

## 10.4. Мероприятия по защите окружающей среды от техногенных загрязнений

### Инженерные методы защиты окружающей среды от техногенных загрязнений

**Природоохранной** является любая деятельность, направленная на сохранение качества окружающей среды на уровне, обеспечивающем устойчивость биосферы. К ней относится как крупномасштабная, осуществляемая на общегосударственном уровне деятельность по сохранению эталонных образцов нетронутой природы и сохранению разнообразия видов на Земле, организации научных исследований, подготовке специалистов-экологов и воспитанию населения, так и деятельность отдельных предприятий по очистке от вредных веществ сточных вод и отходящих газов, снижению норм использования природных ресурсов и т. д. Такая деятельность осуществляется в основном **инженерными методами**.

Существуют два основных направления природоохранной деятельности предприятий. Первое — **очистка вредных выбросов**. Этот путь "в чистом виде" малоэффективен, так как с его помощью далеко не всегда удается полностью прекратить поступление вредных веществ в биосферу. К тому же сокращение уровня загрязнения одного компонента окружающей среды ведет к усилению загрязнения другого. Например, установка влажных фильтров при газоочистке позволяет сократить загрязнение воздуха, но ведет к еще большему загрязнению воды. Уловленные из отходящих газов и сливных вод вещества часто отравляют значительные земельные площади.

Использование очистных сооружений, даже самых эффективных, резко сокращает уровень загрязнения окружающей среды, однако не решает этой проблемы полностью, поскольку в процессе функционирования этих установок тоже вырабатываются отходы, хотя и в меньшем объеме, но, как правило, с повышенной концентрацией вредных веществ. Наконец, работа большей части очистных сооружений требует значительных энергетических затрат, что, в свою очередь, тоже небезопасно для окружающей среды.

Кроме того, загрязнители, на обезвреживание которых идут огромные средства, представляют собой вещества, на которые уже затрачен труд и которые за редким исключением можно было бы использовать в народном хозяйстве. Для достижения высоких эколого-экономических результатов необходимо процесс очистки вредных выбросов совместить с процессом утилизации уловленных веществ, что сделает возможным объединение первого направления со вторым.

Второе направление — **устранение самих причин загрязнения**, что требует разработки малоотходных, а в перспективе и безотходных технологий производства, которые позволяли бы комплексно использовать исходное сырье и утилизировать максимум вредных для биосферы веществ.

Однако далеко не для всех производств найдены приемлемые технико-экономические решения по резкому сокращению количества образующихся отходов и их утилизации, поэтому в настоящее время приходится работать по обоим указанным направлениям.

Заботясь о совершенствовании инженерной охраны окружающей природной среды, надо помнить, что никакие очистные сооружения и безотходные технологии не смогут восстановить

устойчивость биосферы, если будут превышены допустимые (пороговые) значения сокращения естественных, не преобразованных человеком природных систем, в чем проявляется действие закона незаменимости биосферы.

Таким порогом может оказаться использование более 1% энергетики биосферы и глубокое преобразование более 10% природных территорий (правила одного и десяти процентов). Поэтому технические достижения не снимают необходимости решения проблем изменения приоритетов общественного развития, стабилизации народонаселения, создания достаточного числа заповедных территорий и других, рассмотренных ранее.

### ***Виды и принципы работы очистного оборудования и сооружений***

Многие современные технологические процессы связаны с дроблением и измельчением веществ, транспортированием сыпучих материалов. При этом часть материала переходит в пыль, которая вредна для здоровья и наносит значительный материальный ущерб народному хозяйству вследствие потери ценных продуктов.

Для **очистки от пыли** применяют различные конструкции аппаратов. По способу улавливания пыли их подразделяют на аппараты механической (сухой и мокрой) и электрической очистки газов. В сухих аппаратах (циклонах, фильтрах) используют гравитационное осаждение под действием силы тяжести, осаждение под действием центробежной силы, инерционное осаждение, фильтрование. В мокрых аппаратах (скрубберах) это достигается промывкой запыленного газа жидкостью.

В электрофильтрах осаждение на электроды происходит в результате сообщения частицам пыли электрического заряда. Выбор аппаратов зависит от размеров пылевых частиц, влажности, скорости и объема поступающего на очистку газа, необходимой степени очистки.

Для **очистки газов** от вредных газообразных примесей используют две группы методов — некаталитические и каталитические. Методы первой группы основаны на выведении примесей из газообразной смеси с помощью жидких (абсорберов) и твердых (адсорберов) поглотителей. Методы второй группы заключаются в том, что вредные примеси вступают в химическую реакцию и превращаются в безвредные вещества на поверхности катализаторов. Еще более сложный и многоступенчатый процесс представляет собой очистка сточных вод.

Сточными водами называются воды, использованные промышленными и коммунальными предприятиями и населением и подлежащие очистке от различных примесей. В зависимости от условий образования сточные воды делят на: бытовые, атмосферные (ливневые, стекающие после дождей с территорий предприятий) и промышленные. Все они содержат в той или иной пропорции минеральные и органические вещества.

**Сточные воды** от примеси очищают механическими, химическими, физико-химическими, биологическими и термическими методами, которые, в свою очередь, подразделяются на рекуперационные и деструктивные. Рекуперационные методы предусматривают извлечение из сточных вод и дальнейшую переработку ценных веществ. При деструктивных методах вещества, загрязняющие воду, подвергают разрушению путем окисления или восстановления. Продукты разрушения удаляют из воды в виде газов или осадков.

Механическую очистку применяют при удалении твердых нерастворимых примесей, используя методы отстаивания и фильтрования с помощью решеток, песколовок, отстойников. Химические методы очистки применяют для удаления растворимых примесей с помощью различных реагентов, вступающих в химические реакции с вредными примесями, в результате чего образуются малотоксичные вещества. К физико-химическим методам относят флотацию, ионный обмен, адсорбцию, кристаллизацию, дезодорацию и т. д. Биологические методы считаются основными для обезвреживания сточных вод от органических примесей, которые окисляются микроорганизмами, что предполагает достаточное количество кислорода в воде. Эти аэробные процессы могут протекать как в естественных условиях — на полях орошения при фильтрации, так и в искусственных сооружениях — аэротенках и биофильтрах.

Производственные сточные воды, не поддающиеся очистке перечисленными методами, подвергают термическому обезвреживанию, т. е. сжиганию, или закачке в глубинные скважины (в результате чего возникает опасность загрязнения подземных вод). Указанные методы осуществляются в локальных (цеховых), общезаводских, районных или городских системах очистки.

Для обеззараживания сточных вод от микробов, содержащихся в бытовых, особенно в фекальных, стоках, применяется хлорирование в специальных отстойниках. После того как решетки и прочие приспособления освободили воду от минеральных примесей, микроорганизмы, содержащиеся в так называемом активном иле, «съедают» органические загрязнения, т. е. процесс очистки обычно проходит несколько ступеней. Однако и после этого степень очистки не превышает 95%, т.е. полностью устранить загрязнение водных бассейнов не удается. Если к тому же какой-либо завод спустит в городскую канализацию свои сточные воды, не прошедшие предварительной физической или химической очистки от каких-либо ядовитых веществ на цеховых или заводских сооружениях, то микроорганизмы в активном иле вообще погибнут, и для возрождения активного ила может понадобиться несколько месяцев. Следовательно, стоки данного населенного пункта в течение этого времени будут загрязнять водоем органическими соединениями, что может привести к его эвтрофикации.

Одной из важнейших проблем охраны окружающей среды является проблема сбора, удаления и ликвидации или утилизации **твердых производственных отходов и бытового мусора**, которого приходится от 300 до 500 кг в год на душу населения. Она решается путем организации свалок, переработки мусора на компосты с последующим использованием в качестве органических удобрений или в биологическое топливо (биогаз), а также сжигания на специальных заводах. Специально оборудованные свалки, общее число которых в мире достигает нескольких миллионов, называются полигонами и представляют собой довольно сложные инженерные сооружения, особенно если речь идет о хранении токсичных или радиоактивных отходов. Под складирование более 50 млрд. т накопленных в России отходов занято 250 тыс. га земельных угодий.

## **Малоотходные и безотходные технологии**

В достаточно полном виде понятие безотходная технология было сформулировано на Общевропейском 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 и было принято на семинаре Европейской экономической комиссии по малоотходной технологии (Ташкент, 1984 г.). Рекомендации ташкентского семинара рассмотрены и одобрены на заседании старших советников правительств ЕЭК по окружающей среде и направлены всем странам – участницам: **"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".

Здесь важно обратить внимание на 3 основных положения.

*Во-первых*, подчеркивается необходимость использования сырьевых ресурсов в цикле, включающем и среду потребления. Это означает, что замкнутым такой цикл может быть только на уровне территориально-производственного комплекса (ТПК), т.е. в формулировке уже заложен принцип кооперации производств и региональный подход. Отсюда безотходное производство должно быть практически замкнутой системой, организованной по аналогии с экосистемами. В них продукт жизнедеятельности одних организмов потребляется другими и в целом осуществляется саморегулирующийся биогеохимический круговорот веществ. Основу производства составляет сознательно организованный и регулируемый человеком техногенный круговорот сырья, продукции и отходов.

*Во-вторых*, обязательным положением безотходного производства является включение в него всех компонентов сырья. При этом должно быть обеспечено максимально возможное использование энергетического потенциала. Здесь также наблюдается прямая аналогия с природными экосистемами. Будучи практически замкнутыми, они, пропуская через весь цикл солнечную энергию, поглощают её, трансформируют и излучают в космическое пространство. Таким же образом и безотходное производство является практически замкнутым, но неизолированным.

*Третьей* составляющей частью концепции безотходного производства является сохранение или не нарушение нормального функционирования окружающей среды (сложившегося экологического равновесия), при котором оно не оказывает неблагоприятного воздействия на здоровье человека. Критерием качества окружающей среды считают в настоящее время предельно допустимые концентрации (ПДК) или рассчитанные на их основе предельно допустимые выбросы (ПДВ и ПДС), а в будущем предельно допустимые экологические концентрации (ПДЭК) или нагрузки (ПДЭН).

Актуален вопрос, что такое безотходное производство – красивая мечта или реальность?

К концепции безотходной технологии имеются два подхода.

Один из них основан на законе сохранения вещества, в соответствии с которым, материя всегда может быть преобразована в ту или иную продукцию. А если это так, то всегда 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 даже теоретически, коль скоро это определенным образом противоречит второму закону термодинамики. Подобно тому, как энергию нельзя полностью перевести в полезную работу, так и сырье невозможно полностью перевести в полезный экологически безопасный продукт. Второй подход кажется не только теоретически более обоснованным, но и практически более трезвым и реальным. 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 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/ИЕО (Кантенбери, Великобритания, 17-20 сентября 1990 г.), в основном применяется термин **"чистое производство"**. Термин чистое производство был введен на заседании рабочей группы ЮНЕП/ИЕО 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».

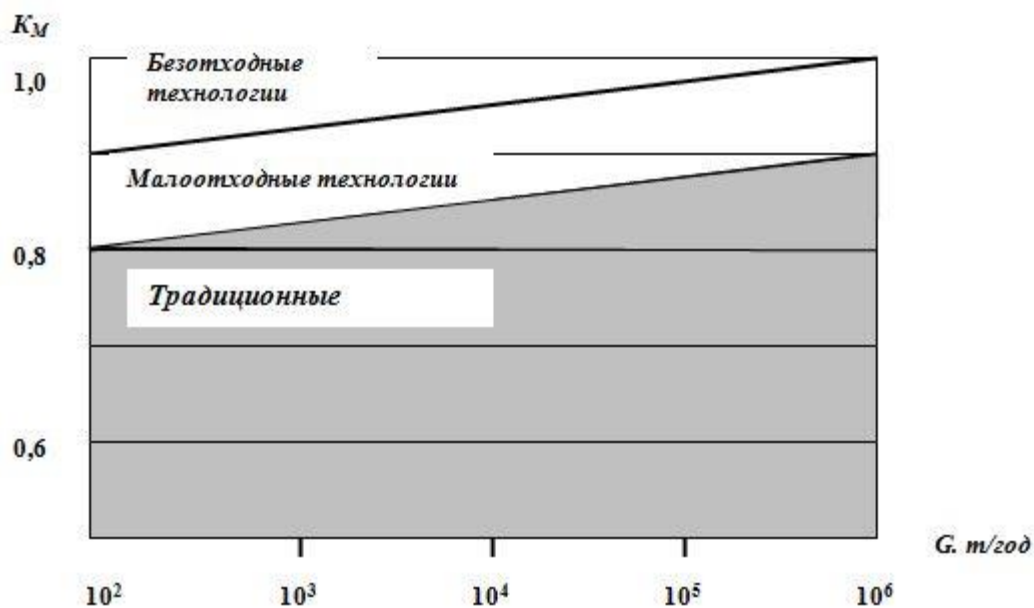
С точки зрения продукции чистое производство означает уменьшение ее воздействия на окружающую среду в течение всего жизненного цикла (продукта) от добычи сырья до утилизации (или обезвреживания) после использования. Чистое производство достигается путем улучшения технологии, применением ноу-хау и/или путем изменения управления производством и его организации.

В связи с принятием большинством стран специального природоохранного законодательства и программ по стимулированию безотходного или чистого производства сама концепция и определение безотходного или чистого производства имеют важное практическое значение, поскольку речь идет в основном об экономических методах стимулирования, связанных с налоговыми льготами, льготным кредитованием выпуска экологически чистой продукции и внедрения малоотходных и безотходных или чистых технологических процессов и производств и, наоборот, введением специального налогообложения экологически вредной продукции и соответствующих производств.

Они переходят от ограничения выбросов и сбросов загрязняющих веществ и ликвидации отходов к поддержке государственных требований и предотвращению загрязнения атмосферы и гидросферы и уменьшению отходов, как в интересах населения, так и для повышения эффективности производства и конкурентоспособности. В то время как экономика промышленно развитых стран выросла, расход ресурсов, например, и энергоемкость продукции уменьшились. С 1970 года химические предприятия промышленно развитых стран удвоили выпуск продукции, сократив более чем на половину потребление энергии на единицу продукции.

Таким образом, по своей сути принцип чистой технологии отличается от так называемых традиционных технологий и больше приближается к малоотходной. Но так, или иначе, если стоять на позиции, что полностью безотходная технология — это идеальная модель производства, то совершенно очевидно, что и малоотходная технология и чистая технология требуют определенных коэффициентов, оценивающих степень их приближения к безотходной. А поскольку каждое производство имеет свою целенаправленную особенность, то и такие коэффициенты для каждого из них могут быть свои.

**Рисунок 10. 4. Распределение производств по категориям в зависимости от коэффициента полноты использования материальных ресурсов ( $K_M$ ) и его мощности ( $G$ )**



## Экологический мониторинг и контроль окружающей среды

Сам термин "мониторинг" впервые появился в рекомендациях специальной комиссии СКОПЕ (научный комитет по проблемам окружающей среды) при ЮНЕСКО в 1971 году, а в 1972 году уже появились первые предложения по Глобальной системе мониторинга окружающей среды (Стокгольмская конференция ООН по окружающей среде) для определения системы повторных целенаправленных наблюдений за элементами окружающей природной среды в пространстве и времени. Однако такая система не создана по сей день из-за разногласий в объемах, формах и объектах мониторинга, распределении обязанностей между уже существующими системами наблюдений. Такие же проблемы и у нас в стране, поэтому, когда возникает острая необходимость режимных наблюдений за окружающей средой, каждая отрасль должна создавать свою локальную систему мониторинга.

**Мониторингом окружающей среды** называют регулярные, выполняемые по заданной программе наблюдения природных сред, природных ресурсов, растительного и животного мира, позволяющие выделить их состояния и происходящие в них процессы под влиянием антропогенной деятельности.

Под **экологическим мониторингом** следует понимать организованный мониторинг окружающей природной среды, при котором, во-первых, обеспечивается постоянная оценка экологических условий среды обитания человека и биологических объектов (растений, животных,

микроорганизмов и т. д.), а также оценка состояния и функциональной ценности экосистем, во-вторых, создаются условия для определения корректирующих воздействий в тех случаях, когда целевые показатели экологических условий не достигаются.

В соответствии с приведенными определениями и возложенными на систему функциями, мониторинг включает несколько основных процедур:

- выделение (определение) объекта наблюдения;
- обследование выделенного объекта наблюдения;
- составление информационной модели для объекта наблюдения;
- планирование измерений;
- оценка состояния объекта наблюдения и идентификации его информационной модели;
- прогнозирование изменения состояния объекта наблюдения;
- представление информации в удобной для пользователя форме и доведение ее до потребителя.

Система экологического мониторинга должна накапливать, систематизировать и анализировать информацию:

- о состоянии окружающей среды;
- о причинах наблюдаемых и вероятных изменений состояния (т.е. об источниках и факторах воздействия);
- о допустимости изменений и нагрузок на среду в целом;
- о существующих резервах биосферы.

Таким образом, в систему экологического мониторинга входят наблюдения за состоянием элементов биосферы и наблюдения за источниками и факторами антропогенного воздействия.

Экологические мониторинги окружающей среды могут разрабатываться на уровне промышленного объекта, города, района, области, края, республики в составе федерации.

Характер и механизм обобщения информации об экологической обстановке при ее движении по иерархическим уровням системы экологического мониторинга определяются с помощью понятия информационного портрета экологической обстановки. Последний представляет собой совокупность графически представленных пространственно распределенных данных, характеризующих экологическую обстановку на определенной территории, совместно с картоосновой местности. Разрешающая способность информационного портрета зависит от масштаба используемой картоосновы.

В 1975г. была организована **Глобальная система мониторинга окружающей среды** (ГСМОС) под эгидой ООН, но эффективно действовать она начала только в последнее время. Эта система состоит из 5 взаимосвязанных подсистем: изучение климатических изменений, дальнего переноса загрязняющих среду веществ, гигиенических аспектов среды, исследования Мирового океана и ресурсов суши. Существуют 22 сети действующих станций системы глобального мониторинга, а также международные и национальные системы мониторинга. Одна из главных идей мониторинга – выход на принципиально новый уровень компетентности во время принятия решений локального, регионального и глобального масштабов.

Система мониторинга реализуется на нескольких уровнях, которым соответствуют специально разработанные программы:

- импактном (изучение сильных воздействий в локальном масштабе);
- региональном (проявление проблем миграции и трансформации загрязняющих веществ, совместного воздействия различных факторов, характерных для экономики региона);
- фоновом (на базе биосферных заповедников, где исключена всякая хозяйственная деятельность).

При движении экологической информации от локального уровня (город, район, зона влияния промышленного объекта и т. д.) к федеральному масштаб картоосновы, на которую эта информация наносится, увеличивается, следовательно, меняется разрешающая способность информационных портретов экологической обстановки на разных иерархических уровнях экологического мониторинга. Так, на локальном уровне экологического мониторинга в информационном портрете должны присутствовать все источники эмиссий (вентиляционные трубы промышленных предприятий, выпуски сточных вод т. д.). На региональном уровне близко расположенные источники воздействия «сливаются» в один групповой источник. В результате этого на региональном информационном портрете небольшой город с несколькими десятками эмиссии выглядит как один локальный источник, параметры которого определяются по данным мониторинга источников.

На федеральном уровне экологического мониторинга наблюдается еще большее обобщение пространственно распределенной информации. В качестве локальных источников эмиссии на этом уровне могут играть роль промышленные районы, достаточно крупные территориальные образования. При переходе от одного иерархического уровня к другому обобщается не только информация об источниках эмиссии, но и другие данные, характеризующие экологическую обстановку.

При разработке **проекта экологического мониторинга** необходима следующая информация:

- источники поступления загрязняющих веществ в окружающую природную среду — выбросы загрязняющих веществ в атмосферу промышленными, энергетическими, транспортными и другими объектами; сбросы сточных вод в водные объекты; поверхностные смывы загрязняющих и биогенных веществ в поверхностные воды суши и моря; внесение на земную поверхность и (или) в почвенный слой загрязняющих и биогенных веществ вместе с удобрениями и ядохимикатами при сельскохозяйственной деятельности; места захоронения и складирования промышленных и коммунальных отходов; техногенные аварии, приводящие к выбросу в атмосферу опасных веществ и (или) разливу жидких загрязняющих и опасных веществ и т. д.;
- переносы загрязняющих веществ — процессы атмосферного переноса; процессы переноса и миграции в водной среде;
- процессы ландшафтно-геохимического перераспределения загрязняющих веществ — миграция загрязняющих веществ по почвенному профилю до уровня грунтовых вод; миграция загрязняющих веществ по ландшафтно-геохимическому сопряжению с учетом геохимических барьеров и биохимических круговоротов; биохимический круговорот и т. д.;
- данные о состоянии антропогенных источников эмиссии — мощность источника эмиссии и месторасположение его, гидродинамические условия поступления эмиссии в окружающую среду.

В зоне влияния источников эмиссии организуется систематическое наблюдение за следующими объектами и параметрами окружающей природной среды.



**Атмосфера:** химический и радионуклидный состав газовой и аэрозольной фазы воздушной сферы; твердые и жидкие осадки (снег, дождь) и их химический и радионуклидный состав; тепловое и влажностное загрязнение атмосферы.

**Гидросфера:** химический и радионуклидный состав среды поверхностных вод (реки, озера, водохранилища и т. д.), грунтовых вод, взвесей и данных отложений в природных водостоках и водоемах; тепловое загрязнение поверхностных и грунтовых вод.

**Почва:** химический и радионуклидный состав деятельного слоя почвы.

**Биота:** химическое и радиоактивное загрязнение сельскохозяйственных угодий, растительного покрова, почвенных зооценозов, наземных сообществ, домашних и диких животных, птиц, насекомых, водных растений, планктона, рыб.

**Урбанизованная среда:** химический и радиационный фон воздушной среды населенных пунктов; химический и радионуклидный состав продуктов питания, питьевой воды и т. д.

**Население:** характерные демографические параметры (численность и плотность населения, рождаемость и смертность, возрастной состав, заболеваемость, уровень врожденных уродств и аномалий); социально-экономические факторы.

**Системы мониторинга природных сред и экосистем** включают в себя средства наблюдения: экологического качества воздушной среды, экологического состояния поверхностных вод и водных экосистем, экологического состояния геологической среды и наземных экосистем.

Целями наблюдений, проводимых в рамках мониторинга природных сред и экосистем, являются:

- оценка состояния и функциональной целостности среды обитания и экосистем;
- выявление изменений природных условий в результате антропогенной деятельности на территории;
- исследование изменений экологического климата (многолетнего экологического состояния) территорий.