

Лекция 5

Экология литосферы

Понятие почвы. Антропогенное воздействие на почву

Литосфера – земная кора, наружная твердая каменная оболочка земного шара силикатного состава, толщиной 30 – 80 км. Живые организмы в литосфере имеются на глубине до 3 км. Экологическая функция литосферы выражается в том, что она является «базовой подсистемой биосферы», так как вся континентальная и почти вся морская биота опирается на земную кору.

Кроме того, литосфера служит основным поставщиком минерально-сырьевых и в том числе энергетических ресурсов, большая часть которых относится к невозобновимым.

Почва – поверхностный плодородный слой земной коры, созданный под совокупным влиянием внешних условий: тепла, воды, воздуха, растительных и животных организмов, особенно микроорганизмов

Свойства почвы определяют само существование высших и низших растений, многих животных, образование и распространение сообществ. Жизненно необходимый обмен минеральными веществами между биосферой и неорганическим миром происходит именно в почве. К факторам почвообразования относятся также рельеф и деятельность человека.

Живые организмы способствуют развитию основного свойства почвы – плодородия. В результате разложения растительного детрита, состоящего из опада и отмерших частей растений, образуются гуминовые вещества – основа почвенного гумуса. Соединяясь с мельчайшими минеральными частицами, гуминовые вещества образуют мицеллы глинисто-гумусового комплекса почвы. Они удерживают на своей поверхности ионы растворимых солей, обеспечивают равновесный ионный обмен с почвенным раствором и тем самым влияют на условия питания растений. Содержание гумуса в почве и мощность богатого гумусового слоя в значительной мере определяют плодородие почвы.

Плодородием почвы называют ее способность обеспечивать растения необходимым количеством питательных элементов, воды и воздуха. Оно складывается в ходе почвообразовательного процесса и воздействия человека на почву

Естественное плодородие почвы связано с запасом питательных веществ в ней и ее водным, воздушным и тепловым режимами. Почва обеспечивает потребность растений в водном и азотном питании, являясь важнейшим агентом их фотосинтетической деятельности. Плодородие почвы зависит также от величины аккумулированной в ней солнечной энергии. Растительность аккумулирует ежегодно большое количество солнечной энергии в ходе фотосинтеза и создании биомассы, трансформируясь в органическое вещество. Большая часть

синтезированного органического вещества вследствие его разложения возвращается в почву и воду.

Основные свойства почвы как экологической среды – это ее физическая структура, механический и химический состав, pH и окислительно-восстановительные условия, содержание органических веществ, аэрация, влагоемкость и увлажненность. Различные сочетания этих свойств образуют множество разновидностей почв и разнообразие почвенных условий.

Сейчас на Земле по распространенности ведущее положение занимают четыре типологические группы почв:

1) почвы влажных тропиков и субтропиков, преимущественно красноземы и желтоземы, для которых характерны богатство минерального состава и большая подвижность органики;

2) плодородные почвы саванн и степей – черноземы, каштановые и коричневые почвы с мощным гумусовым слоем;

3) скудные и неустойчивые почвы пустынь и полупустынь, относящиеся к разным климатическим зонам;

4) относительно бедные почвы лесов умеренного пояса – подзолистые, бурые и серые лесные почвы.

Химический состав почв очень разнообразен. Содержание в почве некоторых ионов имеет большое экологическое значение. Почвы, залегающие на известняках, богаты кальцием. На них развивается специфическая кальцефитная растительность. Другие растения, наоборот, избегают высоких концентраций кальция в почве.

Своеобразна растительность засоленных почв, богатых натрием и хлором (галофиты солончаков, морских берегов). Активная реакция большинства почв близка к нейтральной (pH=7). Известковые и засоленные почвы имеют щелочную реакцию (pH=8-9), а болотные почвы и торфяники – кислую (pH=4-5). Известны эндемические фитоценозы, связанные с участками почвы, содержащей повышенные количества некоторых микроэлементов. Многие представители почвенной фауны также чувствительны к ионному составу почв.

Почва – открытая экологическая система, находящаяся в постоянных обменных взаимодействиях с другими элементами биосферы, зависящая от их состояния и, в свою очередь, оказывающая весьма существенное влияние на сопредельные элементы биосферы (атмосферный воздух, поверхностные и подземные воды).

Почвенный покров принадлежит к саморегулирующейся биологической системе. Живые организмы, растения и животные, населяющие Землю, фиксируют солнечную энергию в форме фито- или зоомассы. Продуктивность наземных экосистем зависит от теплового и

водного балансов земной поверхности. В природных экосистемах процессы производства и разложения органики сбалансированы таким образом, что отходы одних организмов служат средой обитания для других и таким образом осуществляется практически замкнутый круговорот веществ в природе, в ходе которого около 90% энергии расходуется на разложение и возвращение веществ в биогеохимический кругооборот.

Почва представляет собой основной источник продовольствия, обеспечивающий 95 – 97% продовольственных ресурсов для населения планеты. Площадь земельных ресурсов мира составляет 129 млн. км², или 86,5% площади суши. Пашня и многолетние насаждения в составе сельскохозяйственных угодий занимают около 15 млн. км² (10% суши), сенокосы и пастбища – 37,4 млн. км² (25%). Общая площадь пахотнопригодных земель оценивается различными исследователями от 25 до 32 млн. км². Почва находится под постоянным прессом воздействия компонентов климата и погоды, флоры и фауны, а в современных условиях порой испытывает запредельное воздействие антропогенных нагрузок.

Воздействие человека на литосферу приближается к пределам, переход которых может вызвать необратимые процессы почти по всей поверхностной части земной коры. В процессе преобразования литосферы (на начало 90-х годов) извлечено 125 млрд. т угля, 32 млрд. т нефти, более 100 млрд. т других полезных ископаемых. Распахано более 1500 млн. га земель, заболочено и засолено 20 млн. га. Эрозией за последние сто лет уничтожено 2 млн. га, площадь оврагов превысила 25 млн. га. Высота терриконов достигает 300 м, горных отвалов – 150 м, глубина шахт, пройденных для добычи золота, превышает 4 км (Южная Африка), нефтяных скважин 6 км.

Таким образом, техногенным изменениям подвержены все составляющие литосферы:

1) почвы; 2) горные породы и их массивы; 3) недра.

Основными видами антропогенного воздействия на почвы является: 1) эрозия; 2) загрязнение; 3) вторичное засоление и заболачивание; 4) опустынивание; 5) отчуждение земель для промышленного и коммунального строительства.

Эрозия почв. Существует несколько видов антропогенной эрозии почв: промышленная (разрушение сельскохозяйственных земель при строительстве и разработке карьеров); военная (воронки, траншеи); пастбищная (при интенсивной пастьбе скота); ирригационная (разрушение почв при прокладке каналов и нарушении норм поливов). Однако, настоящим бичом земледелия в мире остаются водная эрозия (ей подвержены 31 % суши) и ветровая эрозия (дефляция), активно действующая на 34 % поверхности суши.

Эрозия почв – разрушение и снос верхних наиболее плодородных горизонтов и подстилающих пород ветром (ветровая эрозия) или потоками воды (водная эрозия). Земли, подвергшиеся разрушению в процессе эрозии, называют эродированными.

В США подвержено эрозии 40% всех сельскохозяйственных земель, в засушливых районах мира 60 % от общей площади, из них 20 % сильно эродированы. В РФ из 605 млн. га площади сельхозугодий свыше 40% эродированы или находятся под угрозой эрозии.

Эрозия оказывает существенное негативное влияние на состояние почвенного покрова, во многих случаях разрушая его полностью. Падает биологическая продуктивность растений, снижаются урожаи и качество зерновых культур, хлопка, чая и др.

Ветровая эрозия. Интенсивность ветровой эрозии зависит от скорости ветра, устойчивости почвы, наличия растительного покрова, особенностей рельефа. Особое влияние на ее развитие оказывают антропогенные факторы. Например, уничтожение растительности, нерегулируемый выпас скота, неправильное применение агротехнических мер резко активизирует эрозионные процессы.

Под ветровой эрозией понимают выдувание, перенос и отложение мельчайших почвенных частиц ветром.

Различают местную (повседневную) ветровую эрозию и пыльные бури. Первая проявляется в виде поземок и столбов пыли при небольших скоростях ветра. Пыльные бури возникают при очень сильных и продолжительных ветрах, скорость ветра достигает 20 - 30 м/с. Наиболее часто пыльные бури наблюдаются в засушливых районах (сухие степи, полупустыни, пустыни). Пыльные бури безвозвратно уносят самый плодородный слой почв; они способны развеять за несколько часов до 500 т почвы с 1 га пашни, негативно влияют на все компоненты окружающей природной среды, загрязняют атмосферный воздух, водоемы, отрицательно влияют на здоровье человека.

В России пыльные бури неоднократно возникали в Нижнем Поволжье, на Северном Кавказе, в Башкирии. В настоящее время крупнейший источник пыли - Арал. На космических снимках видны шлейфы пыли, которые тянутся в стороны от Арала на многие сотни километров. Общая масса переносимой ветром пыли в районе Арала достигает 90 млн. т в год. Другой крупный пылевой очаг в России – Черные земли Калмыкии.

Водная эрозия почв (земель). Различают несколько форм водной эрозии: плоскостную, струйчатую, овражную, береговую.

Под водной эрозией понимают разрушение почв под действием временных водных потоков.

Как и в случае ветровой эрозии, условия для проявления водной эрозии создают природные факторы, а основной причиной ее развития является производственная и иная деятельность человека: уничтожение растительности и лесов, чрезмерный выпас скота, отвальная обработка почв. В частности, появление новой тяжелой почвообрабатывающей

техники, разрушающей структуру почвы, - одна из причин активизации водной эрозии в последние десятилетия.

Среди различных форм проявления водной эрозии значительный вред природной среде и в первую очередь почвам приносит овражная эрозия. Экологический ущерб от оврагов огромен. Овраги уничтожают ценные сельскохозяйственные земли, способствуют интенсивному смыву почвенного покрова, заиливают малые реки и водохранилища, создают густо расчлененный рельеф. Площадь оврагов только на территории Русской равнины составляет 5 млн. га и продолжает увеличиваться.

Загрязнение почв. Основная часть загрязняющих веществ поступает в почвы с атмосферными осадками, отходами производства и бытовыми отходами с мест их складирования, пестицидами и удобрениями, вносимыми в почву.

Пестициды. Наиболее важной в современных условиях сельскохозяйственного производства является оценка загрязнения почв пестицидами.

Пестициды – ядохимикаты, применяемые для уничтожения вредных организмов, животных, растений, бактерий и болезнетворных грибов.

Пестициды включают обширную группу химических веществ различных классов и химической природы. Ежегодно в мире применяется более 1 млн. т одних только гербицидов, включающих 900 наименований, почти 90 % этих веществ в конечном итоге попадает в почву.

Проявление токсического эффекта пестицидов в почве и процессы накопления зависят от ряда факторов: объемов и сроков внесения, свойств пестицида, сорбции, механического состава и структуры почвы, наличие органического вещества, pH, влажности и др.

ПДК пестицидов в почве представляет собой максимальное содержание остатков пестицидов, при котором они мигрируют в сопредельные среды в количествах, не превышающих гигиенические нормативы, а также не влияют отрицательно на биологическую активность почвы.

В зависимости от назначения, химической природы и патогенных свойств для теплокровных и человека принято несколько классификаций пестицидов: химическая, производственная, гигиеническая.

По химической структуре различают пестициды: хлорорганические, фосфорорганические, ртутьорганические, мышьякосодежащие, производные мочевины, цианистые соединения, производные карбаминовой, тио- и дитиокарбаминовой кислот, препараты меди, производные фенола, серы и ее соединений.

По объекту воздействия различают пестициды, направленные против насекомых (инсектициды), болезнетворных грибов (фунгициды), позвоночных животных (зооциды),

нематод (нематоциды), бактерий (бактерициды), сорных растений (гербициды), клещей (акарициды) и др.

К пестицидам относят также химические вещества для отпугивания насекомых, грызунов и других животных (репелленты), привлечения насекомых с последующим их уничтожением (аттрактанты), половой стерилизации насекомых (стерилизаторы).

К пестицидам относятся дефолианты – средства для удаления листьев, десиканты – препараты для высушивания листьев на корню, дефлоранты – вещества для удаления излишних цветов. В сельскохозяйственной практике применяются как общеистребительные гербициды, уничтожающие все растения на обрабатываемой площади, так и избирательные, губительно действующие только на сорную растительность. Существуют химические средства стимулирования и торможения роста растений, препараты для предуборочного удаления листьев и подсушивания растений.

Гигиеническая классификация пестицидов учитывает степень их ядовитости (токсичности) для биологических объектов, кумулятивные свойства и стойкость с учетом возможности циркуляции во внешней среде.

Только в России используется более 100 индивидуальных пестицидов при общем годовом объеме их производства – 100 тыс. т.

Пестициды – это единственный загрязнитель, который сознательно вносится человеком в окружающую среду. Все виды пестицидов представляют собой яды и поражают не только животных-вредителей, растения и возбудителей болезней культурных растений, но и полезных животных и растений, а также представляют серьезную опасность для человека.

Несбалансированное применение пестицидов приводит к подавлению биологической активности почв и препятствует естественному восстановлению плодородия, увеличивает потери и сокращает сроки хранения сельскохозяйственной продукции, снижает урожайность ряда культур из-за гибели насекомых-опылителей.

Пестициды обладают способностью накапливаться в окружающей среде и организме животных и человека, передаваясь по пищевым цепочкам, нарушают обмен веществ, повреждают структуры клеток, в том числе аппарат наследственности. Чрезвычайно опасны пестициды для детей, поскольку вызывают у них болезни кожи, пищеварительного тракта, органов дыхания, нарушение обмена веществ, отставание в физическом развитии.

В 1999 г. подразделениями Росгидромета выборочно обследованы почвы на загрязнение пестицидами на территории 34 субъектов Российской Федерации: весной – 17,5 % тыс. га и осенью – 19,5 % тыс. га. В 2,9 тыс. объединенных проб почвы определялись пестициды 21 наименования.

Обследование установило загрязнение почв следующими видами пестицидов: суммарным ДДТ, метафосом, трефланом и 2,4 – Д. Загрязненные почвы обнаружены в 12 субъектах Российской Федерации из 34 обследованных. Наибольшие площади загрязненных почв отмечены в Курской области и на Северном Кавказе. Почвы Ростовской области загрязнены метафосом на уровне 1,0 – 4,0 ПДК под зерновыми, кукурузой, корнеплодами, зернобобовыми, садовыми и другими культурами. В Краснодарском крае отмечено загрязнение почв метафосом (2,2 ПДК) под корнеплодами. Впервые в Брянской области обнаружено значительное загрязнение почв под садами суммарным ДДТ, составляющим 4,5 – 6,2 ПДК. На территории Омской области, как и в предыдущие годы, почвы под овощами загрязнены трефланом на 7,6 % обследованной площади. В Белгородской, Иркутской, Курганской, Самарской, Новосибирской, Ульяновской областях и Мордовии площади загрязненных почв не превышают 3 % обследованной территории.

Не обнаружено загрязнение почв в Алтайском и Приморском краях, Астраханской, Владимирской, Воронежской, Ивановской, Костромской, Нижегородской, Оренбургской, Пензенской, Рязанской, Тамбовской, Томской, Тульской и Ярославской областях, Марий-Эл, Татарстане, Удмуртии, Чувашии.

Агрохимикаты. Потеря естественного плодородия почв приводит к необходимости постоянно увеличивать объемы применения удобрений. Агрохимикаты – это удобрения, химические мелиоранты, кормовые добавки, предназначенные для питания растений, регулирования плодородия почв и подкормки животных. Сроки и количество внесения удобрений нуждаются в тонкой балансировке. Почвы загрязняются минеральными удобрениями в случаях, если их используют в неумеренных количествах, теряют при производстве, транспортировке и хранении. Из азотных, суперфосфатных и других типов удобрений в почву в больших количествах мигрируют нитраты, сульфаты, хлориды и другие соединения.

В последние годы выявлен еще один неблагоприятный аспект неумеренного потребления минеральных удобрений и в первую очередь нитратов. В удобрениях азот присутствует в виде аммониевых или нитратных соединений, в наиболее усвояемой растениями форме. Подкормки азотными удобрениями способствуют увеличению содержания белка в зерне пшеницы, фосфорными и калийными подпитками повышают содержание крахмала в картофеле и сахара в свекле. Таким образом, сами по себе нитраты не представляют особой опасности для здоровья человека и животных, но легко образующиеся из них нитриты высокотоксичны, вызывают, в частности, тяжелое заболевание крови.

Оказалось, что большое количество нитратов снижает содержание кислорода в почве, а это способствует повышенному выделению в атмосферу двух «парниковых» газов - закиси азота и метана.

Загрязнение почв тяжелыми металлами. Многолетние наблюдения за содержанием тяжелых металлов в почвах 200 населенных пунктов России показало, что к чрезвычайно опасной категории загрязнения относятся почвы 0,5% обследованных населенных пунктов, к опасной категории загрязнения – 3,5%, к умеренно опасной категории загрязнения – 8,5%.

Почвы остальных 87,5% населенных пунктов можно отнести к допустимой категории загрязнения, хотя практически во всех городах отдельные участки имеют более высокую категорию загрязнения тяжелыми металлами, чем в целом по городу. Самыми мощными источниками загрязнения почв тяжелыми металлами в городах являются комбинаты черной и цветной металлургии, а в сельской местности – минеральные удобрения, содержащие тяжелые металлы в качестве примесей.

В загрязнении почвенного покрова Москвы участвует 37 металлов. 22,2% территории города относится к категории среднего загрязнения, 19,6% - сильного загрязнения и 5,8% территории имеет максимальный уровень загрязнения почв.

В 1999 г. Росгидрометом был проведен эколого-токсикологический анализ почв 34,4 млн. га сельскохозяйственных угодий на содержание тяжелых металлов (из имеющихся 221,1 млн. га). В результате обследования выявлено 1,1 млн. га земель, загрязненных тяжелыми металлами.

Доля почв, загрязненных элементами первой группы опасности (высоко опасные вещества), не превысила 2%, а загрязнение почв ртутью, относящейся к этой группе, практически не выявлено.

Доля почв, загрязненных медью, относящейся ко второй группе опасности (умеренно опасные вещества), составила 3,8%, загрязнение остальными элементами этой группы менее значительно.

Среднее содержание тяжелых металлов в пахотном горизонте обследованных почв в основном не выше 0,5 ПДК. Превышение ПДК тяжелых металлов в почвах отмечено в Бурятии, Дагестане, Краснодарском и Приморском краях, а также в Иркутской, Сахалинской, Костромской, Читинской, Мурманской, Оренбургской и Кемеровской областях.

Вторичное засоление и заболачивание почв. В процессе хозяйственной деятельности человек может усиливать природное засоление почв. Такое явление носит название вторичного засоления и развивается оно при неумеренном поливе орошаемых земель в засушливых районах.

Во всем мире процессам вторичного засоления и осолонцевания подвержено около 30% орошаемых земель. Площадь засоленных почв России составляет 36 млн. га (18% общей площади орошаемых земель). Засоление почв ослабляет их вклад в поддержание биологического круговорота веществ, исчезают многие виды растительных организмов, появляются новые растения галофиты (солянка).

Заболачивание почв наблюдается в сильно переувлажненных районах, например, в Нечерноземной зоне России, на Западно-Сибирской низменности, в зонах вечной мерзлоты. Заболачивание ухудшает агрономические свойства почв и снижает производительность лесов.

Опустынивание. Одним из глобальных проявлений деградации почв является опустынивание. Всего в мире подвержено опустыниванию более 1 млрд. га почв практически на всех континентах. На территории, подверженной опустыниванию, ухудшаются физические свойства почв, гибнет растительность, засоляются грунтовые воды, резко падает биологическая продуктивность, следовательно, подрывается способность экосистем к восстановлению.

Опустынивание угрожает примерно 3,2 млрд. га земель, на которых проживают более 700 млн. чел. На территории СНГ опустыниванию подвержено Приаралье, Прибалхашье, Черные земли Калмыкии и Астраханской области. Все они относятся к зонам экологического бедствия и их состояние продолжает ухудшаться.

Отчуждение земель. Почвенный покров агроэкосистем необратимо нарушается при отчуждении земель для строительства промышленных объектов, городов, поселков, для прокладки дорог и трубопроводов, при открытой разработке месторождений полезных ископаемых. По данным ООН, в мире только при строительстве городов и дорог ежегодно безвозвратно теряется более 300 тыс. га пахотных земель.

Отходы производства и отходы потребления. К интенсивному загрязнению почв приводят отбросы и отходы производства. В соответствии с принятой в РФ классификацией (ГОСТ 25916-83) твердые отходы подразделяются на отходы производства и отходы потребления.

Отходами производства являются остатки сырья, материалов и полуфабрикатов, образовавшиеся в процессе производства продукции, утратившие исходные потребительские свойства, а также вещества, улавливаемые при очистке отходящих технологических газов и сточных вод. Основными поставщиками отходов являются: энергетика (зола и шлаки, образующиеся при сжигании твердого топлива); черная и цветная металлургия (шлаки, формовочная земля, коксовые остатки); угледобывающая промышленность (отвалы); деревообрабатывающая отрасль (опилки, стружки) и др.

Отходами потребления являются изделия и материалы, утратившие потребительские свойства в результате физического или морального износа. Например, изношенные текстильные материалы, макулатура, изношенные изделия из пластмасс (в т.ч. тара), отходы жилищно-коммунальные (в т.ч. пищевые) и др.

По физико-химическим свойствам состав твердых отходов весьма разнообразен: от очень активных, токсичных (соединения мышьяка, фтора, фосфора, ртути) до инертных (мел, гипс, глинозем) веществ.

В России ежегодно образуется свыше миллиарда тонн промышленных отходов, из них более 50 млн. т особо токсичных. Огромные площади земель заняты свалками, золоотвалами, хвостохранилищами, интенсивно загрязняющими почвы. На удаление таких отходов производства затрачивается в среднем от 8 до 10% стоимости производимой продукции. Для складирования твердых отходов предприятий ежегодно в Московской области выделяется 20 га земли. Транспортирование и складирование отходов ежегодно поглощает миллиарды рублей.

Воздействия на недра. Экологическое состояние недр определяется прежде всего силой и характером воздействия на них человеческой деятельности.

Недрами называют верхнюю часть земной коры, в пределах которой возможна добыча полезных ископаемых.

Функции недр достаточно многообразны: источник минерально-сырьевых и энергетических природных ресурсов; место захоронения вредных веществ и отходов производства; сброса сточных вод; хранилища нефти, газа и др.; особо охраняемые территории (заповедники, памятники природы); среда для возведения подземных сооружений.

В современный период масштабы антропогенного воздействия на земные недра значительны. Только за один год на десятках тысяч горнодобывающих предприятий мира извлекается и перерабатывается более 150 млрд. т горных пород, откачивается миллиарды тонн кубических метров подземных вод, накапливаются горы отходов.

В России действуют несколько тысяч карьеров для открытой разработки полезных ископаемых, из них самые глубокие – Коркинские угольные карьеры в Челябинской области (более 500 м). Глубина угольных шахт нередко превышает 1500 м.

Только на территории Донбасса расположено более 2000 отвалов пород, вынутых из пустых шахт – терриконов, достигающих высоты 50 – 80 м, а в отдельных случаях и более 100 м, объемом 2 – 4 млн. м³.

Приведенные данные показывают, что недра нуждаются в постоянной экологической защите, в первую очередь от истощения запасов полезных ископаемых, а также от загрязнения их вредными отходами и неочищенными сточными водами.

К числу основных *антропогенных воздействий на горные породы* относятся статические и динамические нагрузки, тепловое воздействие, электрические воздействия и др.

Статические нагрузки. Это наиболее распространенный вид антропогенного воздействия на горные породы. Под действием статических нагрузок от зданий и сооружений, достигающих 2 МПа и более, образуется зона активного изменения горных пород, достигающая глубин 70 – 100 м. При этом наибольшие изменения наблюдаются в вечномерзлых льдистых и сильносжимаемых породах (зоторфованные, илистые).

Динамические нагрузки. Вибрации, удары, толчки типичны при работе транспорта, ударных и вибрационных строительных машин, заводских механизмов. Наиболее чувствительны к сотрясению рыхлые недоуплотненные породы (пески, торф). Прочность этих пород заметно снижается, они уплотняются (равномерно или неравномерно), структурные связи нарушаются, возможно внезапное разжижение и образование оползней, отвалов, плывущих выбросов. Другим видом динамических нагрузок являются взрывы при строительстве автомобильных и железных дорог, гидротехнических плотин, добыче полезных ископаемых и т.д.

Тепловое воздействие. Повышение температуры горных пород наблюдается при подземной газификации углей, в основании доменных и мартеновских печей и др. В ряде случаев температура пород повышается до 40 – 500С, а иногда и до 1000С и более (в основании доменных печей). В зоне подземной газификации углей при температуре 1000 - 16000С породы спекаются, «каменеют», теряют свои первоначальные свойства.

Электрическое воздействие. Создаваемое в горных породах искусственное электрическое поле (электрифицированный транспорт, ЛЭП) порождают блуждающие токи и поля. Наиболее заметно они появляются на городских территориях, где имеется наибольшая плотность источников электроэнергии.

Воздействие на массивы горных пород. Массивы горных пород и, в первую очередь, их поверхностные толщи, в ходе инженерно-хозяйственного освоения подвергаются мощному антропогенному воздействию.

Оползни представляют собой скольжение горных пород вниз по склону под действием собственного веса грунта и нагрузки - фильтрационной, сейсмической или вибрационной. Для оползней характерно отсутствие вращения и опрокидывания смешивающихся масс. Оползни - явление частое на склонах долин рек, оврагов, берегов морей, искусственных выемок. Они нарушают устойчивость массивов горных пород, негативно влияют на многие компоненты окружающей природной среды (нарушение поверхностного стока, истощение ресурсов подземных вод при их вскрытии, образование заболоченностей, гибель деревьев).

Карст. Геологическое явление, связанное с растворением горных пород (известняков, доломита, гипса, каменной соли), образованием при этом подземных пустот (пещер, каверн) и сопровождаемое провалом земной поверхности, получило название карста. Образование провалов и воронок связывают с интенсификацией отбора подземных вод, динамическими вибрационными процессами воздействия транспорта, строительства, статической нагрузки. Активизация карста отмечается во многих районах России, на территории Москвы и Московской области.

Подтопление. Процесс подтопления – яркий пример ответной реакции природной среды на действие антропогенных факторов. Впервые он привлек внимание при создании водохранилищ, когда уровень грунтовых вод по их берегам стал быстро подниматься. В настоящее время под подтоплением понимают любое повышение уровня грунтовых вод до критических величин (менее одного – двух метров от поверхности земли).

При подтоплении территории переувлажняются и заболачиваются массивы горных пород, активизируются оползни, карст. Просадка в лессовых грунтах приводит к резкой неравномерной осадке, а набухание в глинах – к неравномерному подъему зданий и сооружений, испытывающих деформацию. На подтопленной территории возрастает сейсмическая балльность. В результате вторичного засоления почв угнетается растительность, возможно химическое и бактериальное загрязнение грунтовых вод, ухудшается санитарно-эпидемиологическая обстановка.

Причины подтопления разнообразны, но практически всегда связаны с деятельностью человека. Это - утечка воды из подземных водонесущих коммуникаций, засыпка естественных дренажей – оврагов, асфальтирование и застройка территории, нерациональный полив улиц, садов, скверов, барраж подземных вод (задержка их движения глубокими фундаментами), фильтрация из водохранилищ, прудов – охладителей АЭС и др.

Сейчас в России подтопление территорий, особенно городских, приняло массовый характер - подтоплено свыше 700 городов и поселков городского типа, в том числе такие города, как Москва, Санкт-Петербург, Нижний Новгород, Ростов-на-Дону, Волгоград, Новосибирск, Саратов и многие другие.

Образование и классификация отходов

Отходы – это переработанные и видоизмененные по своему физическому, химическому, минералогическому и гранулометрическому составу природные ресурсы, не являющиеся конечным технологическим продуктом и не отвечающие установленным кондициям. Отходы классифицируются по следующим показателям:

- 1) по источникам происхождения – промышленные и бытовые;

- 2) по агрегатному состоянию – твердые, жидкие и газообразные;
- 3) по степени устойчивости в окружающей среде – устойчивые (стекло, полимеры) и неустойчивые (быстроразлагающиеся);
- 4) по токсичности – токсичные и нетоксичные;
- 5) по степени опасности – делятся на 4 класса опасности.

Наиболее опасен 1 класс. Источник образования отходов – хозяйственная деятельность человека (бытовая, промышленная, сельскохозяйственная). Причина образования отходов – узкий, односторонний характер производства, недостаточный уровень использования природных ресурсов и их неэкономичное использование. Следует отметить, что в своей материальной деятельности человечество не производит ничего, кроме текущих и будущих отходов. Ими заканчивается жизненный цикл любых материальных объектов, включая живое вещество и самого человека. В Российской Федерации в отходы переходит 90...95% ресурсов. Площади, занимаемые отходами, увеличиваются ежегодно на 250 тыс. га.

Вторичные материальные ресурсы

Отходы производства и потребления составляют вторичные материальные ресурсы (ВМР). Ежегодно в РФ образуется около 3,5 млрд. т ВМР, из которых 47,4 % используется и обезвреживается. На территории России накоплено около 80 млрд. т твердых промышленных отходов. Это изымает из хозяйственного обихода огромные площади земли. Особую опасность представляют токсичные отходы (~1,5 млрд. т или 18%). Вместе с тем, отходы являются ценным сырьем. Например: – металлургический шлак служит сырьем для производства пемзы (заполнителя легких бетонов для жилищного строительства), щебенки (заполнителя тяжелых бетонов для промышленного строительства), граншлака (для отсыпки дорог), шлаковаты (теплоизоляционного материала); – зола ТЭС и ТЭЦ служит сырьем для производства кирпича с высокими теплоизоляционными свойствами. Ценным сырьем являются твердые бытовые отходы (ТБО). Ежегодно в стране образуется 130...140 млн. м³ ТБО (в том числе в Челябинске около 400 тыс. т), из которых ~4% перерабатывается, остальное везется на свалки. В Челябинске городская свалка находится примерно в 5 км от центра города. Формально она закрыта еще 20 лет назад, но мусор туда сваливают по сей день. Эта свалка является большой экологической и эпидемиологической опасностью миллионного города. В то же время ТБО – ценный энергетический продукт калорийность его эквивалентна торфу, сланцу. При сортировке из ТБО извлекают стекло, металл, пластик и пр. Тара, сделанная из боя стекла, стоит в 10 раз дешевле, чем из силикатного песка. При термическом обезвреживании и утилизации ТБО на 65...75% уменьшается объем отходов, уничтожается патогенная микрофлора. При сжигании отходов можно получить тепло, электроэнергию или

то и другое вместе. Это связано с тем, что теплота сгорания отсортированных ТБО составляет 3350...10500 кДж/кг.

Основные принципы организации малоотходных и безотходных или чистых производств

Развитие безотходного или экологически чистого производства – основа рационального природопользования.

Развитие безотходного или экологически чистого производства – основа рационального природопользования. Создание принципиально новых и реконструкция существующих производств. Комплексное использование сырьевых и энергетических ресурсов. Создание замкнутых производственных циклов. Понятие малоотходного и безотходного производства. Основные принципы организации малоотходных и безотходных или чистых производств. Комбинирование и кооперация производств.

В достаточно полном виде понятие безотходная технология было сформулировано на Общеввропейском совещании по сотрудничеству в области охраны окружающей среды (Женева, 1979 г.) На совещании была принята специальная «Декларация о малоотходной и безотходной технологии и использовании отходов», в которой говорится, что «Безотходная технология есть практическое применение знаний, методов и средств с тем, чтобы в рамках потребностей человека обеспечить наиболее рациональное использование природных ресурсов и энергии и защитить окружающую среду».

Развитие представлений об окружающей среде и рациональном природопользовании, а также практические задачи по созданию и внедрению безотходных производств привели к необходимости сформулировать новое определение безотходной технологии, которое было принято на семинаре Европейской экономической комиссии по малоотходной технологии (Ташкент, 1984 г). Безотходная технология – это такой способ производства продукции (процесс, предприятие, территориально-производственный комплекс), при котором наиболее рационально и комплексно используются сырье и энергия в цикле сырьевые ресурсы - производство - потребление - вторичные сырьевые ресурсы таким образом, что любые воздействия на окружающую среду не нарушают ее нормального функционирования».

Под малоотходным понимается такой способ производства продукции (процесс, предприятие, территориально-производственный комплекс), при котором вредное воздействие на окружающую среду не превышает уровня, допустимого санитарно-гигиеническими нормами; при этом по техническим, организационным, экономическим или другим причинам часть сырья и материалов переходит в отходы и направляется на длительное хранение или захоронение.

В настоящее время, особенно после «Семинара по стимулированию чистого производства» (ЮНЕП, Великобритания, 1990 г.), в основном применяется термин чистое производство.

Термин чистое производство был введен на заседании рабочей группы ЮНЕП в 1989 г. Было дано следующее определение чистого производства, «это производство, которое характеризуется непрерывным и полным применением к процессам и продуктам природоохранной стратегии, предотвращающей загрязнение окружающей среды таким образом, чтобы понизить риск для человечества и окружающей среды.

Применительно к процессам это рациональное использование сырья и энергии, исключение применения токсичных сырьевых материалов, уменьшение количества и степени токсичности всех выбросов и отходов, образующихся в процессе производства.

С точки зрения продукции чистое производство означает уменьшение ее воздействия на окружающую среду в течение всего жизненного цикла (продукта) от добычи сырья до утилизации (или обезвреживания) после использования.

Чистое производство достигается путем улучшения технологии, применением ноу-хау и/или путем изменения управления производством и его организации».

Оба термина нуждаются в серьезной доработке или должны быть заменены на менее уязвимые.

Основные принципы организации малоотходных и безотходных или чистых производств

Создание малоотходных и безотходных или чистых технологических процессов, производств и территориально-производственных комплексов является сложной, комплексной, многостадийной и многоуровневой задачей. Каждый этап и каждая стадия ее решения выдвигают свои требования.

1. Технологический процесс:

- разработка принципиально новых процессов, при внедрении которых существенно снижается или практически исключается образование отходов и отрицательное воздействие на окружающую среду;

- комплексное использование всех компонентов сырья и максимально возможное использование потенциала энергоресурсов. Практически все сырьевые источники являются многокомпонентными и в среднем более трети его стоимости приходится на сопутствующие элементы, которые могут быть извлечены только при комплексной переработке. Так, уже сейчас практически все серебро, висмут, платину, а также более 20% золота и около 30% серы получают попутно при переработке комплексных руд. Требование комплексного

использования сырья в настоящее время возведено в ранг государственной политики. Комплексный подход, имеющий не только экологическое, но и важное экономическое значение, обеспечивает эффективность таких производств, что в значительной степени ускоряет их разработку и внедрение. В качестве примера можно привести комплексную переработку полиметаллических руд, апатитового и нефелинового концентратов, руд, содержащих редкие металлы;

- внедрение геотехнологических методов разработки месторождений полезных ископаемых (например, подземное выщелачивание);

- применение безводных методов обогащения и переработки сырья на месте его добычи;

- использование гидрометаллургических методов переработки руд и отходов;

- применение методов порошковой металлургии;

- внедрение окислительно-восстановительных технологий с применением кислорода, водорода, озона, свободных радикалов, электрического тока и т.д.;

- использование в технологии сверхвысоких давлений и температур, эффекта сверхпроводимости;

- разработка плазменных процессов;

- замена химических процессов с использованием кислот и щелочей механическими методами, например, при очистке поверхностей;

- замена прямоточных процессов противоточными;

- внедрение перспективных высокоэффективных мембранных, ионообменных, экстракционных и других методов для разделения и выделения ряда высокоценных и токсичных веществ;

- максимальная замена первичных сырьевых и энергетических ресурсов вторичными;

- создание энерготехнологических процессов. Комбинирование технологических и так называемых энерготехнологических процессов позволяет увеличивать производительность агрегатов, экономить энергоресурсы, сырье и материалы. В частности, таким образом организованы многотоннажные производства аммиака, азотной кислоты и карбамида. Организация энерготехнологического получения аммиака позволила снизить удельные расходы электроэнергии в 8 раз;

- внедрение непрерывных процессов;

- интенсификация и автоматизация процессов и т. д.

2. Аппаратурное оформление:

- разработка принципиально новых аппаратов (например, позволяющих совмещать в одном аппарате несколько технологических процессов);

- оптимизация размеров и производительности;

- герметизация;

- использование новых конструкционных материалов, позволяющих увеличить долговечность аппаратов, уменьшить их вес и т.д.

3. Сырье, материалы, энергоресурсы:

- обоснованность их качества (в частности, использование сырья и материалов, например технической воды, не более высокого, а строго определенного качества);

- предварительная подготовка сырья и топлива (извлечение из него наиболее токсичных компонентов, например, серы из топлива и т.п.);

- замена высокотоксичных материалов, например ртути, кадмия, свинца и т.д., на менее токсичные вещества при производстве красителей, катализаторов, батареек и других изделий и материалов;

- возможность замены сырья и энергоресурсов на нетрадиционные, местные, попутно добываемые и т.д.

4. Готовая продукция, включая побочную и попутно образующуюся:

- безопасность;

- длительность использования;

- обеспечение возможности и условий для возвращения продукции в производственный цикл после физического и морального износа;

- биоразлагаемость при попадании в окружающую природную среду, например биоразлагаемые пакеты;

- удобство использования, починки, разборки и т.д.

5. Организация производства:

- ключевым является принцип системности. В соответствии с этим принципом каждый отдельный процесс рассматривается как элемент более сложной производственной системы, а на более высоком иерархическом уровне – как элемент всей эколого-экономической системы. В качестве примера можно привести создание в различных отраслях народного хозяйства замкнутых водооборотных систем, являющихся составной частью безотходного производства. Раньше при проектировании промышленных производств водоснабжение, использование воды в самом производстве (для различных технологических нужд) и очистка сточных вод рассматривались отдельно. Результаты этого хорошо известны. В настоящее время при создании замкнутых водооборотных систем промышленных предприятий водоподготовка, использование и очистка воды рассматриваются одновременно с основными технологическими процессами. Образующиеся при очистке сточных вод осадки

перерабатываются в продукцию или выдаются в виде вторичного сырья. В результате очистка сточных вод из вспомогательной операции превращается в основной промышленный процесс со всеми вытекающими отсюда последствиями. Серьезные изменения претерпел и взгляд на качество воды, используемой в технологических процессах. Исторически сложилось так, что при разработке технологических схем на качество воды внимания не обращали. Вода из обычных источников в подавляющем большинстве случаев удовлетворяла технологов, а использованную воду просто сбрасывали в водоемы и только позднее стали направлять на очистные сооружения. Но оказалось, что для многих технологических процессов нет необходимости брать питьевую воду, так как можно использовать бывшую в употреблении. Поэтому вопросом первостепенной важности при создании замкнутых водооборотных систем стала разработка научно обоснованных требований к качеству воды для всех технологических операций и рациональное, многократное, каскадное ее использование;

- цикличность потоков веществ, например создание замкнутых водооборотных и газооборотных циклов. Важнейшие из них замкнутые водооборотные циклы, которые формируют производственную систему по аналогии с природным круговоротом воды. При этом должны соблюдаться следующие требования: водоснабжение и очистка сточных вод рассматриваются как единая система водного хозяйства, предприятия или региона. В основу технического водоснабжения должно лечь многократное использование воды сначала без очистки, а затем уже частично очищенной до качества, определяемого условиями использования. Очистка сточных вод должна в первую очередь ориентироваться на регенерацию локальных потоков отработанных технологических растворов, методы очистки должны обеспечивать одновременно извлечение и утилизацию ценных компонентов. В качестве примера организации технологических процессов с рециркуляцией газовых потоков можно привести замкнутую систему использования аспирационного воздуха после очистки на рукавных фильтрах в корпусах обогатительных фабрик асбестовых комбинатов. Подобная система позволяет очистить воздух от загрязнений (асбеста) до уровня предельно допустимых концентраций, получить дополнительную продукцию;

- возможность комбинирования производств на основе комплексного использования сырья и энергоресурсов;

- возможность отраслевой кооперации производств на основе переработки и утилизации вторичных ресурсов. Примерами такого комбинирования может служить создание производства карбамида на основе диоксида углерода, образующегося в качестве отхода при производстве аммиака. Совмещение производства аммиака и азотной кислоты, переработки апатита и получения сложных удобрений, соединений стронция, редкоземельных элементов и фтора позволило создать практически безотходное производство. Особенно важна кооперация

производств с большим количеством отходов (получение фосфорных удобрений, чугуна, стали, переработка угля) с производством строительных материалов;

- обоснованность района и площадки строительства с учетом фонового загрязнения окружающей среды, перспектив развития данного производства и других производств в регионе,

- создание малоотходных и безотходных территориально-производственных комплексов (ТПК) или эколого-промышленных парков. В рамках таких комплексов складываются наиболее благоприятные условия для кооперирования различных производств таким образом, чтобы отходы одних предприятий использовались другими, решения транспортных проблем, размещения жилых массивов и рекреационных территорий и т.д. Примерами являются территориально-производственные комплексы, создающиеся на Кольском полуострове, формируемые в Сибири и других регионах, а также ранее упомянутые в начале этого раздела. В конечном итоге последовательные, целенаправленные действия должны привести к возникновению сначала в отдельных регионах, а в будущем и в масштабах всей страны непрерывного техногенного круговорота веществ и связанных с ним превращений энергии;

- рациональная организация производства. При этом подразумевается, что увеличение объема производства и расширение номенклатуры выпускаемой продукции не приводят к невосполнимым потерям природных ресурсов в регионе. Производство в данном случае должно оптимизироваться одновременно по энерготехнологическим, экономическим, экологическим и социальным параметрам. Одним из примеров такого подхода и организации безотходного или чистого производства является утилизация пиритных огарков – отхода производства серной кислоты. В настоящее время пиритные огарки полностью используются в производстве цемента. Однако при этом их ценнейшие компоненты, такие, как медь, серебро и золото, не извлекаются, а оксиды железа используются менее эффективно. В то же время разработана и опробована экономически выгодная технология их переработки (например, хлоридная), позволяющая получать медь, благородные металлы и использовать железо по его прямому назначению. Выделение ценных компонентов из пиритных огарков будет более рациональным по сравнению с их включением в производство цемента, хотя в обоих случаях реализуется безотходная переработка;

- создание региональных систем (или центров) по переработке и обезвреживанию отходов, прежде всего токсичных. Это полигоны, заводы по производству строительных материалов, использующие и обезвреживающие некоторые токсичные материалы в силу особенностей своей технологии (обжиг и спекание при высоких температурах).

В ряде отраслей промышленности России уже имеются количественные показатели оценки безотходности. Так, в цветной металлургии широко используется коэффициент комплексности, определяемый долей полезных веществ (в %), извлекаемых из перерабатываемого сырья по отношению ко всему его количеству. В ряде случаев он уже превышает 80%.

Как известно, добыча угля является одним из самых материалоемких и экологически сложных в народном хозяйстве процессов. Для этой отрасли установлено, что производство является безотходным (правильнее – малоотходным), если коэффициент безотходности превышает 75%. В случае использования наряду с вновь образующейся породой отвалов прошлых лет, коэффициент безотходности может быть более 100%.

Вероятно, в первом приближении для практических целей значение коэффициента безотходности (или коэффициента комплексности), равное 75% и выше, можно принять в качестве количественного критерия малоотходного, а 95% - безотходного производства и в ряде других материалоемких отраслей народного хозяйства. При этом, безусловно, должна учитываться токсичность отходов.