

Лекция 4

ЗАЩИТА ГИДРОСФЕРЫ

Законодательство и охрана водных ресурсов

Водное законодательство включает Водный кодекс Российской Федерации и принимаемые в соответствии с ним федеральные законы и иные нормативные правовые акты, а также законы и иные нормативные правовые акты субъектов РФ (республик, краев, областей).

Целью водного законодательства является регулирование отношений в области использования и охраны водных объектов. При этом следует подчеркнуть, что согласно Водному кодексу, использование водных объектов для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения является приоритетным. Для указанного вида водоснабжения необходимо использовать защищенные от засорения и загрязнения поверхностные и подземные водные объекты.

Согласно Водному кодексу РФ запрещается ввод в эксплуатацию:

- любых объектов, которые не оборудованы очистными сооружениями и устройствами, предотвращающими засорение, истощение и загрязнение водных объектов;
- сбросных и водосборных сооружений, а также гидротехнических сооружений (ГТС) без рыбозащитных устройств;
- объектов промышленности, сельского хозяйства и других комплексов, которые не имеют санитарно-защитных зон;
- оросительных, обводнительных и осушительных систем, водохранилищ, плотин, каналов и других ГТС до реализации мероприятий, которые предотвращают их вредное воздействие на водные объекты.

Схемы комплексного использования и охраны вод

Для разработки комплексных мероприятий, имеющих целью удовлетворение перспективных потребностей в воде населения и народного хозяйства в сочетании с охраной вод, предварительно составляются генеральные, бассейновые и территориальные схемы.

Генеральные схемы комплексного использования и охраны вод содержат принципиальные направления развития водного хозяйства страны, что позволяет достаточно четко определить технико-экономическую целесообразность и очередность проведения наиболее крупных водохозяйственных мероприятий. На основе генеральной схемы разрабатываются бассейновые схемы для бассейнов рек и других водных объектов. Территориальные схемы разрабатываются на основе генеральной и бассейновой схем и охватывают конкретные экономические районы страны и субъекты Российской Федерации.

В целях координации деятельности различных водопользователей, направленной на восстановление и охрану водных объектов в пределах бассейна, Водный кодекс РФ требует составления так называемого бассейнового соглашения о восстановлении и охране водных объектов. Такие соглашения заключаются между специально уполномоченным государственным органом управления использованием и охраной водного фонда и органами исполнительной власти субъектов Федерации, которые расположены в пределах бассейна водного объекта, например, озера Байкал.

Защита поверхностных вод

К поверхностным относятся воды, постоянно или временно находящиеся на земной поверхности как водные объекты любого (твердого, жидкого) физического состояния. Это воды рек, временных водотоков, озер, водохранилищ, прудов, водоемов, болот, ледников и снежного покрова.

Поверхностные воды необходимо охранять от **засорения, истощения и загрязнения**. В целях предупреждения засорения осуществляют мероприятия, которые исключают попадание в них мусора, твердых отходов и других предметов, отрицательно воздействующих на качество вод и условия обитания гидробионтов. Строгий контроль за минимально допустимым стоком вод, ограничение их нерационального потребления способствуют защите поверхностных вод от истощения. Наиболее важной и притом самой сложной проблемой является защита поверхностных вод от загрязнения. С этой целью предусматривается ряд мероприятий, в частности: мониторинг водных объектов; создание водоохраных зон; развитие безводных технологий, а также систем оборотного (замкнутого) водоснабжения; очистка сточных вод (промышленных, коммунально-бытовых и других) или их закачка в глубокие водоносные горизонты; очистка и обеззараживание поверхностных вод, используемых для питьевого водоснабжения и других целей; надлежащий государственный контроль за использованием и охраной водных объектов.

Водоохранные зоны

В целях поддержания водных объектов в состоянии, которое соответствует экологическим требованиям, исключает загрязнение, засорение и истощение поверхностных вод и сохраняет среду обитания животных и растений, должны быть установлены **водоохранные зоны**. Ими являются территории, примыкающие к акватории; на них устанавливается специальный режим использования и охраны природных ресурсов, а также осуществления иной деятельности.

В пределах указанных зон устанавливаются прибрежные **защитные полосы**, где не разрешается распахивать землю, рубить лес, размещать фермы и т.п.

Согласно Водному кодексу РФ, на Правительство страны возложена обязанность установления размеров и границ водоохраных зон и их прибрежных защитных полос. Так, минимальная ширина прибрежных защитных полос для озер в расчете от среднемноголетнего уреза в летний период и для водохранилищ от уреза воды при нормальном подпорном уровне при акватории до 2 км² составляет 300 м, более 2 км² — 500 м.

Аналогичный показатель для рек определяется длиной реки: от истока до 10 км - 15 м; от 11 до 50 км – 100 м; от 51 до 100 км - 200 м; от 201 до 300 км - 400 м; свыше 500 км — 500 м.

Очень большое значение в деле охраны поверхностных вод от засорения и загрязнения имеют водоохраные лесные насаждения вокруг естественных и искусственных водоемов и водотоков для защиты их от разрушительных действий ветров и поступающей в них с водосбора воды, а также для уменьшения потерь воды на испарение. Они улучшают водный режим водоемов, санитарно-гигиенические условия побережья и его ландшафтно-декоративное оформление, качество воды в водоемах, уменьшают их заиление, сокращают потери земельных угодий из-за переработки берегов волнами

(абразии). Водоохранные лесные насаждения вокруг питьевых водохранилищ должны удовлетворять санитарно-гигиеническим требованиям, предъявляемым к питьевым водохранилищам. Поэтому в их состав входят до 50% хвойных пород, которые размещают в крайних 2-3 рядах со стороны водохранилища для защиты его зеркала от опадающих листьев. Наряду с хвойными в эти насаждения следует вводить лиственные породы, обладающие большой фитонцидной способностью (липа, тополь, черемуха и др.).

Очистка бытовых сточных вод

При очистке сточных вод (СВ) производится разрушение или извлечение из них вредных веществ.

Канализация является комплексом инженерно-технических сооружений и санитарных мероприятий, которые обеспечивают сбор и удаление за пределы населенных мест и предприятий загрязненных СВ, их очистку, обезвреживание и обеззараживание (уничтожение опасных микроорганизмов).

Канализационные системы подразделяются на **общесплавные, раздельные и полураздельные**.

При общесплавной системе все виды СВ из городских кварталов плюс поверхностный сток отводят от одной сети трубопроводов. Для такой системы характерны периодические сбросы части производственно-бытовых СВ в водные объекты через ливневые спуски. В силу этого рекомендуется отказываться от проектирования общесплавных систем канализации для новых населенных пунктов.

При раздельной системе канализации устраивают две сети трубопроводов: хозяйственно-бытовые и промышленные СВ подаются по производственно-бытовой сети на очистные сооружения, а дождевые, талые и поливные воды в ближайший водный объект.

Полураздельная система канализация является, как считают специалисты, наиболее перспективной с точки зрения охраны водных объектов от загрязнения поверхностным стоком из городов. При этом на очистку отводят все производственно-бытовые СВ города и большую часть поверхностного стока.

Очистка бытовых СВ может осуществляться **механическими и биологическими методами**. При механической очистке СВ разделяют на жидкую и твердую части. Жидкая далее подвергается биологической очистке, которая может быть **естественной** и **искусственной**. Естественная биологическая очистка СВ осуществляется на земледельческих полях орошения и фильтрации, а также в биологических прудах и т.п. (рис. 1). Искусственная биологическая очистка проводится на **специальных сооружениях (биофильтрах, аэротенках)**. Образующийся при этом ил обрабатывают на **иловых площадках** или в специальных устройствах — **метатенках**.

Производственные СВ предварительно проходят **локальные очистные сооружения**, где освобождаются от взвешенных частиц или специфических токсичных компонентов с использованием механических, химических или физико-химических методов очистки.

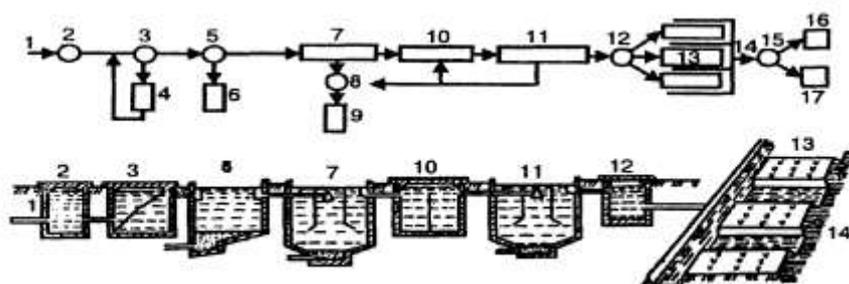


Рис. 1. Схема очистки сточных вод с использованием полей орошения: 1 - канализационный коллектор; 2 - канализационный колодец; 3 - решетка; 4 - дробилка; 5 - песколовка; 6 - песковые площадки; 7 - отстойник; 8 - метатенк; 9 - иловые площадки; 10 - аэротенк; 11 - вторичный отстойник; 12 - распределительный колодец; 13 - карты полей орошения; 14 - дренаж; 15 - биологический пруд; 16 - использование воды для технических целей; 17 - выпуск в водоем

Для *механической очистки* применяют следующие сооружения:

- **решетки**, на которых задерживаются грубые примеси размером больше 5 мм;
- **сита**, задерживающие примеси СВ размером до 5 мм;
- **песколовки**, служащие для задержания минеральных загрязнений СВ, преимущественно песка;
- **жироловка, маслотовушка, нефтеловушка, смолулователи** для улавливания из СВ соответствующих загрязнений, более легких, чем вода;
- **отстойники** для осаждения взвешенных веществ с удельным весом больше единицы.

Принцип действия песколовки основан на том, что под влиянием сил тяжести частицы, удельный вес которых больше, чем удельный вес воды, по мере движения их вместе с водой в резервуаре оседают на дно. В соответствии с закономерностями гидравлики потока песчинки уносятся вместе с водой только при определенной скорости течения. При снижении этой скорости крупны песка оседают на дно резервуара, а вода течет дальше.

Для очистки СВ от нефтепродуктов также широко применяется метод отстаивания. В основе процесса отстаивания лежит принцип выделения нефтепродуктов под действием разности плотностей воды и частиц масла. На этом же принципе функционируют жироловушки, маслотовушки и смолотовушки.

Для *биологической очистки* применяют следующие сооружения:

Поля фильтрации, участки земли, приспособленные для естественной биологической очистки сточных вод путём фильтрации их через почвенные горизонты. Устраивают на песчаных, супесчаных и суглинистых почвах с хорошими фильтрационными свойствами.

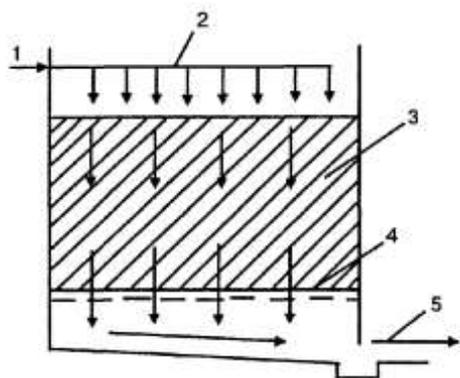
Поля орошения, участки земли, подготовленные для естественной биологической очистки сточных вод и выращивания с.-х. растений, потребляющих питательные вещества, содержащиеся в сточных водах.

Необходимо отметить, что орошение биологически очищенными СВ не исключает возможности загрязнения почвы и выращиваемых культур патогенными бактериями и яйцами глистов.

Биологические пруды - пруды, используемые для биологической очистки сточных вод. Действуют по принципу самоочищения воды живущими в ней организмами, в результате чего накапливается илообразная масса, которая может быть использована в сельском хозяйстве в качестве удобрения или как сырье для его производства. При этом различают пруды с естественной и искусственной аэрацией (с помощью механических аэраторов). В окислительных процессах большую роль играет водная растительность, которая способствует снижению концентрации биогенных элементов и регулирует кислородный режим водоема. Общее время пребывания СВ в прудах составляет несколько суток.

Сооружения искусственной биологической очистки. В основе биологической очистки лежит процесс биологического окисления органических соединений, содержащихся в СВ. Биологическое окисление осуществляется **активным илом** - сообществом микроорганизмов, который включает множество различных бактерий, простейших и ряд более высокоорганизованных организмов — водорослей, грибов и т.д., связанных между собой в единый комплекс сложными взаимоотношениями (метабиоза, симбиоза и антагонизма). **Аэротенки** (от аэро... и англ. tank — резервуар), ряд определенным образом построенных бассейнов в системе очистных сооружений для сточных вод, в которых имеется активный ил и куда подается кислород. Микроорганизмы в присутствии кислорода энергично минерализуют органические вещества из поступающих сточных вод и способствуют, таким образом, очищению воды.

Биофильтры находят широкое применение при суточных расходах бытовых и производственных СВ до 20—30 тыс. м³/сут. Биофильтр (рис. 2) представляет собой резервуар, который заполняется загрузочным материалом (гравий, керамзит, шлак) слоем высотой 2—4 м. Сточная вода подается выше поверхности загрузочного материала; равномерно распределяется через загрузочный материал, на поверхности которого образуется биологическая пленка (биоценоз), аналогичный активному илу. Загрузочный материал



поддерживается решетчатым днищем, сквозь отверстия которого обработанная СВ поступает на сплошное днище биофильтра и с помощью лотков направляется в отстойник.

Рис. 2. Схема биофильтра: 1 — подача СВ; 2 — распределитель СВ; 3 — загрузочный материал; 4 — поддерживающая решетка; 5 отведение очищенных СВ

Обеззараживание прошедших стадию биологической очистки СВ, а также не прошедших таковую, проводят путем контакта с газообразным хлором, хлорной известью, а также гипохлоритом натрия, получаемым на месте в электролизере или привозным. В последние годы интенсивно внедряются методы обеззараживания СВ при помощи озона и УФ-лучей, а также электроимпульсного разряда.

Химические методы применяются главным образом для очистки производственных СВ. Основными приемами являются нейтрализация и окисление — восстановление.

Производственные технологические процессы проходят как в кислых (избыток ионов H^+), так и в щелочных (избыток OH^-) средах, что приводит к появлению соответствующих стоков. Сбалансировать количество ионов H и OH - — в этом состоит суть **метода нейтрализации** при очистке стоков.

Наиболее рациональным является взаимное объединение кислых и щелочных стоков. Водоотведение кислых и щелочных стоков по единой системе трубопроводов не всегда целесообразно, т.к. это может вызвать выпадение осадков в трубах и, как следствие, засорение сети.

Для нейтрализации кислых вод применяют щелочные реагенты: CaO , гашеную известь $Ca(OH)_2$, кальцинированную соду Na_2CO_3 , каустическую соду $NaOH$, аммиачную воду, а также фильтрацию через нейтрализующие материалы (известняк, доломит, магнезит, мел).

Для нейтрализации щелочных вод наиболее часто применяются кислоты: серная H_2SO_4 , соляная HCl , азотная HNO_3 , реже уксусная CH_3COOH . Возможно использование для этих целей дымовых газов, содержащих CO_2 , SO_2 , NO_x .

СВ, содержащие окисленные переменновалентные элементы (Cr^{6+} , Cl^- , Cl^{5+} , N^{3-} , N^{5+} и др.), как правило, обезвреживаются в две ступени. На первой элементы, находящиеся в высшей (или высокой) степени окисления, восстанавливаются до низшей (или промежуточной) валентности, при которой данный элемент на второй ступени очистки может быть выделен из жидкой фазы в виде осадка, газа или переведен в малотоксичную форму.

Окислительный метод применяется при очистке промышленных СВ от токсичных цианидов, сульфидов, меркаптанов, фенолов, крезолов и т.д. Реагентами для этого метода являются хлор и его производные (гипохлориты, диоксид, хлораты), кислород, озон, перманганаты, хроматы и бихроматы, пероксид водорода. **Восстановительный метод** применяется для очистки СВ от нитритов и нитратов, хроматов и бихроматов, хлоратов и перхлоратов, сульфатов, броматов, иодатов. Восстановителями в этом случае выступают окисленные переменновалентные элементы, содержащиеся в сульфатах, сульфидах, солях двухвалентного железа, диоксиде серы (из дымовых газов).

Физико-химические методы также, как и химические, в основном применяются для очистки производственных СВ. Однако в последнее время некоторые из них стали применяться и при очистке городских СВ. К физико-химические методам относятся:

- **коагуляция** — процесс укрупнения коллоидных частиц в жидкости за счет электростатических сил межмолекулярного взаимодействия. При первоначальном размере частиц 0,001-0,1 мкм после коагуляции их величина достигает 10 мкм и более, т.е. тех размеров, при которых они могут быть выделены механическими методами. Коагуляция не только приводит к слипанию частиц, но и нарушает агрегативную устойчивость полидисперсной системы, в результате чего происходит разделение твердой и жидкой фаз. Как и при очистке природных вод, наибольшее распространение получили алюмо- и железосодержащие коагулянты.

- **флокуляция** — укрупнение мелкодисперсных частиц за счет электростатического взаимодействия под влиянием специально вводимых

полиэлектролитов — флокулянтов. В практике водоочистки наибольшее распространение получили активированная кремнекислота и полиакриламид.

- **флотация** — процесс выделения из воды в пенный слой взвешенных и эмульгированных загрязнений за счет пузырьков газа, предварительно растворенных в очищаемой жидкости;

- **сорбция** — поглощение твёрдым телом или жидкостью вещества из окружающей среды. Поглощающее тело называется сорбентом, поглощаемое им вещество — сорбатом. Различают поглощение вещества *всей массой* жидкого сорбента (**абсорбция**); *поверхностным слоем* твёрдого или жидкого сорбента (**адсорбция**). Сорбция эффективна для глубокой очистки производственных СВ от растворенных органических и некоторых неорганических загрязнений.

Следует отметить, что в воде, подаваемой на адсорбционную очистку, концентрация взвешенных веществ не должна превышать 2 мг/л во избежание закупоривания рабочих пор.

В качестве сорбентов применяют различные естественные и искусственные материалы: золу, коксовую мелочь, торф, цеолиты, активные глины и др. В наибольшей степени для этих целей применяются активированные угли, удельная поверхность адсорбция которых достигает 400—900 м²/г.

Существенным препятствием к широкому применению адсорбционной очистки в практике водообработки является дефицитность активированных углей и сложность процессов их регенерации.

Адсорбцию наиболее целесообразно применять для очистки мало концентрированным по органическим веществам стоков.

Для более концентрированных, (более 2 г/л) СВ, содержащих органические загрязнения, представляющие техническую ценность, эффективным методом очистки является **экстракция**. Метод основан на смешивании двух взаимонерастворимых жидкостей (одна из которых сточная вода) и распределении в них, согласно растворимости, загрязненного вещества.

В качестве экстрагентов используют различные органические вещества: ацетон, хлороформ, бутилацетат, толуол и т.д.

Ионный обмен — извлечение катионов и анионов из СВ при помощи **ионитов**, являющихся твердыми природными или искусственными материалами (например, искусственные ионообменные смолы). Извлеченные при помощи ионного обмена вещества не разрушаются, а концентрируются, благодаря чему имеется возможность их утилизации или ликвидации. Катиониты вступают в обмен с катионами, аниониты — с анионами.

Несмотря на эффективность и экологичность, ионообменный метод не нашел широкого применения в промышленности из-за дефицита ионообменных смол, необходимости организации реагентного хозяйства для регенерации и сложности утилизации элюатов (экстракт из сорбента).

Бессточное производство

Подсчитано, что 1 м³ неочищенной СВ, поступивший в природный водный объект, может практически погубить десятки, а то и сотни м³ чистой воды, создав тем самым неприемлемые условия для жизнедеятельности гидробионтов. Поэтому ученые разрабатывают новые бессточные технологии,

что практически полностью решит проблему защиты водоемов от загрязнения. Их повсеместное внедрение в практику — дело отдаленного будущего, а на первом этапе необходимо использовать те технологии водообеспечения, которые характеризуются минимальным потреблением свежей воды. При замкнутой технологии предприятие забирает воду из природного источника, использует её для производства продукции, после чего образовавшаяся СВ подвергается глубокой очистке и вновь возвращается в цикл. Имеющиеся небольшие потери воды, например при испарении, пополняется посредством забора свежей воды.

Ныне в ряде отраслей промышленности частично реализованы замкнутые водооборотные схемы с локальной очисткой. Так, в нефтехимической промышленности оборотное водоснабжение сэкономило 90% воды производственной назначения.

Защита подземных вод

Поверхностная гидросфера неразрывно связана с атмосферой, подземной гидросферой, литосферой и другими компонентами окружающей природной среды. Поэтому, учитывая взаимосвязь всех ее экосистем, нельзя обеспечить чистоту поверхностных водоемов и водотоков без соответствующей защиты подземных вод. Она заключается в предотвращении истощения запасов подземных вод и предохранении их от загрязнения.

В целях борьбы с истощением запасов пресных подземных вод, являющихся стратегическим резервом для питьевого водоснабжения будущих поколений, предусматриваются следующие мероприятия: 1) рациональное размещение водозаборов по площади; 2) регулирование режима водоотбора подземных вод; 3) уточнение величины эксплуатационных запасов (чтобы не допустить их истощения); 4) для самоизливающихся артезианских скважин установление кранового режима эксплуатации. Иногда для профилактики истощения подземных вод применяют искусственное пополнение их посредством перевода части поверхностного стока в подземный.

Борьба с загрязнением подземных вод включает профилактические и специальные мероприятия, задача последних локализовать или ликвидировать очаг загрязнения. Профилактические меры являются основными, поскольку требуют наименьших затрат. Специальные мероприятия должны быть направлены в первую очередь на изоляцию источников загрязнения от остальной части водоносного горизонта (противофильтрационные стенки, завесы), перехват загрязненных подземных вод с помощью дренажа или откачки их из специальных скважин.

Важнейшей профилактической мерой предупреждения загрязнения подземных вод в районах водозаборов служит устройство вокруг них зон санитарной защиты.

Зоны санитарной защиты (ЗСЗ) состоят из трех поясов. Первый пояс включает территорию на расстоянии 30—50 м непосредственно от места водозабора (скважины). Это зона строгого режима, в ней запрещено присутствие посторонних лиц и проведение работ, не связанных с эксплуатацией водозабора. Второй пояс ЗСЗ служит для защиты водоносного горизонта от бактериальных загрязнений, а третий — от химических загрязнений. Здесь запрещается размещение любых объектов, которые могут вызвать то или иное загрязнение, например животноводческих комплексов. Не допускается рубка леса, использование ядохимикатов и др.

Охрана и рациональное использование недр

Недра подлежат охране от истощения запасов полезных ископаемых и загрязнения. Необходимо также предупреждать вредное воздействие недр на окружающую среду при их освоении.

Согласно действующему законодательству для предотвращения экологического и экономического вреда недрам необходимо:

- обеспечивать полное и комплексное геологическое изучение недр;
- соблюдать установленный порядок пользования недр и не допускать самовольное пользование недрами;
- наиболее полно извлекать из недр и рационально использовать запасы основных полезных ископаемых и попутных компонентов;

- не допускать вредного влияния работ, связанных с использованием недр, на сохранность запасов полезных ископаемых;
- охранять месторождения полезных ископаемых от затопления, обводнения, пожаров и др.;
- предупреждать самовольную и необоснованную застройку площадей залегания полезных ископаемых;
- предотвращать загрязнение недр при подземном хранении нефти, газа и иных веществ, захоронении вредных веществ и отходов производства.

Одним из основных принципов охраны окружающей среды является неистощительное использование природных ресурсов. Для предотвращения возможного их истощения и сохранения запасов недр очень важно соблюдать принцип наиболее полного извлечения из недр основных и попутных полезных ископаемых. Подсчитано, что если повысить отдачу недр всего на 1 %, можно дополнительно получить 9 млн т угля, около 9 млрд м³ газа, свыше 10 млн т нефти, около 3 млн т железной руды и других полезных ископаемых. Все это позволит сократить глубину и масштабы неоправданного проникновения в земные недра, а следовательно, значительно уменьшить отходы горнодобывающих предприятий и оздоровить экологическую обстановку.

Одной из важных проблем, связанных с охраной и рациональным использованием недр, является комплексное использование не минерального сырья, включая проблему утилизации отходов.

Отходы при разработке недр бывают твердыми («пустые» горные породы, минеральная пыль), жидкими (шахтные, карьерные и сточные воды) и газообразными (газы, выделяемые из отвалов). Основные направления утилизации отходов и улучшения экологической обстановки — это использование их в качестве сырья, в промышленном и строительном производстве, в дорожном строительстве, для закладки выработанного пространства и для производства удобрений. Жидкие отходы после соответствующей очистки используют для хозяйственно-питьевого водоснабжения, орошения и т. д., газообразные для отопления и газоснабжения.

При пользовании недрами охраняют также земную поверхность, поверхностные и подземные воды, рекультивируют выработанные участки, предотвращают вредное воздействие на другие компоненты природной среды и качество окружающей среды в целом.

Рекультивация нарушенных территорий

Рекультивация — комплекс работ, проводимых с целью восстановления нарушенных территорий и приведения земельных участков в безопасное состояние.

Нарушение территории происходит в основном при открытой разработке месторождений полезных ископаемых, а также в процессе строительства. Нарушенные земли теряют первоначальную ценность и отрицательно влияют на окружающую природную среду.

Объектами рекультивации являются:

- карьерные выемки, провальные воронки, отвалы и другие карьерно-отвальные комплексы;
- земли, нарушенные при строительных работах;
- территории полигонов твердых отходов;

— земли, нарушенные в результате загрязнения их жидкими и газообразными отходами (нефтезагрязненные земли, газогенные пустыни и др.).

Рекультивация (восстановление) осуществляется последовательно, по этапам. Различают техническую, биологическую и строительную рекультивацию.

Техническая рекультивация означает предварительную подготовку нарушенных территорий для различных видов использования. В состав работ входят: планировка поверхности, снятие, транспортировка и нанесение плодородных почв на рекультивируемые земли, формирование откосов выемок, подготовка участков для освоения и т. п.

На этапе технической рекультивации засыпают карьерные, строительные и другие выемки, в глубоких карьерах устраивают водоемы, полностью или частично разбирают терриконы, отвалы, хвостохранилища, закладывают «пустыми» породами выработанные подземные пространства. После завершения процесса осадки поверхность земли выравнивают.

Биологическая рекультивация проводится после технической для создания растительного покрова на подготовленных участках. С ее помощью восстанавливают продуктивность нарушенных земель, формируют зеленый ландшафт, создают условия для обитания животных, растений, микроорганизмов, укрепляют насыпные грунты, предохраняя их от водной и ветровой эрозии, создают сенокосно-пастбищные угодья и т. д. Работы по биологической рекультивации ведут на основе знания о развитии сукцессионных процессов.

При благоприятных условиях рекультивацию нарушенных земель осуществляют не по всем этапам, а выбирают какое-либо одно преимущественное направление рекультивации. Например, на территориях, подверженных воздействию газо-дымовых выбросов от промышленных предприятий, рекомендуется санитарно-гигиеническое направление рекультивации с использованием газоустойчивых растений.

Очень сложно рекультивировать нефтезагрязненные земли, так как они имеют обедненную биоту и содержат канцерогенные углеводороды типа бенз(а)пирена. Для этого необходимы рыхление и аэрация почвы; использование бактерий, деградирующих нефть; посев специально подобранных трав, и др.

При необходимости выполняют также **строительный этап рекультивации**, в ходе которого на подготовленных территориях возводят здания, сооружения и другие объекты.

Работы по рекультивации нарушенных территорий обеспечиваются нормативно-инструктивными документами и ГОСТами. Например, действует ГОСТ 17.5.3.04-83. «Охрана природы. Земли. Общие требования к рекультивации земель».

Сегодня уже нельзя ограничиваться только восстановлением нарушенного массива, плодородия земель, созданием растительного покрова, а важно восстанавливать и все другие компоненты природной среды. Необходима комплексная рекультивация, а точнее, рекультивация природной среды.