

**ДИСЦИПЛИНА: Токсикологический контроль пищевых  
продуктов**

**Лекция № 6**

**Тема: Токсичность некоторых твердых загрязнителей**

Азимова Санавар Туглуковна  
PhD доктор, ассоц. проф. кафедры БиКПП  
Раб.тел.:8 (727) 396-71-33 (вн. 118)  
эл.адрес: [sanaazimova@mail.ru](mailto:sanaazimova@mail.ru)

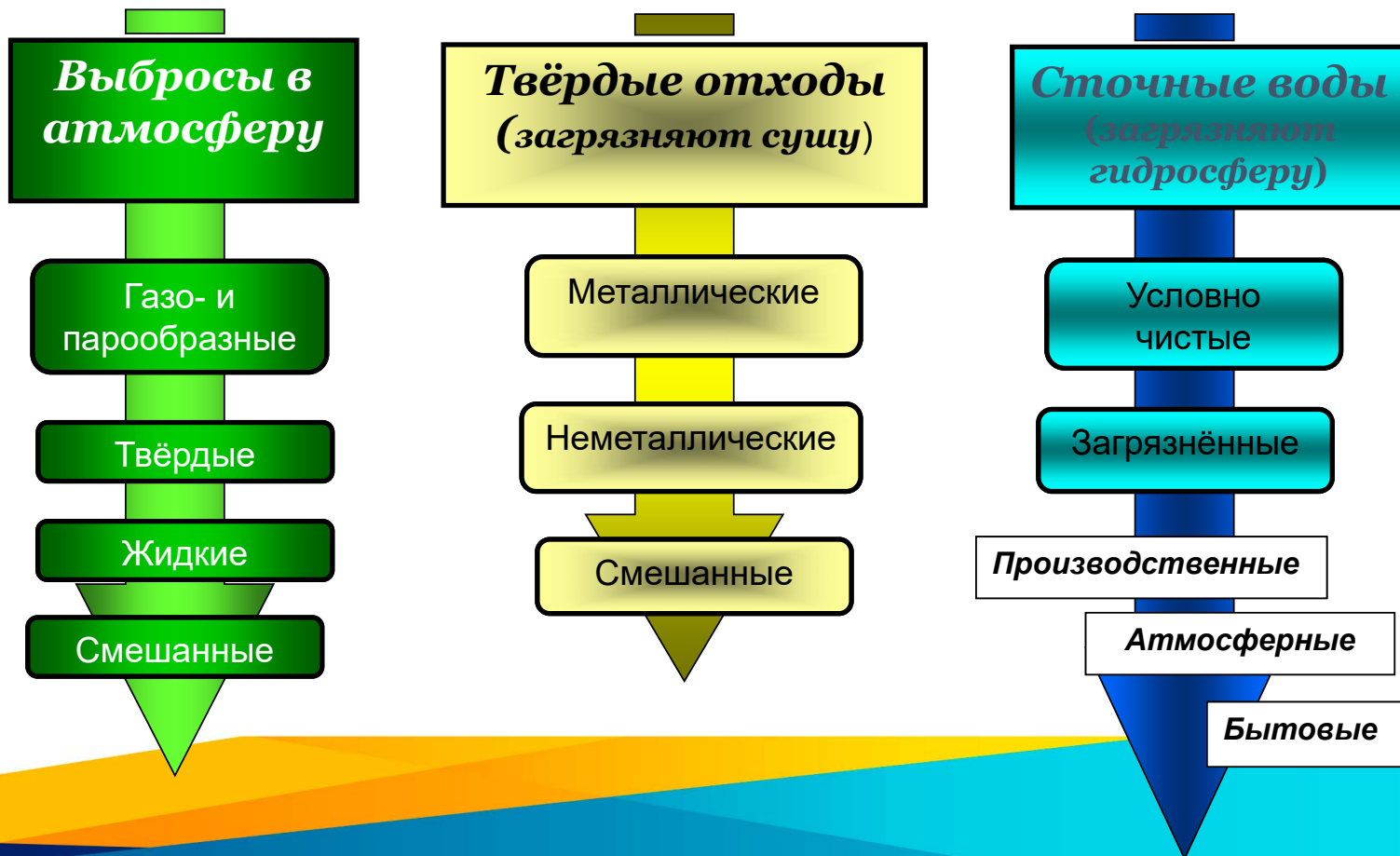
# План

- 1 Загрязнение окружающей среды**
- 2 Твердые бытовые отходы**
- 3 Классификация ТБО**
- 4 Токсичность некоторых твердых загрязнителей**
- 5 Способы утилизации**
- 6 Классификация и основные методы утилизации**



**Загрязнение окружающей среды - это привнесение в окружающую среду или возникновение в ней новых, обычно не характерных физических, химических или биологических агентов (загрязнителей), или превышение их естественного среднесуточного уровня в различных средах, приводящее к негативным воздействиям.**

# Загрязнение окружающей среды



**Загрязнение природной среды – это неблагоприятное изменение среды обитания, которое прямо или косвенно меняет физико-химические свойства среды и условия существования живых организмов. Загрязнение может быть связано с природными явлениями и с деятельностью человека. В зависимости от сферы деятельности человека различают бытовые, сельскохозяйственные, промышленные загрязнения.**

**Промышленные выбросы дополнительно классифицируют по разным признакам на организованные и неорганизованные, непрерывные и периодические, горячие и холодные, точечные и рассредоточенные, первичные и вторичные.**

**Различают два типа загрязнения: вещественное и энергетическое.**

**По виду воздействия загрязнение может быть механическое (твердые тела в воздухе, воде), физическое (шум, излучение), химическое, биологическое (насекомые, микроорганизмы).**

**Виды энергетического загрязнения: тепловые выбросы; колебания звуковой частоты: шум, вибрация; электромагнитные поля; световое, лазерное, радиоактивное излучения.**

**Загрязнители (загрязняющие вещества) различают по агрегатному состоянию: выбросы в атмосферу (газообразные, жидкие, твердые, смешанные), сточные воды, твердые отходы.**

**по степени загрязнения: условно чистые, загрязненные; нетоксичные, токсичные.**

Загрязнение окружающей среды	Основные источники загрязнения	Основные вредные вещества
Атмосфера	Промышленность Транспорт Тепловые электростанции	Оксиды углерода, серы, азота Органические соединения Промышленная пыль
Гидросфера	Сточные воды Утечки нефти Автотранспорт	Тяжелые металлы Нефть Нефтепродукты
Литосфера	Отходы промышленности и сельского хозяйства Избыточное использование удобрений	Пластмассы Резина Тяжелые металлы

Загрязнению подвергаются атмосфера (воздушная среда), гидросфера (водная среда) и литосфера (твердая поверхность).

**Вначале деятельность людей затрагивала лишь живое вещество суши и почву. В 19 в., когда начала бурно развиваться индустрия, в сферу промышленного производства начали вовлекаться значительные массы химических элементов, извлекаемых из земных недр. При этом воздействию стала подвергаться не только наружная часть земной коры, но также природные воды и атмосфера.**

**В середине 20 в. некоторые элементы стали использоваться в таком количестве, которое сопоставимо с массами, вовлеченными в природные круговороты. Низкая экономичность большей части современной индустриальной технологии привела к образованию огромного количества отходов, которые не утилизируются в смежных производствах, а выбрасываются в окружающую среду. Массы загрязняющих отходов столь велики, что создают опасность для живых организмов, включая человека.**

**Хотя химическая промышленность не является главным поставщиком загрязнени, для нее характерны выбросы, наиболее опасные для природной среды, человека, животных и растений. Термин «опасные отходы» применяют к любого рода отходам, которые могут нанести вред здоровью или окружающей среде при их хранении, транспортировке, переработке или сбросе. К ним относятся токсичные вещества, воспламеняющиеся отходы, отходы, вызывающие коррозию и другие химически активные вещества.**

**В зависимости от особенностей циклов массообмена загрязняющий компонент может распространяться на всю поверхность планеты, на более или менее значительную территорию или иметь локальный характер. Таким образом, экологические кризисы, являющиеся результатом загрязнения окружающей среды, могут быть трех сортов – глобальные, региональные и локальные. Одной из проблем, имеющих глобальный характер, является возрастание содержания в атмосфере углекислого газа в результате техногенных выбросов. Наиболее опасным последствием этого явления может стать повышение температуры воздуха благодаря «парниковому эффекту».**



- **Твёрдые бытовые отходы** — предметы или товары, потерявшие потребительские свойства, являющиеся наибольшей частью отходов потребления.

• ТБО представляют собой гетерогенную смесь, состоящую из различных по своим свойствам и крупности компонентов отходов. В частности, необходимо учитывать, что среди компонентов ТБО, как органических, так и неорганических, присутствуют полезные для вторичного использования ингредиенты, опасные и токсичные компоненты, крупные составляющие и т.п.

• К опасным ТБО относятся: попавшие в отходы батарейки и аккумуляторы; электроприборы; лаки; краски и косметика; удобрения и ядохимикаты; бытовая химия; медицинские отходы; ртутьсодержащие термометры; барометры; тонометры; лампы.

Они представляют опасность для окружающей среды, если попадут через канализационные стоки в водоёмы или будут вымыты со свалки и попадут в грунтовые/поверхностные воды. Батарейки и ртутьсодержащие приборы будут безопасны до тех пор, пока не повредится их корпус; затем ртуть, щёлочь, свинец и цинк станут элементами загрязнения атмосферного воздуха, подземных и поверхностных вод.

# Классификация ТБО

Существует классификация, по которой различаются твердые бытовые отходы подлежащие повторной переработке в качестве вторсырья:

Пластик



Бумага и картон



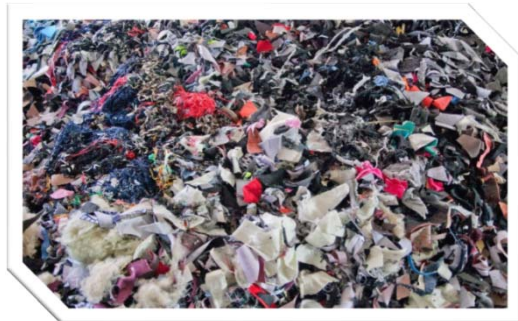
Стекло



Пищевые отходы



Текстиль



Металл



Древесина



## Токсичность некоторых твердых загрязнителей



<b>As</b>	<b>33</b>
МЫШЬЯК	5
74.921	18
$4s^2 4p^3$	8
	2

**Антропогенные источники загрязнения.**

- металлургия (мышьяк – примесь во многих рудах);  
производство Pb, Zn, Ni, Cu, Sn, Mo, W;
- производство серной кислоты и суперфосфата;
- сжигание каменного угля, нефти, торфа;
- производство мышьяка и As-содержащих ядохимикатов;
- кожевенные заводы.

**Выбросы в воздух с дымом и со сточными водами.**

Мировое производство мышьяка ежегодно составляет порядка 40 000 тонн. Лидерами по производству этого элемента являются Китай, Марокко и Россия. Ежегодно Китай производит порядка 25 000 тонн. Марокко, в свою очередь, добывает порядка 9 000 тонн и на долю РФ приходится около 3000 тонн. Странами которые так же производят мышьяк являются Бельгия, Боливия, США и Канада. Их ежегодное производство составляет меньше 1 000 тонн. Этот химический элемент производится как побочный продукт при добыче свинца, меди, кобальта и золота.

Его технология производства выглядит следующим образом. Изначально оксид мышьяка получают методом обжига арсенопирита( $\text{FeAsS}$ ) в воздушном пространстве. Затем оксид мышьяка нагревают при температуре около  $600^{\circ}\text{C}$  и методом сублимации осаждают очищенный мышьяк в глиняных трубках. Для применения в полупроводниковых технологиях чистота мышьяка должна превышать отметку в 99,999%. Такой чистоты добиваются путем многократного восстановления дисциплированного хлорида мышьяка водородом. Операция проводится до того момента пока не будет достигнута определенная чистота.

- Применение мышьяка является не очень широким но достаточно распространенным. Основные направления в которых применяется мышьяк является медицина, литейная промышленность и производство электроники. В других направлениях этот элемент так же находит применение, но его участие является незначительным.
- Применение мышьяка в медицине было известно еще в древние времена. Гиппократ и Плиний использовали этот элемент как жаропонижающее и тонизирующее средство. Так же мышьяк использовался для лечения мигрени, ревматизма, малярии, туберкулеза и диабета. В XVIII веке раствор Фаулера, который является смесью арсенита калия и лавандовой воды, применялся для снижения жара и лечения псориаза, а так же в качестве афродизиаков. В Германии арсенит калия использовался для лечения псориаза вплоть до 1960-х годов. Так же мышьяк и его соединения широко применяются в стоматологии и по сей день. Хотя из-за его токсичности и канцерогенного воздействия многие развитые страны стараются отказаться от мышьяка. Полностью отказаться от него пока не представляется возможным, так как соединения этого элемента являются единственным средством влияния на раковые заболевания. В пример можно поставить острый промиелоцитарный лейкоз, который с 2002 года лечится мышьяксодержащим продуктом под названием *Trisenox*.
- Еще одной значимой областью применения мышьяка является литейная промышленность. В качестве примеси он используется для изготовления сплавов на основе свинца, которые увеличивают его прочность. В пример можно поставить пластины для автомобильных аккумуляторов, которые не смогли бы быть применены без примеси мышьяка. Так же эта примесь используется в металлургии при обработке меди. Его применение значительно облегчает его обработку.

## Токсичность некоторых твердых загрязнителей

### Кадмий



**Кадмий - редкий и весьма рассеянный элемент. Его содержание в земной коре составляет  $1,1 \cdot 10^{-5}\%$ . Из-за сильного рассеяния он не образует самостоятельных рудных скоплений промышленного значения, а встречается в рудах тяжелых цветных металлов в качестве примеси и извлекается из них как побочный продукт.**

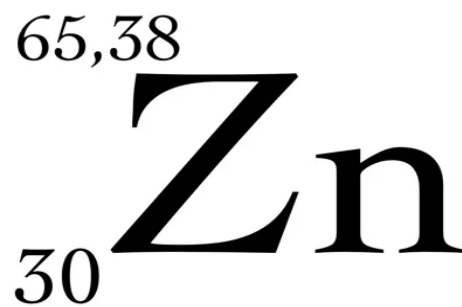
**Основные минералы кадмия гренокит ( $CdS$ ) и отавит ( $CdCO_3$ ) находятся в рассеянном состоянии и, как отмечалось выше, самостоятельных месторождений промышленного значения не образуют. Оксид кадмия ( $CdO$ ) встречается в виде тонкого налета на гальмее и самостоятельных оруденений промышленного значения также не образует. Самородный кадмий в природе не встречается.**

**Наиболее богаты кадмием цинковые руды: в них содержится от сотых до десятых долей процента кадмия. В свинцовых и медных рудах концентрация кадмия не превышает сотых долей процента.**

**В процессе пирометаллургической переработки цинковых руд кадмий концентрируется в пыли, улавливаемо из газов спекательных машин (до 5%), и в первых порциях пуссьеры дистилляционных печей (до 10%). Кроме того, при рафинировании цинка в ректификационных колоннах получают пуссьеру, содержащую около 40% кадмия.**

## Токсичность некоторых твердых загрязнителей

### Цинк



**Цинк — хрупкий переходный металл голубовато-белого цвета (тускнеет на воздухе, покрываясь тонким слоем оксида цинка).**

**Цинк является важным элементом человеческого организма.**

**Еще в древнем Египте применялись мази на основе цинка, которые способствовали быстрому заживлению ран.**

**Польза цинка проявляется при ежедневной дозе в 5 — 20 мг в сочетании с другими микроэлементами и витаминами.**

**Вред цинка начинается со значительной передозировки металла в организме - 150 — 600 мг. — уже яд для человека, а 6 г. гарантируют летальный исход.**

***Основные источники отравления цинком:***

**Пары цинка образуются на производствах при сварке, резке металла и плавке цинковых сплавов.**

**В быту цинк может попасть в организм из продуктов и воды, которые хранились в цинковой или оцинкованной посуде. Опасность представляют цинковые белила, которые при не соблюдении техники безопасности могут попасть в организм человека, так же белилами могут отравиться маленькие дети, которые так любят все пробовать на вкус.**

**Грибы способны интенсивно накапливать тяжелые металлы, которые обнаруживаются даже в экологически благоприятной окружающей среде. Можно представить, как влияет на их качество предприятия, транспорт, свалки. Больше всего цинк аккумулируется в белых грибах и сыроежках.**

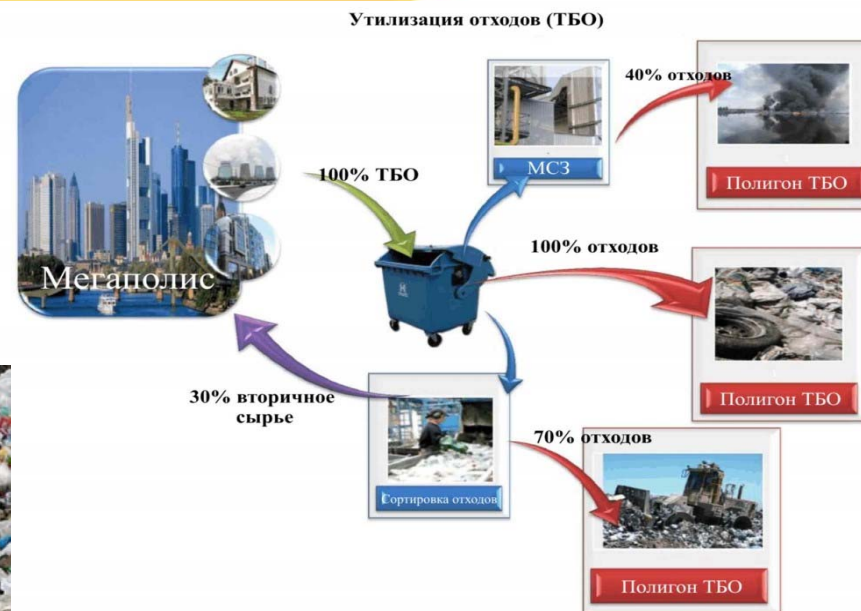
- **Вторсырье** – это несколько видов бытового и промышленного мусора, потенциально пригодных для повторного использования на благо человека. Но чтобы такое применение стало возможным, вторичное сырье необходимо переработать с помощью специального оборудования



## СПОСОБЫ УТИЛИЗАЦИИ

С точки зрения естественных наук, любое вещество теоретически может быть использовано тем или иным образом.

Естественным ограничением использования является экономическая целесообразность использования.



*Утилизация* (лат. utilis - полезный) – изменение отходных материалов до полного исчезновения или видоизменения структуры, без повторного использования.

# Классификация методов утилизации

## Основные методы утилизации

### Биотермические (механо-биологические)

Захоронение  
на полигонах

компостирование

частично гибнет содержащаяся в ТБО патогенная микрофлора, однако содержащиеся в отходах токсичные вещества накапливаются в теле полигона или переходят в компост.

### Термические (по степени температурного воздействия)

Сжигание  
От 450-2000° С

низко-  
температурный метод  
от 450° С

высоко-  
температурный метод  
от 650° С

при высоких температурах обеспечивают стерилизацию обезвреживание иных содержащихся в отходах опасных и токсичных веществ микрофлоры,

### сортировка и переработка

относительно экологически чистый частично помогает снизить нагрузку на окружающую среду и решить вопрос с дополнительным получением сырья.

## *Основные методы утилизации*

На данный момент существуют несколько направлений решения проблемы удаления отходов из мест проживания человека.

Рассмотрим более подробно следующие методы:

**хранение на полигонах**



**мусоросжигание**



**компостирование**



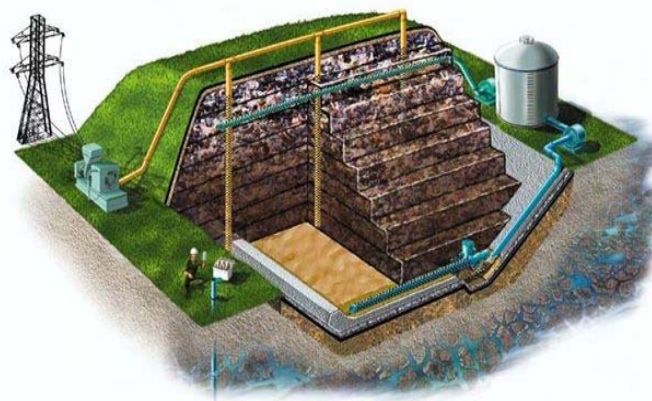
**переработка и  
сортировка отходов**



## Захоронение (депонирование)



Отходы, которые переработать нецелесообразно образуют безвозвратные потери; предварительно обезвредив, их захоранивают на спецполигонах.



Технология переработки бытовых отходов на полигонах, куда поступает 90-95% общего потока ТБО, основывается на закапывание гетерогенного мусора в верхнем слое земли и самопроизвольном разложении органической части отходов.

## Достоинства и недостатки

### *Достоинства:*

относительно простой и самый распространенный метод;

- не требует постоянных крупных капиталовложений;
- размещение широкого спектра отходов;
- возможность дальнейшей рекультивации площадок

### *Недостатки:*

- распространение опасных веществ на большой территории за счет попадания их в атмосферный воздух, поверхностные и грунтовые воды, почву;
- приводит к образованию: метана, что способствует усилению парникового эффекта (20% эффекта потепления климата);
- самопроизвольное возгорание и образование диоксинов, взрывы;
- требует значительных затрат:
  - на рекультивацию закрытых полигонов;
  - регулярного отвода новых земельных участков;
  - транспортировку ТБО

Полигонное захоронение не переработанных отходов не обеспечивает бактериологическую и эпидемиологическую безопасность; способствует распространению опасных для здоровья веществ на большой территории.

Расходы на оздоровление этого участка земли требует больших финансовых затрат, а с учетом экологических рисков, стоимости земли и необходимости ее рекультивации, полигонное захоронение является экономически невыгодным.

Затраты на борьбу с последствиями, во много раз превышают расходы на строительство заводов по переработке ТБО.



## Компостирование (естественная переработка)



Метод применяется для переработки отходов органического – прежде всего растительного происхождения (листья, ветки, скошенная трава).

Продуктом компостирования является органическое удобрение - компост (гумус), напоминающий почву, которую можно использовать для удобрения (мульчи), или биотопливо (сырой компост).



Заключается в естественном биологическом разложении (перегнивание) органического вещества.

## *Достоинства и недостатки*

### *Достоинства:*

- снижения объема отходов;
- вторичное использование органических отходов;
- частичное обеззараживание отходов;
- гибель содержащейся в ТБО микрофлоры;
- получение удобрения и биотоплива.

### *Недостатки:*

- присутствие элементов, загрязняющих почву, споры болезнетворных бактерий, тяжелые металлы;
- требуется утилизации остатков;
- выделение газообразных продуктов переработки отходов иногда с неприятным запахом;
- отсутствия спроса на компост;
- не подходит для неразделенного городского мусора .

Компостирование не обеспечивают бактериологическую и эпидемиологическую безопасность продуктов переработки; применение зависит от возможностей использования компоста и от цен на энергоносители;

Использование биогаза как энергетического ресурса ограничиваются наличием вредных примесей, которые при сгорании приводят к появлению в продуктах сгорания ядовитых веществ, а это требует затрат на использование систем очистки, что снижает экономическую эффективность данной технологии.



Это скорее метод снижения объема, чем утилизации, т.к. металл, стекло, пластик, обработанная бумага компостированию не подвергаются;

## Термическая переработка ТБО

*Сжигание в кипящем слое*



*Сжигание в слоевых топках*



*Пиролиз*



*Газификация*

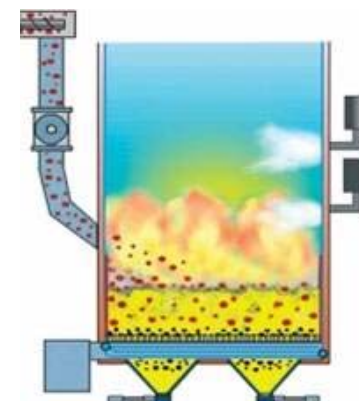
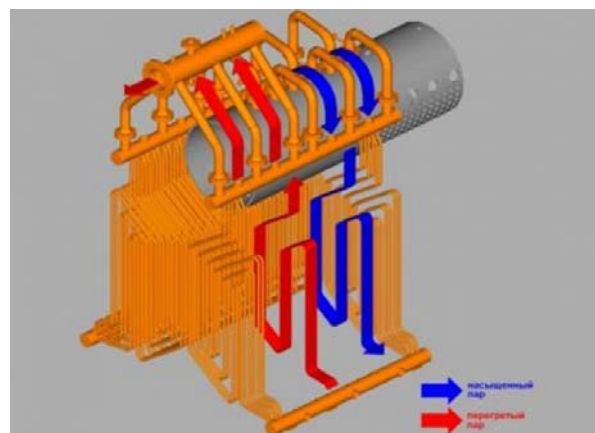


*Плазменная переработка*



Сжигание ТБО является одним из наиболее распространенных и технически отработанных методов промышленной обработки отходов.

## *Сжигание в кипящем слое*



отходы предварительно разделяют на гомогенные фракции, а затем сжигают в специальных камерах в присутствии песка, доломитовой крошки или другого абсорбента, который обладает высокой теплопроводностью.

Метод эффективен для утилизации различных видов биомассы, отходов производства и стоков.

Отличается хорошим перемешиванием топлива с воздухом для горения и возможностью переработки отходов с широким диапазоном изменения теплоты сгорания .

**Достоинство:**

- позволяет снизить эмиссию токсичных веществ при сгорании

**Недостаток:**

- предварительная подготовка - сортировка (отсутствие металлов) , дробление (менее 10 см) требуют больших затрат энергии.

*Сжигания в слоевых топках на  
колосниковых решетках*



*Суть метода - слой отходов, загружается на колосниковую решётку. продуваемую горячим воздушным потоком воздуха.*

На большей части современных мусоросжигающих заводах (МСЗ) используют метод *сжигания в слоевых топках* на колосниковых решетках при температуре 850- 1100<sup>0</sup>С.

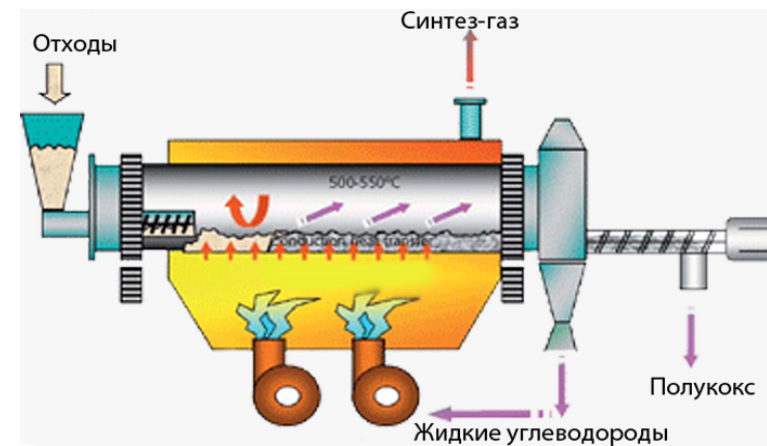
**Достоинства:**

- высокая прочность и надежность, простота подготовки и подачи топлива - возможность сжигать подготовленные (прошедшие селективный сбор и сортировку), и неподготовленные (не измельченные) с линейным размером до 1 метра ТБО широкий диапазон изменения теплоты сгорания.

**Недостаток :**

- низкая паропроизводительность.

*Пиролиз* – разложение органических веществ без доступа кислорода.



По степени температурного воздействия процесс условно делится на:

- низко-температурный (до 650°C)
- высоко-температурный (650-900°C).

#### **Достоинства:**

- использование части газов в качестве жидкого топлива другими потребителями;
- уменьшение объема отходов(за счет образования кокса), подвергающегося полигонному складированию, не нанося вреда окружающей среде.

В результате получают газ и твёрдый остаток.

#### **Недостатки:**

- низкотемпературный пиролиз не обеспечивают бактериологическую и эпидемиологическую безопасность продуктов переработки;
- низкий спрос на продукты переработки и низкая надежность оборудования

*Газификация* – процесс, проводимый аналогично пиролизу , но при температуре 800°-1300°С с подачей в реактор ограниченного количества воздуха и водяного пара.



Технологическая цепь состоит из 4 этапов:

- подготовка;
- переработка для получения пирогаза и побочных химических соединений ( хлор, азот, фтор);
- охлаждение и очистка пирогаза от загрязняющих веществ ;
- сжигание очищенного пирогаза в котлах-утилизаторах для получения пара, горячей воды или электроэнергии.

Полученная при газификации ТБО электрическая и тепловая энергия может быть использована для электроснабжения и отопления

## *Плазменная переработка*



Высокотемпературная разновидность технологии пиролиза  
(газификации)  
(от 1300 до 2000°C)

Отличается более высокими температурами, полностью замкнутым технологическим циклом системы, меньшим за счет образования коксового остатка высокой плотности объемом золоостатков, что упрощает обработку остаточных продуктов.

Применяется только на небольших установках для специальных видов отходов

**Достоинство:**

- Позволяет утилизировать высокотоксичные опасные отходы, в том числе медицинские.

**Недостаток:**

- применение для утилизации ТБО ограничивается требованиями с специальной подготовки загружаемых отходов, высоким энергопотреблением, малой надежностью и трудностями очистки продуктов сгорания от тяжелых металлов.

## Достоинства и недостатки термической утилизации

### Достоинства:

- уменьшение объема отходов в 10-20 раз;
- получение энергии  
(1т мусора может дать 400 кВт/ч)%;
- значительное сокращение содержащиеся в отходах загрязняющие вещества и полностью их обезвреживание при высоких температурах;
- получение инертных, не способных к негативному воздействию на окружающую среду остатков отходов, с возможностью экологически безопасно складировать их на полигонах, либо использовать после дополнительной обработки;
- замена природных энергоносителей (нефть, природный газ, уголь), что способствует сохранению природных ресурсов.

### Недостатки:

- неполное сгорание мусора приводит к образованию вторичных отходов, золы и токсичных органических соединений (30% от исходного вещества);
- технологии пиролиза и плазменной переработки ТБО, не имеют необходимой надежности для переработки больших объемов ТБО;
- метод плазменной переработки является самым энергозатратным и имеет высокие эксплуатационные расходы;
- образующийся при горении дым, насыщенный ядовитыми веществами утончает озоновый слой; низкое использование энергетического потенциала ТБО
- высокая чувствительность к составу сырья

## Контрольные вопросы:

1. Что такое загрязнение окружающей среды?
2. Что относятся к опасным ТБО?
3. Сколько тонн составляет мировое производство мышьяка ежегодно?
4. Основные методы утилизации
5. На сколько % содержание кадмия в земной коре?
6. Когда используется компостирование (естественная переработка)?
7. Что такое пиролиз?
8. Что такое газификация?
9. Укажите 4 этапа технологической цепочки
10. Преимущества и недостатки плазменной обработки
11. Достоинства и недостатки термической утилизации?

## Ссылки

1. <https://youtu.be/ZDiQCYIJfOI>
2. <https://youtu.be/pKCHacJxWy0>
3. <https://youtu.be/4vabeDFseDA>



**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**