

8.3 Инженерная защита окружающей среды

Природоохранные мероприятия можно классифицировать по двум основным направлениям: 1) мероприятия, проводимые с целью предотвращения негативных воздействий на окружающую среду; 2) мероприятия, направленные на ликвидацию последствий вредных воздействий.

Инженерные природоохранные мероприятия делят на две группы.

Мероприятия, снижающие выброс загрязняющих веществ и уровень вредных воздействий:

- совершенствование технологических процессов и внедрение малоотходных и безотходных технологий;

- изменение состава и улучшение качества используемых ресурсов (удаление серы из топлива, переход с угля на нефть или газ, с бензинового топлива на водородное и др.);

- установка очистных сооружений с последующей утилизацией улавливаемых отходов;

- комплексное использование сырья и снижение потребления ресурсов, производство которых связано с загрязнением среды;

- научно-исследовательские и научно-технические разработки, результаты которых делают возможным и стимулируют внедрение перечисленных выше мер - разработка стандартов на качество окружающей природной среды, оценка экологической емкости экосистем, проектирование новых технологий, создание системы эколого-экономических показателей хозяйственной деятельности и др.

Мероприятия, позволяющие снижать степень распространения загрязняющих веществ и других вредных воздействий:

- строительство высоких и сверхвысоких труб, выпусков сточных вод различных конструкций для оптимизации условий их разбавления и др.;

- нейтрализация выбросов, их захоронение и консервация;

- доочистка используемых ресурсов перед поступлением потребителю (установка кондиционеров и воздухопроводов для очистки воздуха в помещениях, метро, очистка водопроводной воды и др.);

- устройство санитарных охранных зон вокруг промышленных предприятий и на водных объектах, озеленение городов и поселков;

- оптимальное расположение промышленных предприятий и автотранспортных магистралей (с учетом гидрометеорологических факторов) для минимизации их отрицательных воздействий;

- рациональная планировка городской застройки с учетом розы ветров и шумовых нагрузок и др.

Большое значение имеет рациональное распределение средств между двумя рассмотренными направлениями. Если десять - двадцать лет назад во многих отраслях предпочтение часто отдавалось более дешевым и эффективным с позиций отдельного района мероприятиям второй группы, то теперь чаще применяются мероприятия первой группы.

Стратегические мероприятия - это разработка ресурсосберегающих, мало- и безотходных технологий. Инженерным идеалом должно стать безотходная технология.

Однако трудно представить, например, обратное водоснабжение в коммунальном хозяйстве, особенно при сбросе огромных объемов бытовых сточных вод. Поэтому совершенствование технологий очистки вредных выбросов в атмосферу и сточных вод еще долгое время будет оставаться проблемой первостепенной важности. Хотя, как отмечают некоторые авторы, большой удельный вес производственных затрат на охрану окружающей среды свидетельствует о несовершенстве технических решений в производстве. Технология, требующая значительных затрат на очистные сооружения, в конечном счете должна смениться технологией, более эффективной экономически и более совершенной в экологическом отношении.

Рассмотрим в качестве примеров некоторые принципиальные схемы очистки выбросов в атмосферу и сточных вод, а также размещения, детоксикации и утилизации твердых отходов.

Очистка газовых выбросов в атмосферу. Для очистки газовых выбросов обычно используют осаждение пыли в гравитационном, центробежном, электрическом или акустическом полях, методы абсорбции, хемосорбции и реагентные. Очистка чаще всего осуществляется в аппаратах – **циклонах** (рис. 11.12).

Газовый поток вводится через входной патрубок внутрь корпуса и совершает вращательно-поступательное движение вдоль корпуса к бункеру. Под действием центробежной силы на стенке циклона образуется пылевой слой.

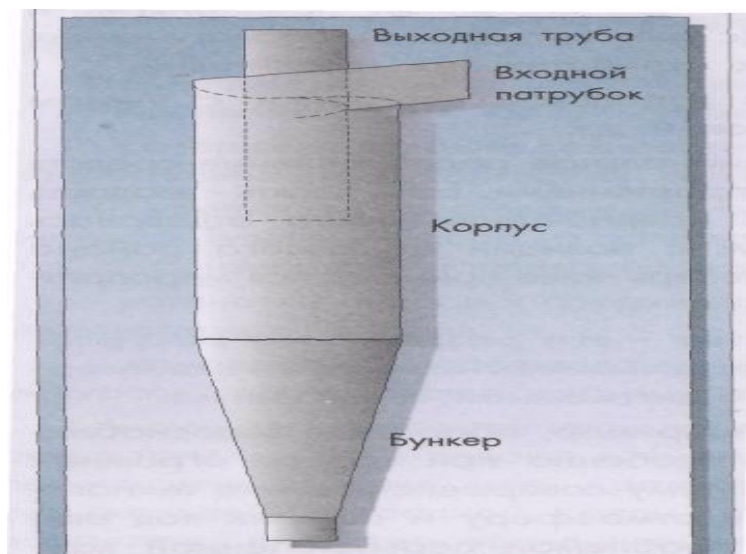


Рис. 11.12.
Цилиндрический
циклон
ой слой.

Отделение пыли от газа происходит за счет поворота газового потока в бункере на 180°. Очищенный от пыли газовый поток образует вихрь и покидает циклон через выходную трубу.

Для фильтрования газов от пыли используют различные фильтры: тканевые, с набивкой или с насыпным фильтрующим слоем. Основную группу составляют разнообразные [тканевые фильтры](#).

Электрофильтры - наиболее совершенные аппараты для очистки газов от частиц пыли и тумана. Процесс очистки основан на так называемой ударной ионизации газа в зоне разряда. Загрязненные газы, поступающие в электрофильтр, частично ионизированы за счет внешних воздействий. При достаточно большом напряжении, подаваемом на электроды, в электрическом поле движение ионов и электронов настолько ускоряется, что, сталкиваясь с молекулами газа, они ионизируют их, расщепляя на положительные ионы и электроны. Образовавшийся поток ионов ускоряется электрическим полем, и реакция повторяется (наступает лавинообразный процесс). Этот процесс называется ударной ионизацией. Электрофильтры обычно делают с отрицательными электродами, при этом положительно заряженные частицы под действием электростатических, аэродинамических сил и силы тяжести осаждаются. Периодическая очистка фильтра достигается встряхиванием электродов. В промышленности используют несколько типов конструкций сухих и мокрых электрофильтров. В зависимости от формы электродов различают трубчатые и пластинчатые электрофильтры ([рис. 11.13](#)).

Очистка выбросов от газообразных токсичных примесей осуществляется с использованием: 1) [абсорбции](#) (лат. *absorptio* - всасывание, растворение) - промывки выбросов жидкими растворителями; 2) [хемосорбции](#) - промывки растворами реагентов, химически связывающими примеси; 3) [адсорбции](#) (лат. *adsorbere* - поглощение) - поглощения примесей твердыми активными веществами; 4) химических превращений примесей в присутствии катализаторов ([каталитических методов](#)).

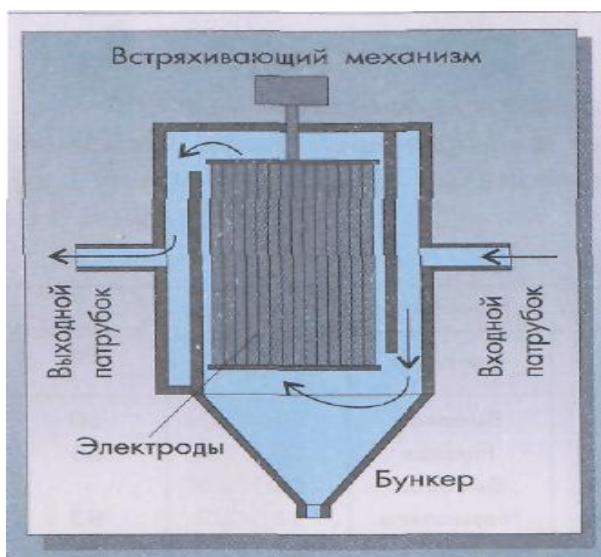


Рис. [11.13](#). Пластинчатый электрофильтр

Очистка сточных вод. В зависимости от типа процессов, протекающих в очистных сооружениях, различают [механическую](#), [физико-химическую](#) и [биологическую очистку](#)

сточных вод. На очистных сооружениях образуются большие массы осадков, которые подготавливают к дальнейшему использованию: обезвоживают, сушат, обезвреживают и обеззараживают. При необходимости сточные воды, прошедшие сооружения полной биологической очистки, подвергают доочистке. После очистки, перед сбросом в водоемы, сточные воды должны обеззараживаться с целью уничтожения патогенных микроорганизмов.

Доочистка сточных вод требуется, если по условиям водоотведения перед сбросом в водоем необходимо дополнительно снизить концентрацию взвешенных веществ, азота, фосфора, БПК и др. Кроме того, доочистка необходима при повторном использовании сточных вод в технологических процессах водоотведения. Для доочистки от взвешенных веществ применяют: микрофильтры, фильтры с плавающей загрузкой, установки для пенной флотации и др. Для снижения БПК используют коагуляционные, сорбционные и озонаторные установки в сочетании с фильтрами. Доочистку от азота и фосфора применяют для предотвращения эвтрофирования водоемов и обрастания трубопроводов и аппаратов водорослями. Для удаления фосфора широко практикуют реагентный метод с использованием извести, сульфатов алюминия и железа. Минеральные соединения азота (нитриты, нитраты и соли аммония) удаляют с помощью физико-химических методов: отдувки аммиака, ионного обмена, адсорбции, электролиза, озонирования, обратного осмоса, электродиализа, дистилляции и др.; используют и биологические методы: нитрификацию и денитрификацию.

Обеззараживание является заключительным этапом обработки сточных вод перед сбросом в водоем. Наибольшее распространение получил способ дезинфекции воды путем хлорирования газообразным хлором Cl_2 или хлорной известью $CaCl(OCl)$. Применяют также электролизные установки для получения гипохлорита натрия $NaClO$ из поваренной соли $NaCl$. Возможно обеззараживание и другими бактерицидными веществами.

Обработка осадков, образующихся в процессе очистки сточных вод, производится с целью снижения их влажности и объема, обеззараживания и подготовки к утилизации. На решетках задерживаются грубые отбросы (тряпки, бумага, остатки продуктов и пр.), которые вывозят на свалки или после дробления направляют в специальные сооружения. Песок из песколовков поступает на песковые площадки для обезвоживания, а затем вывозится и используется по назначению. Для обработки осадков из отстойников используют самостоятельную группу сооружений: иловые площадки, метантенки, аэробные стабилизаторы, установки для обезвоживания и сушки. Наиболее широко распространены метантенки.

Метантенки - это герметически закрытые резервуары, где анаэробные бактерии в термофильных условиях ($t^{\circ} = 30 - 43^{\circ}C$) сбраживают сырой осадок из первичных и вторичных отстойников. В процессе брожения выделяются газы: CH_4 , водород H_2 , углекислый газ CO_2 , аммиак NH_3 и др.,

которые могут затем использоваться для разных целей.

Осадки сточных вод, выгружаемые из метантенков, имеют влажность 97 % и неудобны для утилизации. Для уменьшения их объема применяют обезвоживание на иловых площадках или вакуум-фильтрах, центрифугах и других сооружениях. В результате обезвоженный осадок уменьшается в объеме в 7-15 раз и имеет влажность 50 - 80 %.

Аэробная стабилизация осадков осуществляется в резервуарах, где органическая часть длительное время минерализуется аэробными микроорганизмами при постоянной продувке воздухом.

Сжигание осадков применяется, если они не подлежат другим видам обработки и утилизации. Мировой опыт показывает, что 25 % образующихся на очистных сооружениях осадков используется в сельском хозяйстве, 50 % размещается на полигонах и около 25 % сжигается. В связи с ужесточением санитарных требований к качеству осадков, уменьшается возможность использования их в сельском хозяйстве. Специалисты все больше обращаются к сжиганию осадков.

Выбор оптимальной технологической схемы обработки осадков сточных вод зависит от их свойств, химического состава, количества, климатических условий, наличия территорий для иловых площадок и других факторов.

Малоотходное и безотходное производство. Для кардинального решения проблемы экологии, снижения ресурсоемкости и энергоемкости производства необходимо обеспечить кругооборот сырья, утилизировать вторичные ресурсы, полностью использовать все, что добывается из недр, на основе комплексной переработки, т. е. перестроить производство таким образом, чтобы технологии стали максимально безотходными, экологически чистыми и экономически выгодными. Эти технологии заимствуют свои принципы у природы: отходы одних организмов являются важнейшим ресурсом для других. Например, учеными создана технология извлечения графита из копоти металлургических заводов; ее внедрение позволяет отказаться от добычи графитовых руд, исключить складирование отходов производства, улучшить состояние атмосферы. Наиболее рациональным решением проблемы охраны водоемов от загрязнения сточными водами является создание замкнутых систем водоснабжения и водоотведения промышленных предприятий, т.е. использование очищенных сточных вод в системах оборотного водоснабжения. При этом свежая вода забирается из источников водоснабжения только для питьевых целей.

Городские сточные воды также иногда используют повторно на предприятиях разных отраслей. Использование биологически очищенных сточных вод в оборотных системах водоснабжения позволяет частично или полностью отказаться от свежей воды. Доля сточных вод в подпитке оборотных систем может составлять от 5 до 100 %. Замкнутые и оборотные системы водоснабжения - основа бессточных предприятий с локальными очистными установками, повторным использованием сточных вод и рекуперацией отходов (рис. 11.19).

Конечная цель безотходного производства достигается при прохождении нескольких ступеней переработки отходов всех видов. Система малоотходна, если на *n*-й стадии производства, выделяемые отходы незначительно

воздействуют на окружающую среду. Она считается безотходной, когда отходы n -й стадии вновь поступают в производство или становятся совершенно безвредными.

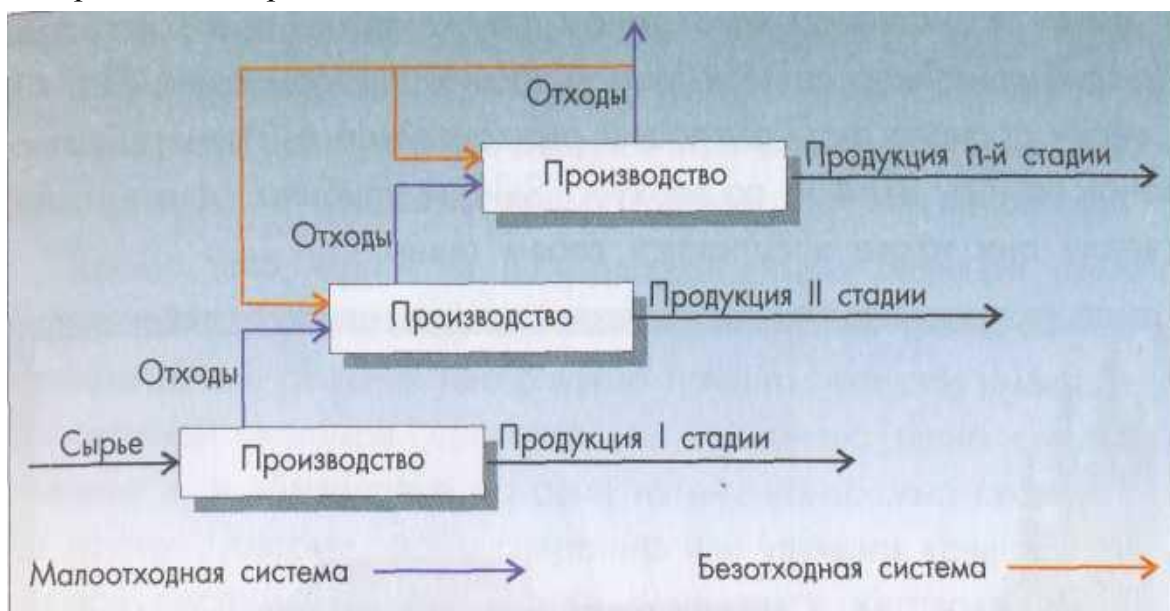


Рис. 11.19. Схема малоотходной и безотходной технологических систем производства

Утилизация и ликвидация твердых отходов. Обезвреживание и утилизация твердых бытовых и промышленных отходов - последняя ступень очистки. Методы обезвреживания твердых отходов делятся на ликвидационные (решают санитарно-гигиенические задачи) и утилизационные (решают задачи экологии и экономики).

Выделяют **биологические** методы (разрушение органической части микроорганизмами), **термические** (сжигание на мусороперерабатывающих предприятиях, пиролиз), **химические** (гидролиз), **механические** (прессование с применением связующих на полигонах). Выбор метода для конкретного города зависит от местных условий и осуществляется на основе технико-экономического сравнения. Разрез полигона для захоронения твердых отходов показан на рис. 11.20.

Большая часть твердых промышленных отходов токсична, поэтому захоранивать их нужно в толще глины.

Особо вредные промышленные отходы принимают на полигон в герметически упакованных металлических контейнерах и захоранивают в глубоких котлованах. Кроме технологического паспорта, с каждой партией направляются два акта: в одном подтверждается герметичность упаковки контейнера, в другом указываются название отходов, их количество и причины списания

со всех сторон засыпают слоем глины (0,5 м). Сверху располагают следующий ряд контейнеров. Размеры котлованов по низу 10*4 м, по верху - 18*12 м, глубина - 4 м в глине, сверху они также засыпаются слоем глины.

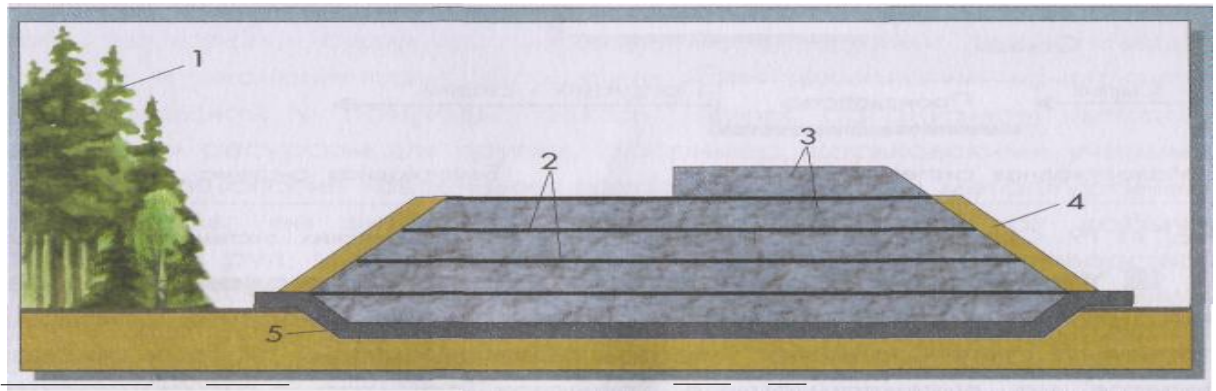


Рис. 1 1.20. Разрез полигона для твердых отходов: 1 - лесозащитная полоса; 2 - промежуточный изолирующий слой; 3 - твердые отходы; 4 - укрывающий наружный слой растительного грунта; 5 - естественное или искусственное водоупорное основание (по М. И. Алексееву, Е. М. Протасовскому, 1990)

В будущем большая доля потребности в сырье для промышленности должна удовлетворяться продуктами переработки промышленных и бытовых отходов.