

ПОВТОРНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ

Лектор: Жақыпов Әлібек Серікұлы

Тел: +7 705 660 69 63

e-mail: Alibek.Zhakupov@kaznu.edu.kz

9 лекция

«Образование и переработка твердых бытовых отходов (ТБО)»

Цель лекции: сформировать у студентов целостное представление о технологических процессах, лежащих в основе переработки отходов, и об их практическом применении при утилизации основных потоков отходов бумаги, резинотехнических изделий, древесины, стеклобоя, полимеров, строительных отходов и металлургических шлаков.

Задачи лекции:

1. Показать роль подготовительных операций измельчения, сортировки и разделения отходов и связь этих операций с их физическими свойствами.
2. Охарактеризовать основные группы технологических процессов механические, гидродинамические, тепловые, диффузионные, химические и биохимические и показать их сочетание в реальных схемах переработки.
3. Изложить принципы и типовые схемы переработки отходов бумаги и картона с получением теплоизоляционных материалов и литой упаковки.
4. Рассмотреть технологии переработки резинотехнических изделий и покрышек механическое измельчение с получением резиновой крошки и регенерата, а также пиролиз и состав продуктов.
5. Описать основные направления использования древесных отходов производство искусственной древесины и плитных материалов, получение древесной муки, топлива, брикетов и гранул

План лекции

- 1 Введение
 - 1.1 Значение переработки отходов в системе обращения с ТБО
 - 1.2 Мусоросжигание и биотермическая переработка ТБО преимущества и ограничения
- 2 Основные группы технологических процессов переработки отходов
 - 2.1 Механические процессы измельчение, агрегирование, сепарация
 - 2.2 Гидродинамические процессы транспортирование и разделение смесей
 - 2.3 Тепловые процессы сжигание, пиролиз, охлаждение и утилизация тепла
 - 2.4 Диффузионные процессы дистилляция, сорбция, сушка, кристаллизация
 - 2.5 Химические процессы окисление, восстановление, изменение агрегатного состояния

2.6 Биохимические процессы утилизация отходов с помощью микроорганизмов

3 Подготовка и сортировка отходов

3.1 Цели и место подготовительных операций в технологии переработки

3.2 Физические свойства отходов, используемые при сортировке
плотность, цвет, размер, форма, магнитные и оптические свойства

3.3 Управляемое изменение свойств отходов для повышения
эффективности сортировки

4 Переработка отходов бумаги и картона

4.1 Локальные технологии переработки макулатуры

4.2 Получение теплоизоляционного материала типа эковата

4.3 Производство литой бумажной тары на основе макулатуры

5 Переработка отходов резинотехнических изделий и покрышек

5.1 Механическое измельчение, выделение металлокорда и
текстильного корда, получение резиновой крошки и регенерата

5.2 Направления использования резиновой крошки и регенерата

5.3 Пиролиз резиновых отходов состав и использование продуктов

6 Переработка древесных отходов

6.1 Получение искусственной древесины и плитных материалов ДСП,
ДВП, древесно-слоистые пластики

6.2 Использование чистой технологической щепы, опилок и стружки для
целлюлозы, картона, древесной муки

6.3 Энергетическое использование загрязнённых древесных отходов,
брикетирование и гранулирование, применение в производстве пористых
материалов

7 Переработка стеклобоя

7.1 Прямая утилизация стеклобоя на стекольных заводах

7.2 Локальная переработка механическая активация с получением
порошков для растворимого стекла и силикатных материалов

7.3 Производство пеностекла и области его применения

9 лекция

«Образование и переработка твердых бытовых отходов (ТБО)»

Наиболее распространённым методом утилизации ТБО является сжигание с последующим захоронением образующейся золы на специальном полигоне. Существует довольно много технологий сжигания мусора — камерное, слоевое, в кипящем слое. Мусор может сжигаться в смеси с природным топливом.

Метод сжигания (или в общем виде термические методы обезвреживания ТБО) имеет как несомненные достоинства (можно использовать теплоту сгорания ТБО для получения электроэнергии и отопления зданий, надёжное обезвреживание отходов), так и существенные недостатки.

Для переработки ТБО, на 70—80% представляющих собой органические (горючие, биоразлагаемые) вещества, возможно и целесообразно применение биологических методов. Для ускоренного биологического разложения органической фракции используются микроорганизмы, присутствующие в отходах в достаточных количествах.

Биотермическая переработка ТБО способствует решению природоохранных проблем и снижению стоимости обработки отходов. Как правило, биотехнология требует предварительной подготовки и обработки отходов (сортировка, дробление).

Основные преимущества этой технологии:

- использование естественных микроорганизмов, играющих большую роль в круговороте веществ;
- небольшой выброс в атмосферу вредных веществ;
- не требуется чрезмерно больших капитальных затрат.

Биотермическая переработка ТБО позволяет уменьшить объем и массу отходов, снизить их токсичность, биологическую активность и негативное влияние на экологию (неконтролируемый выход биогаза и фильтрата). Многие исследователи считают биотермическую переработку в сочетании с сортировкой отходов технологией XXI в.

Мусоросжигание — это наиболее сложный и «высокотехнологичный» вариант обращения с отходами. Сжигание требует предварительной обработки ТБО (с получением т.н. топлива, извлеченного из отходов). При разделении из ТБО стараются удалить крупные объекты, металлы (как магнитные, так и немагнитные) и дополнительно его измельчить. Для того чтобы уменьшить вредные выбросы, из отходов также извлекают батарейки и аккумуляторы, пластик, листья. Сжигание неразделенного потока отходов в настоящее время считается чрезвычайно опасным. Таким образом, мусоросжигание может быть только одним из компонентов комплексной программы утилизации.

Можно достаточно четко сформулировать преимущества и недостатки мусоросжигания.

Преимущества этого метода:

- уменьшение объема отходов в 10 раз;
- снижение риска загрязнения почвы и воды отходами;
- возможность рекуперации образующегося тепла.

Недостатки мусоросжигания исходных ТБО:

- опасность загрязнения атмосферы;
- уничтожение ценных компонентов;
- высокий выход золы и шлаков (около 30% по массе);
- низкая эффективность восстановления черных металлов из шлаков;
- сложность стабилизации процесса сжигания.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ОТХОДОВ

Технология переработки отходов базируется на механических, гидродинамических, тепловых, диффузионных, химических, биохимических процессах. Как правило, в реальной технологии утилизации отходов сочетаются различные способы воздействия на них. Механические методы широко применяются при подготовке отходов: измельчении, агрегировании, сепарации и т.д. Гидродинамические методы используют для разделения смесей отходов и перемещения их в различных аппаратах. Эти методы часто сочетаются с тепловыми, механическими и физико-химическими процессами.

Тепловые процессы являются неотъемлемой частью многих способов переработки отходов и используются при их сжигании и пиролизе, а также при различных процессах, в результате которых имеет место выделение и утилизация тепла или необходимость охлаждения отходов и продуктов их переработки.

Диффузионные процессы лежат в основе таких способов утилизации отходов, при которых осуществляется перенос массы вещества путем дистилляции, сорбции, сушки, кристаллизации и других процессов. Они, как правило, сочетаются с тепловыми и механическими, а иногда и с химическими процессами.

Химические методы обработки используют при окислении и восстановлении отходов, переводе материала из одного физического состояния в другое, для изменения каких-либо характеристик веществ и т.д. Они сочетаются с тепловыми, гидродинамическими, диффузионными и механическими процессами.

И наконец, биохимические методы применяют для утилизации отходов с помощью микроорганизмов. Это наиболее сложные процессы, и при их реализации используются и другие рассмотренные выше способы обработки отходов. Они сочетаются с химическими, тепловыми, гидродинамическими и механическими процессами.

Утилизация твердых отходов в большинстве случаев связана с необходимостью либо их разделения на компоненты (в процессе очистки, обогащения, извлечения ценных составляющих) с последующей переработкой сепарированных материалов различными методами, либо придания им

определенного вида, обеспечивающего саму возможность утилизации отходов. На производстве отходы, образующиеся на одной установке (литьевая машина, штамповочный пресс, токарный станок и т.п.), не всегда бывают однородными. Часто в контейнер с отходами пластмассы попадают металлические предметы, а в контейнер с металлической стружкой — деревянная палка или промасленная ветошь.

Наиболее распространённым методом утилизации ТБО является сжигание с последующим захоронением образующейся золы на специальном полигоне. Существует довольно много технологий сжигания мусора — камерное, слоевое, в кипящем слое. Мусор может сжигаться в смеси с природным топливом.

Метод сжигания (или в общем виде термические методы обезвреживания ТБО) имеет как несомненные достоинства (можно использовать теплоту сгорания ТБО для получения электроэнергии и отопления зданий, надёжное обезвреживание отходов), так и существенные недостатки.

Для переработки ТБО, на 70—80% представляющих собой органические (горючие, биоразлагаемые) вещества, возможно и целесообразно применение биологических методов. Для ускоренного биологического разложения органической фракции используются микроорганизмы, присутствующие в отходах в достаточных количествах.

Биотермическая переработка ТБО способствует решению природоохранных проблем и снижению стоимости обработки отходов. Как правило, биотехнология требует предварительной подготовки и обработки отходов (сортировка, дробление).

Основные преимущества этой технологии:

- использование естественных микроорганизмов, играющих большую роль в круговороте веществ;
- небольшой выброс в атмосферу вредных веществ;
- не требуется чрезмерно больших капитальных затрат.

Биотермическая переработка ТБО позволяет уменьшить объем и массу отходов, снизить их токсичность, биологическую активность и негативное влияние на экологию (неконтролируемый выход биогаза и фильтрата). Многие исследователи считают биотермическую переработку в сочетании с сортировкой отходов технологией XXI в.

В то же время наиболее рациональное использование вторичных материальных ресурсов предусматривает их полное разделение. Поэтому в технологии переработки отходов важнейшее место занимает их подготовка. Главными физическими свойствами, по различию в которых могут рассортировываться твердые отходы, являются плотность, цвет, блеск, размер, форма, вязкость, хрупкость, поверхностные оптические характеристики, магнитная восприимчивость, жаропрочность и некоторые другие. Физические свойства материалов можно направленно изменять. Так, на поверхностные характеристики можно воздействовать химическим способом, а электропроводность — изменить путем сушки или окисления. Магнитные

свойства материалов изменяются также при окислении, а размеры и форма - при вакуумировании.

Переработка отходов бумаги и картона

Традиционно макулатура перерабатывается на целлюлозно-бумажных комбинатах. Однако при небольших объемах образующихся отходов и удаленности от действующих ЦБК, затраты на ее накопление и транспортирование не всегда окупаются.

Альтернативные технологии ориентированы на локальную переработку макулатуры производительностью от 1 т/ч. Переработка макулатуры может осуществляться с производством теплоизоляционного материала для малоэтажного строительства – «эковаты», или тары на основе бумажного литья.

Технология получения «эковаты» крайне проста: две стадии дезинтеграции макулатуры в высокоскоростном ударно-импульсном дезинтеграторе, в результате чего бумажная масса измельчается и распушивается; далее происходит смешение с добавками, придающими ей биологическую и огнестойкость. Получаемый в результате теплоизоляционный материал не уступает по свойствам традиционным утеплителям на основе минваты и имеет коэффициент теплопроводности 0,04 Вт/м.К.

Дальнейшая мокрая дезинтеграция макулатуры в конусной виброинерционной дробилке в комплекте с установкой для бумажного литьевого формования (например, «Воймега») позволяет изготавливать одноразовую упаковку, заменяющую дорогой пенополистирол – коробки для яиц и т. п.

Переработка отходов резинотехнических изделий, в том числе использованных автомобильных покрышек

Наиболее массовые отходы резинотехнических изделий (РТИ) – бывшие в употреблении покрышки – представляют собой ценное вторичное сырье, содержащее 45–52% натурального каучука, 25–35% технического углерода, 10–15% высококачественного металла.

Главенствующее направление переработки отходов РТИ на сегодняшний день – измельчение и сепарация с получением резиновой крошки. Переработка включает следующие операции:

- первичное разрушение покрышек до крупности менее 100 мм с помощью роторной ножевой дробилки («шредера»);
- вторичное дробление до крупности менее 20 мм с помощью двухроторной ножевой дробилки меньшего типоразмера;
- раскрытие системы резина-металлокорд-текстильный корд в высокоскоростной дробилке – ударно-импульсном дезинтеграторе;
- грохочение с отделением текстильного корда;

- железоотделение;
- доизмельчение крупных резиновых фрагментов на вальцах;
- грохочение с рассевом на классы крупности. При этом выделяют: несколько фракций крошки менее 5 мм, которые реализуются в качестве товарной продукции; фракцию 10–5 мм, которая служит питанием для регенерационного агрегата;
- регенерация резиновой массы на шнековом регенерационном агрегате.

Эта дополнительная стадия позволяет получить универсальное сырье для производства РТИ, аналогичное первичному каучуку – регенерат.

Резиновая крошка, в зависимости от крупности, может использоваться:

- крупность 0,2–0,45 мм: как добавка при производстве высококачественных изделий для повышения их стойкости к удару и изгибу;
- более широкие диапазоны крупности: как сырьевая добавка в различные РТИ в количестве 50–80% с сохранением их качества; как сырье для производства матов, подкладок под рельсы, кровельных и гидроизоляционных материалов; как добавка в асфальтовые покрытия, увеличивающая срок службы покрытия в 2 раза; как сорбент и т. д.

Альтернативный метод переработки отходов резины – пиролиз с получением технического углерода, жидкого продукта (топливо, пластификаторы, мягчители для регенерации резины, пленкообразующие растворители), метанола. Из 1 т перерабатываемых резиновых отходов можно получить 450 л синтетической нефти, 300 кг пирокарбона (содержание технического углерода С – 85%), 10 м³ сингаза.

. Переработка отходов древесины

Одним из основных методов переработки и утилизации чистых древесных отходов является получение искусственной древесины – прочного материала, который может обрабатываться резанием или отливаться в формы и штамповаться. Таким образом получают древесно-цементные массы, ДСП, ДВП, древесно-слоистые пластики.

Чистую технологическую щепу используют также в качестве сырья при производстве сульфитной и сульфатной целлюлозы, полуфабриката тарного картона, гидролизного спирта и кормовых дрожжей. Чистые еловые опилки и стружки деревообрабатывающих цехов считают лучшим сырьем для изготовления древесной муки, употребляемой в качестве наполнителя в производстве фенольных пластмасс, линолеума, взрывчатых веществ и пьезотермопластиков.

Проблему представляют некондиционные (в т. ч. загрязненные) древесные отходы. Один из путей использования таких отходов – в качестве топлива в котельных, работающих на неподготовленных древесных отходах, древесных брикетах или гранулах.

Брикетирование и гранулирование древесных отходов облегчает транспортировку, делает сырье кондиционным и удобным в переработке, а также улучшает их теплоту сгорания за счет сушки. Брикеты и гранулы

(«пеллеты») применяют в качестве заводского топлива, а также для снабжения местного населения твердым топливом. Теплота сгорания брикетов хвойной древесины составляет 15500 кДж/кг.

Загрязненные древесные опилки также применяются как вспучивающий материал в процессе производства пористых материалов ячеистого строения, например, керамзита.

Переработка стеклобоя

Утилизация стеклобоя в районах, близлежащих к стекольным заводам, не представляет проблемы. Стекло сортируется и направляется на стекольный завод.

Для отдаленных регионов можно рекомендовать вариант локальной переработки сравнительно небольших объемов стеклобоя, в том числе несортированного: дробление стеклобоя в высокоскоростных ударноимпульсных дезинтеграторах с последующей механоактивацией дробленного стеклобоя путем его измельчения в конусной инерционной дробилке совместно со щелочами – известью или содосодержащими отходами. Полученные механоактивированные порошки имеют высокую реакционную способность и могут быть использованы для производства растворимого стекла или автоклавных изделий типа силикатного кирпича или силикокальцита.

Также стеклобой можно утилизировать с производством ячеистого материала – пеностекла. Для его получения тонко измельченное в смеси с газообразователем (каменным углем) стекло подвергают спеканию. Пеностекло с сообщающимися порами используется как высокотехнологичный звукопоглощающий материал, пеностекло с закрытыми порами – как особо прочный негорючий теплоизоляционный материал.

5.5. Переработка отходов полимеров

Отходы полимеров преимущественно представлены отходами пластмассовой тары, изготовленной из полиэтилентерефталата и полиолефинов – полиэтилена, полипропилена, полистирола. При наличии больших объемов исходного сырья, рассортированного по видам полимеров, отходы пластмассовой тары являются ценным сырьем для получения вторичных пластиков. Переработка в «флекс» или «дробленку» включает в себя операции дробления, мойки, обезвоживания и сушки. При добавлении операции агломерации получают агломерат, при добавлении процесса грануляции – гранулят, который является готовым вторичным сырьем для производства пластиков. Каждый вид вторичных пластиков используется для получения определенных пластмассовых изделий. Так, из отходов полиэтилена высокого давления (ПЭВД) изготавливают мешки для мусора, трубы для защиты кабеля, хозяйственные ведра, прокладки и угольники,

уплотнительные профили, пленки, применяемые в сельском хозяйстве и строительстве. Отходы литьевого полиэтилена низкого давления (ПЭНД) перерабатывают в элементы строительных опалубочных конструкций, прокладки, ведра, каркасы светильников, а полипропиленовые отходы – в текстильные шпули, детали сантехники, ручки, ящики.

Одним из существенных моментов при рециклинге полимеров является их способность сохранять свойства в процессе многократной переработки. Изучение влияния кратности переработки большинства полимеров на их физико-механические свойства показало, что наблюдается некоторое снижение прочности и ухудшение внешнего вида. Это связано со снижением молекулярной массы пластмасс, разветвленностью их структуры и рядом других показателей. Обычно содержание отходов в смеси с товарным продуктом не должно превышать 20 %, так как в противном случае резко ухудшается глянец изделий, появляется шероховатость поверхности.

Осуществить переработку смеси пластмассовых отходов без предварительного разделения позволяет технология переработки отходов пластиков с получением композиционных полимернаполненных изделий. Такой способ утилизации является наиболее дешевым и позволяет осуществить вторичную переработку пластиков там, где невозможно собрать промышленные объемы качественного сырья, рассортированного по видам. Процесс не требует мойки и состоит из следующих основных операций: – две стадии дробления; – смешивание с красителями и с инертными наполнителями (песок, дезинтегрированные отходы стекла, картона и древесины); – экструзионное формование полимернаполненных изделий.

Получаемые изделия – водостойкие строительно-отделочные материалы с высокими эстетическими и потребительскими свойствами: черепица, облицовочная плитка, тротуарная плитка, а также другие изделия народнохозяйственного использования.

5.6. Переработка строительных отходов и металлургических шлаков

Содержащие железобетон строительные отходы и металлургические шлаки, содержащие металлизированные коржи, могут быть переработаны с выделением металлов и получением строительного щебня.

Уникальная технология для утилизации строительных отходов, содержащих железобетон, разработана НПК «Механобр-техника». Процесс включает две стадии дробления, железоотделение и рассев получаемого щебня на два класса крупности. Применение в первой стадии дробления виброщековых дробилок обеспечивает эффективное разрушение особо прочных материалов со 100% отделением армирующего металла, а применение во второй стадии конусных виброинерционных дробилок обеспечивает получение щебня с кубовидностью выше 90% и минимальной загрязненностью цементной связкой. Технология отличается от традиционной технологии получения щебня отсутствием переизмельчения материала и не требует использования центробежного кубизатора.

Отсев менее 5 мм может быть подвергнут дополнительной механоактивации в конусных виброинерционных дробилках, после чего он приобретает вяжущие свойства и может быть использован для консолидации грунтов или получения закладочных смесей.

Отвалы горнодобывающих предприятий также представляют собой потенциальный источник горных пород для производства инертных заполнителей – щебня – и могут быть переработаны по той же технологии, но без железоотделения.

Контрольные вопросы

1. Какие основные технологические процессы лежат в основе современных методов переработки отходов?
2. В чём заключаются преимущества и недостатки мусоросжигания, и почему оно не может считаться универсальным методом утилизации ТБО?
3. Что такое биотермическая переработка отходов, какие микроорганизмы при этом используются и каковы её экологические преимущества?
4. Почему биотермическая переработка ТБО считается технологией XXI века, и какие процессы ей предшествуют?
5. Какие физические свойства отходов наиболее важны при их сортировке и подготовке к переработке?
6. Опишите технологию переработки макулатуры и укажите, какие виды продукции можно получить из бумажных отходов.
7. Как осуществляется переработка автомобильных покрышек и какие полезные продукты можно получить в результате?
8. Что представляет собой пиролиз резиновых отходов, и какие вещества и материалы образуются на выходе?
9. В чём заключается основная технология переработки стеклобоя, и какие виды конечной продукции можно получить из него?
10. Почему переработка полимеров и строительных отходов играет ключевую роль в формировании замкнутого цикла обращения отходов?

Информационные источники:

1. М. С. Шерстобитов, В. М. Лебедев СПОСОБЫ УТИЛИЗАЦИИ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ
2. Инфографика из сайта Ecolift
3. Инфографика из сайта http://files.school-collection.edu.ru/dlrstore/df5a0beb-109c-475b-8ed3-cb0fce13c4e0/Metod_mat/help/urbo_eco/str6.htm
4. Информация из сайта <https://ecoportal.info/tverdye-bytovye-otxody/>
5. <http://www.refbzd.ru/viewreferat-1266-2.html>
6. <https://cyberleninka.ru/article/n/biotermicheskaya-pererabotka-tbo-odin-iz-podhodov-k-resheniyu-problemy-otkhodov-v-respublike-kot-d-ivuar>

