯ

План:

1. Понятие атмосферы, её состав и значение.
2. Структура и состав атмосферы.
3. Загрязнение атмосферы. Основные источники загрязнения.

1. Понятие атмосферы, её состав и значение

Атмосфера – газовая оболочка Земли с содержащимися в ней аэрозольными частицами, движущаяся вместе с Землей в мировом пространстве как единое целое и одновременно принимающая участие во вращении Земли.

Атмосфе́ра (от. др.-греч. ἀτμός — пар и σφαῖρα — шар) — газовая оболочка, окружающая планету Земля.

Внутренняя её поверхность покрывает гидросферу и частично земную кору, внешняя граничит с околоземной частью космического пространства.

Атмосфера Земли возникла в результате выделения газов при вулканических извержениях. С появлением океанов и биосферы она формировалась и за счёт газообмена с водой, растениями, животными и продуктами их разложения в почвах и болотах. В настоящее время атмосфера Земли состоит в основном из газов и различных примесей (пыль, капли воды, кристаллы льда, морские соли, продукты горения). Концентрация газов, составляющих атмосферу, практически постоянна, за исключением воды (H_2O) и углекислого газа (CO_2).

На дне атмосферы в основном протекает вся наша жизнь. Совокупность разделов физики и химии, изучающих атмосферу, принято называть физикой атмосферы. Атмосфера определяет погоду на поверхности Земли, изучением погоды занимается метеорология, а длительными вариациями климата — климатология.

Атмосфера снабжает нас необходимым для дыхания кислородом. Однако вследствие падения общего давления атмосферы по мере подъёма на высоту соответственно снижается и парциальное давление кислорода.

В лёгких человека постоянно содержится около 3 л альвеолярного воздуха. Парциальное давление кислорода в альвеолярном воздухе при нормальном атмосферном давлении составляет 110 мм рт. ст., давление углекислого газа - 40 мм рт. ст., а паров воды - 47 мм рт. ст. С увеличением высоты давление кислорода падает, а суммарное давление паров воды и углекислоты в лёгких остаётся почти постоянным - около 87 мм рт. ст. Поступление кислорода в лёгкие полностью прекратится, когда давление окружающего воздуха станет равным этой величине.

На высоте около 19-20 км давление атмосферы снижается до 47 мм рт. ст. Поэтому на данной высоте начинается кипение воды и межтканевой жидкости в организме человека. Вне герметической кабины на этих высотах смерть наступает почти мгновенно. Таким образом, с точки зрения физиологии человека, «космос» начинается уже на высоте 15-19 км.

Плотные слои воздуха - тропосфера и стратосфера - защищают нас от поражающего действия радиации. При достаточном разрежении воздуха, на высотах более 36 км, интенсивное действие на организм оказывает ионизирующая радиация - первичные космические лучи; на высотах более 40 км действует опасная для человека ультрафиолетовая часть солнечного спектра.

По мере подъёма на всё большую высоту над поверхностью Земли, постепенно ослабевают, а затем и полностью исчезают, такие привычные для нас явления, наблюдаемые в нижних слоях атмосферы, как распространение звука, возникновение аэродинамической подъёмной силы и сопротивления, передача тепла конвекцией и др.

В разреженных слоях воздуха распространение звука оказывается невозможным. До высот 60-90 км ещё возможно использование сопротивления и подъёмной силы воздуха для

управляемого аэродинамического полёта. Но начиная с высот 100-130 км проходит условная Линия Кармана, за которой начинается сфера чисто баллистического полёта, управлять которым можно, лишь используя реактивные силы.

На высотах выше 100 км атмосфера лишена и другого замечательного свойства - способности поглощать, проводить и передавать тепловую энергию путём конвекции (т. е. с помощью перемешивания воздуха). Это значит, что различные элементы оборудования, аппаратуры орбитальной космической станции не смогут охлаждаться снаружи так, как это делается обычно на самолёте, - с помощью воздушных струй и воздушных радиаторов. На такой высоте, как и вообще в космосе, единственным способом передачи тепла является тепловое излучение.

Постоянные составляющие газы воздуха: кислород, азот, инертные газы.

Переменные составляющие газы воздуха: оксид углерода (IV), озон, гелий, метан, криптон, водород, ксенон, закись озота и многие другие газы в незначительных количествах. В тропосфере постоянно находится большое количество взвешенных твёрдых и жидких частиц (аэрозоль).

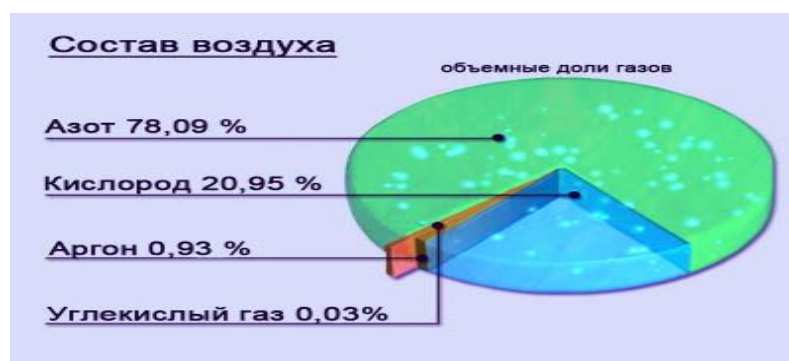


Рис. 1. Состав воздуха

Воздух – природная смесь газообразных веществ, в которой каждое вещество имеет и сохраняет свои физические и химические свойства, поэтому воздух можно разделить.

Воздух – это бесцветный газообразный раствор, плотность – 1,293 г/л, при температур - 190⁰С он переходит в жидкое состояние. Жидкий воздух представляет голубоватую жидкость.

Значение атмосферного воздуха:

- Кислород, входящий в состав атмосферы необходим для всех живых организмов в процессе дыхания;
- Регулирует тепловой режим Земли, способствует перераспределению тепла и влаги по земному шару;
- Определяет погоду на поверхности Земли
- Определяет световой режим;
- Предохраняет Землю от губительных рентгеновских, ультрафиолетовых и космических лучей;
- Среда для распространения звука;
- Важный путь для воздушного транспорта.

2. Структура и состав атмосферы

Атмосферу разделяют на следующие слои (рис. 5, 6).

Тропосфера (др.-греч. τροπή — «поворот», «изменение» и σφαῖρα — «шар») — нижний, наиболее изученный слой атмосферы, высотой в полярных областях 8—10 км, в умеренных широтах до 10—12 км, на экваторе — 16—18 км.

При подъёме в тропосфере температура понижается в среднем на 0,65 К через каждые 100 м и достигает 180÷220 К ($-90 \div -53^\circ \text{C}$) в верхней части. Этот верхний слой тропосферы, в котором снижение температуры с высотой прекращается, называют тропопаузой. Следующий, расположенный выше тропосферы, слой атмосферы называется стратосфера.



Рис. 2. Строение атмосферы

В тропосфере сосредоточено более 80% всей массы атмосферного воздуха, сильно развиты турбулентность и конвекция, сосредоточена преобладающая часть водяного пара, возникают облака, формируются и атмосферные фронты, развиваются циклоны и антициклоны, а также другие процессы, определяющие погоду и климат. Происходящие в тропосфере процессы обусловлены, прежде всего, конвекцией.

Часть тропосферы, в пределах которой на земной поверхности возможно зарождение ледников, называется хионосфера.

Тропопа́уза (от греч. *τροπός* - поворот, изменение и *παύσις* - остановка, прекращение) - слой атмосферы, в котором прекращается снижение температуры с высотой; переходный слой от тропосферы к стратосфере.

В земной атмосфере тропопауза расположена, на высотах от 8-12 км (над уровнем моря) в полярных районах до 16-18 км - над экватором. Высота тропопаузы зависит также от времени года (летом тропопауза расположена выше, чем зимой) и циклонической деятельности (в циклонах она ниже, а в антициклонах - выше). Толщина тропопаузы составляет от нескольких сотен метров до 2-3 километров. В субтропиках наблюдаются разрывы тропопаузы, обусловленные мощными струйными течениями. Тропопауза над отдельными районами часто разрушается и формируется заново.

Стратосфе́ра (от др.-греч. *στράτος* - «слой» и *σφαῖρα* - «шар», «сфера») - слой атмосферы, располагающийся на высоте от 11 до 50 км.

Характерно незначительное изменение температуры в слое 11-25 км (нижний слой стратосферы) и повышение её в слое 25-40 км от $-56,5$ до $0,8^\circ \text{C}$ (верхний слой стратосферы или область инверсии). Достигнув на высоте около 40 км значения около 273°K (почти 0°C), температура остаётся постоянной до высоты около 55 км. Эта область постоянной температуры называется стратопаузой и является границей между стратосферой и мезосферой. Именно в стратосфере располагается слой озоносферы («озоновый слой») (на высоте от 15-20 до 55-60 км), который определяет верхний предел жизни в биосфере. Озон (O_3) образуется в результате фотохимических реакций наиболее интенсивно на высоте ~ 30 км. Общая масса O_3 составила бы при нормальном давлении слой толщиной 1,7-4,0 мм, но и этого достаточно для поглощения губительного для жизни ультрафиолетового излучения Солнца. Разрушение O_3 происходит при его взаимодействии со свободными радикалами, NO ,

галогенсодержащими соединениями (в т.ч. «фреонами»). В стратосфере задерживается большая часть коротковолновой части ультрафиолетового излучения (180-200 нм) и происходит трансформация энергии коротких волн. Под влиянием этих лучей изменяются магнитные поля, распадаются молекулы, происходит ионизация, новообразование газов и других химических соединений. Эти процессы можно наблюдать в виде северных сияний, зарниц и других свечений. В стратосфере и более высоких слоях под воздействием солнечной радиации молекулы газов диссоциируют - на атомы (выше 80 км диссоциируют CO_2 и H_2 , выше 150 км - O_2 , выше 300 км - H_2). На высоте 200-500 км в ионосфере происходит также ионизация газов, на высоте 320 км концентрация заряженных частиц (O^+_{24} , O^-_{24} , N^+_{24}) составляет $\sim 1/300$ от концентрации нейтральных частиц. В верхних слоях атмосферы присутствуют свободные радикалы - $\text{OH}\cdot$, $\text{HO}\cdot_2$ и др. В стратосфере почти нет водяного пара. Полёты в стратосферу начались в 1930-годах. Широко известен полёт на первом стратостате (FNRS-1), который совершили Огюст Пикар и Пауль Кипфер 27 мая 1931 г. на высоту 16,2 км. Современные боевые и сверхзвуковые коммерческие самолёты летают в стратосфере на высотах в основном до 20 км (хотя динамический потолок может быть значительно выше). Высотные метеозонды поднимаются до 40 км; рекорд для беспилотного аэростата составляет 51,8 км. В последнее время в военных кругах США большое внимание уделяют освоению слоёв стратосферы выше 20 км, часто называемых «предкосмосом» (англ. near space). Предполагается, что беспилотные дирижабли и самолёты на солнечной энергии (наподобие NASA Pathfinder) смогут длительное время находиться на высоте порядка 30 км и обеспечивать наблюдением и связью очень большие территории, оставаясь при этом малоуязвимыми для средств ПВО; такие аппараты будут во много раз дешевле спутников.

Стратопáуза - слой атмосферы, являющийся пограничным между двумя слоями, стратосферой и мезосферой. В стратосфере температура повышается с увеличением высоты, а стратопауза является слоем, где температура достигает максимума. Температура стратопаузы - около 0 °С.

Данное явление наблюдается не только на Земле, но и на других планетах, имеющих атмосферу.

На Земле стратопауза находится на высоте 50 - 55 км над уровнем моря. Атмосферное давление составляет около 1/1000 от давления на уровне моря.

Мезосфэра (от греч. месо- - «средний» и сфайра - «шар», «сфера») - слой атмосферы на высотах от 40-50 до 80-90 км.

Характеризуется повышением температуры с высотой; максимум (порядка +50°С) температуры расположен на высоте около 60 км, после чего температура начинает убывать до -70° или -80°С. Такое понижение температуры связано с энергичным поглощением солнечной радиации (излучения) озоном. Термин принят Географическим и геофизическим союзом в 1951 году.

Газовый состав мезосферы, как и расположенных ниже атмосферных слоёв, постоянен и содержит около 80% азота и 20% кислорода.

Мезосфера отделяется от нижележащей стратосферы стратопаузой, а от вышележащей термосферы — мезопаузой. Мезопауза в основном совпадает с турбопаузой.

Метеоры начинают светиться и, как правило, полностью сгорают в мезосфере. В мезосфере могут появляться серебристые облака. Мезосфера с точки зрения летательных аппаратов.

Для полётов мезосфера представляет собой своего рода «мёртвую зону» -воздух здесь слишком разрежен, чтобы поддерживать самолёты или аэростаты (на высоте 50 км плотность воздуха в 1000 раз меньше, чем на уровне моря), и в то же время слишком плотен для полётов искусственных спутников на такой низкой орбите. Прямые исследования мезосферы проводятся в основном с помощью суборбитальных метеорологических ракет; в целом мезосфера изучена хуже других слоёв атмосферы, в связи с чем учёные прозвали её «игноросферой»



Рис. 3. Основные слои атмосферы

Мезопáуза - слой атмосферы, являющийся пограничным между двумя слоями, мезосферой и термосферой.

На Земле располагается на высоте 80 - 90 км над уровнем моря. В мезопаузе находится температурный минимум, который составляет около -225°C (температура постоянная или медленно повышается), выше неё (до высоты около 400 км) температура снова начинает расти. Мезопауза совпадает с нижней границей области активного поглощения рентгеновского и наиболее коротковолнового ультрафиолетового излучения Солнца. На этой высоте наблюдаются серебристые облака.

Мезопауза имеется не только на Земле, но и на других планетах, имеющих атмосферу.

Линия Кáрманa - высота над уровнем моря, которая условно принимается в качестве границы между атмосферой Земли и космосом.

В соответствии с определением ФАИ, линия Кармана находится на высоте 100 км над уровнем моря. Название высота получила по имени Теодора фон Кармана, американского учёного венгерского происхождения. Он первый определил, что примерно на этой высоте

атмосфера становится настолько разреженной, что авиация становится невозможной, так как скорость летательного аппарата, необходимая для создания достаточной подъемной силы, становится больше первой космической скорости. Поэтому, для достижения больших высот необходимо пользоваться средствами космонавтики.

Определение границы условно, так как в действительности не существует какой-либо границы, за которой заканчивается атмосфера и начинается космос. Так, внешняя часть земной атмосферы, экзосфера, простирается до высоты 100 тыс. км и более, на такой высоте атмосфера состоит в основном из атомов водорода, способных покинуть атмосферу.

Достижение Линии Кармана являлось первым условием для получения приза Ansari X Prize, так как это является основанием для признания полёта космическим.

Термосféра (от греч. θερμός - «тёплый» и σφαῖρα - «шар», «сфера») - слой атмосферы, следующий за мезосферой, — начинается на высоте 80-90 км и простирается до 800 км.

Температура воздуха в термосфере колеблется на разных уровнях, быстро и разрывно возрастает и может варьироваться от 200 К до 2000 К, в зависимости от степени солнечной активности. Причиной является поглощение ультрафиолетового излучения Солнца на высотах 150—300 км, обусловленное ионизацией атмосферного кислорода. В нижней части термосферы рост температуры в сильной мере обусловлен энергией, выделяющейся при объединении (рекомбинации) атомов кислорода в молекулы (при этом в энергию теплового движения частиц превращается энергия солнечного УФ-излучения, поглощённая ранее при диссоциации молекул O₂). На высоких широтах важный источник теплоты в термосфере — джоулева теплота, выделяемая электрическими токами магнитосферного происхождения. Этот источник вызывает значительный, но неравномерный разогрев верхней атмосферы в приполярных широтах, особенно во время магнитных бурь.

Полёты в термосфере. Из-за крайней разреженности воздуха полёты выше линии Кармана возможны только по баллистической траектории. Все пилотируемые орбитальные полёты (за исключением полётов американских астронавтов к Луне) проходят в термосфере, преимущественно на высотах от 200 до 500 км — ниже 200 км сильно сказывается тормозящее действие воздуха, а выше 500 км простираются радиационные пояса, вредно влияющие на людей.

Беспилотные спутники также по большей части летают в термосфере — с одной стороны, вывод спутника на более высокую орбиту требует больших затрат энергии, а с другой, для многих целей (например, для дистанционного зондирования Земли) малая высота предпочтительнее.

Исследования термосферы проводятся также с помощью суборбитальных геофизических ракет.

Экзосféра - зона рассеяния, внешняя часть термосферы, расположенная выше 700 км. Газ в экзосфере сильно разрежен, и отсюда идёт утечка его частиц в межпланетное пространство (диссипация).

До высоты 100 км атмосфера представляет собой гомогенную хорошо перемешанную смесь газов. В более высоких слоях распределение газов по высоте зависит от их молекулярных масс, концентрация более тяжёлых газов убывает быстрее по мере удаления от поверхности Земли. Вследствие уменьшения плотности газов температура понижается от 0 °С в стратосфере до -110 °С в мезосфере. Однако кинетическая энергия отдельных частиц на высотах 200-250 км соответствует температуре ~1500 °С. Выше 200 км наблюдаются значительные флуктуации температуры и плотности газов во времени и пространстве.

На высоте около 2000-3500 км экзосфера постепенно переходит в так называемый ближнекосмический вакуум, который заполнен сильно разреженными частицами межпланетного газа, главным образом атомами водорода. Но этот газ представляет собой лишь часть межпланетного вещества. Другую часть составляют пылевидные частицы кометного и метеорного происхождения. Кроме чрезвычайно разреженных пылевидных частиц, в это пространство проникает электромагнитная и корпускулярная радиация солнечного и галактического происхождения.

Тропосфера. На долю тропосферы приходится около 80 % массы атмосферы, на долю стратосферы - около 20 %; масса мезосферы - не более 0,3 %, термосферы - менее 0,05 % от общей массы атмосферы. На основании электрических свойств в атмосфере выделяют нейтросферу и ионосферу. В настоящее время считают, что атмосфера простирается до высоты 2000-3000 км.

В зависимости от состава газа в атмосфере выделяют гомосферу и гетеросферу.

Гетеросфера - это область, где гравитация оказывает влияние на разделение газов, так как их перемешивание на такой высоте незначительно. Отсюда следует переменный состав гетеросферы.

Ниже её лежит хорошо перемешанная, однородная по составу часть атмосферы, называемая **гомосфера**. Граница между этими слоями называется турбопаузой, она лежит на высоте около 120 км.

3. Загрязнение атмосферы. Основные источники загрязнения

Загрязнение атмосферы - привнесение в атмосферный воздух новых нехарактерных для него физических, химических и биологических веществ или изменение естественной среднесуточной концентрации этих веществ в нём.

В процессе фотосинтеза из атмосферы удаляется углекислый газ, а в процессах дыхания и гниения возвращается. Установившееся в ходе эволюции планеты равновесие между этими двумя газами стало нарушаться, особенно во второй половине XX в., когда стало усиливаться влияние человека на природу. Пока природа справляется с нарушениями этого равновесия благодаря воде океана и его водорослям. Но надолго ли хватит сил у природы?

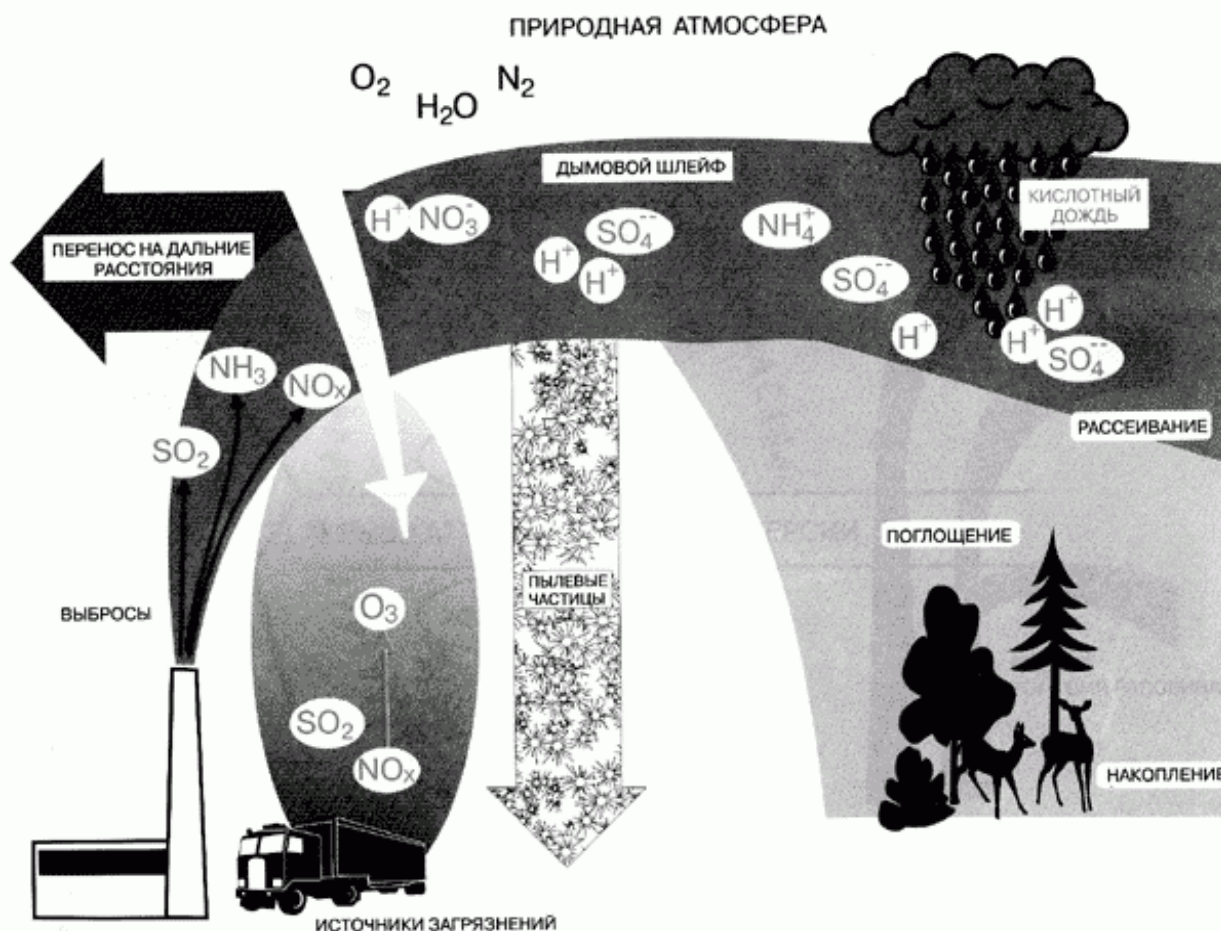


Рис.4. Загрязнение атмосферы

По источникам загрязнения выделяют два вида загрязнения атмосферы:

- Естественные - извержения вулканов, лесные пожары, пыльные бури, процессы выветривания, разложение органических веществ;
- Искусственные - промышленные и теплоэнергетические предприятия, транспорт, системы отопления жилищ, сельское хозяйство, бытовые отходы.

По характеру загрязнителя загрязнение атмосферы бывает трех видов:

- Физическое -- механическое (пыль, твердые частицы), радиоактивное (радиоактивное излучение и изотопы), электромагнитное (различные виды электромагнитных волн, в т.ч. радиоволны), шумовое (различные громкие звуки и низкочастотные колебания) и тепловое загрязнение (например, выбросы теплого воздуха и т.п.)
- Химическое - загрязнение газообразными веществами и аэрозолями. На сегодняшний день основные химические загрязнители атмосферного воздуха это оксид углерода (IV), оксиды азота, диоксид серы, углеводороды, альдегиды, тяжёлые металлы (Pb, Cu, Zn, Cd, Cr), аммиак, атмосферная пыль и радиоактивные изотопы
- Биологическое — в основном загрязнение микробной природы. Например, загрязнение воздуха вегетативными формами и спорами бактерий и грибов, вирусами, а также их токсинами и продуктами жизнедеятельности.

Основные загрязнители и их источники

Оксид углерода (CO) – бесцветный газ, не имеющий запаха, известен также под названием «угарный газ». Образуется в результате неполного сгорания ископаемого топлива (угля, газа, нефти) в условиях недостатка кислорода и при низкой температуре. При этом 65% от всех выбросов приходится на транспорт, 21% - на мелких потребителей и бытовой сектор, а 14% - на промышленность. При вдыхании угарный газ за счёт имеющейся в его молекуле двойной связи образует прочные комплексные соединения с гемоглобином крови человека и тем самым блокирует поступление кислорода в кровь.

Двуокись углерода (CO₂) – или углекислый газ, - бесцветный газ с кисловатым запахом и вкусом, продукт полного окисления углерода. Является одним из парниковых газов. К естественным источникам двуокиси углерода в атмосфере относятся вулканические извержения, сгорание органических веществ в воздухе и дыхание представителей животного мира. Также углекислый газ производится некоторыми микроорганизмами в результате процесса брожения, клеточного дыхания и в процессе перегнивания органических останков в воздухе. К антропогенным источникам CO₂ в атмосферу относятся: сжигание ископаемых топлив для получения тепла, производства электроэнергии, транспортировки людей и грузов. К значительному выделению CO₂ приводят некоторые виды промышленной активности, такие, например, как производство цемента и утилизация газов путем их сжигания в факелах.

Диоксид серы (SO₂) (диоксид серы, сернистый ангидрид) - бесцветный газ с резким запахом. Образуется в процессе сгорания серосодержащих ископаемых видов топлива, в основном угля, а также при переработке сернистых руд. Он, в первую очередь, участвует в формировании кислотных дождей. Общемировой выброс SO₂ оценивается в 190 млн. тонн в год. Длительное воздействие диоксида серы на человека приводит вначале к потере вкусовых ощущений, стесненному дыханию, а затем – к воспалению или отеку лёгких, перебоям в сердечной деятельности, нарушению кровообращения и остановке дыхания.

Оксиды азота (оксид и диоксид азота). При всех процессах горения образуются окислы азота, причем большей частью в виде оксида. Чем выше температура сгорания, тем интенсивнее идет образование окислов азота. Другим источником окислов азота являются предприятия, производящие азотные удобрения, азотную кислоту и нитраты, анилиновые красители, нитросоединения. Количество окислов азота, поступающих в атмосферу, составляет 65 млн. тонн в год. От общего количества выбрасываемых в атмосферу оксидов азота на транспорт приходится 55%, на энергетику – 28%, на промышленные предприятия – 14%, на мелких потребителей и бытовой сектор – 3%.

Озон (O_3) – газ с характерным запахом, более сильный окислитель, чем кислород. Его относят к наиболее токсичным из всех обычных загрязняющих воздух примесей. В нижних слоях тропосферы озон образуется вследствие фотохимических реакций, в которых участвуют вещества, содержащиеся в выхлопных газах автотранспорта и выбросах промышленных предприятий, тепловых электростанций

Углеводороды – химические соединения углерода и водорода. К ним относят тысячи различных загрязняющих атмосферу веществ, содержащихся в несгоревшем бензине, жидкостях, применяемых в химчистке, промышленных растворителях и т.д.

Свинец (Pb) – серебристо-серый металл, токсичный в любой известной форме. Широко используется для производства красок, боеприпасов, типографского сплава и т.п. Около 60% мировой добычи свинца ежегодно расходуется для производства кислотных аккумуляторов. Однако основным источником (около 80%) загрязнения атмосферы соединениями свинца являются выхлопные газы транспортных средств, в которых используется этилированный бензин.

Промышленные пыли в зависимости от механизма их образования подразделяются на следующие 4 класса:

- механическая пыль – образуется в результате измельчения продукта в ходе технологического процесса;
- возгоны – образуются в результате объёмной конденсации паров веществ при охлаждении газа, пропускаемого через технологический аппарат, установку или агрегат;
- летучая зола – содержащийся в дымовом газе во взвешенном состоянии несгораемый остаток топлива, образуется из его минеральных примесей при горении;
- промышленная сажа – входящий в состав промышленного выброса твёрдый высокодисперсный углерод, образуется при неполном сгорании или термическом разложении углеводородов.

Основными источниками антропогенных аэрозольных загрязнений воздуха являются теплоэлектростанции (ТЭС), потребляющие уголь. Сжигание каменного угля, производство цемента и выплавка чугуна дают суммарный выброс пыли в атмосферу, равный 170 млн. тонн в год.

Последствия загрязнения атмосферы.

К числу наиболее значительных антропогенных изменений в атмосфере относятся:

- ***Парниковый эффект*** - повышение температуры нижних слоёв атмосферы планеты по сравнению с эффективной температурой, то есть температурой теплового излучения планеты, наблюдаемого из космоса. Солнечная энергия, проходя через атмосферу нагревает поверхность Земли, но излучаемая Землей тепловая энергии не может улетучиться обратно в космос, так как атмосфера Земли задерживает ее, действуя наподобие полиэтилена в парнике. Последствия - изменение климата Земли.
- ***Разрушение озонового слоя.*** Озоновые дыры - локальное падение концентрации озона в озоновом слое Земли. Ослабление озонового слоя усиливает поток солнечной радиации на Землю и вызывает у людей рост числа раковых образований кожи. Также от повышенного уровня излучения страдают растения и животные.
- ***Кислотные дожди*** - атмосферные осадки в виде дождя или снега, содержащие соединения серы. Кислотные дожди поступают в атмосферу в результате выброса отходов металлургической и химической промышленности. При выпадении кислотных дождей и таянии кислотного снега образуется серная кислота, оказывающая вредное воздействие на здоровье людей, состояние растительного и животного мира, зданий и сооружений.
- ***Фотохимический смог*** - смог, основной причиной возникновения которого считаются автомобильные выхлопы. Фотохимический смог может вызвать поражение дыхательных путей, рвоту, раздражение слизистой оболочки глаз и общую вялость.

Основные способы борьбы с загрязнением атмосферы:

- Внедрение безотходных и малоотходных производств.

- Внедрение газоочистных и пылеулавливающих установок на промышленных предприятиях.
- Уменьшение вредных выбросов автотранспорта в атмосферу.
- Применение автоматизированных систем управления (АСУ) городским транспортом.
- Организация пешеходных зон с полным запретом въезда транспорта.

Ключевые слова: атмосфера; состав воздуха; значение воздуха; тропосфера; стратосфера; мезосфера; линия Кармана; термосфера; экзосфера; тропосфера; гетеросфера; загрязнение атмосферы; источники загрязнения; парниковый эффект; разрушение озонового слоя; кислотные дожди; фотохимический смог; способы борьбы с загрязнением атмосферы.

Вопросы для проверки:

1. Дайте определение терминам «атмосфера» и «воздух».
2. Какое значение имеет атмосферный воздух?
3. На какие слои разделяют атмосферу? Охарактеризуйте их.
4. Дайте определение словосочетанию «загрязнение атмосферы».
5. Назовите источники загрязнения атмосферного воздуха.
6. Какие последствия возникают при загрязнении атмосферного воздуха?
7. Что такое «парниковый эффект»?
8. Что такое «озоновые дыры»?
9. Чем опасны кислотные дожди?
10. Чем опасен фотохимический смог?
11. Назовите основные способы борьбы с загрязнением атмосферы.

Лекция 5. МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА ОТ ПЫЛИ И ТОКСИЧНЫХ ВЕЩЕСТВ

План:

1. Основные свойства пыли.
2. Методы очистки пыли (гравитационные, инерционные центробежные, электрические, фильтрующие и мокрые аппараты для пылеочистки).
3. Границы допустимой концентрации в атмосферном воздухе ядовитых веществ.
4. Очистка газов от газообразных загрязнений.

1. Основные свойства пыли

Производственная пыль является одним из широко распространенных неблагоприятных факторов, оказывающих негативное влияние на здоровье работающих. Целый ряд технологических процессов сопровождается образованием мелкораздробленных частиц твердого вещества (пыль), которые попадают в воздух производственных помещений и более или менее длительное время находятся в нем во взвешенном состоянии.

За последние годы появились крупные учреждения массового обслуживания населения (супер- и гипермаркеты, комбинаты сервисного обслуживания, косметические салоны, выставочные комплексы, залы для обслуживания клиентов финансовых предприятий), в которых движение больших людских и товарных потоков создает повышенное содержание пыли в помещениях.

Производственной пылью называют взвешенные в воздухе, медленно оседающие твердые частицы размерами от нескольких десятков до долей микрона. Многие виды производственной пыли представляют собой аэрозоль.

По размеру частиц (дисперсности) различают *видимую пыль* размером более 10 мкм, *микроскопическую* - от 0,25 до 10 мкм, *ультрамикроскопическую* - менее 0,25 мкм.

Согласно общепринятой классификации все виды производственной пыли подразделяются на *органические*, *неорганические* и *смешанные*. Первые, в свою очередь, делятся на пыль *естественного* (древесная, хлопковая, льняная, шерстяная и др.) и *искусственного* (пыль пластмасс, резины, смол и др.) происхождения, а вторые - на *металлическую* (железная, цинковая, алюминиевая и др.) и *минеральную* (кварцевая, цементная, асбестовая и др.) пыль. К смешанным видам пыли относят каменноугольную пыль, содержащую частицы угля, кварца и силикатов, а также пыли, образующиеся в химических и других производствах.

Специфика качественного состава пыли предопределяет возможность и характер ее действия на организм человека. Определенное значение имеют форма и консистенция пылевых частиц, которые в значительной мере зависят от природы исходного материала. Так, длинные и мягкие пылевые частицы легко осаждаются на слизистой оболочке верхних дыхательных путей и могут стать причиной хронических трахеитов и бронхитов. Степень вредного действия пыли зависит также от ее растворимости в тканевых жидкостях организма. Большая растворимость токсической пыли усиливает и ускоряет ее вредное влияние.

Влияние пыли на организм. Неблагоприятное воздействие пыли на организм может быть причиной возникновения заболеваний. Обычно различают *специфические* (пневмокониозы, аллергические болезни) и *неспецифические* (хронические заболевания органов дыхания, заболевания глаз и кожи) пылевые поражения.

Среди специфических профессиональных пылевых заболеваний большое место занимают *пневмокониозы* — болезни легких, в основе которых лежит развитие склеротических и связанных с ними других изменений, обусловленных отложением различного рода пыли и последующим ее взаимодействием с легочной тканью.

Среди различных пневмокониозов наибольшую опасность представляет *силикоз*, связанный с длительным вдыханием пыли, содержащей свободную двуокись кремния (SiO_2). Силикоз - это медленно протекающий хронический процесс, который, как правило, развивается только у лиц, проработавших несколько лет в условиях значительного загрязнения воздуха кремниевой пылью. Однако в отдельных случаях возможно более быстрое возникновение и течение этого заболевания, когда за сравнительно короткий срок (2~4 года) процесс достигает конечной, терминальной, стадии.

Производственная пыль может оказывать вредное влияние и на верхние дыхательные пути. Установлено, что в результате многолетней работы в условиях значительного запыления воздуха происходит постепенное истончение слизистой оболочки носа и задней стенки глотки. При очень высоких концентрациях пыли отмечается выраженная атрофия носовых раковин, особенно нижних, а также сухость и атрофия слизистой оболочки верхних дыхательных путей.

Развитию этих явлений способствуют гигроскопичность пыли и высокая температура воздуха в помещениях. Атрофия слизистой оболочки значительно нарушает защитные (барьерные) функции верхних дыхательных путей, что, в свою очередь, способствует глубокому проникновению пыли, т. е. поражению бронхов и легких.

Производственная пыль может проникать в кожу и в отверстия сальных и потовых желез. В некоторых случаях может развиваться воспалительный процесс. Не исключена возможность возникновения язвенных дерматитов и экзем при воздействии на кожу пыли хромощелочных солей, мышьяка, меди, извести, соды и других химических веществ.

Действие пыли на глаза вызывает возникновение конъюнктивитов. Отмечается анестезирующее действие металлической и табачной пыли на роговую оболочку глаза. Установлено, что профессиональная анестезия у токарей возрастает со стажем.

Понижение чувствительности роговицы обуславливает позднюю обращаемость рабочих по поводу попадания в глаз мелких осколков металла и других инородных тел. У токарей с большим стажем иногда обнаруживают множественные мелкие помутнения роговицы из-за травматизма пылевыми частицами.

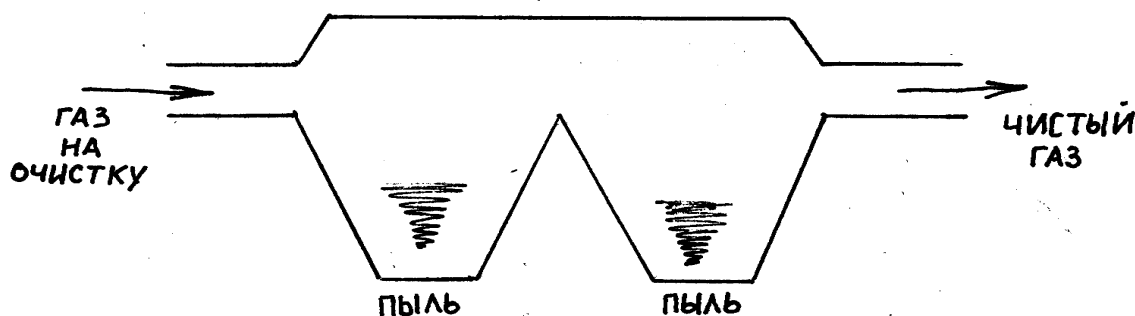
2. Методы очистки пыли (гравитационные, инерционные центробежные, электрические, фильтрующие и мокрые аппараты для пылеочистки)

Работа пылеулавливающих аппаратов основана на следующих механизмах осаждения частиц:

- Гравитационное осаждение под действием силы тяжести
- Инерционное осаждение
- Центробежное осаждение
- Диффузионное осаждение
- Электрическое осаждение

Гравитационные аппараты. В этих аппаратах пыль осаждается под действием силы тяжести. Простейшим гравитационным аппаратом является пылеосадительная камера.

Двухсекционная горизонтальная пылеосадительная камера:



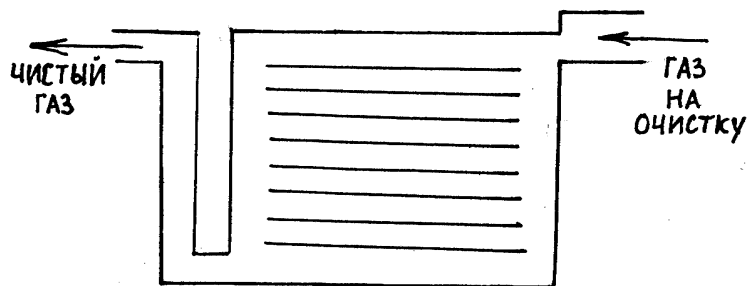
Гравитационные аппараты имеют следующие преимущества:

- 1) Простота конструкции
- 2) Низкая стоимость
- 3) Малые эксплуатационные расходы
- 4) Малая скорость движения газа через аппарат и, следовательно, малый необходимый перепад давления между входом и выходом аппарата и малые энергетические расходы
- 5) Возможность улавливания твёрдых абразивных частиц

Недостатки гравитационных аппаратов:

- 1) Большие габариты
- 2) Малая эффективность очистки

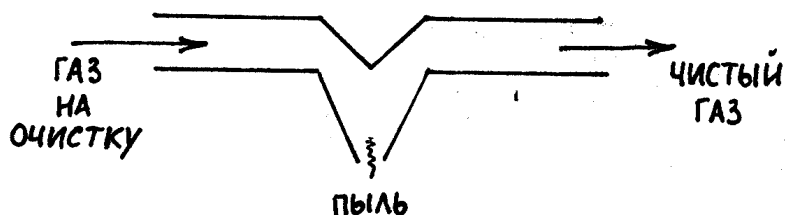
Более сложным гравитационным аппаратом является камера Говарда:



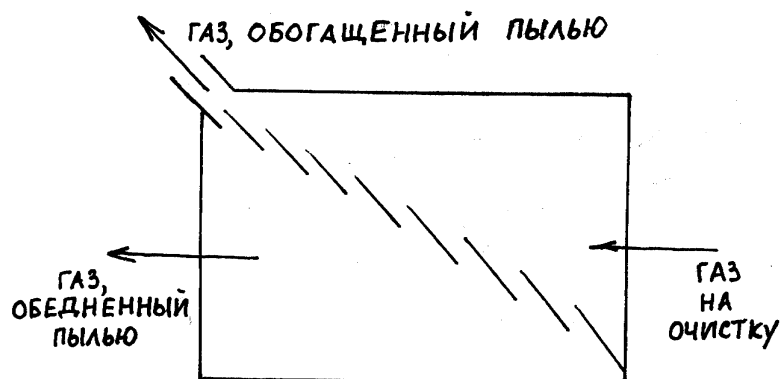
Инерционные пылеуловители. Эффективность очистки может быть повышена, а габариты аппаратов уменьшены, если вдобавок к эффекту гравитационного осаждения придать частицам дополнительный импульс движения вниз. Действие инерционных аппаратов основано на резком изменении направления движения газопылевого потока. При

этом, более тяжёлые пылевые частицы вследствие большей инерции будут сохранять первоначальные направления движения, а существенно более лёгкие молекулы газа будут резко изменять направление движения и выходить из аппарата.

Инерционный пылеуловитель:



Существенно более сложным инерционным аппаратом является жалюзийный пылеотделитель:



Центробежные пылеуловители или циклоны – это пылеулавливающие системы, в которых твёрдые частицы удаляются из закрученного газового потока под действием центробежных сил.

В связи с тем, что центробежная сила, действующая на пылевые частицы больше чем гравитационная сила или сила инерции. Габариты центробежных аппаратов меньше, а эффективность выше, чем у гравитационных или инерционных аппаратов. Однако, для центробежных аппаратов требуется большая скорость движения газопылевой смеси и, следовательно, большой перепад давлений между входом и выходом аппарата и большие энергетические расходы. Если в газе присутствуют твёрдые абразивные частицы, то перед центробежным аппаратом необходимо ставить гравитационный или инерционный аппарат.

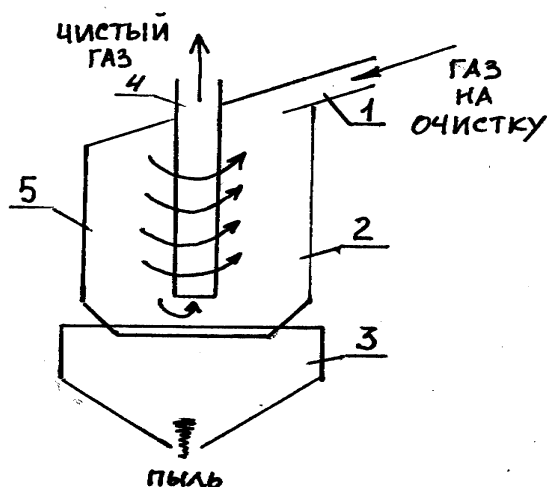
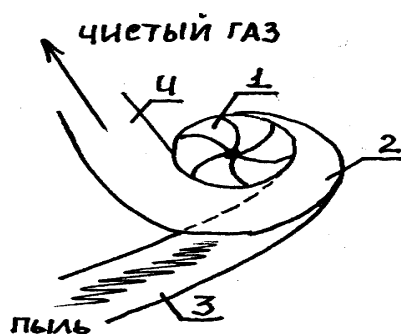


Схема циклона:

Газ поступает на очистку через трубу 1, по касательной к внутренней поверхности корпуса 2 и совершает вращательно-поступательное движение вдоль корпуса к бункеру 3. Под действием центробежных сил пылевые частицы отбрасываются к стенкам корпуса, тормозятся и образуют на стенках пылевой слой 5, который постепенно стекает в бункер. Отделение частиц пыли от газа происходит в герметичном бункере при повороте газового потока на 180° . Очищенный газ выходит через трубу 4.

Второй вариант центробежного пылеуловителя – это так называемый ротационный пылеуловитель. Он более компактен чем циклон, т.к. вентилятор и пылеуловитель объединены в одном корпусе.

Рисунок пылеуловителя ротационного типа:

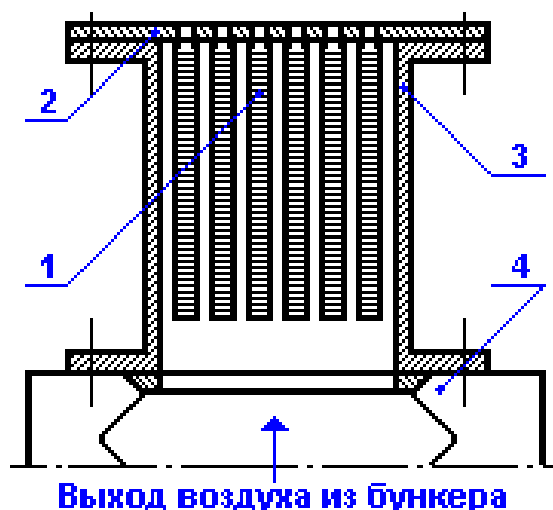


Вентиляторное колесо 1. Загрязнённый газ подаётся перпендикулярно плоскости рисунка. При работе вентиляторного колеса пылевые частицы за счёт центробежных сил отбрасываются к стенкам спиралеобразного корпуса 2 и движутся вдоль них к выходному отверстию 3, откуда попадают в специальный бункер. Очищенный газ выходит через трубу 4.

Электрические аппараты для очистки газа от пыли. Процесс очистки в этих аппаратах основан на ударной ионизации газа в зоне коронирующего электрического разряда. Затем, при столкновении происходит передача заряда от ионов газа к частицам пыли, а уже заряженные пылевые частицы оседают на электродах аппарата.

Фильтрующие аппараты. Фильтрующий аппарат для очистки воздуха от мучной пыли.

Конструкция аппарата показана на рисунке.



Фильтрующий аппарат состоит из ФЭК 1, закрепленных своими штуцерами в решетке 2. Решетка 2 прикреплена болтами к корпусу 3. Фильтрующий аппарат крепится на верхней части приемного бункера пневмотранспортной системы, предназначенной для перегрузки муки из хранилища в производственный цех. В процессе пневмотранспортирования в бункере 4 образуется пылевоздушная смесь, устремляющаяся через его верхнее выходное отверстие. Пылевоздушная смесь поступает в корпус 3 и далее на внешние поверхности ФЭК 1, где

происходит отделение пылевидных частиц муки от воздуха. Очищенный воздух через штуцеры ФЭКов 1 выходит в атмосферу. Частицы муки, накопившиеся в виде слоя на фильтрующей поверхности ФЭК, при прекращении подачи воздуха под действием силы тяжести отделяются от поверхности ФЭК и падают в днище аппарата. Кроме того, отделению частиц от поверхности фильтрующих элементов и их регенерации способствует также вибрация бункера, возникающая при включении ротационных питателей муки, установленных в днище аппарата.

Мокрые аппараты для пылеочистки. Как мокрые, так и сухие аппараты имеют свои достоинства и свои недостатки.

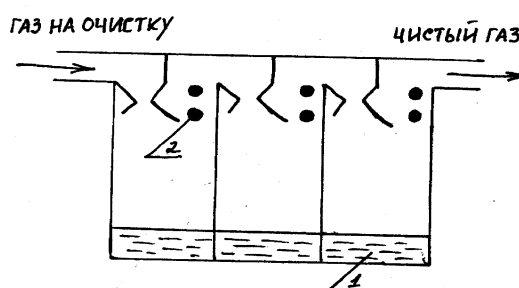
Достоинства сухих аппаратов: получение конечного продукта без дополнительной очистки, отсутствие коррозии, малый объём хранилища конечного продукта, длительный срок службы.

Недостатки сухих аппаратов: большие размеры, ремонт аппарата и удаление сухой пыли опасно для персонала, сухая пыль очень гигроскопична, легко впитывает воду и слеживается.

Достоинства мокрых аппаратов: одновременное улавливание пыли и вредных газов, охлаждение и промывка горячих газов, отсутствие опасности пожара или взрыва, малые габариты.

Недостатки мокрых аппаратов: возможность кристаллизации растворённых веществ, необходимость отстаивания или фильтрования нерастворённых частиц, коррозия, возможность замерзания жидкости на холоде

Мокрые пылеулавливающие аппараты называют скрубберы.



1-жидкость с пылью

2-форсунки для распыления жидкости

3. Границы допустимой концентрации в атмосферном воздухе ядовитых веществ

Сильнодействующие ядовитые вещества (СДЯВ) — химические соединения, обладающие высокой токсичностью и способные при определенных условиях (в основном при авариях на химически опасных объектах) вызывать массовые отравления людей и животных, а также заражать окружающую среду.

В настоящее время взамен термина СДЯВ используется термин аварийно химически опасные вещества (АХОВ).

Аварийно химически опасное вещество (АХОВ) — это опасное химическое вещество, применяемое в промышленности и сельском хозяйстве, при аварийном выбросе (разливе) которого может произойти заражение окружающей среды в поражающих живой организм концентрациях (токсодозах).

Основные особенности СДЯВ: способность по направлению ветра переноситься на большие расстояния, где и вызывает поражение людей; объемность действия, то есть способность зараженного воздуха проникать в негерметизированные помещения; большое разнообразие СДЯВ, что создает трудности в создании фильтрующих противогазов; способность многих СДЯВ оказывать не только непосредственное действие, но и заражать людей посредством воды, продуктов, окружающих предметов.

По клинической картине поражения различают следующие виды СДЯВ:

- Вещества с преимущественно удушающими свойствами, с выраженным прижигающим действием (хлор, трихлористый фосфор), со слабым прижигающим действием (фосген, хлорпикрин, хлорид серы).
- Вещества преимущественно общеядовитого действия: оксид углерода, синильная кислота, этиленхлорид и др.
- Вещества, обладающие удушающим и общеядовитым действием; с выраженным прижигающим действием (акрилонитрил); со слабым прижигающим действием (оксиды азота, сернистый ангидрид).
- Нейротропные яды (вещества, действующие на проведение и передачу нервного импульса, нарушающие действия центральной и периферической нервных систем): фосфорорганические соединения, сероуглерод. Вещества, обладающие удушающим и нейротропным действием (аммиак).
- Метаболические яды: с алкилирующей активностью (бромистый метил, этиленоксид, метилхлорид, диметилсульфат); изменяющие обмен веществ (диоксин).

Пути воздействия СДЯВ на организм человека: с пищей и водой (пероральный); через кожу и слизистые оболочки (кожно-резорбтивный); при вдыхании (ингаляционный).

В зависимости от значения ПДК химические вещества в воздухе классифицируют по степени опасности. Для чрезвычайно опасных веществ (пары ртути, сероводород, хлор) ПДК в воздухе рабочей зоны не должна превышать 0,1 мг/м³. Если ПДК составляет более 10 мг/м³, то вещество считается малоопасным. К таким веществам относят, например, аммиак.

Таблица 1. *Предельно допустимые концентрации некоторых газообразных веществ в атмосферном воздухе и воздухе производственных помещений*

Вещество	ПДК в атмосферном воздухе, мг/м ³	ПДК в воздухе произв. помещений, мг/м ³
Диоксид азота	Максимальная разовая 0,085 Среднесуточная 0,04	2,0
Диоксид серы	Максимальная разовая 0,5 Среднесуточная 0,05	10,0
Монооксид углерода	Максимальная разовая 5,0 Среднесуточная 3,0	В течение рабочего дня 20,0 В течение 60 мин.* 50,0 В течение 30 мин.* 100,0 В течение 15 мин.* 200,0
Фтороводород	Максимальная разовая 0,02 Среднесуточная 0,005	0,05
* Повторные работы в условиях повышенного содержания СО в воздухе рабочей зоны могут проводиться с перерывом не менее 2 часов		

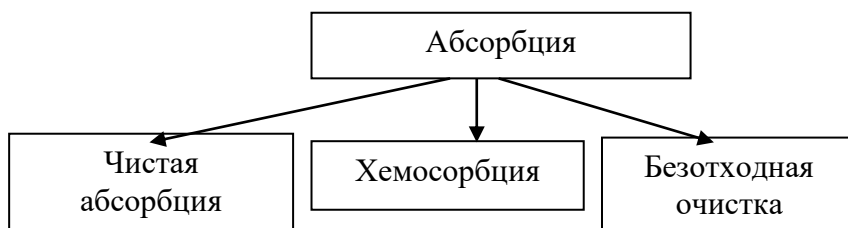
4. Очистка газов от газообразных загрязнений

Все методы очистки газов от газообразных загрязнений делятся на три группы:

1) **Абсорбция** – это поглощение газа в объёме твёрдого или жидкого поглотителя, чаще всего – жидкости.

2) **Адсорбция** – это поглощение газа на поверхности твёрдого или жидкого поглотителя.

3) **Термические методы.**



Абсорбция. Чистая абсорбция чаще всего проводится жидкими поглотителями и может осуществляться противоточно, когда газ и жидкость движутся в разных направлениях, и прямоточно, когда газ и жидкость движутся в одном направлении.

Движущей силой процесса является разность концентраций загрязняющего вещества в газе и жидкости.

Скорость переноса поглощаемого газа определяется: свободной поверхностью абсорбента, движущей силой процесса, коэффициентом «масса переноса».

Площадь абсорбирующей поверхности зависит от количества орошающей жидкости на единицу объёма газа, размеров капель и конструкции абсорбера.

Хемосорбция отличается от чистой абсорбции тем, что после поглощения вредное вещество вступает в химическую реакцию с каким-либо реагентом и переводится в безвредное состояние.

Хемосорбция применяется для очистки газов от угарного и углекислого газа; оксидов серы и азота, сероводорода, хлористого водорода

Биохимические методы основаны на способности микроорганизмов разрушать и перерабатывать различные соединения. Эти методы более всего применимы для очистки газов постоянного состава. При изменении состава газа микроорганизмы не успевают приспособиться и эффективность очистки падает. Высокая эффективность газоочистки достигается при условии, что скорость биохимического окисления вредных веществ превышает скорость их поступления с газом.

Различают две группы аппаратов биохимической очистки:

- 1) Биоскрубберы
- 2) Биофильтры.

Биоскрубберы – это абсорбционные аппараты, в которых газ орошается водным раствором активного ила и вредные вещества разрушаются микроорганизмами присутствующими в активном иле. В биофильтрах очищаемый газ пропускается через фильтрующий слой, который орошается водой для создания необходимой влажности. Фильтрующим слоем служат природные или искусственные материалы, на которые наносится плёнка активного ила.

Адсорбция – это поглощение газов на поверхности твёрдого или жидкого поглотителя, чаще всего используются твёрдые пористые вещества.

Площадь поверхности адсорбента может быть очень велика и для некоторых веществ составляет несколько квадратных метров на грамм вещества. Поглощаемые вещества удерживаются в порах либо химическими силами (это химическая адсорбция) либо силами Ван-дер-Ваальса – это физическая адсорбция.

Газ адсорбируется в несколько стадий:

- 1) Перенос молекулы газа к поверхности твёрдого тела
- 2) Проникновение молекулы газа в поры твердого тела
- 3) Собственно адсорбция, т.е. удержание молекулы газа.

Лимитирующей для процесса является самая медленная из этих трёх стадий.

Движущей силой процесса является градиент концентрации загрязняющего вещества в газе и на поверхности твёрдого тела. С ростом концентрации этого вещества на поверхности, градиент концентрации уменьшается и преобладающим процессом становится равновесный обмен молекулами.

Адсорбция рекомендуется для газа с невысокими концентрациями загрязняющих компонентов. Поглощённые вещества удаляются из спор продувкой инертным газом, паром или термической десорбцией при нагревании.

Достоинствами этого метода являются: высокая степень очистки, отсутствие жидкостей, газы не охлаждаются, нет необходимости в насосах и энергии на перекачку.

Недостатками этого метода являются: очищаются только сухие и незапылённые газы, скорость движения газа через аппарат очень мала.

Термические методы. Основаны на способности горючих токсичных компонентов окисляться до менее токсичных при высокой температуре.

Преимущества этой группы методов: небольшие габариты установок, простота обслуживания, высокая эффективность обезвреживания, низкая стоимость очистки.

Область применения метода ограничивается характером веществ, получающихся при окислении. Так, если газовая смесь содержит фосфор, серу или галогены, то после окисления получаются вещества более токсичные, чем исходные.

Различают три схемы термических методов:

- ✓ Прямое сжигание в пламени.
- ✓ Термическое окисление.
- ✓ Каталитическое окисление.

Первая и вторая схемы осуществляются при температуре 600C^0 - 800C^0 , а третья схема при температуре 250C^0 - 400C^0 .

Выбор схемы определяется: химическим составом загрязняющих веществ, концентрацией загрязняющих веществ, начальной температурой выброса, объёмным расходом газовой смеси, предельно допустимыми выбросами загрязняющих веществ.

I-ая схема: прямое сжигание в пламени. Проводится в тех случаях, когда выбрасываемые газы достаточно нагреты и приносят с собой не менее 50% общей теплоты сгорания. Одной из проблем этого метода является то, что температура пламени в факеле может достигать 1300C^0 . При наличии избытка кислорода и достаточном времени при такой температуре начинают образовываться окислы азота, которые чрезвычайно токсичны. Примером прямого сжигания является сжигание хвостовых газов на нефтеперерабатывающих заводах. Эти газы сжигаются в открытом факеле. Существует ряд конструктивных решений, которые позволяют осуществлять прямое сжигание в замкнутой камере. Так, существуют камерные дожигатели с открытым пламенем для нейтрализации отходов лакокрасочного производства.

II-ая схема: термическое окисление. Применяется, когда выбрасываемые газы имеют достаточно высокую температуру, однако концентрация кислорода или горючих компонентов низка для поддержания открытого пламени. Эта схема проводится, в основном, в закрытых аппаратах с хорошим перемешиванием газового потока. При такой схеме отсутствует пламя, и, следовательно, можно снизить расходы на изготовление аппарата, а также отсутствуют выделения окислов азота.

III-я схема: каталитическое окисление. Используется для превращения токсичных компонентов в менее токсичные за счёт введения в систему дополнительных веществ катализаторов. Катализатор, взаимодействуя с одним из компонентов газовой смеси, образует промежуточное соединение, которое затем распадается с образованием менее токсичного вещества и катализатора. Скорость каталитического окисления выше, чем термического, что позволяет сократить размеры аппарата. Существенное влияние на скорость и эффективность каталитического процесса оказывает температура газовой смеси. Для каждой каталитической реакции существуют минимальные температуры начала реакции, ниже которой катализатор не проявляет активность. С повышением температуры в заданном интервале эффективность

каталитического процесса возрастает. Для осуществления процесса требуется незначительное количество катализатора, расположенного так, чтобы обеспечить максимальную поверхность контакта с газовым потоком. В большинстве случаев катализаторами являются металлы: серебро, платина, палладий или оксиды металлов: оксид меди, оксид ванадия. Катализаторы обычно наносят на огнеупорные материалы. Каталитическим процессам мешает пыль и каталитические яды. Такие методы, например, используются в каталитических коробках для очистки выхлопных газов автомобиля.

Ключевые слова: пыль; методы очистки пыли (гравитационные, инерционные, центробежные, электрические, фильтрующие и мокрые аппараты для пылеочистки); пылеуловитель; циклон; скруббер, сильнодействующие ядовитые вещества (СДЯВ); аварийно химически опасные вещества (АХОВ); классификация; адсорбция; абсорбция; термические методы; биоскрубберы; биофильтры

Вопросы для проверки:

1. Дайте определение понятию «пыль».
2. На какие группы делится пыль по размеру частиц?
3. На какие виды делится производственная пыль?
4. Как влияет пыль на организм человека?
5. Назовите так называемые «пылевые болезни».
6. Какие методы используются для очистки производственного воздуха от пыли?
7. Какое оборудование применяется для очистки воздуха производственных помещений от пыли? Их преимущества и недостатки.
8. Дайте определение понятию «сильнодействующие ядовитые вещества (СДЯВ)».
9. Какие вещества относятся к АХОВ?
10. Назовите основные особенности СДЯВ.
11. На какие виды делят СДЯВ по клинической картине?
12. Охарактеризуйте основные пути проникновения и воздействие СДЯВ на организм человека.
13. Какие используются методы для очистки газов от газообразных загрязнений?
14. Что такое абсорбция?
15. Что такое адсорбция?
16. Как называются абсорбционные аппараты, в которых газ орошается водным раствором активного ила и вредные вещества разрушаются микроорганизмами присутствующими в активном иле?
17. Как называются методы очистки воздуха, основанные на способности микроорганизмов разрушать и перерабатывать различные соединения?

МОДУЛЬ III. ЗАЩИТА ГИДРОСФЕРЫ

Лекция 6. ПОНЯТИЕ О ГИДРОСФЕРЕ И ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ ЗЕМЛИ

План:

1. Понятие о гидросфере.
2. Ресурсы воды на Земле. Классификация природных вод.
3. Круговорот воды в природе.
4. Водопотребление и водопользование.

1. Понятие о гидросфере, состав и свойства

Гидросфера (слово от греч. *hydor* – вода и *sphaira* – шар) – это водная оболочка Земли.

Состав гидросферы. Гидросфера состоит из всех природных вод на поверхности земли и вблизи неё. Земля – единственная планета Солнечной системы, на поверхности которой вода может находиться в жидком состоянии. Масса гидросферы меньше чем 0,03% от массы всей Земли, объем гидросферы – 1370,3 млн. км³.



- *мировой океан:* океаны, моря и их части;
- *воды суши:* подземные воды;
- *поверхностные воды:* ледники, болота, озера и реки.

Почти на 98% гидросфера состоит из соленой воды морей и океанов, а они покрывают 70,8% земной поверхности. Около 4% připадает на речные, подземные и озерные воды, материковые льды, а так же немного воды содержится в минералах и органической природе.

Четыре океана (Тихий – самый большой и самый глубокий, занимает почти половину земной поверхности, Индийский, Атлантический, и Северный Ледовитый), которые вместе с морями образуют единую акваторию – Мировой океан. Именно Океан стал колыбелью жизни на Земле; сейчас в нём обитает около четырёх пятых всех живых существ планеты.

2. Ресурсы воды на Земле. Классификация природных вод

Водная среда включает поверхностные и подземные воды.

- **Поверхностные воды** в основном сосредоточены в океане, содержанием 1 млрд. 338 млн. км³ - около 98% всей воды на Земле. Поверхность океана (акватория) составляет 361 млн. км². Она примерно в 2,4 раза больше площади суши территории, занимающей 149 млн. км². Вода в океане соленая, причем большая ее часть (более 1 млрд. км³) сохраняет постоянную соленость около 3,5‰ и температуру, примерно равную 3,7°C.

- **Подземные воды** бывают солеными, солоноватыми (меньшей солености) и пресными; существующие геотермальные воды имеют повышенную температуру (более 30°C.). Для производственной деятельности человечества и его хозяйственно-бытовых нужд требуется пресная вода, количество которой составляет всего лишь 2,7% общего объема воды на Земле, причем очень малая ее доля (всего 0,36‰) имеется в легкодоступных для добычи местах.

Важнейшее свойство гидросферы – единство всех видов природных вод (Мирового океана, вод суши, водяного пара в атмосфере, подземных вод), которое осуществляется в процессе круговорота воды в природе.

Преобладающая часть гидросферных вод сосредоточена в Мировом океане. **Мировой океан – основное замыкающее звено круговорота воды в природе.** Он отдает большую часть испаряющейся влаги в атмосферу. Водные организмы, населяющие поверхностный слой Мирового океана, обеспечивают возврат в атмосферу значительной части свободного кислорода планеты. Огромный объем Мирового океана свидетельствует о неисчерпаемости природных ресурсов планеты. Кроме того, Мировой океан является коллектором речных вод суши, ежегодно принимая около 39 тыс. м³ воды.

Мировой океан – мощный накопитель тепла и регулятор теплового режима Земли. Если бы океана не было, средняя температура поверхности Земли составила бы -21 °С, то есть была бы на 36° ниже той, которая имеется в действительности. 1.3

• **Воды суши.** К водам суши относятся воды, реки, озера, болота, ледники. Они содержат 3,5% общего количества вод гидросферы. Из них лишь 2,5% – **пресные воды.** Подземные воды находятся в толщах горных пород верхней части земной коры в жидком, твердом и парообразном состоянии. Основная их масса образуется вследствие просачивания с поверхности дождевых, талых и речных вод.

По условиям залегания подземные воды подразделяются на:

- 1) почвенные, находящиеся в самом верхнем, почвенном слое;
- 2) грунтовые, залегающие на первом от поверхности постоянном водоупорном слое;
- 3) межпластовые, находящиеся между двумя водоупорными пластами. Последние часто бывают напорными и тогда носят название артезианских.

Реки – постоянные водные потоки, протекающие в разработанных ими же углублениях – руслах. Важнейшей характеристикой рек является их питание. Выделяются четыре источника питания: снеговое, дождевое, ледниковое и подземное. Водный режим реки характеризуется расходом воды и стоком. Расход – это количество воды, проходящее через поперечное сечение потока в одну секунду. Расход воды за длительное время – месяц, сезон, год – называется стоком. Объем воды, который несут реки в среднем за год, называется их водоносностью. Самая многоводная река в мире – Амазонка, в ее устье средний годовой расход воды равен 220000 куб.м./с. На втором месте – Конго (46000 куб.м./с.), затем Янцзы.

Озера – это природные водоемы в углублениях суши (котловинах), заполненные в пределах озерной чаши (озерного ложа) разнородными водными массами и не имеющие одностороннего уклона. Для озер характерно отсутствие непосредственной связи с Мировым океаном. Озера занимают около 2,1 млн. км² или почти 1,4% площади суши. Это примерно в 7 раз больше поверхности Каспийского моря – крупнейшего озера мира.

Болото – это участок суши с избыточным застойным увлажнением грунта, заросший влаголюбивой растительностью. Для болот характерен процесс накопления неразложившихся растительных остатков и образования торфа. Болота распространены главным образом в Северном полушарии, особенно в равнинных районах, где развиты многолетнемерзлые грунты, и занимают площадь около 350 млн. га

Ледники – это движущиеся естественные скопления льда атмосферного происхождения на земной поверхности; образуются в тех районах, где твердых атмосферных осадков отлагается больше, чем тает и испаряется. В пределах ледников выделяют области питания и абляции. Ледники делятся на наземные ледниковые покровы, шельфовые и горные. Общая площадь современных ледников ок. 16,3 млн. км² (10,9% площадь суши), общий объем льдов ок. 30 млн. км³.

3. Круговорот воды в природе

Круговорот воды является одним из грандиозных процессов на поверхности земного шара. В биосфере вода, непрерывно переходя из одного состояния в другое, совершает малый

и большой круговороты. Испарение воды с поверхности океана, конденсация водяного пара в атмосфере и выпадение осадков на поверхность океана образуют малый круговорот. Если же водяной пар переносится воздушными течениями на сушу, круговорот становится значительно сложнее.

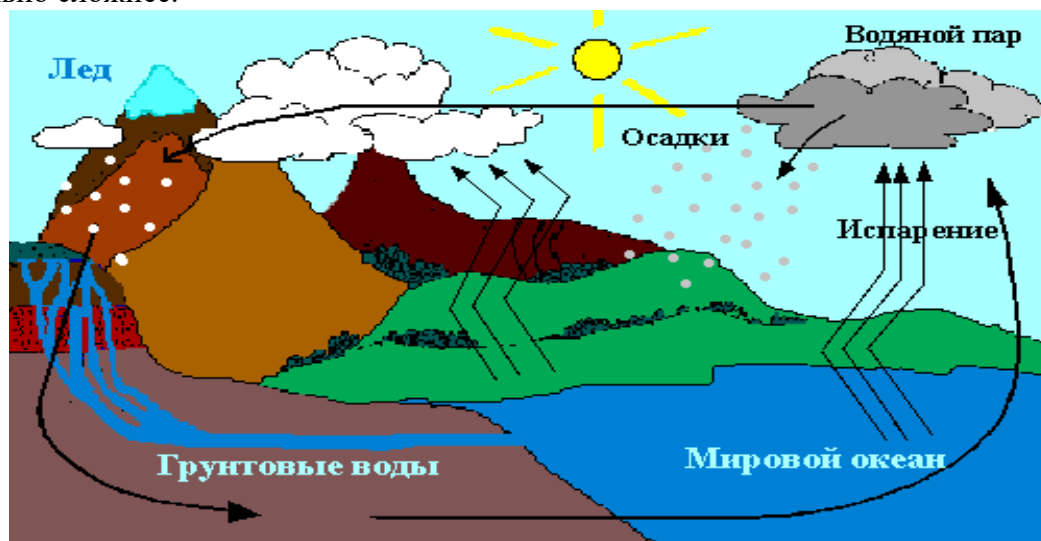


Схема круговорота воды в природе

В этом случае часть осадков испаряется и поступает обратно в атмосферу, другая - питает реки и водоемы, но в итоге вновь возвращается в океан речным и подземным стоком, завершая тем самым большой круговорот. Важное свойство круговорота воды заключается в том, что он, взаимодействуя с литосферой, атмосферой и живым веществом, связывает воедино все части гидросферы: океан, реки, почвенную влагу, подземные воды и атмосферную влагу.

Огромный круговорот воды сопровождается процессом созидания органического вещества. Выделяемый растениями кислород образуется при реакции фотосинтеза за счет расщепления воды. Однако на фотосинтез расходуется всего около 1% воды, проходящей из почвы через растения в атмосферу. Чтобы вырастить 1 ц пшеницы, растения должны пропустить через себя не менее 10000 кг воды. По расчетам, при формировании общепланетарной биомассы всех ныне существующих живых организмов в результате фотосинтеза было расщеплено такое количество воды, которое в 3,5 раза больше количества, находящегося во всех реках мира.

Время, необходимое для прохождения всей воды нашей планеты через систему биологического круговорота, можно определить следующим образом. Общая масса воды в наружных оболочках Земли - земной коре, гидросфере и атмосфере составляет 160000000 млрд. т. Масса воды, захватываемая годовой продукцией фотосинтезирующих организмов, около 800 млрд.т/г. Период полного оборота всей воды в процессе образования живого вещества примерно 2 млн. лет. Таким образом, вся огромная масса гидросферы Земли за 2 млн. лет проходит через растительные организмы, масса которых ничтожно мала по сравнению с водной оболочкой.

4. Водопотребление и водопользование

Использование человечеством водных ресурсов осуществляется по двум направлениям: **водопотребление и водопользование.**

Водопотреблением называют использование вещества гидросферы из естественных или искусственных емкостей для нужд населения и общественного хозяйства. К искусственными емкостям относятся системы водоснабжения, искусственные пруды, искусственные каналы и т. п. Для потребления применяется, главным образом, пресная вода, и реже – морская. Пример - использование морской воды для технических целей на морских буровых станциях, морских

судах и других технических объектах. Для питьевых и сельскохозяйственных потребностей она используется после опреснения, например, на ледоколах и судах дальнего плавания, для обеспечения населения городов, имеющих дефицит пресной воды.

Водопользованием принято считать всякое использование объектов гидросферы для удовлетворения нужд населения и общественного хозяйства. Для водопользования не обязательна пресная вода, так как “главным действующим лицом” здесь выступает не вещество – вода, а водная среда. Например, использование рек, как транспортных “магистралей” для движения судов, морей и океанов для связи со странами, расположенными на другом континенте, для удовлетворения спортивно-туристических потребностей и т. п.

Водопотребление является главной причиной возникновения и усугубления экологических проблем, связанных с гидросферой. С увеличением потребления пресной воды в сельском хозяйстве, промышленности, энергетике и коммунальном хозяйстве, возрастает ее дефицит и обостряется проблема нарушения баланса между потреблением чистой и возвращением в биосферу очищенной от загрязнений воды. Из-за этого происходит истощение водных ресурсов и возникает угроза дефицита пресной воды. Это происходит потому, что, вследствие различных видов потребления водных ресурсов, вода загрязняется. Сточные воды, образующиеся по окончании технологических процессов различной специфики, в которых участвовала вода, не очищаются эффективно, а зачастую не очищаются совсем, и поэтому расход воды в значительной степени — безвозвратный.

Безвозвратным водопотреблением называется потребление воды без возврата в водный объект. В целом возвратные воды составляли 40% водозабора, а безвозвратные — 60%.

Самым крупным безвозвратным водопотребителем является сельское хозяйство. Орошение и животноводство забирают большое количество воды для производства пищевых продуктов. Промышленность также вносит весомый вклад в безвозвратное потребление. В промышленном производстве вода используется как теплоноситель, поглотитель, растворитель, как средство транспортировки. На атомных и тепловых электростанциях, системах теплоснабжения населенных пунктов городского типа вода используется как теплоноситель. Она переносит тепловую энергию от места преобразования (электростанция, котельная, бойлерная и т. п.) к месту потребления.

Использование воды в качестве растворителя осуществляется, главным образом, на предприятиях нефтехимической и химической промышленности, а также в сельском хозяйстве (растворение химических соединений для питания растений и борьбы с вредителями и т. п.). В химической промышленности, строительной индустрии и других отраслях хозяйства вода используется для изготовления новых искусственных веществ и материалов. Она входит в состав продукции этих предприятий. В ряде случаев вода потребляется в качестве среды-поглотителя (мойка, очистка сырья и продукции и т. п.). При этом она загрязняется механическими примесями и растворимыми химическими веществами.

Жилищно-коммунальное хозяйство городов обеспечивает удовлетворение потребностей жителей в воде для питьевых, пищевых, гигиенических нужд. В городских и поселковых хозяйствах вода используется в установках для полива зеленых насаждений, в сооружениях, обеспечивающих прохладу и комфорт в общественных помещениях – водяные кондиционеры и на площадях – фонтаны.

Ключевые слова: гидросфера; состав гидросферы; ресурсы воды; классификация; поверхностные и подземные воды; реки; озёра; болота; круговорот воды в природе; Мировой океан; водопотребление; водопользование.

Вопросы для проверки:

1. Дайте определение термину «гидросфера».
2. Что входит в состав гидросферы?
3. Что такое «Мировой океан»?
4. Классификация природных вод.

5. Что представляют собой поверхностные и подземные воды?
6. Назовите важнейшее свойство гидросферы.
7. Что является движущей силой круговорота воды в природе?
8. Назовите основную причину возникновения и усугубления экологических проблем, связанных с гидросферой.
9. Как называется потребление воды без возврата в водный объект?
10. Значение воды для человека

Лекция 7 . ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ. ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД

План:

1. Виды загрязнения гидросферы.
2. Загрязнение поверхностных вод.
3. Загрязнение подземных вод.
4. Виды и категории сточных вод, их характеристика.
5. Методы очистки сточных вод и их классификация.

1. Виды загрязнения гидросферы

Под **загрязнением** водных ресурсов понимают любые изменения физических, химических и биологических свойств воды в водоемах в связи со сбрасыванием в них жидких, твердых и газообразных веществ, которые причиняют или могут создать неудобства, делая воду данных водоемов опасной для использования, нанося ущерб народному хозяйству, здоровью и безопасности населения.

Источниками загрязнения признаются объекты, с которых осуществляется сброс или иное поступление в водные объекты вредных веществ, ухудшающих качество поверхностных вод, ограничивающих их использование, а также негативно влияющих на состояние дна и береговых водных объектов.

Загрязнение поверхностных и подземных вод можно распределить на такие типы:

- **механическое** – повышение содержания механических примесей, свойственное в основном поверхностным видам загрязнений;
- **химическое** – наличие в воде органических и неорганических веществ токсического и нетоксического действия;
- **бактериальное и биологическое** – наличие в воде разнообразных патогенных микроорганизмов, грибов и мелких водорослей;
- **радиоактивное** – присутствие радиоактивных веществ в поверхностных или подземных водах;
- **тепловое** – выпуск в водоемы подогретых вод тепловых и атомных ЭС.

Основными источниками загрязнения и засорения водоёмов являются: недостаточно очищенные сточные воды промышленных и коммунальных предприятий, крупных животноводческих комплексов; отходы производства при разработке рудных ископаемых; воды шахт, рудников, обработке и сплаве лесоматериалов; сбросы водного и железнодорожного транспорта; отходы первичной обработки льна, пестициды и т.д.

2. Загрязнение поверхностных вод

Качество воды большинства водных объектов не отвечает нормативным требованиям. Многолетние наблюдения за динамикой качества поверхностных вод обнаруживают тенденцию увеличения числа створов с высоким уровнем загрязненности (более 10 ПДК) и

числа случаев экстремально высокого содержания (Свыше 100 ПДК) загрязняющих веществ в водных объектах.

Около 1/3 всей массы загрязняющих веществ вносится в водоисточники с поверхностным и ливневым стоком с территорий санитарно неблагоустроенных мест, сельскохозяйственных объектов и угодий, что влияет на сезонное, в период весеннего паводка, ухудшение качества питьевой воды, ежегодно отмечаемое в крупных городах. В связи с этим проводится гиперхлорирование воды, что, однако небезопасно для здоровья населения в связи с образованием хлорорганических соединений.

Одним из основных загрязнителей поверхностных вод является нефть и нефтепродукты. Нефть может попадать в воду в результате естественных ее выходов в районах залегания. Но основные источники загрязнения связаны с человеческой деятельностью: нефтедобычей, транспортировкой, переработкой и использованием нефти в качестве топлива и промышленного сырья.

Среди продуктов промышленного производства особое место по своему отрицательному воздействию на водную среду и живые организмы занимают токсичные синтетические вещества. Они находят все более широкое применение в промышленности, на транспорте, в коммунально-бытовом хозяйстве. Концентрация этих соединений в сточных водах, как правило, составляет 5-15 мг/л при ПДК — 0,1 мг/л. Эти вещества могут образовывать в водоёмах слой пены, особенно хорошо заметный на порогах, перекатах, шлюзах. Способность к пенообразованию у этих веществ появляется уже при концентрации 1-2 мг/л.

Наиболее распространенными загрязняющими веществами в поверхностных водах являются фенолы, легко окисляемые органические вещества, соединения меди, цинка, а в отдельных регионах страны – аммонийный и нитритный азот, лигнин, ксантогенаты, анилин, метил меркаптан, формальдегид и др. Огромное количество загрязняющих веществ вносится в поверхностные воды со сточными водами предприятий черной и цветной металлургии, химической, нефтехимической, нефтяной, газовой, угольной, лесной, целлюлозно-бумажной промышленности, предприятий сельского и коммунального хозяйства, поверхностным стоком с прилегающих территорий.

Небольшую опасность для водной среды из металлов представляют ртуть, свинец и их соединения.

Расширенное производство (без очистных сооружений) и применение ядохимикатов на полях приводят к сильному загрязнению водоемов вредными соединениями. Загрязнение водной среды происходит в результате прямого внесения ядохимикатов при обработке водоемов для борьбы с вредителями, поступления в водоемы воды, стекающей с поверхности обработанных сельскохозяйственных угодий, при сбросе в водоемы отходов предприятий-производителей, а также в результате потерь при транспортировке, хранении и частично с атмосферными осадками.

Наряду с ядохимикатами сельскохозяйственные стоки содержат значительное количество остатков удобрений (азота, фосфора, калия), вносимых на поля. Кроме того, большие количества органических соединений азота и фосфора попадают со стоками от животноводческих ферм, а также с канализационными стоками. Повышение концентрации питательных веществ в почве приводит к нарушению биологического равновесия в водоеме.

Вначале в таком водоеме резко увеличивается количество микроскопических водорослей. С увеличением кормовой базы возрастает количество ракообразных, рыб и других водных организмов. Затем происходит отмирание огромного количества организмов. Оно приводит к расходованию всех запасов кислорода, содержащегося в воде, и накоплению сероводорода. Обстановка в водоеме меняется настолько, что он становится непригодным для существования любых форм организмов. Водоем постепенно “умирает”.

Эвтрофикация — обогащение водоема биогенами, стимулирующее рост фитопланктона. От этого вода мутнеет, гибнут бентосные растения, сокращается концентрация растворенного кислорода, задыхаются обитающие на глубине рыбы и моллюски.

Во многих водных объектах концентрации загрязняющих веществ превышают ПДК, установленные санитарными и рыбоохранными правилами.

3. Загрязнение подземных вод

Загрязнению подвергаются не только поверхностные, но и подземные воды. В целом состояние подземных вод оценивается как критическое и имеет опасную тенденцию дальнейшего ухудшения.

Подземные воды (особенно верхних, неглубоко залегающих, водоносных горизонтов) вслед за другими элементами окружающей среды испытывают загрязняющее влияние хозяйственной деятельности человека. Подземные воды страдают от загрязнений нефтяных промыслов, предприятий горнодобывающей промышленности, полей фильтрации, шламонакопителей и отвалов металлургических заводов, хранилищ химических отходов и удобрений, свалок, животноводческих комплексов, не канализованных населенных пунктов. Происходит ухудшение качества воды в результате подтягивания некондиционных природных вод при нарушении режима эксплуатации водозаборов. Площади очагов загрязнения подземных вод достигают сотен квадратных километров.

Из загрязняющих подземные воды веществ преобладают: нефтепродукты, фенолы, тяжелые металлы (медь, цинк, свинец, кадмий, никель, ртуть), сульфаты, хлориды, соединения азота.

Перечень веществ контролируемых в подземных водах не регламентирован, поэтому нельзя составить точную картину о загрязнении подземных вод.

4. Виды и категории сточных вод, их характеристика

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

Сточные воды, отводимые с территории промышленных предприятий, по своему составу могут быть разделены на **три вида**:

1. производственные — использованные в технологических процессах производства или получающиеся при добыче полезных ископаемых;
2. бытовые — от санитарных узлов производственных и непроизводственных корпусов и зданий, душевых установок, прачечных и др.;
3. атмосферные — дождевые и от таяния снега.

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

Загрязненные (производственные) сточные воды содержат различные примеси и подразделяются на три основные группы:

1. загрязненные преимущественно минеральными примесями (предприятия металлургической, машиностроительной, рудо- и угледобывающей промышленности; заводы по производству минеральных удобрений, кислот, строительных изделий и материалов и др.);
2. загрязненные преимущественно органическими примесями (предприятия мясной, рыбной, молочной, пищевой, целлюлозно-бумажной, химической, микробиологической промышленности; заводы по производству пластмасс, каучука и др.);
3. загрязненные минеральными и органическими примесями (предприятия нефтедобывающей, нефтеперерабатывающей, нефтехимической, текстильной, легкой, фармацевтической промышленности; заводы по производству консервов, сахара, продуктов органического синтеза, бумаги, витаминов и др.).

По **концентрации загрязняющих веществ** производственные сточные воды разделяются на четыре группы:

1. 1-500,

2. 500-5000,
3. 5000-30000,
4. более 30000 мг/л.

Производственные сточные воды могут различаться по физическим свойствам загрязняющих их продуктов, по степени агрессивности (слабоагрессивные с $pH = 6-6,5$ и $pH = 8-9$, сильноагрессивные с $pH < 6$ и $pH > 9$ и неагрессивные с $pH = 6,5-8$).

Незагрязненные производственные сточные воды поступают от холодильных, компрессорных, теплообменных аппаратов. Кроме того они образуются при охлаждении основного производственного оборудования и продуктов производства.

На различных предприятиях, даже при одинаковых технологических процессах, состав производственных сточных вод, режим водоотведения и удельный расход на единицу выпускаемой продукции весьма разнообразны. Большим значением в формировании состава производственных сточных вод имеет вид перерабатываемого сырья.

В анализируемых сточных водах должны определяться: содержание компонентов, специфичных для данного вида производства (фенолов, нефтепродуктов, ПАВ и т.п.); общее количество органических веществ, выражаемое величинами БПК и ХПК; активная реакция; степень минерализации; интенсивность окраски и др. Физико-химические показатели производственных сточных вод свидетельствуют о широком диапазоне колебаний состава этих вод, что вызывает необходимость тщательного обоснования выбора оптимального метода очистки для каждого вида этих вод.

В технологических процессах образуются следующие **основные виды сточных вод:**

- ✓ **Реакционные воды** — характерны для реакций, протекающих с образованием воды, очистка их представляет серьезную проблему.
- ✓ **Промывные воды** — используют для промывки сырья и продуктов, получаемых в технологических процессах.
- ✓ **Маточные водные растворы** — образуются в результате проведения процессов получения или переработки продуктов в водных средах.
- ✓ **Водные экстракты и абсорбционные жидкости** — получают при использовании воды в качестве экстрагента или абсорбента. Содержат значительные количества химических веществ, наибольшие объемы образуются при мокрой очистке газов.
- ✓ **Охлаждающие воды** — используются для охлаждения продуктов и аппаратов. Вода, не соприкасающаяся с технологическими продуктами, применяется в системах оборотного водоснабжения.
- ✓ **Другие виды сточных вод** — образуются от вакуум-насосов, конденсаторов смешения, при гидрозолаудалении, конденсации паров воды, от мойки оборудования и т.д.

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

Количество производственных сточных вод находится в зависимости от производительности предприятия по укрупненным нормам водоотведения для различных отраслей промышленности. Нормой водоотведения является установленное среднее количество сточных вод, отводимое от производства в водоем, при целесообразной норме водопотребления. Норма водоотведения включает количество выпускаемых в водоем сточных вод — очищенных производственных и бытовых; производственных, не требующих очистки, фильтративных из прудов-осветлителей, хвостохранилищ и шламонакопителей.

При отсутствии норм водоотведения количество сточных вод определяется по технологическим расчетам в соответствии с регламентом производства. Для разработки рациональной схемы водоотведения и оценки возможности повторного использования производственных сточных вод изучается их состав и режим водоотведения. При этом анализируются физико-химические показатели сточных вод и режим поступления в

канализационную сеть не только общего стока промышленного предприятия, но и сточных вод от отдельных цехов, а при необходимости от отдельных аппаратов.

5. Методы очистки сточных вод и их классификация

Понятие загрязнённости воды не абсолютно. Оно относится к вполне определённой зоне водного объекта и к конкретному виду водопользования.

Водоохраным называется комплекс мероприятий, обеспечивающий соблюдение норм качества воды в местах водопользования. Существуют пять аспектов водоохраных мероприятий: юридический, экономический, технический, организационный, экологический.

Для воды основным нормативным показателем является также ПДК.

ПДК – это такой нормативный показатель, который исключает неблагоприятное влияние на здоровье человека и ограничение любого из видов водопользования. Состав и свойства воды должны соответствовать нормативам не только в местах водопользования, но и в так называемом створе водопользования, но и в так называемом створе водопользования или расчётном створе, который, для проточных водоёмов расположен на 1 километр выше по течению от пункта водопользования. А для непроточных в – в 1 километре по обе стороны от пункта водопользования.

Для воды существует три типа ПДК: ПДК_{хп} – хозяйственно-питьевое, ПДК_{кб} – культурно-бытовое, ПДК_{рх} – рыбо-хозяйственное

Практически во всех нормативных таблицах ПДК_{хп} и ПДК_{кб} равны. Жестче всех нормативов ПДК_{рх}.

Для водных объектов всегда учитывается эффект суммации или фоновой концентрации. Существуют дополнительные требования к составу и свойствам воды. Ограничения накладываются на следующие показатели: количество взвешенных веществ, плавающих примесей; запахи, привкусы, температура, окраска, количество растворённого кислорода, кислотность или показатель pH, количество возбудителей заболеваний.

Кроме экологических существуют технологические ограничения на сброс сточных вод. По технологическим причинам, **запрещается** сбрасывать следующие типы сточных вод:

- 1) Воды, которые с помощью рациональной технологии могут быть использованы в системах оборотного водоснабжения.
- 2) Воды, содержащие цепные примеси, которые подлежат утилизации на данном или других предприятиях.
- 3) Воды, содержащие вредные вещества, в количествах, превышающих нормативы технологических потерь.
- 4) Воды, содержащие вредные вещества, для которых не установлено нормативов ПДК.
- 5) Воды, которые с учётом их состава и местных условий могут быть использованы для топлива в сельском хозяйстве.

Определение условий спуска сточных вод в водные объекты.

Чтобы гарантировать качество воды в месте водопользования и в створе водопользования, для каждого источника сброса по каждому загрязняющему веществу устанавливается предельно допустимый сброс или ПДС.

ПДС – это масса вредного вещества, которую можно сбросить в единицу времени так, чтобы с учётом эффекта суммации, фоновой концентрации и разбавления концентрации вредного вещества в контрольном пункте не превышала бы ПДК.

Для определения условий спуска сточных вод воспользуемся уравнением смешения сточных вод с природными водами:

$$qC_{ст} + QC_B = (q + \gamma Q)C_{ппв},$$

где q и Q (м³/сек) – соответственно расход сточных вод и объёмный расход воды в водотоке; $C_{ст}$ и C_B (кг/м³) – концентрация вредных примесей в сточных водах и водах водотока; $C_{ппв}$ (кг/м³) – концентрация вредных примесей перед водопользованием; γ – безразмерный коэффициент смешения,

зависящий от скорости течения реки, извилистости реки, глубины русла реки и оттого, куда выпускают сточные воды – у берега или в фарватер реки. Учтём, что $C_B = C_\phi$, а $C_{\max \text{ ППВ}} = \text{ПДК}$.

Очистка сточных вод

Все сточные воды очищаются от примесей механическими, химическими, физико-химическими, биохимическими и термическими методами. Все методы очистки подразделяются на рекуперационные и деструктивные. При рекуперации из сточных вод извлекаются и перерабатываются ценные вещества. При деструктивных методах загрязняющие вещества разрушаются, и продукты разрушения чаще всего удаляются из раствора в виде газа или осадка.

❖ Механические методы очистки сточных вод.

Делятся на три группы: Процеживание; Отстаивание; Фильтрование.

Используются для удаления из растворов твёрдых нерастворимых примесей.

Выбор метода зависит: от размера твёрдых частиц, физико-химических свойств частиц, концентрации загрязняющих частиц, требуемой степени очистки.

Процеживание. Используется для удаления из раствора нерастворимых примесей крупных размеров. Осуществляется через решетки и сетки. Чаще всего используются неподвижные решётки, расположенные на пути следования раствора под углом 60° - 75° . Размер поперечного сечения стержня решетки выбирается из условия минимальных потерь давления на решетке. Решетка очищается специальными механическими устройствами.

Отстаивание. Под действием силы тяжести. Для этого используются отстойники и безголовки. Схема горизонтального отстойника совпадает со схемой горизонтальной пылеулавливающей камеры.

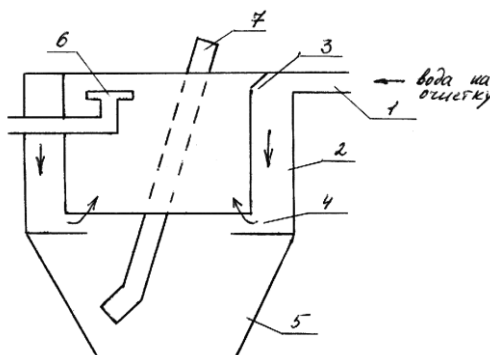


Схема вертикального отстойника

Вода подаётся в отстойник через трубу 1, затем движется по кольцевому каналу, который образован цилиндрическим корпусом 2 и цилиндрической перегородкой 3. В процессе вертикального движения сточная вода встречает на своём пути отражающее кольцо 4, которое направляет воду во внутреннюю полость перегородки 3, а более тяжёлые частицы примеси продолжают своё движение вниз и накапливаются в сборнике 5. Накопившийся осадок периодически удаляют через трубу 7.

Отделение твёрдых примесей под действием центробежных сил происходит в гидроциклонах и центрифугах. Схема гидроциклона совпадает со схемой циклона для очистки газа от пыли. А схема центрифуги совпадает со схемой ротационного аппарата.

Фильтрование. Применяется для отделения от раствора нерастворимых примесей малых размеров и коллоидных соединений. Разделение производится с помощью перегородок, пропускающих жидкость и задерживающих дисперсную фазу.

Выбор перегородки зависит от свойств сточной воды от температуры сточной воды, давления фильтрования, конструкции аппарата.

В качестве перегородок используются металлические перфорированные фильтры и сетки, тканевые и зернистые перегородки.

Фильтры подразделяются по следующим признакам: по характеру протекания процесса (периодические или непрерывные), виду процесса (Для разделения, для сгущения или для очистки), давлению при фильтровании (Под действием гидростатического давления столба жидкости, под повышенным давлением перед перегородкой, под вакуумом за перегородкой, по направлению фильтрования, по конструктивным особенностям).

❖ **Химические методы очистки сточных вод.**

Существует три метода: нейтрализация, окисление, восстановление.

Чаще всего, все эти методы связаны с расходом реагентов и поэтому достаточно дороги.

Нейтрализация. Сточные воды, содержащие кислоты и щелочи перед сбросом нейтрализуют.

Существуют следующие схемы нейтрализации: смешение кислых и щелочных сточных вод, добавление реагентов, фильтрование сточных вод через нейтрализующие материалы, абсорбция кислых газов щелочными сточными водами, абсорбция аммиака кислыми водами.

Выбор метода зависит от объёма сточных вод, концентрации сточных вод, режима поступления сточных вод, наличия и стоимости реагентов.

Нейтрализацию смешения применяют, когда на одном или близких предприятиях образуются и кислые и щелочные сточные воды.

При нейтрализации реагентами в случае кислых вод используются щёлочи, карбонаты или водный раствор аммиака.

Для нейтрализации щелочных вод используются минеральные кислоты и кислые газы.

Окисление. Здесь за счёт реакции окисления загрязняющие вещества разрушаются и переводятся в безвредное состояние. В качестве окислителя чаще всего используется газообразный или сжимаемый хлор, кислород воздуха или озон.

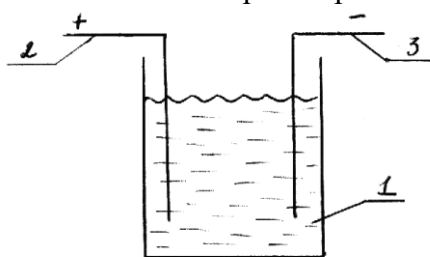
Очистка окислением связана с большим расходом реагентов и поэтому применяется в тех случаях, когда невозможно или нецелесообразно использовать другие методы, например, при очистке соединений мышьяка и циановых соединений.

Восстановление. Применяется, когда в растворе содержатся легко восстанавливающиеся вещества. Прежде всего, ионы тяжёлых металлов, таких как хром, ртуть и другие. Так, например, соединения ртути восстанавливаются до металлической ртути, которая затем отстаивается или отфильтровывается.

❖ **Физико-химические методы очистки сточных вод.**

Электрохимическая очистка

Схема электролизёра:



Состоит из корпуса 1, положительного электрода-анода 2, и отрицательного электрода-катада 3.

Электролизёры могут быть проточные и непроточные. На аноде ионы отдают электроны, т.е. происходит реакция электрохимического восстановления.

Коагуляция – это слипание частиц коллоидной системы при их столкновения в процессе теплового движения, перемешивания или направленного перемещения во внешнем силовом поле.

В результате коагуляции образуются агрегаты, т.е. более крупные вторичные частицы, состоящие из более мелких первичных частиц. Первичные частицы соединены в таких агрегатах силами межмолекулярного взаимодействия или через прослойку растворителя.

Существует несколько видов коагуляции:

1) *Термокоагуляция* – когда за счёт повышения температуры увеличивается скорость движения молекул и, следовательно, количество их столкновений, и мелкие частицы быстро слипаются

2) *Электрокоагуляция* во внешнем электрическом поле

3) *Реагентная коагуляция* при добавлении реагентов

Флотация - это процесс молекулярного прилипания загрязняющего вещества к поверхности раздела двух фаз – газ-жидкость. Этот процесс обусловлен избытком свободной энергии поверхностных слоёв, а также поверхностными явлениями смачивания.

С помощью этих методов сточные воды очищаются от нефти, нефтепродуктов, поверхностно-активных веществ, масла и волокнистых материалов. Процесс флотации заключается в образовании комплекса частица-пузырёк газа, во всплывании этого комплекса на поверхность и удаления образующейся пены различными способами.

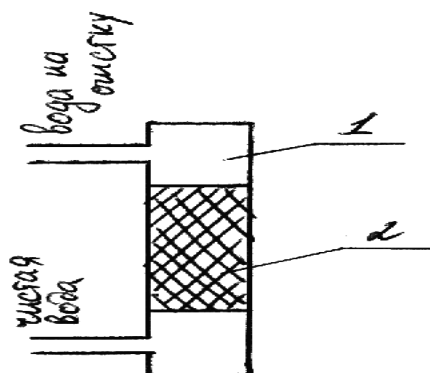
Существуют следующие конструктивные схемы флотации: с выделением газа из раствора механическими методами; с механическим добавлением газа; электрохимическая флотация, когда газ выделяется на одном или обоих электродах электролизера; химическая флотация, когда газ выделяется в результате химических реакций; биохимическая флотация, когда газ выделяется в результате деятельности микроорганизмов.

Сорбция. Сорбция делится на адсорбцию и абсорбцию.

Всё, что сказано для газов, справедливо и для жидкостей.

Ионный обмен. Применяется для извлечения из сточных вод ионов металла, а также соединений мышьяка, фосфора, цианосоединений, а также радиоактивных веществ. Метод позволяет извлекать ценные вещества при высокой степени очистки. Ионный обмен представляет собой процесс взаимодействия раствора с твёрдой фазой, причём эта твёрдая фаза обладает свойством обменивать ионы, содержащиеся в ней, на ионы, присутствующие в растворе. Вещества, составляющие эту твёрдую фазу практически нерастворимы в воде, и называются ионитами. Если они поглощают положительно заряженные ионы – это катиониты, а если отрицательно заряженные ионы – это аниониты.

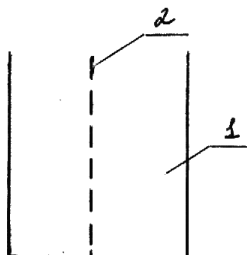
Схема ионообменной колонки:



- 1. Корпус
- 2. Слой ионита

❖ Мембранные технологии.

Рисунок аппарата, использующего мембранные технологии:



- 1) Корпус; 2. Мембрана

Обе части аппарата могут быть проточными.

Мембранные технологии являются как бы противоположностью механическому методу фильтрации. Если при фильтрации примеси задерживаются перед пористой перегородкой, то при мембранных методах, они под действием некоторых сил переходят через перегородку в другую часть аппарата.

Мембранные методы подразделяют в зависимости от вида этих сил:

1) *Экстракция*: примеси переходят через мембрану под воздействием разности химических потенциалов, т.е. под воздействием химических сил. Экстракция может проводиться без мембраны в том случае, если жидкости в обеих частях аппарата не смешиваются

2) *Обратный осмос*: примеси переходят через мембрану под воздействием разности давлений

3) *Электродиализ*: в аппарат опускаются два электрода, и переход через мембрану осуществляется под действием электрического поля

❖ *Выпаривание*. Используется для повышения концентрации примесей.

❖ *Кристаллизация*. Основан на различных растворимости содержащихся в растворе примесей, которые зависят как от вида примеси, так и от температуры. При понижении температуры сначала образуются пересыщенные растворы, а затем выпадают кристаллы.

❖ *Дистилляция*. Этот метод основан на различных температурах, испарениях разных веществ.

❖ *Биохимические методы очистки сточных вод*. Применяются для очистки сточных вод от органических соединений, а также соединений азота и серы. В процессе образования своего органического вещества микроорганизмы разрушают загрязнителей, превращая воду, углекислый газ в сульфат и нитрат иона.

Биохимические методы подразделяются на две группы:

1) *Аэробные* (присутствие кислорода воздуха), которые могут проводиться в естественных условиях, например, на биологических прудах или в искусственных условиях, например, в биоскрупперах и биофильтрах

2) *Анаэробные* (без кислорода воздуха), которые используются для очистки высококонцентрированных осадков и стоков

Если сточные воды не могут быть очищены вышеперечисленными методами, то они подвергаются термической нейтрализации, сжиганию или закачиваются в глубокие скважины.

Ключевые слова: загрязнение, виды и источники загрязнения гидросферы; поверхностные и подземные воды; эвтрофикация, сточная вода; виды и категории производственных сточных вод; загрязняющие вещества; очистка сточных вод; водоохраный комплекс мероприятий; ПДК; методы очистки сточных вод.

Вопросы для проверки:

1. Что означает понятие «загрязнение» водных ресурсов?
2. Какие объекты признаются источниками загрязнения воды?
3. На какие типы можно распределить загрязнение поверхностных и подземных вод?
4. Перечислите основные источники загрязнения и засорения водоёмов?
5. Что такое эвтрофикация?
6. Дайте определение понятию «сточная вода».
7. На какие группы подразделяются сточные воды?
8. Как называется комплекс мероприятий, обеспечивающий соблюдение норм качества воды в местах водопользования?
9. Какие существуют методы очистки сточных вод?
10. Охарактеризуйте основные методы очистки сточных вод. В каких случаях и какие методы применяются.

МОДУЛЬ IV. ЗАЩИТА ЛИТОСФЕРЫ

Лекция 8. ПОНЯТИЕ О ЛИТОСФЕРЕ И ЗЕМЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ

План:

1. Понятие о литосфере и её структура.
2. Характеристика различных типов почв.

1. Понятие литосферы и её структура

Литосфера – верхняя твердая оболочка Земли, включающая земную кору и часть верхней мантии (толщина литосферы 50-100 км, хотя некоторые авторы говорят и мощности свыше 100 км).

Земная кора имеет также слоистое строение:

1) верхний слой с низкими параметрами температуры и давления - *кора выветривания* (*осадочный слой*, содержащий осадочные породы - например, песок, глину, известковые образования и др.) мощностью на суше 0,5-0,8 км, включает и дно гидросферы (например, ил толщиной 1-1,5 км). Самый тонкий (в среднем 1-1,5 м) поверхностный слой и важнейший в биосфере - *почва*.

2) *гранитовый слой* (более плотный), который на дне океана сильно истончается и даже может отсутствовать;

3) *базальтовый слой* (еще с большей плотностью).



Химический состав земной коры определяется содержанием в ней, прежде всего, 8 наиболее распространенных элементов (в массовых %, по Вернадскому и Ферсману): кислород (O) - 49,5, кремний (Si) - около 26, алюминий (Al) - 7,4, железо (Fe) - 4, кальций (Ca) - 3, натрий (Na) - 2,6, калий (K) - 2,4, магний (Mg) - 1,9. Важнейшим составляющим литосферы и гидросферы является почва.

2. Характеристика различных типов почв

Почва - самый верхний тончайший слой суши, образовавшийся под влиянием живых организмов, климатических процессов (выветривания - воздействия ветра и осадков, колебания температур и др.), сейсмических и механических процессов из материнских (земных) горных пород.

Плодородная почва - важнейший для человека ресурс, так как это залог производства почти всех продуктов питания. 95 % продовольствия человек получает от земель и только 5 % из океана. Обилие земельных и водных ресурсов - главное условие процветания цивилизации.

Толщина почвенного покрова невелика (например, толщина наиболее плодородных почвенных образований - черноземов на равнинах в среднем 1-1,5 м), хотя с увеличением высоты (по отношению к уровню моря) почвенный покров истончается, а порой и отсутствует, и тем самым материнская порода выходит на земную поверхность. Современный состав почвенного покрова Земли: 28 % приходится на леса, 17 % - луга, 10 % - пашни, 45 % - остальную сушу. *Структура почвы* - это совокупность агрегатов (комочков почвы), обладающих различной величиной, формой и определенными физико-химическими свойствами. Так, высокоплодородные тучные глинистые черноземы имеют хорошо выраженную водопрочную комковато-зернистую структуру. Упрощенная схема строения почвы может быть выражена следующим образом (рис. 3.1.):

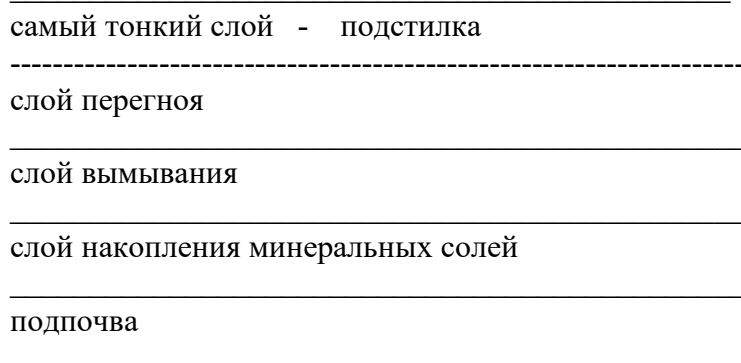


Рис. 3.1. Упрощенная схема строения почвы

Собственно к почве обычно относят средние три слоя. Чем больше слоев (более мощный горизонт), тем выше обычно плодородие почвы. Почва (по Вернадскому) - это биокосное вещество.

Главные компоненты почвы:

- 1) минеральные частицы (песок, глина и др.), состоящие, главным образом, из 8 вышеприведенных наиболее распространенных в земной коре химических элементов);
- 2) детрит - отмершее органическое вещество (остатки от растений, животных и микроорганизмов);
- 3) множество живых организмов (от растений и животных до детритофагов и редуцентов). Это насекомые, грибы, бактерии, дождевые и другие виды червей, простейшие и др.

Роль большинства этих живых организмов состоит в переводе детрита в гумус (органические вещества во многом определяющие плодородие почвы). Так, в тучных черноземах имеется гумусовый горизонт толщиной 60-70 см, а содержание гумуса может достигать 15 %. Плотность такой почвы, благодаря органическому гумусу, составляет 1,1-1,2 г/см³, в отличие от песчаных почв плотностью свыше 2 г/см³ при малом содержании гумуса. Средний же состав почвы: 93 % минеральных и 7 % органических веществ. Площадь черноземов на нашей планете сейчас составляет примерно 600 млн га. Большая часть их представлена на равнинах. В качестве идеального образца и сейчас во Франции в метрологическом музее пребывает образец чернозема именно Воронежской губернии.

Основные типы почв: черноземы, подзолистые, дерново-подзолистые, подзолисто-болотные, серые лесостепные, пойменные, солончаки и др.

Свойства различных типов почв определяют ***эдафогенные факторы***, которые ниже и рассматриваются.

Для питания растений необходимы такие минеральные, питательные компоненты (биогены), как нитраты (NO₃⁻), фосфаты (PO₄³⁻), калий (K⁺) и кальций (Ca²⁺). За исключением соединений азота, которые образуются из атмосферного N₂ в процессе круговорота, все биогены изначально входят в химический состав горных пород наряду с “непитательными”

элементами, такими как кремний и алюминий. Однако эти биогены недоступны растениям, пока они закреплены в структуре пород. Чтобы ионы биогенов перешли в менее связанное состояние или в водный раствор, порода должна быть разрушена.

Порода, которую называют материнской, разрушается в процессе *естественного выветривания*.

Выветривание включает процессы: воздействие ветра и воды; замерзание и оттаивание; нагревание и охлаждение; абразивное действие песчаных частиц; биологические факторы (растения в мелких трещинах и др.); химическое воздействие.

Выщелачивание почв - вымывание из почвы или отдельного ее горизонта растворимых веществ под влиянием нисходящего или бокового тока почвенного раствора. Эти вещества могут выноситься за пределы почвы или накапливаться в одном из ее *горизонтов* (расположенный параллельно поверхности относительно однородный слой почвы, обособившийся в процессе почвообразования).

Выщелачивание не только снижает плодородие почв, но и способствует загрязнению среды. Способность почвы связывать и удерживать ионы биогенов, чтобы они не выщелачивались и могли поглощаться корнями, называют **ионообменной ёмкостью почвы**.

Будучи исходным источником биогенов, выветривание все же слишком медленный процесс, чтобы обеспечить нормальное развитие растений. В естественных системах основной источник биогенов - разлагающиеся детрит и метаболические отходы животных, то есть кругооборот биогенов. Если ионообменная емкость утрачена, то биогены выщелачиваются и плодородие падает.

В агроэкосистемах происходит неизбежное удаление биогенов с собранным урожаем, так как они входят в состав растительного материала. Поэтому их запас постоянно пополняют, внося удобрения:

- 1) неорганические (химические) смесь минеральных биогенов (нитраты, фосфаты, калийные удобрения и др.);
- 2) органические (растительные остатки и отходы, например, навоз).

Даже при внесении удобрений ионообменная емкость почвы сохраняет свое жизненно важное значение.

Выщелачивание удобрений наносит экономический ущерб и загрязнение водоемов, а порой приводит к эвтрофикации водоемов, сопровождающейся массовым размножением сине-зеленых водорослей, уменьшением концентрации свободного кислорода в воде и массовой гибелью многих обитателей водоемов, а особенно рыб, изменением видового состава бактерий и т.д.

В листьях растений существуют тонкие поры, через которые происходит поглощение углекислого газа (CO_2) и выделение кислорода (O_2) в процессе фотосинтеза. Однако они же пропускают пары воды из клеток растения с поверхности листьев в атмосферу. Это явление транспирации, на которую расходуется 99 % всей поглощаемой растениями воды, на фотосинтез же расходуется менее 1 % . Недостаток воды определенно сказывается на росте и развитии растений. Очевидно, что если вода стекает с поверхности, а не впитывается, пользы от этого не будет. Поэтому важна инфильтрация (способность воды просачиваться в глубь почвы и далее). Причем вода, просачивающаяся в нижние слои (ниже 1 – 1,5 м), для многих растений становится недоступной. Для растений важна вода, удерживаемая слоем почвы. Величина этого запаса воды называется водоудерживающей способностью почвы. Даже при редких осадках почвы с хорошей водоудерживающей способностью могут запасти достаточно влаги для поддержания жизни растений.

Кроме этого, запас воды в почве сокращается не только в результате его использования растениями, но и за счет испарения с поверхности почвы. Чтобы его уменьшить, создают растительный покров.

Таким образом, идеальной может считаться такая почва, которая имеет следующие характеристики: инфильтрация - хорошая; водоудерживающая способность - высокая; испарение с поверхности - низкое.

Этим условиям соответствуют, например, черноземы.

Чтобы расти и поглощать биогенные элементы, корням необходима энергия, генерируемая при окислении глюкозы в процессе клеточного дыхания. При этом потребляется кислород и в качестве отхода образуется CO_2 .

У корней должна быть возможность поглощать O_2 из окружающей почвы и удалять в нее CO_2 . Безусловно, обеспечение диффузии (пассивного движения) кислорода из атмосферы в почву и обратное перемещение CO_2 - важнейшая черта почвенной среды. Этот показатель характеризует *аэрация*.

Аэрация - естественное или искусственное поступление воздуха в какую-либо среду (воду, почву и т.д.). Она может производиться при помощи технических средств или путем ликвидации преграды (льда, масляной пленки и др.), препятствующей естественному доступу воздуха к поверхности воды, почвы.

Аэрацию почвы обычно затрудняют 2 обстоятельства: уплотнение почвы; насыщение её водой.

Кислотность почвы важнейший показатель. Например, фосфаты легче усваиваются растениями в кислых почвах.

Число pH - реальная концентрация ионов водорода $[\text{H}^+]$, выраженная в единицах водородного показателя: $\text{pH} = -\lg [\text{H}^+]$.

При равной концентрации ионов H^+ и OH^- - среда нейтральная, а $\text{pH} = 7$. Если $[\text{H}^+]$ больше концентрации гидроксильных ионов $[\text{OH}^-]$, то среда кислая, а pH меньше 7. При $[\text{OH}^-] > [\text{H}^+]$ - среда щелочная, а pH больше 7.

Например, $\text{pH} = 1$ и $\text{pH} = 14$ соответствуют: $[\text{H}^+] = 10^{-1}$ моль/л и $[\text{H}^+] = 10^{-14}$ моль/л.

Механический состав почвы. Структура и механический состав почвы определяются относительным содержанием в ней песка (размеры его частиц: $0,05 \div 2$ мм) и глины (размером $< 0,002$ мм). Имеется 11 структурных классов почв. Идеальная почва должна содержать приблизительно равные количества глины и песка с частицами промежуточных размеров. В этом случае образуется пористая, крупитчатая структура, и почва называется суглинками (размер частиц ближе к размерам частиц глины, чем песка). Если же преобладают песчаные частицы, то можно говорить о супесях.

Ключевые слова: литосфера; земная кора; почва; плодородная почва; компоненты и состав почвы; типы почв; эдафогенные факторы; выветривание; выщелачивание; инфильтрация; водоудерживающая способность почвы; аэрация; механический состав почвы.

Вопросы для проверки:

1. Дайте определение понятию «литосфера».
2. Какое строение имеет земная кора?
3. Какой слой суши называется почвой?
4. Назовите главные компоненты почвы.
5. Какие существуют типы почв?
6. Какие факторы называются эдафогенными?
7. Какие процессы включает выветривание почвы?
8. Что подразумевают под выщелачиванием почвы?
9. Какая почва считается идеальной?
10. Что такое аэрация?
11. Какие обстоятельства затрудняют аэрацию почвы?
12. Что определяет механический состав почвы?

Лекция 9. ЗАЩИТА ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ОТ ЭРОЗИИ И ДЕФЛЯЦИИ

План:

1. Загрязнения почвы.
2. Эрозия почвы и дефляции.
3. Предупреждение эрозии почвы.
4. Главные направления защиты земельного фонда.

1. Загрязнение почвы

Наиболее опасные воздействия человека на почву: загрязнение химическими веществами, антропогенная эрозия, засоление (главным образом, за счет чрезмерного водного орошения), заболачивание, добыча полезных ископаемых (главным образом - горючих, а также металлических руд), использование плодородной почвы под строительство.

Загрязнения почвы. Главными загрязнителями являются промышленные предприятия (черной и цветной металлургии, энергетики, химической промышленности), вызывающие загрязнение токсичными веществами, включая тяжелые металлы, а также компоненты, способствующие выпадению кислотных дождей. Автотранспорт дает загрязнение свинцом и утечками топлива, быт и строительство (бытовые отходы, свалки), сельское хозяйство (загрязнение пестицидами, а иногда и перенасыщение почвы удобрениями). Значительное загрязнение дают утечки топлива (аварии нефтепроводов, а также при операциях транспортировки), могильники с радиоактивными отходами и токсичными веществами и др. источники.

Эрозия почвы и опустынивание земель

Эрозия почвы (от лат. erosio - разъедание) - это процесс разрушения верхних наиболее плодородных слоев почвы и подстилающих пород под действием воды, ветра, вследствие хозяйственной деятельности человеческого общества, а также животных, что приводит и к нарушению структуры почвы, а главное - к уменьшению плодородия почвы.

Археологи установили, что упадок многих ранее могущественных цивилизаций был вызван не внешними врагами, а медленным экологическим самоубийством - неспособностью сохранить земельные и водные ресурсы. Например, Северная Африка, некогда снабжавшая зерном Римскую империю, теперь по большей части представляет собой пустыню. Аналогично, ключевым фактором упадка некогда процветающей в Центральной Америке культуры Майя, вероятно, была потеря почвенного плодородия вследствие эрозии.

За последние 25 лет площади сельскохозяйственных угодий сократились на 33 млн га, несмотря на ежегодное вовлечение в сельскохозяйственный оборот новых земель. Подсчитано, что земельные ресурсы на душу населения уменьшаются на 2 % за год, плодородные земли (угодья) на 6-7 %. Русские экологи А.В. Яблоков и С.А. Остроумов (данные 1985 г.) считают, что ежегодно в мире площади пашен и пастбищ под влиянием деятельности человека сокращаются на 5-8 млн. га. Из них в результате эрозии теряется примерно 3 млн. га, подвергается различным видам опустынивания - 2 млн. га и исключается из пользования в результате загрязнения - около 2 млн. га. Пустыни интенсивно наступают и занимают все большие территории. Так, отмечен в некоторые годы рост пустыни Сахара со скоростью порядка 48 км в год. Потери почвы в основном вследствие вышеуказанных факторов, а также рост численности населения обуславливают интенсивное уменьшение площади почвы на душу населения. По оценке Института мировой статистики потери почвы от эрозии в мире из года в год продолжают расти. В отличие от землетрясений и извержений вулканов это бедствие надвигается постепенно, но это не уменьшает значения проблемы.

Типы эрозии почвы:

1. Геологическая: а) водная; б) ветровая.
2. Антропогенная.
3. Зоогенная (пастбищная).

В водной эрозии в качестве разрушающей силы выступает текущая и падающая вода. Водную эрозию подразделяют на плоскостную (равномерно сносится водными потоками поверхностный слой почвы), струйчатую (заметно проявляются слабые очаги эрозии по местам концентрации водных потоков), бороздчатую и овражную (как следующие две стадии струйчатой, сопровождающиеся очаговым разрушением почв и даже грунтов с выносом больших масс продуктов эрозии в водные источники, из-за этого на 1 га пашни приходится до 5-10 км оврагов), ирригационную (связана с подачей на поверхность больших масс воды, которая не успевает впитываться и стекает по поверхности, а часто сопровождается и засолением почв), капельную (разрушение структуры почв каплями воды, что приводит к ее уплотнению и уменьшению водопроницаемости), русловую (например, действие речных водных потоков), а также подземную (боковую и глубинную) и др.

Ветровая эрозия (или ***дефляция***) - это разрушение почвы за счет движения воздуха (ветра). Наиболее резко проявляется в пустынях. (от позднее лат. deflatio-сдувание) (развевание).

Дефляция почв проявляется во всех зонах, но в большей степени она характерна для аридных территорий со среднегодовым количеством осадков менее 300 мм.

Пыльные бури происходят при больших скоростях ветра более 15-20 м/сек, при этом мелкие почвенные частицы размером менее 0,1 мм поднимаются на большую высоту (сотни метров), дальность переноса может достигать сотен км.

Повседневная эрозия проявляется при более низких скоростях ветра и ограничивается переносом частиц в пределах одного поля или нескольких соседних полей.

Ущерб, причиняемый ветровой эрозией, весьма многообразен. Пыльные бури приводят к уничтожению посевов, засыпают каналы, дороги, лесополосы, нарушают работу наземного транспорта и авиации, переносят водорастворимые соли и токсиканты, вызывают опасность для здоровья людей и животных. Повседневная ветровая эрозия приводит к выдуванию наиболее плодородного пахотного слоя почв, механически повреждает посевы сельскохозяйственных культур. Главной причиной ветровой эрозии, так же как и водной, является нерациональная хозяйственная деятельность человека.

К природным факторам относятся климат, рельеф, свойства почв, растительный покров.

К ведущим климатическим факторам относятся режим ветров, атмосферных осадков и температуры. Наиболее сильнодействующий фактор - скорость ветра, которая определяет его кинетическую энергию. Сила ветра оценивается по 17- балльной шкале Бофорта, которая включает скорости ветров от 0 до 70 м/сек. Ветровая местная эрозия начинает проявляться при слабом бризе (4-6 м/сек), а пыльные бури — при сильном ветре (16-20 м/сек), сильных бурях, штормах и ураганах (24-42 м/сек и более), при которых деревья вырываются с корнем, срываются крыши домов, повреждаются линии электропередач и др.

Антропогенная эрозия (разрушение почвы в результате хозяйственной деятельности человека) включает: механическую и транспортную (вызывает нарушение структуры почвы, например, при использовании тяжелой сельскохозяйственной техники или неверных способах обработки земель), строительную (карьеры, вырубка лесов, строительство на плодородных землях), химическую (загрязнение веществами приводилось выше), пастбищную (вытаптывание и уплотнение почвы животными, обкусывание растений, чрезмерное увеличение детрита в почве из-за длительного выпаса животных на одном месте и др.), а также водную антропогенную (капельная, струйчатая, овражная, ирригационная, которые были рассмотрены выше). При этом особо нужно остановиться на орошаемом земледелии. Сейчас в мире около 250 млн. га орошаемых земель.. При этом кроме ирригационной эрозии поливные почвы часто подвергаются так называемому вторичному засолению. Избыточная влага постепенно проникает до грунтовых вод и обуславливает повышение их уровня. При

испарении воды с поверхности растворенные в этих водах соли накапливаются в поверхностном слое почвы. Это и есть вторичное засоление, которое, в частности, можно оценить и по увеличению показателя плотности почвы, ведь ранее указывалось, что плотность черноземов примерно 1,1-1,2 г/см³. Это ведет к уменьшению урожайности почвы и другим неблагоприятным последствиям. Первичное засоление (образование солончаков) происходит естественным порядком без участия человека.

Основные причины ускоренной эрозии:

1. Неверные методы земледелия (введение монокультур, неправильное орошение и обработка почвы);
2. Перевыпас животных (пастбищная эрозия - рассматривалась выше);
3. Сведение лесов (леса регулируют поверхностный и подземный сток, химический состав почвы - наличие солей и детрита, определяют климатические условия, включая воздействие ветра).

Предупреждение эрозии почвы

С этой целью проводятся зональные и межзональные мероприятия, включающие: агротехнические, гидротехнические и организационно-хозяйственные. Примеры: соблюдение севооборотов (пропашные культуры, например, кукуруза, картофель, должны сменяться посевами, скрепляющими почву корнями, например травосмесями), проведение контурной вспашки (по горизонталям рельефа), использование техники с малым удельным давлением на почву, создание полевых защитных полос, разумная химизация (биологическая защита культур вместо использования пестицидов, селекция) и орошение земель, умеренные нагрузки в агроэкосистемах, регулирование выпаса животных и другие направления.

В заключение необходимо отметить, что самоочистка и естественное восстановление почвенного покрова на нашей планете протекают очень медленно по сравнению с самоочисткой атмосферы и гидросферы.

Главные направления защиты земельного фонда:

1. Максимально полное и комплексное извлечение всех полезных компонентов из природных месторождений (меньше отходов, отвалов);
2. Экономное использование сырья и топлива;
3. Разработка экологически чистых источников энергии;
4. Глубокая очистка отходов от токсичных веществ;
5. Разработка безотходных технологий и создание предприятий, работающих по замкнутому циклу (например, из навоза получают биогаз);
6. Воссоздание лесов;
7. Рациональное использование сельскохозяйственных земель;
8. Рекультивация (восстановление и повторное использование земель в местах добычи полезных ископаемых).

Ключевые слова: земельный фонд; загрязнение почвы; эрозия почвы; защита почв, дефляция, аэрация.

Вопросы для проверки:

1. Что подразумевают под загрязнением почвы?
2. Перечислите наиболее опасные воздействия человека на почву.
3. Какие источники загрязнения почв вы знаете?
4. Что такое эрозия почвы и опустынивание земель?
5. Охарактеризуйте основные типы эрозии почвы.
6. Какие мероприятия проводятся для предупреждения эрозии почвы?
7. Что такое дефляция?
8. Назовите главные направления защиты земельного фонда.

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА И ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО - МЕТОДИЧЕСКИХ ПОСОБИЙ

Основная литература

1. Конституция Республики Узбекистан.
2. Законы Республики «Об охране атмосферного воздуха», «О воде и водопользовании», «Об особо охраняемых природных территориях», «Об отходах», «О недрах».
3. Безопасность жизнедеятельности: Учебник / Под ред. проф. Э. А. Арустамова. — 10-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2006. - 476 с.
4. Экология и безопасность жизнедеятельности: Учеб. пособие для вузов/ Д.А. Кривошеин, Л.А.Муравей, Н.Н. Роева и др.; Под ред. Л.А. Муравья. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2000. - 447 с.
5. Коробкин В.И. Экология и охрана окружающей среды: учебник/ В.И. Коробкин. – М.: КНОРУС, 2016. - 336 с

Дополнительная литература

1. Мирзиёев Ш.М. Критический анализ, жёсткая дисциплина и персональная ответственность должны стать повседневной нормой в деятельности каждого руководителя: Доклад на расширенном заседании Кабинета Министров, посвящённом итогам социально-экономического развития. – Ташкент: «Узбекистан», 2017. – 104 с.
2. Послание Президента Республики Узбекистан Шавката Мирзиёева Олий Мажлису. – Ташкент: ИПТД «Узбекистан», 2018. – 88 с.
3. Шилов И.А. Экология / И.А. Шилов. - М.: ЮРАЙТ, 2017. -367 с.
4. Зайцев В.А. Промышленная экология [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.А. Зайцев. – Электронное издание. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 382 с.
5. Инженерная экология: Учебник / Под ред. проф. В.Т. Медведева. — М.: Гардарики, 2002. — 687 с
6. Николайкин Н.И. Экология / Н.И. Николайкин, Н.Е. Николайкина, О.П. Мелехова.— М.: Дрофа, 2004. – 624 с.
7. Осипов В.И. Природные катастрофы на рубеже ХХ1 века/В.И.Осипов // Вестн. РАН. — 2001. — N: 4.
8. Гришин А.С., Новиков В.М. Экологическая безопасность: Учебное пособие. - М., Гранд, 2000.- 346 с.
9. Израэль Ю.А. Контроль окружающей среды. - М., Гидрометеиздат, 1990. – 228 с.
10. Илларионов А.И. Экологические основы природопользования. - М., «Экология и жизнь», 2002. – 462 с.
11. Колесников С.И. Основы экологии для инженеров. Учебное пособие. - Р/Д, Феникс, 2003.- 376 с.
12. Носков А.С., Пай З.П. Технологические методы защиты атмосферы от вредных выбросов на предприятиях энергетики.- Новосибирск, СОРАН, 1996.
13. Хван Т.А. Промышленная экология. – Рн/Д, «Феникс», 2003.-648 с.
14. Смит Дж. М. Модели в экологии: Пер. с англ. – М.: Мир, 2006.- 348 с.
15. Munn R.E. Global environmental monitoring system. SCOPE, rep.3. Toronto, 2013.
16. Williamson M. H. Introducing students to the concepts of population dynamics. In: The Teaching of Ecology, ed. Lambert J. M., Blackwells, Oxford, 169-175, 2007.

Электронные ресурсы

1. LexUz Национальная законодательная база Республики Узбекистан.
2. <http://www.geoglobus.ru/earth/geo5/earth01.php>.- Геоглобус
3. <http://refbest.ru/wievjob.php?id=5201> Гидросфера
4. <http://ipb.mos.ru/ttb> Интернет журнал «Технологии техносферной безопасности».

