

Инженерная защита окружающей среды

(основы энвайронменталистика)



Инженерные природоохранные мероприятия

Все природоохранные мероприятия можно классифицировать по двум направлениям:

— 1) Мероприятия по предотвращению негативных воздействий на окружающую природную среду.

— 2) Мероприятия по ликвидации последствий вредных воздействий.

Мероприятия по предотвращению негативных воздействий на окружающую природную среду

```
graph TD; A[Мероприятия по предотвращению негативных воздействий на окружающую природную среду] --> B[Инженерные мероприятия, снижающие выброс загрязняющих веществ и уровень вредных воздействий]; A --> C[Мероприятия позволяющие снизить степень распространения сбрасываемых загрязняющих веществ и других вредных воздействий];
```

Инженерные мероприятия, снижающие выброс загрязняющих веществ и уровень вредных воздействий

Мероприятия позволяющие снизить степень распространения сбрасываемых загрязняющих веществ и других вредных воздействий

Инженерные мероприятия, снижающие выброс загрязняющих веществ и уровень вредных воздействий:

- 1. Совершенствование технологических процессов и внедрение малоотходных технологий.**
- 2. Изменение состава и улучшение качества используемых ресурсов (удаление серы из топлива, переход с угля на нефть или газ, с бензинового топлива на водородное).**
- 3. Установка очистных сооружений с последующей утилизацией улавливаемых отходов.**
- 4. Комплексное использование сырья и снижение потребления ресурсов, потребление которых связано с загрязнением среды.**
- 5. Научно-исследовательские и научно-технические разработки, результаты которых делают возможным и стимулируют внедрение перечисленных выше мер.**
- 6. Разработка стандартов на качество окружающей природной среды, оценка экологического резерва экосистем, разработка совершенных методик их расчетов, создание системы эколого-экономических показателей и нормативов хозяйственной деятельности.**

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

- 1. Строительство высоких и сверхвысоких труб для выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и выпусков сточных вод различных конструкций для оптимизации условий их разбавления.**
- 2. Нейтрализация выбросов и сбросов, удаление из них токсичных компонентов, их захоронение и консервация.**
- 3. Доочистка используемых ресурсов перед поступлением потребителю.**
- 4. Устройство санитарно-охранных зон вокруг промышленных предприятий и на водных объектах, озеленение городов.**
- 5. Оптимальное расположение промышленных предприятий и автотранспортных магистралей для минимизации из отрицательных воздействий.**
- 6. Рациональная планировка городской застройки с учетом розы ветров, шумовых и других нагрузок.**

Основная стратегия всех инженерных мероприятий

-

это разработка ресурсосберегающих и малоотходных технологий, которые должны стать инженерным эталоном при разработке любых проектов.

Процесс этот требует применения инновационных технологий и находится на острие современной науки.

Он связан с процессами технического перевооружения существующих производств и при этом требует крупных капиталовложений, а следовательно, требует времени.

Поэтому совершенствование технологий инженерной очистке вредных выбросов в атмосферу, сбросов в поверхностные и подземные вода и размещении отходов будет еще долгое время оставаться задачей первостепенной важности.

Очистка газовых выбросов в атмосферу

Газовые выбросы содержат в себе мелкодисперсные твердые частицы (пыль) и смеси различных химических соединений в газообразном виде.

Для очистки газовых выбросов от пыли обычно используют фильтры или осаждение в гравитационном, центробежном, электрическом или акустическом полях:

1. Циклоны

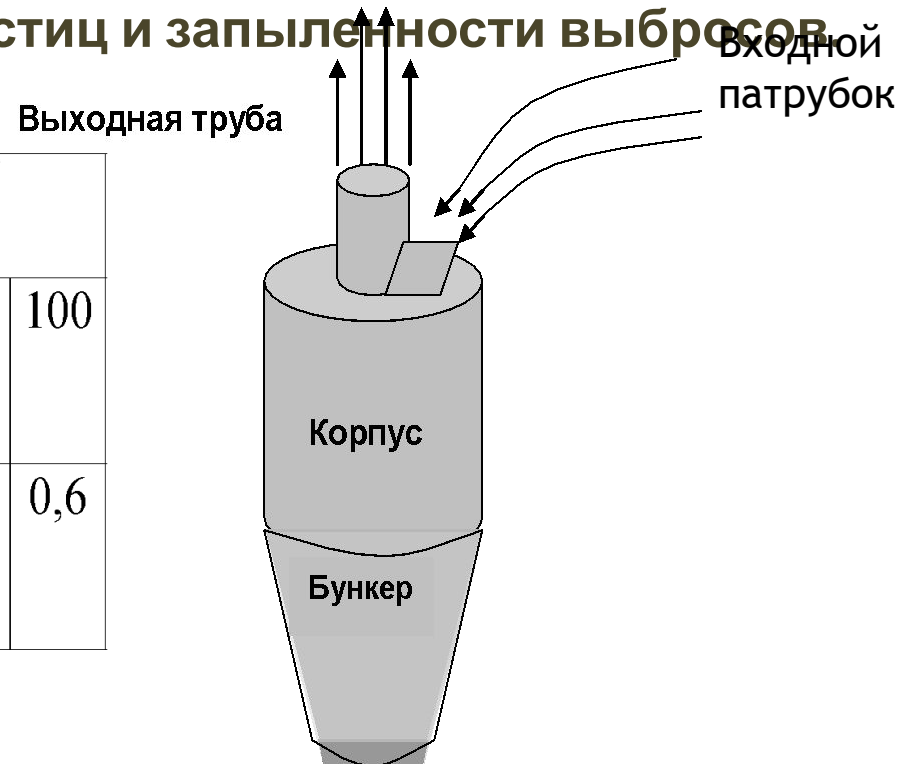
2. Тканевые фильтры

3. Электрофильтры

1. Циклоны

Циклоны – это аппараты, в которых газовый поток вводится через входной патрубок внутрь корпуса и совершает там вращательно-поступательное движение к бункеру. Под действием центробежной силы на стенках образуется пылевой слой, который накапливается в бункере. Очищенный газовый поток выбрасывается из циклона через выходную трубу. Скорость осаждения зависит от скорости потока, диаметра циклона, величины пылевых частиц и запыленности выбросов.

Диаметр циклона определяется запыленностью газов							
Диаметр циклона (мм)	800	600	500	400	300	200	100
Концентрация частиц (кг/м ³)	2,5	2,0	1,5	1,2	1,0	0,8	0,6



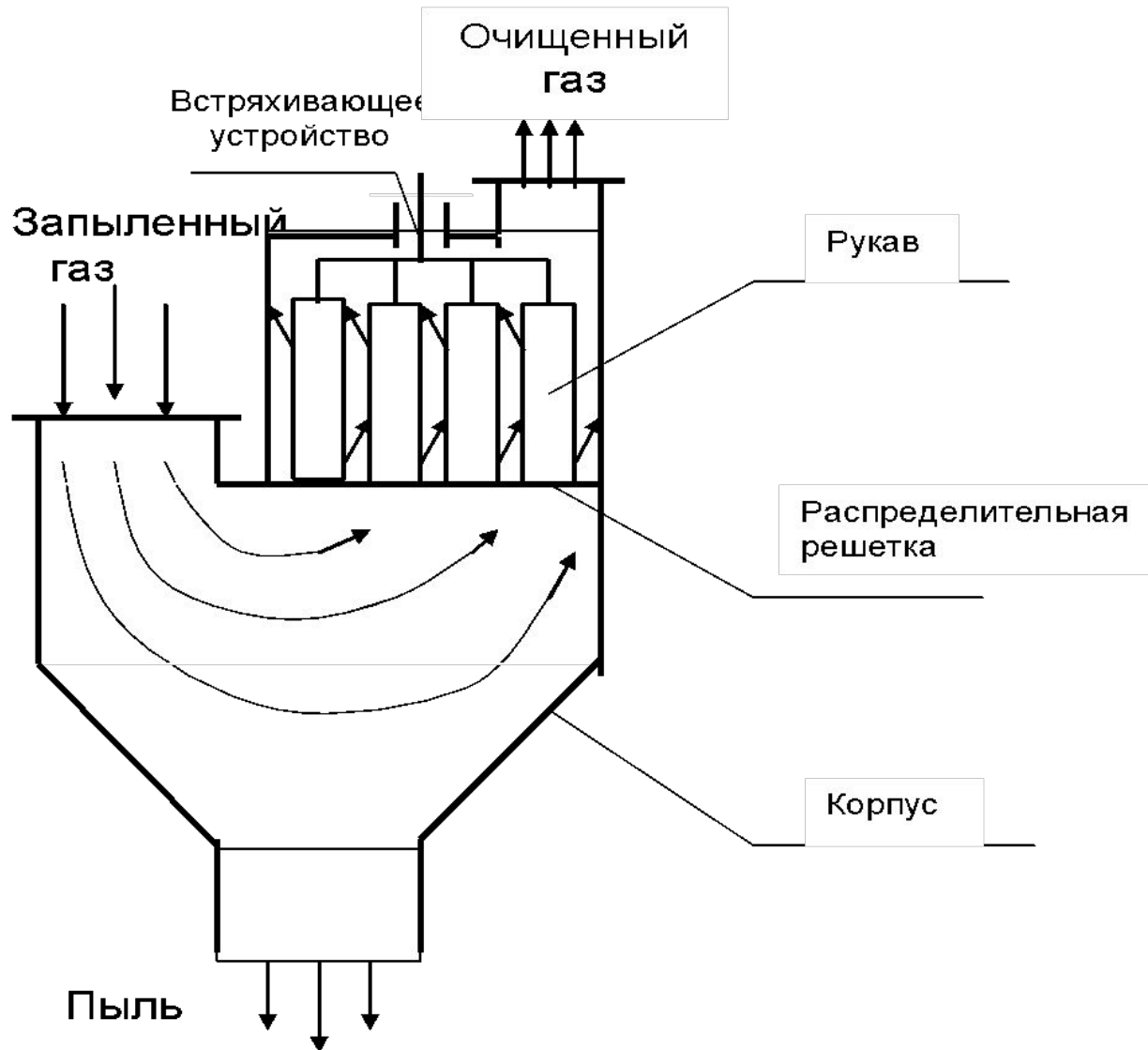
2. Тканевые фильтры

Тканевые фильтры составляют основную группу. Возможности их расширяются в связи с созданием новых термостойких и устойчивых к агрессивным газам тканей.

Свойства фильтрующих тканей:

Основное волокно	Средний диаметр частиц (мк)	Устойчивость к воздействию		Термо Стойкость t ⁰	Пористость %
		кислот	щелочей		
Хлопок	20	Низкая	Высокая	65 – 80	60
Шерсть	27	Невысокая	Низкая	80 – 100	86
Капрон	27	Невысокая	Высокая	65	86
Нитрон	24	Высокая	Невысокая	130	83
Лавсан	20	Высокая	Невысокая	140	75
Стекло	8	Высокая	Невысокая	250 - 300	55

Конструкция тканевого рукавного фильтра



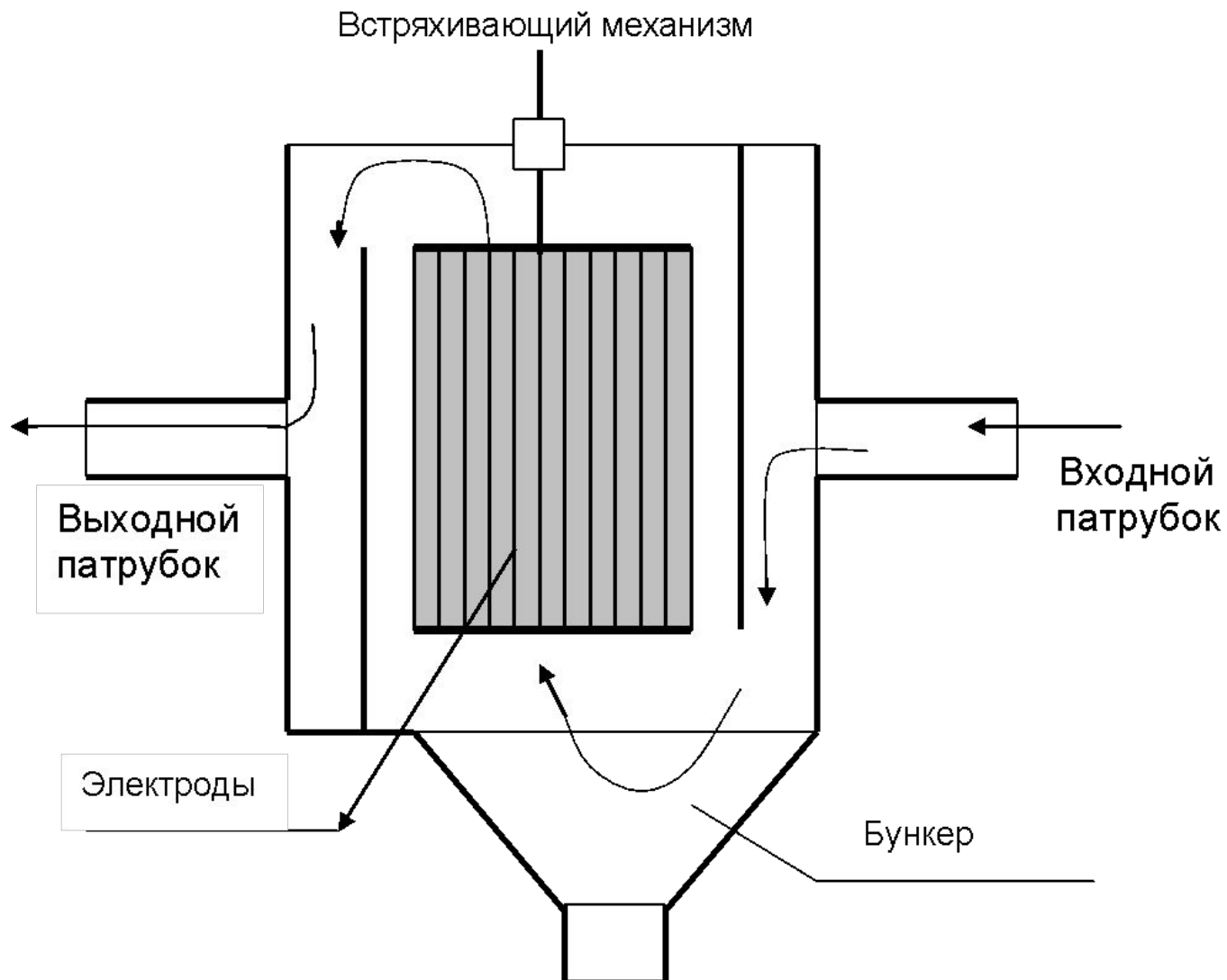
3. Электрофилтры

Электрофилтры – наиболее совершенные аппараты для очистки газов от частиц пыли. Процесс очистки основан на так называемой ударной ионизации газа в зоне разряда. Загрязненные газы, поступающие в электрофилтр, уже частично ионизированы за счет внешних воздействий.

При достаточно высоком напряжении подаваемым на электроды филтра происходит лавинообразный процесс ионизации газа, называемый ударной ионизацией. Молекулы газа под действием ускоренных в электрическом поле ионов и электронов расщепляются на положительные ионы и электроны, имеющие отрицательный заряд.

Электрофилтры изготовляют с отрицательно заряженными электродами и положительно заряженные частицы под действием аэродинамических сил и силы тяжести осаждаются. Периодическая чистка осуществляется встряхиванием

Пластинчатый электрофильтр



Для очистки выбросов от газообразных вредных примесей – применяются методы:

1. **абсорбции** (всасывание- лат.) растворения выбросов в жидких растворителях.
2. **хемосорбции** - химическое связывание примесей растворами специальных реагентов.
3. **адсорбции** – поглощение примесей твердыми активными веществами.
4. **каталитическим** - химические превращения примесей в присутствии катализаторов.

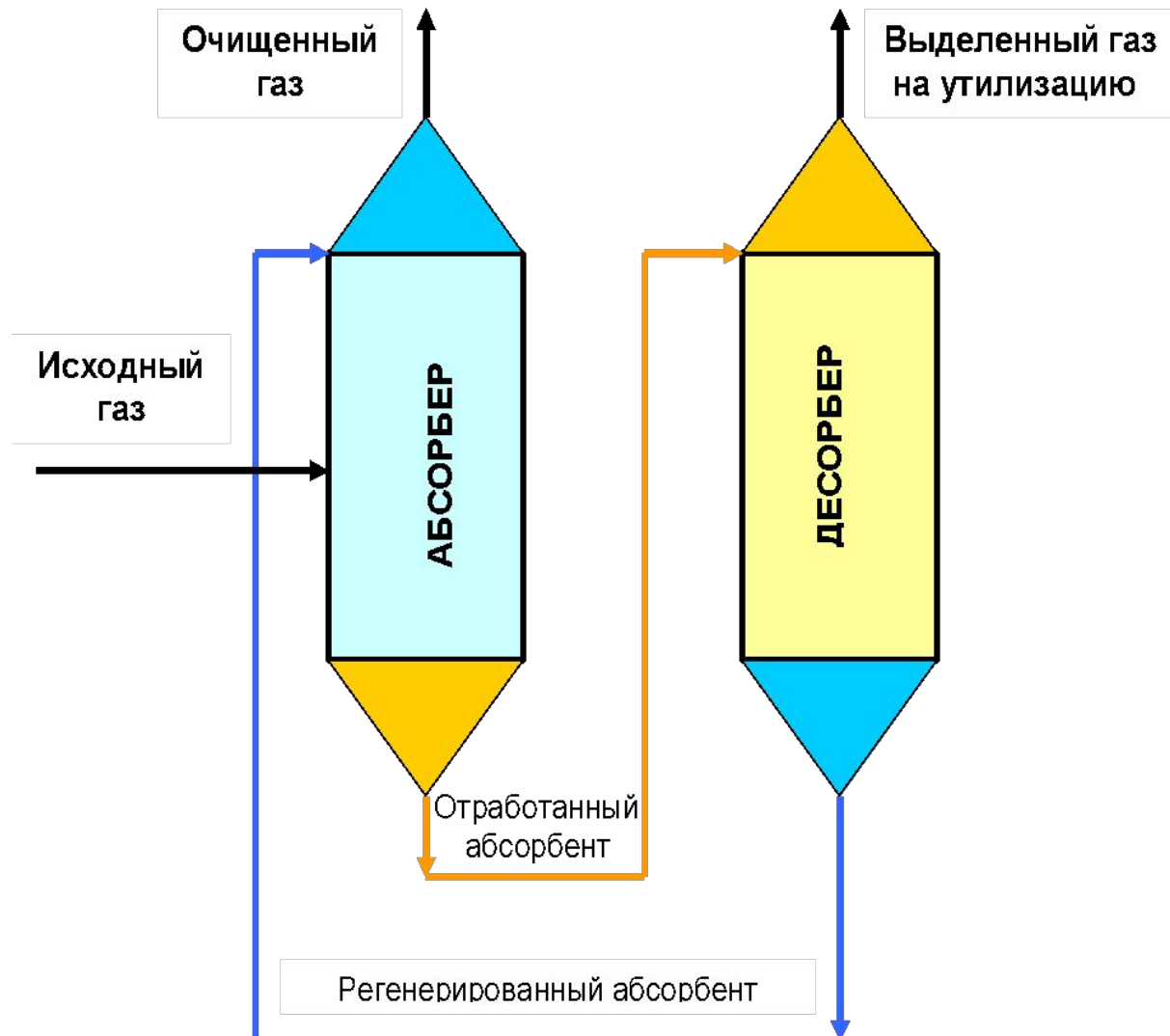
1. Абсорбция

Абсорбция – проводится в термических или вакуумных десорбентах. Абсорбция зависит от растворимости удаляемого газа в поглощающей жидкости, температуры и его парциального давления.

К примеру для удаления аммиака NH_3 , фторводорода HF или хлорводорода HCl целесообразно применять воду – растворимость этих газов в воде очень высока. Пары воды с растворенными загрязнителями регенерируются (десорбируются) путем повышения температуры или понижения давления.

Узлы абсорбции и десорбции могут быть различных конструкций.

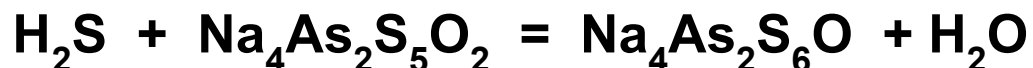
Схема абсорбции и десорбции



2. Хемосорбция

Хемосорбция – основана на поглощении газов реагентами с образованием малолетучих или малорастворимых соединений.

Например очистка газовой смеси от сероводорода с применением мышьяково-щелочного реагента:



Регенерация раствора производится окислением его кислородом, содержащимся в очищенном воздухе:



В данном примере побочным продуктом оказалась сера, ценный компонент, используемый во многих технологических процессах.

При хемосорбции могут использоваться многие другие

Иониты – твердые вещества, способные обмениваться ионами с фильтруемыми через них газообразными или жидкими смесями. Это или природные материалы (глины) или синтетические полимерные смолы.

Пример хемосорбции аммиака из газовойоздушной смеси с помощью ионита катионного типа (катионит) R-H :



Подобные реакции происходят и при использовании ионита анионного типа (анионита) R-CO₃.

Например удаление диоксида серы SO₂



Абсорбция и хемосорбция называются методами мокрой фильтрации. Недостатком их служит снижение температуры газовойоздушной смеси, что приводит к снижению эффективности их рассеивания в атмосфере.

Регенерация ионитов осуществляется промывкой их водой, слабыми растворами кислот (для катионитов) и щелочей (для анионитов).

3. Адсорбция

Адсорбция - процесс избирательного поглощения компонентов газовой смеси твердыми веществами. При физической адсорбции молекулы адсорбента не вступают в химическое взаимодействие с молекулами газовой смеси.

Требования к адсорбентам: большая адсорбционная способность, селективность, химическая инертность, механическая прочность, способность к регенерации и низкая стоимость.

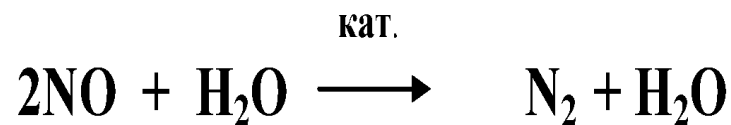
Наиболее распространенные адсорбенты – активированный уголь, силикогели, алюмосиликаты.

Процесс регенерации адсорбентов основан на свойстве адсорбентов резко снижать адсорбционную способность при нагреве.

Регенерация осуществляется нагревом адсорбента или продувкой его горячим паром или воздухом.

4. Каталитический метод

Каталитический метод основан на применении катализаторов, ускоряющих химические реакции. В последнее время каталитические методы используются для очистки выхлопных газов от транспортных средств, то есть превращения токсичных оксидов азота NO_x и углерода CO в нетоксичные вещества.



1.2 Очистка сточных вод

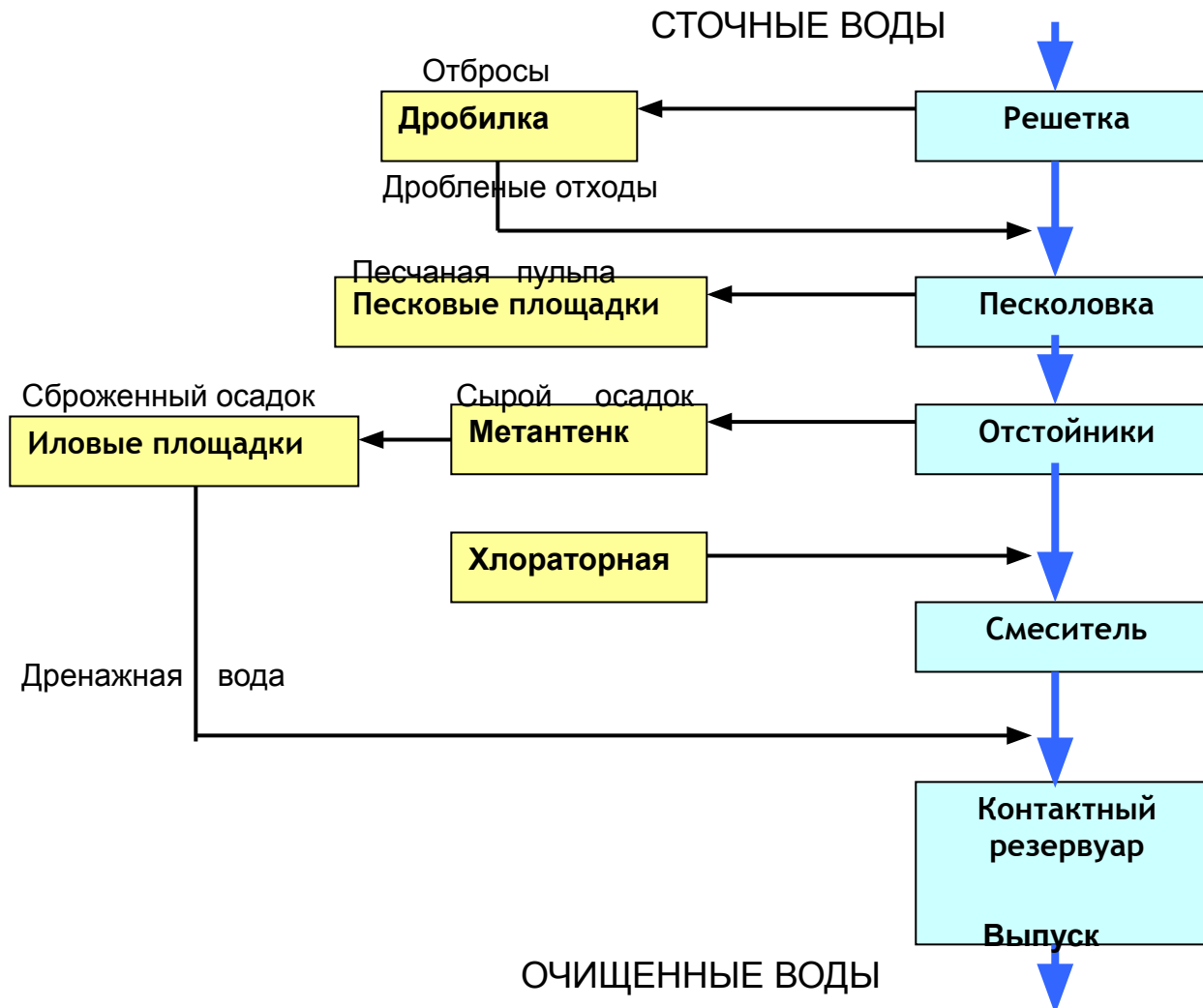
В зависимости от типа процесса протекающего в очистных сооружениях, различают следующие методы очистки сточных вод:

- ❖ механическая очистка;**
- ❖ физико-химическая очистка;**
- ❖ биологическая очистка**

На очистных сооружениях сточных вод образуются большие массы осадков, которые подготавливаются для дальнейшего использования – их сушат, обезвреживают и обеззараживают.

При необходимости, воды прошедшие полный цикл биологической очистки подвергаются доочистке. После очистки, перед сбросом в водоемы, сточные воды должны обеззараживаться с целью уничтожения патогенных микроорганизмов.

Механическая очистка предназначена для очистки вод от нерастворимых примесей

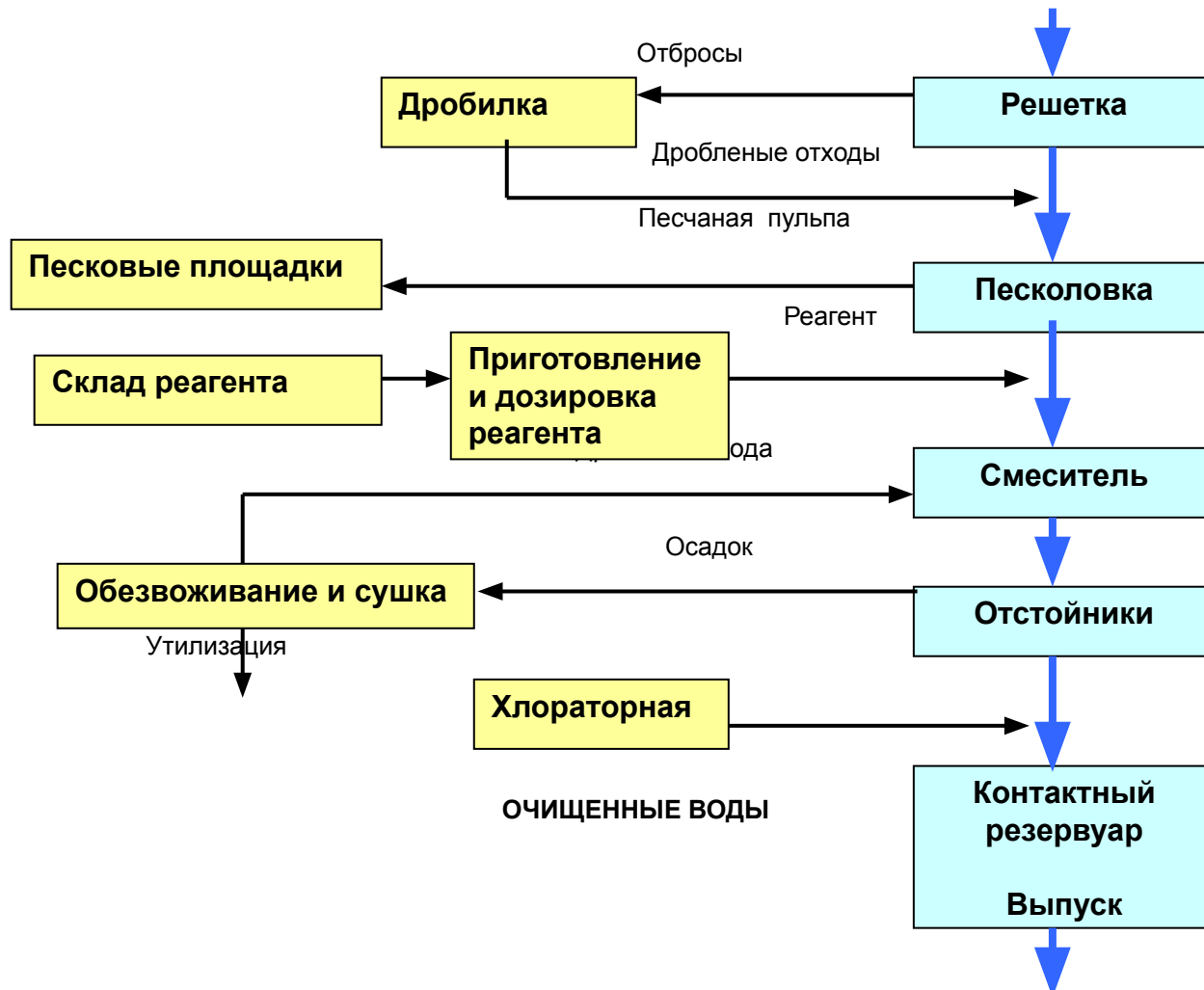


Технологическая схема механической очистки вод

К физико-химическим методам очистки вод относятся:

- ▣ **Реагентная** очистка с применением химических реагентов (нейтрализация, коагуляция, озонирование, хлорирование и пр.);
- ▣ **Сорбционная** очистка с применением поглощающего сорбента (твердого или жидкого). Происходящая на поверхности называется адсорбция, а происходящая в объеме – абсорбция;
- ▣ **Экстракция** очистка с применением растворителей (экстрагентов), не смешивающихся с раствором, в которых загрязнитель растворяется легче чем в первом растворе;
- ▣ **Эвапорация** очистка с помощью нагретого водяного пара, который проходя через загрязненные растворы захватывает с собой летучие загрязнители;
- ▣ **Флотация** очистка за счет различной смачиваемости мелкодисперсных частиц (гидрофобные поднимаются к поверхности, а гидрофильные опускаются вниз);
- ▣ **Электродиализ** очистка сточных вод под действием электрического тока (изменения концентрации электролита в растворе).

Физико-химическая очистка вод



Технологическая схема физико-химической очистки вод

Биологическая очистка вод

Биологическая очистка сточных вод основана на биологических процессах с участием микроорганизмов, которые в процессе своей жизнедеятельности разрушают органические соединения в сточных водах и минерализуют их. Такие микроорганизмы используют органические вещества сточных вод в качестве питательных веществ и энергии.

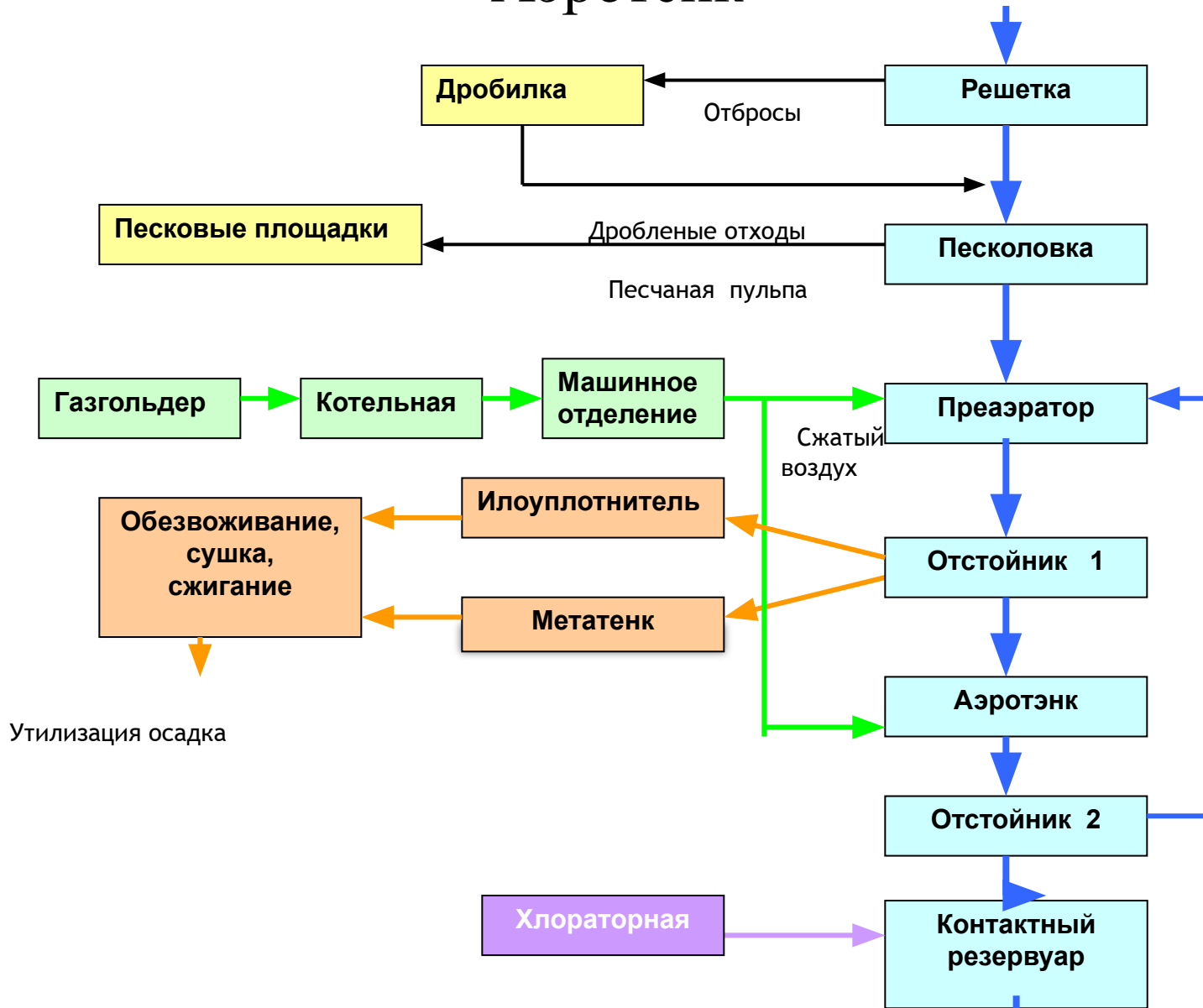
Сооружения органической очистки условно делят на два типа:

- в которых процессы идут в условиях близких к естественным (поля фильтрации и биологические пруды);**
- в которых процессы идут в искусственно созданных условиях (биофильтры и аэротенки).**

- ❖ **Поля фильтрации** – это земельные участки, искусственно разделенные на секции, по которым равномерно распределяется сточная вода, фильтрующаяся через грунты. Профильтрованная вода собирается в дренажных трубах и стекает в водоемы. На поверхности почвы процессы минерализации органических примесей из сточных вод осуществляют аэробные бактерии, в почве – анаэробные.
- ❖ **Биологические пруды** – специально созданные неглубокие водоемы, в которых происходят естественные процессы очищения воды в аэробных и анаэробных условиях. Биологические пруды создаются как для первичной очистки, так и для доочистки после биофильтров и аэротенков.
- ❖ **Биофильтры** – сооружения, в которых создаются условия для интенсификации естественных биохимических процессов разложения органических веществ. Это резервуары с фильтрующим материалом, дренажем и устройством розлива и распределения воды. на поверхности биофильтра постепенно созревает биопленка подобная тем, которые имеются на полях фильтрации. В связи с интенсивным процессом очистки, в биофильтре отмершая биопленка требует смывки водой и задерживается во вторичном отстойнике.

- ❖ **Аэротенки** – это резервуары, которые подвергаются постоянной аэрации и в которые подается вода после механической очистки и активный ил, содержащий аэробные микроорганизмы. Из аэротенков, сточная вода в смеси с активным илом подается во вторичные отстойники, где ил осаждается. Основная масса его возвращается в аэротенк, а очищенная от ила вода в контактные резервуары для последующего обеззараживания (хлорирования).
- ❖ **Доочистка вод** – производится, если к воде предъявляются особенно высокие требования - перед сбросом в водоем заказника или если дополнительная очистка требуется по технологическим требованиям производства. Для доочистки вод применяются все перечисленные методы в зависимости от требования к качеству очищаемой воды и ее составу.
- ❖ **Обеззараживание** – заключительный этап обработки сточных вод перед сбросом в водоем. Наиболее распространен способ дезинфекции воды путем хлорирования газообразным хлором Cl_2 или хлорной известью $CaCl(OCl)$. Применяются так же электролизные установки по получению гипохлорида натрия $NaClO$ из поваренной соли $NaCl$.

Аэротенк



Технологическая схема биологической очистки вод

Утилизация и ликвидация твердых отходов

Методы обезвреживания твердых отходов делятся на:

- I. Ликвидационные** (решают санитарно-гигиенические задачи);
- I. Утилизационные** (решают задачи экологии и экономики)

Выделяют следующие виды утилизации твердых отходов:

- 1. Биологические методы** (разрушение органической части микроорганизмами (компостирование));
- 2. Термические методы** (сжигание);
- 3. Химические методы** (гидролиз);
- 4. Механические методы** (прессование с применением связующих на полигонах).

❖ **Биологический метод - разложение ТБО в естественных условиях (на поверхности грунта или в компостных ямах) и использование полученной массы для удобрения сельскохозяйственных культур было весьма удобным и экологичным способом утилизации в прошлом столетии, но в наши дни стало очень проблематичным и даже опасным.**

Недостатком метода компостирования в наши дни является:

- опасность заражения грунтовых вод вирусами, бактериями, гельминтами и вредными соединениями промышленной и бытовой химии;**
- большой объем влажной и разнородной массы, содержащей полимерные пленки, не разлагающиеся микроорганизмами;**
- неприятный запах и выделение вредных для здоровья соединений в атмосферу;**
- непригодность применения полученной массы для удобрений из-за высокой разнородности, токсичности и канцерогенности, вирусной и бактериальной опасности;**
- технические трудности, экологическая опасность и огромные затраты при транспортировке.**

❖ Термический метод – является наиболее распространенным и изученным методом утилизации твердых отходов.

Термический метод отходов делится на две категории:

- I. Сжигание при температуре ниже температуры плавления шлаков (**1300 °C**);
- II. Высокотемпературное сжигание (**1300 2000 °C**) :
 - a) пиролиз-сжигание (1300 -1400 °C)
 - b) пиролиз-газификация-сжигание (1400-2000 °C)
 - c) сжигание в слое барботируемого шлакового расплава (1350 – 1400 °C) и электрошлакового расплава (1400 – 1500 °C)
 - d) доменный процесс (2000 °C)

Сжигание при температуре ниже температуры плавления шлаков (1300 °С) – самый распространенный метод утилизации ТБО.

Достоинства 1-го метода:

- + позволяет сэкономить дорогостоящие городские земельные площади;**
- + сократить до минимума расстояние транспортировки от места сбора твердых бытовых отходов ТБО до мусоросжигающего завода МСЗ;**
- + возможность при сжигании отходов получать электрическую и тепловую энергию;**

Недостатки 1-го метода:

- образование *большого объема токсичных дымов* (600м³ на 1 тонну ТБО), требующих высокоэффективной комплексной очистки (как правило, стоимость таких очистных сооружений равняется 30% стоимости капиталовложений на МСЗ);**
- образование *большого объема токсичных шлаков* (25% по массе и не менее 10% по объему) содержащих тяжелые металлы, запрещенных к применению в строй индустрии без дополнительного обезвреживания (годны только для пересыпного материала на свалках).**

Высокотемпературное сжигание (1300 2000 °C) – лишен всех недостатков первого метода, но имеет собственные недостатки.

Достоинства 2-го метода:

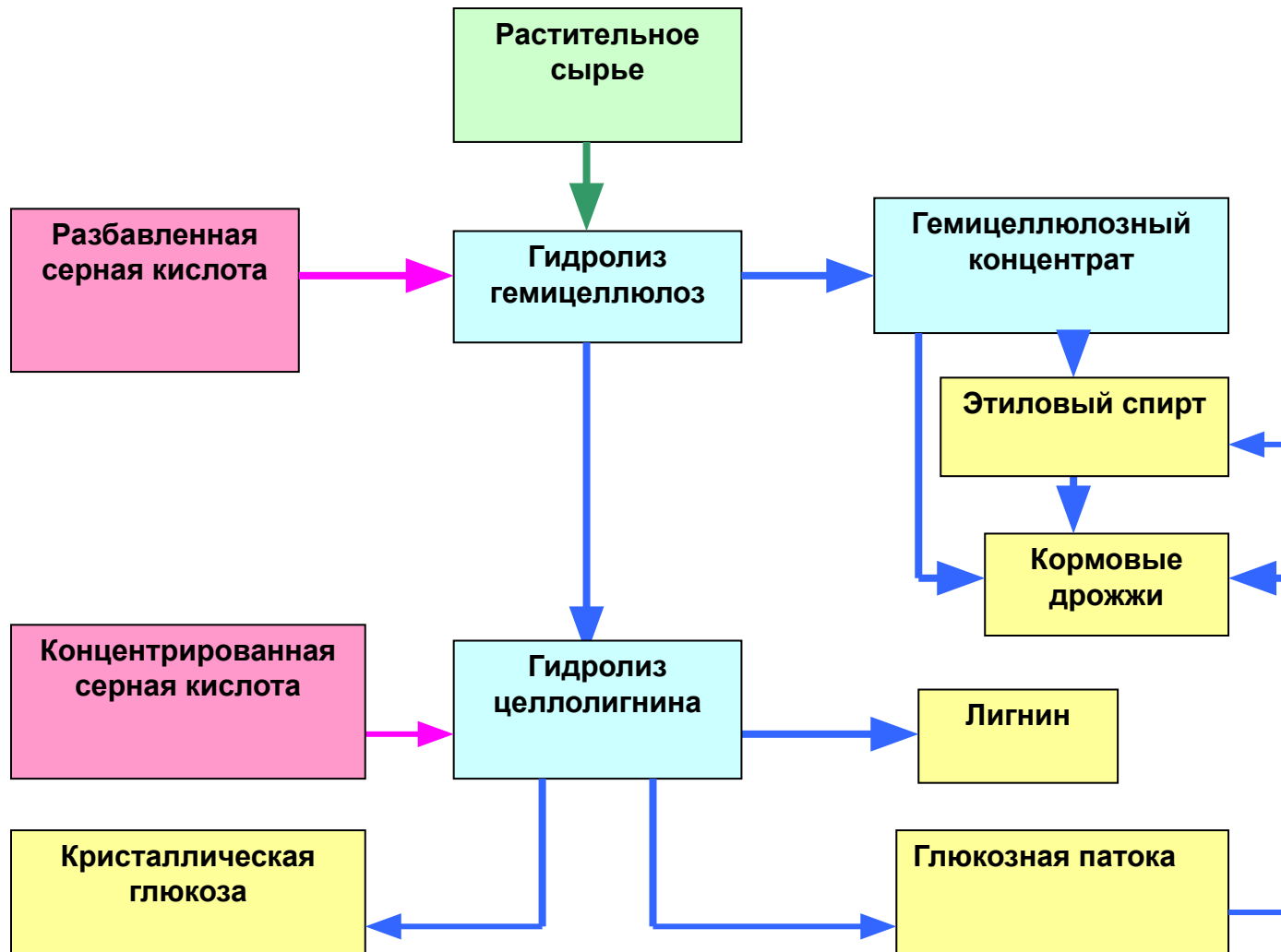
- + практически **отсутствуют токсические отходящие газы**, как высокотемпературное сгорание в кислородной среде обеспечивает полное сгорание всех компонентов;
- + **сведен к минимуму** и остаток результатов горения, которые из-за своей нейтральности могут использоваться в строительной индустрии.

Недостатки 2-го метода:

- **дороговизна** – сложный технологический цикл, оборудование, большие сырьевые и энергозатраты ;
- **потери полезных компонентов ТБО** (в частности металлов).

❖ Химический метод (гидролиз) является наиболее выгодным для переработки отходов древесины и растительного сырья.

Технологическая схема гидролиза

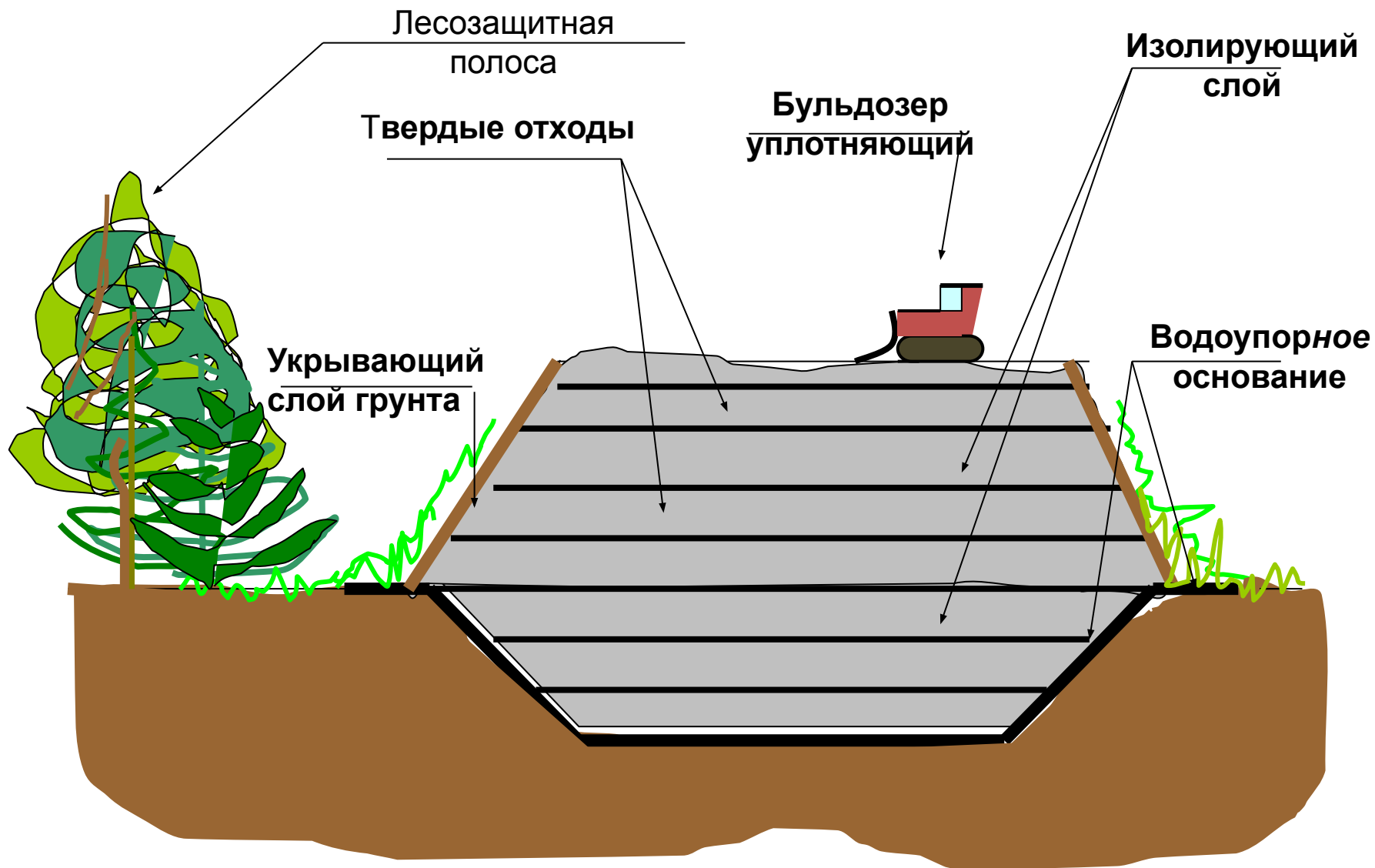


❖ Механический способ – депонирование твердых отходов на полигонах (санитарных свалках), в России, как и в большинстве других стран занимает 96,5% от всей массы. Как правило, среднее расстояние для вывоза ТБО составляет 18км. От города, хотя значительное количество полигонов удалено на 30 – 50 км, а в отдельных крупных городах и до 60 – 100км.

На полигонах отходы складировуют на грунт с соблюдением условий, препятствующих распространению болезнетворных микроорганизмов и обеспечивающих защиту от загрязнения атмосферы, почвы, поверхностных и грунтовых вод.

Технологический процесс складирования (депонирования) на полигонах заключается в послойном (через каждые 0,5м) уплотнении ТБО, размещаемых на ограниченной площади – рабочей карте (шириной 5 -10м, длиной 30 –150м и глубиной 4м) и ежесуточной изоляции уплотненной массы высотой 2м. Слоем грунта или инертного материала высотой 0,15м.

Полигон для захоронения твёрдых отходов в разрезе



Достоинства механического метода

- + **наиболее простой и дешевый метод утилизации твердых отходов.**

Недостатки механического метода:

- **постоянная потребность в новых землеотводах** (ежегодно требуется увеличивать от 0,5-0.6 га на каждые 100 тыс. населения и это без учета прироста городского населения);
- **ежегодное удорожание**, так как вблизи городов отсутствуют свободные земли и, следовательно, ежегодно увеличивается дальность транспортировки. (потребность в большом количестве транспортной техники, ее санитарной обработке, ремонте, топливе и смазочных материалах и т.д.)
- **большие массы** не подготовленных ТБО, депонированных на прямую, с компонентами, не подлежащими разложению, приводят к низкому уровню их ассимиляции.
- **невозможности из-за токсичных компонентов** использования данных территорий и **полученного компоста** содержащего стекло, металлы, токсины, болезнетворную флору.
- **утеря компонентов**, имеющих потребительскую стоимость (стекло, металл, текстиль, пищевые и растительные отходы.)

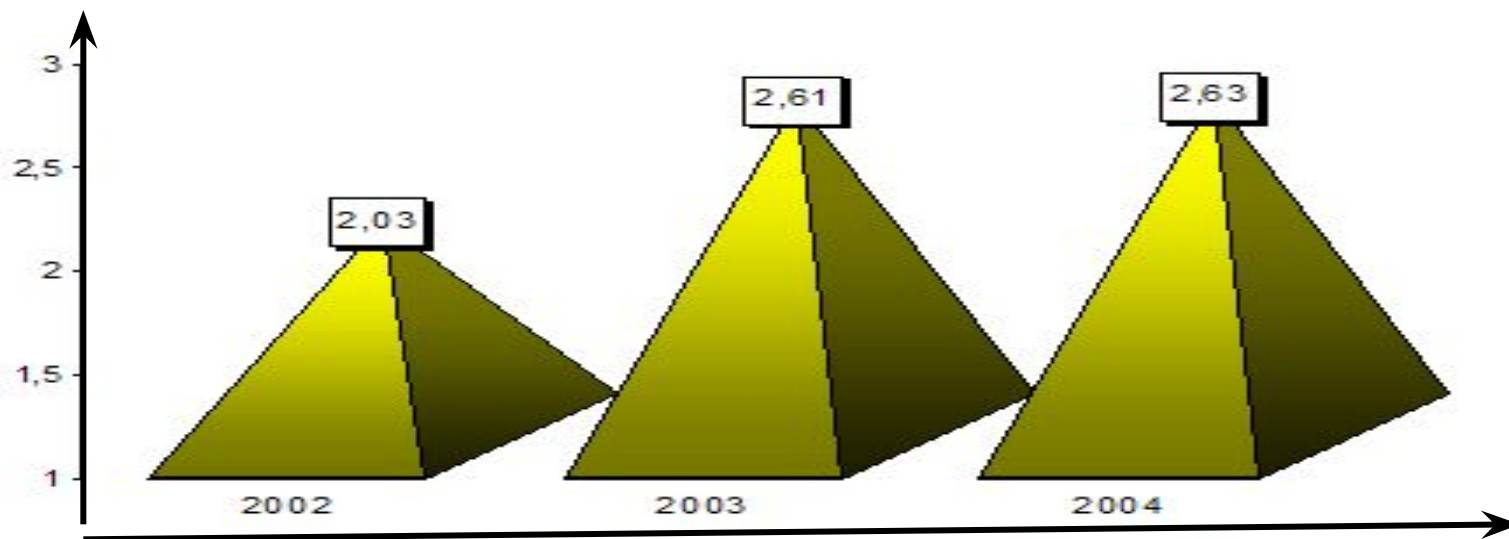
Сложность состава твердых отходов (ТБО) обуславливает отсутствие универсального метода решения проблем их утилизации, выполняющих весь комплекс современных требований экономического, экологического и ресурсосберегающего характера.

Наиболее распространены в отечественной практике описанные выше депонирование на полигонах и сжигание твердых отходов.

Таким требованиям современности, как свидетельствуют тенденции развития этой области в передовых странах, в наибольшей степени удовлетворяют технологии комплексной переработки твердых отходов, ориентированные, в частности, на выделение из их массы имеющих потребительскую стоимость компонентов (металла, макулатуры, стекла, пластмасс, текстиля, и пр.) и других остающихся масс ТБО как топлива, и сырья для ферментации.

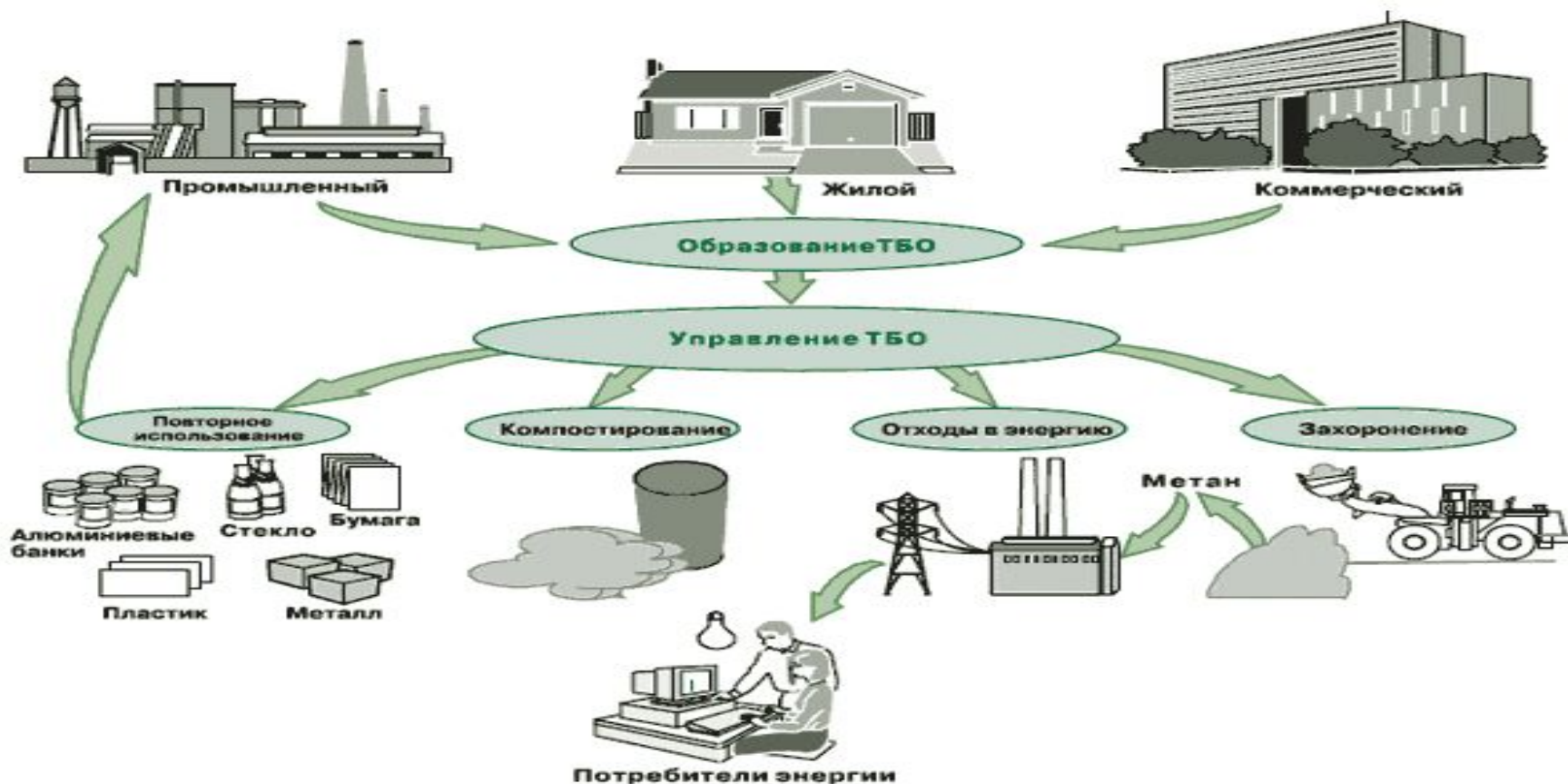
Преодоление этих недостатков в значительной степени возможно при использовании специальной подготовки ТБО, сводящейся к осуществлению различной сложности комплекса

В связи с постепенным истощением природных источников сырья (нефти, каменного угля, руд для цветных и черных металлов) для всех отраслей народного хозяйства приобретает особую значимость полное использование всех видов промышленных и бытовых отходов растущих с каждым годом.



Управление отходами

Проблема управления отходами с каждым годом становится острее – это требование времени, при этом экологические и экономические потребности общества в этом направлении не противоречат друг другу а взаимно потенцируют друг друга.



Этапы рационального управления отходами:

- 1. Сбор вторичного сырья;**
- 2. Логистика транспортировки вторичного сырья;**
- 3. Выбор типа и мощности перерабатывающего предприятия**
- 4. Разделение ТБО на фракции отделение вторсырья от остального мусора (и разделение различных компонент вторсырья);**
- 5. Переработка вторичного сырья в конечный продукт;**
- 6. Доставка конечного продукта на промышленные предприятия-потребители.**

Варианты сбора вторичного сырья, логистика и объемы предприятий переработки в разных странах и территориях могут быть различными в зависимости от местных условий.

После разделения ТБО на фракции, каждая из фракций поступает на последующую технологическую стадию - стадию переработки в конечный продукт.

Переработка фракций в конечный продукт

Стекло обычно перерабатывают путем измельчения и переплавки (желательно, чтобы исходное стекло было одного цвета).

Стеклянный бой низкого качества после измельчения используется в качестве наполнителя для строительных материалов (например, т.н. «глассфальт»)

Стальные и алюминиевые отходы переплавляются с целью получения соответствующего металла.

Бумажные отходы различного типа уже многие десятки лет применяют наряду с обычной целлюлозой для изготовления пульпы – сырья для бумаги. Из смешанных или низкокачественных бумажных отходов можно изготавливать туалетную или оберточную бумагу и картон. К сожалению, в России только в небольших масштабах присутствует технология производства высококачественной бумаги из высококачественных отходов (обрезков типографий, использованной бумаги для ксероксов и лазерных принтеров и т.д.).

Переработка пластика в целом – более дорогой и сложный процесс. Нужно отметить, что для вторичной переработки используются не все типы полимеров, а лишь некоторые. В России переработка пластика производится в незначительных количествах.

Рециклинг

**Рециклинг – это возвращение отходов в круговорот
«производство - потребление».**

Актуальной задачей современной России является подготовка условий для успешной реализации проектов селективного сбора и рециклинга ТБО и формирование нормативно - правовой и налоговой базы, способствующей становлению рынка вторичного сырья.



2. Безотходное и малоотходное производство

Для кардинального решения проблем экологии, снижения ресурсо- и энергоемкости производства **необходимо развивать технологии утилизации отходов**, возвращая в производственные процессы все, что можно из них извлечь с помощью современных технологий.

Такой подход максимально приблизит существующие производственные процессы к природным безотходным процессам, круговорота веществ.

Необходимо полностью использовать все, что добывается из недр, на основе комплексной переработки, перестроить производство таким образом, чтобы оно стало максимально малоотходным, экологически чистым и экономически выгодным.

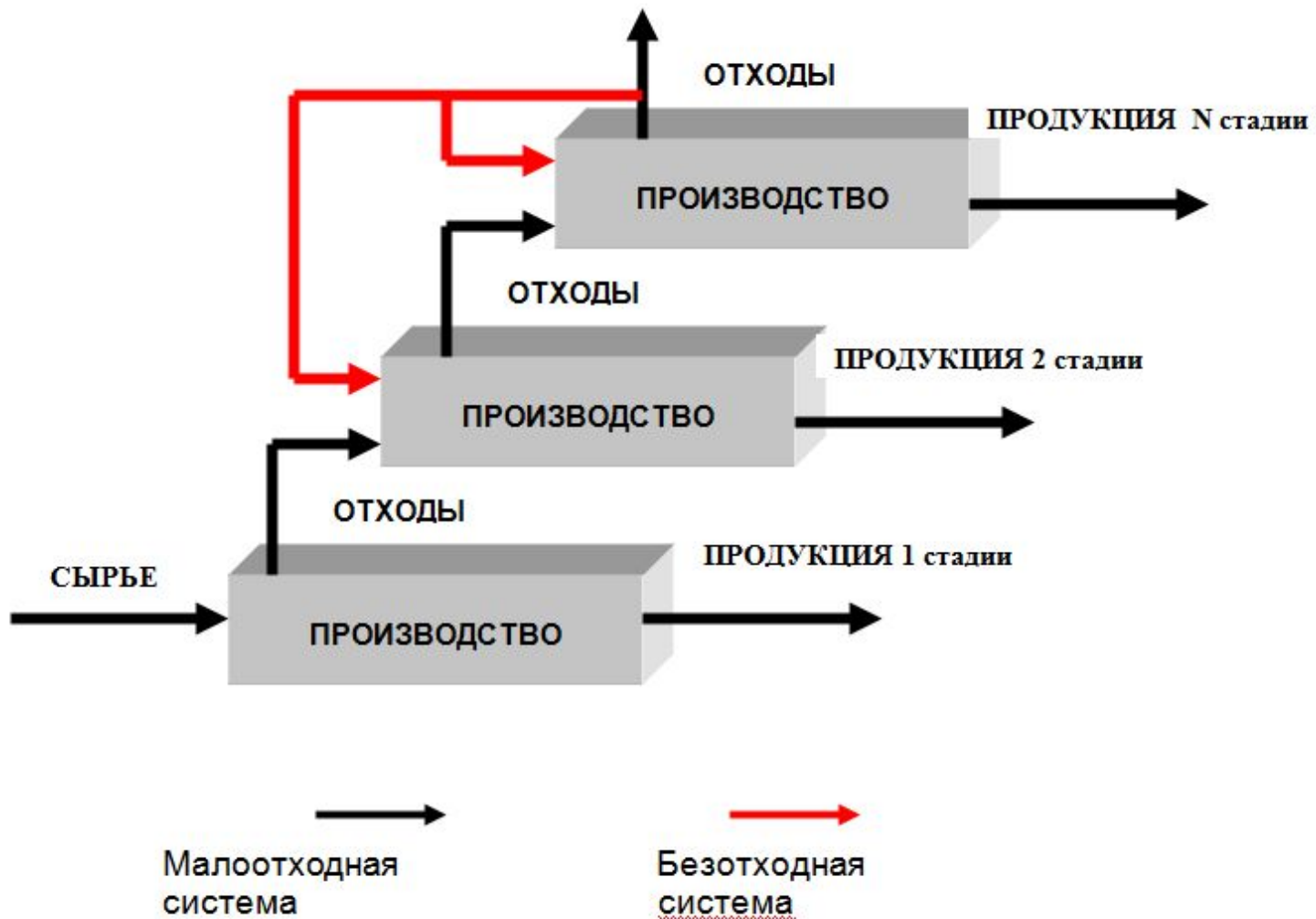
Малоотходные технологии заимствуют свои принципы у природы: **отходы одних организмов являются важнейшим ресурсом для других.**

Например, технология извлечения графита из копоти металлургических заводов, позволит отказаться от добычи графита и одновременно сделать чище атмосферу вокруг этих производств.

Наиболее рациональным решением проблемы охраны водоемов от загрязнения сточными водами, является создание замкнутых систем водоснабжения и водоотведения, то есть использования очищенных сточных вод в системах оборотного водоснабжения.

Использование биологически очищенных сточных вод в оборотном водоснабжении предприятий позволит частично или полностью отказаться от свежей воды. Доля сточных вод в оборотном водоснабжении может составлять до 100%. Замкнутые и оборотные системы водоснабжения – основа бессточных предприятий с локальными очистными установками, повторным использованием сточных вод и рекуперацией отходов.

Схема малоотходной и безотходной технологической системы производства



Конечная цель ресурсосберегающего 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.

Система считается **практически безотходной**, если на N-й стадии вновь поступают в производство или становятся совершенно безвредными.

Следует отметить, что только рециркуляцией веществ не решить все проблемы, так как эта схема требует больших дополнительных затрат энергии, производство и использование которой в свою очередь приводит к деградации загрязнению и рассеиванию тепла. **Выстроить цепочку из необходимого количества стадий, позволяющих осуществлять полную рециркуляцию веществ – задача невыполнимая на существующем этапе развития общества.**

Следовательно, на практике пока невозможно создать безотходное производство.

В России наиболее эффективной институциональной инновацией в сфере обращения с отходами производства и потребления могло бы стать создание комплексных региональных систем обращения с отходами производства и потребления на основе приоритета рециклинга над остальными способами использования и обезвреживания отходов.

Развитие рециклинга по данному сценарию приведет к созданию в регионе индустрии рециклинга как сектора региональной экономики.

Особое значение для функционирования такой межрегиональной системы имеют эффективная деятельность субъектов хозяйствования и взаимодействие между ними.

Таким образом, в современных условиях рециклинг становится важным механизмом решения социо-эколого-экономических проблем, острота которых нарастает более высокими темпами, чем результативность мер, предпринимаемых для их решения.

Благодарю за внимание