

Управление твёрдыми бытовыми отходами

Раздельный сбор и сортировка отходов

Материал подготовлен в рамках проекта Европейского Сообщества INTERREG IIIA «Кооперация в совместном создании системы управления отходами в Псковской области» с финансовой помощью Европейского Союза

За содержание этого документа отвечает исполнитель проекта, и содержание этого документа ни при каких обстоятельствах не может быть рассмотрено как отражающее позицию Европейского Союза.

Содержание

- ВВЕДЕНИЕ**
- 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ТВЕРДЫХ ОТХОДАХ**
 - 1.1. Характеристика проблемы отходов
 - 1.2. Определение отходов
 - 1.3. Классификация отходов
 - 1.4. Показатели состава и количества бытовых отходов
 - 1.5. Проблемы окружающей среды и здоровья
 - 1.6. Экономические и социальные вопросы
- 2. УСЛОВИЯ РАЗВИТИЯ СФЕРЫ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ**
 - 2.1. Основные задания для образования системы управления отходами
 - 2.2. Обеспечение уравновешенного развития в управлении отходами
 - 2.3. Нормативные акты и политические документы по обращению с отходами
 - 2.4. Направления совершенствования российской законодательной базы в сфере обращения с отходами
- 3. УПРАВЛЕНИЕ ОТХОДАМИ**
 - 3.1. Схемы управления отходами и их элементы
 - 3.2. Сбор отходов и их транспортировка
 - 3.3. Раздельный сбор и сортировка отходов
 - 3.4. Факторы, которые обуславливают систему сбора отходов
- 4. РЕГЕНЕРИРОВАНИЕ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ**
 - 4.1. Вторично используемые материалы и условия их регенерирования
 - 4.2. Сортировка отходов в домашних хозяйствах
 - 4.3. Центры первичной обработки отходов
 - 4.4. Виды вторично используемых материалов
- 5. ПЕРЕРАБОТКА БИОЛОГИЧЕСКИ РАЗЛАГАЮЩИХСЯ ОТХОДОВ**
 - 5.1. Использование биотехнологий в переработке отходов
 - 5.2. Свойства биологически перерабатываемых отходов
 - 5.3. Аэробные методы переработки биологически разлагаемых отходов - компостирование
 - 5.4. Процесс компостирования
 - 5.5. Фазы процесса компостирования
 - 5.6. Технологии формирования компоста и оборудование
 - 5.7. Расходы компостирования
 - 5.8. Анаэробные процессы и производство биогаза
 - 5.9. Виды отходов, которые используются для производства биогаза
 - 5.10. Техническое оборудование для производства биогаза
 - 5.11. Какую технологию выбрать?
- 6. ТЕРМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ**
 - 6.1. Сжигание отходов
 - 6.2. Характеристика отходов как топливного материала
 - 6.3. Процессы термической переработки отходов
 - 6.4. Пиролиз и газификация
 - 6.5. Средства для уменьшения вредного влияния процессов сгорания

- на окружающую среду
- 6.6. Возвращение энергии**
- 6.7. Затраты сжигания**
- 7. ЗАХОРОНЕНИЕ ОТХОДОВ**
 - 7.1. Требования к захоронению отходов**
 - 7.2. Технологии предварительной обработки отходов**
 - 7.3. Образование и менеджмент полигонов**

Введение

В сообщении Генерального Секретаря ООН для Генеральной Ассамблеи в 1997 году, обобщая катастрофическую ситуацию загрязнения среды, среди других существенных фактов было констатировано, что в последние 20 лет в индустриально развитых государствах утроилось количество отходов. Прогнозируется, что в современных слаборазвитых государствах количество отходов удвоится в следующем десятилетии. В случае неправильного управления отходами они становятся значительным родником загрязнения среды. Сегодня человечество в своем хозяйственном действии использует примерно 100000 токсических веществ, которых в природе не существует и влияние которых на живые существа и экосистему в общей сложности мало изучена. Эти токсические вещества после своего использования попадают в места захоронения отходов. Каждый год это число увеличивается на 500 - 1000 новых видов. Как признано, главная причина данной ситуации - недальновидная модель производства и потребления, которая сегодня существует главным образом в экономически развитых государствах. Человеческая активность создает дополнительную нагрузку окружающей среде, засоряя её выбросами технологических процессов, дальнейшая очистка которых не всегда является соответствующей возможностям природы.

В естественной среде правильно сбалансированный оборот обеспечивает:

- возобновляемые ресурсы (сырье, воду, энергию);
- необходимые для существования жизни обстоятельства (климат, озоновый слой, плодородие земли);
- переработку "отходов" в границах своих возможностей.

В свою очередь, существующей ситуации характерна большая концентрация населения на небольших территориях, несоответствующее быстрое использование естественных ресурсов и все еще недостаточное освоение возобновляемых ресурсов. Поэтому происходит большое потребление ресурсов природы для удовлетворения человеческих потребностей и загрязнение окружающей среды отходами, созданными человеческой активностью. Потребление невозобновляемых ресурсов происходит

неравномерно - сейчас 1/5 от человеческой популяции тратит $\frac{3}{4}$ от всех природных ресурсов.

Анализ показывает, что при данной модели хозяйственной активности человечества и потребления, количество этих ресурсов в середине 21 века будут практически вычерпаны. Прогнозируется, что запасы нефти прекратятся уже через 40-80 лет. До тех пор все еще будут увеличиваться расходы, которые будут необходимы для их добычи, - эти ресурсы будут все дороже, пока их добыча не перестанет окупаться. В данном звене развития у человечества есть несколько возможных вариантов действия в отношении невозобновляемых ресурсов:

- меньшее потребление этих материалов;
- более разумное потребление этих материалов;
- повторное использование материалов и продуктов;
- замещение возобновляемыми ресурсами, в том числе отходами.

Замена с возобновимыми ресурсами, в том числе для отходов.

К сожалению, хотя при всеобщем влиянии политического давления общественности во многих отраслях уменьшилось количество созданных отходов на одну единицу изделия, общее количество отходов на одного жителя продолжает расти.

В сфере обращения с отходами, в основании которой есть определенная государством политика в области обработки отходов, стратегия и тактика достижения ее целей реализуется с помощью технологий транспортировки, переработки и захоронения отходов. Для сбора отходов сегодня используются сверхмощные специализированные машины, которые снабжены видеокамерами для контроля отходов, сильными прессами, которые повышают плотность отходов вплоть до пяти раз. Эти машины обеспечивают обслуживающему персоналу оптимальные условия работы с системами кондиционирования воздуха и низкой вибрацией. Место захоронения отходов или полигон, в соответствии с требованиями ЕС, визуально мало отличается от огромного котлована с изолирующими слоями сложной конструкции, системами отвода и очистки сточных вод и газов, непрерывным контролем завезенных и захороненных грузов. Понятие переработки отходов включает регенерирование отходов как вторичного материала и дальнейшее использование, производство энергии в результате биологических или термических процессов, а также приготовление удобрения, используя биологически разлагающиеся отходы.

Развитию обработки отходов способствовал не только технический уровень развития человечества, что позволило использовать последние достижения цивилизации раньше в столь неприметной сфере, как сфере обращения с отходами. Основным движущим фактором в развитии этой отрасли было усовершенствование понимания процессов природы и осознание того, что отходы - один из самых существенных загрязнителей среды и их несоответствующая обработка может как деградировать окружающую среду, так и создать серьезный вред здоровью населения. В свою очередь переработке отходов способствовал вывод, что ресурсы природы не "исчерпаемы", и уже в это столетие могут быстро иссякнуть запасы газа и нефти, могут уменьшиться ископаемые топливные материалы и полезные ископаемые. Одна из возможностей их экономить - это стараться внедрить в производство безотходные или "чистые" технологии и уменьшить или, по крайней мере, ограничить количество созданных отходов.

В начальной цепи образования системы управления отходами часто несущественно детализировано узнать и оценить структуру и технологические особенности каждого отдельного элемента системы, важно понять общую картину и правильно определить стратегические направления, которые логически вытекают из насущных потребностей, технических и финансовых возможностей. Каждой элемент цепи управления отходами должен вытекать из предыдущего, способствуя дальнейшему развитию всей системы и достижению выдвинутых целей. Вместе с этим все больше значения получает использование математических моделей, научные выводы и методы исследований, заменяя эмпирические наблюдения.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ТВЕРДЫХ ОТХОДАХ

1.1. Характеристика проблемы отходов

Каждый год Европейский Союз производит 1.3 миллиарда тонн промышленных и бытовых отходов. Данные, собранные Европейским Агентством Окружающей Среды, свидетельствуют, что это примерно 1 кг бытовых отходов в день на одного жителя. Восточно-европейские государства и бывшие республики СССР пока еще производят меньшее количество отходов на одного жителя, но о тенденциях роста отходов свидетельствуют собранные данные (UNEP 2006).

Управление (менеджмент) бытовыми отходами - сложный процесс со многими привлеченными сторонами, которые включают в себя как технические вопросы, так и экономические, а также вопросы финансового управления, долгосрочного развития, психологические, социальные и другие вопросы. Если бы было так легко организовать сбор отходов и транспортировку их на свалку, то многие территории не были бы загрязнены вследствие несоответствующего управления отходами.

Управление отходами включает в себя не только непосредственные действия с отходами, но также обеспечение и организацию работы сотрудников, а также активную работу с общественными, государственными учреждениями, самоуправлениями и бизнес - организациями. В управление отходами вовлечены многие участники. При управлении отходами нужно решить всевозможные вопросы - как создать систему управления отходами; как её финансировать; какое оборудование использовать и т.д.. Социальные нормы часто влияют на то, каким образом будет проведено управление отходами. В привлечении населения в управление отходами большую роль играет психология. Таким образом, в образовании и руководстве системы управления отходами необходимы знания всевозможных дисциплин и опыт, а также глубокое знание местных условий.

Отходы сами по себе являются важным фактором. Нужно учитывать их состав, плотность, степень влажности и т.д.. Свойства отходов определяют технические приемы для сбора отходов, для их транспортировки, переработки и захоронения. Например, в индустриально развитых государствах в бытовых отходах относительно много упаковки (из бумаги, пластмассы, металла, стекла), плотность которой мала, в свою очередь в менее развитых государствах доминируют органические отходы, у которых большая плотность и влажность. Это определяет вид дальнейшей переработки этих отходов. Например, влажные органические отходы не приспособлены для сжигания, их используют для компостирования.

Доступность сбора отходов - еще один фактор, который нужно учитывать. Существуют дороги и улицы, по которым транспорт определенного вида не может въехать и собрать отходы. Узкие проезжие части улиц, их наклон и покрытие, заторы транспорта также ограничивают доступность сбора отходов.

Важный фактор в *формировании успешного управления отходами* – *отношение и осведомленность общественности*. Это обуславливает готовность населения сортировать отходы дома, доставлять их до общего контейнера отходов, а также влияет на частоту сбора отходов с населения, на количество выброшенных на улицу или в лес отходов, на готовность общественности платить за услуги управления отходами, на нежелание разместить на своей территории полигон захоронения отходов, а также на оборудование переработки; на то, из каких социальных групп придут работники в систему управления отходами.

С точки зрения обслуживания, машины для сбора и транспортировки отходов нужно выбрать так, чтобы легко были доступны детали, необходимые для ремонта и обслуживания машин, а также набрать знающих эти машины квалифицированных мастеров. Закупая оборудование, нужно учитывать также налоги, пошлины и ограничения импорта.

В управлении отходами, конечно, нужно учитывать *государственное законодательство и требования государственных учреждений*. Стандарты и ограничения могут повлиять на введение конкретных технологий. Законы обуславливают публичное и частное сотрудничество, выполнение закупок и другие вопросы.

Во многих государствах за управление отходами отвечают самоуправления, однако часто им не хватает всесторонних знаний в этой области, особенно, как привести в порядок и уравновесить экономические аспекты, финансовые аспекты, аспекты окружающей среды и здоровья. Поэтому важно осознать и понять сложность управления отходами.

1.2. Определение отходов

Определение отходов могут отличаться. В Латвии отходы определены в законе “Об управлении отходами”, и определение звучит следующим образом:

„отходы - любой предмет или вещество, от которого его владелец избавляется, решил избавиться или вынужден избавиться, и которое соответствует определенным в классификаторе отходов категориям”. В литературе встречаются всевозможные определения, которые даны в дальнейшем тексте.

Общее определение отходов

Есть много видов всевозможных отходов, которые можно было бы определить по происхождению. В таком виде твердые отходы, которые содержат небольшое количество влаги, мы можем разделить на главные группы:

- а) бытовые отходы
- б) сельскохозяйственные отходы
- в) промышленные отходы.

Как подгруппы здесь можно было бы упомянуть также отходы от торговли, от горной промышленности и отходы других отраслей.

Отходы = Промышленные + Сельскохозяйственные + Бытовые

Рамочная Директива ЕС об отходах (*EU Framework Directive on waste 75/442/EEC*) и меняющая её директива 91/156/ЕЕК отходы определяет довольно просто - „отходы - любое вещество или предмет, от которого его владелец избавляется или от которого ему нужно избавиться в соответствии с правовыми актами, действующими в государстве”.¹ Приложение 1 Директивы учитывает отходы по описывающим их свойства категориям, которые показаны в отделе 1.3 этой книги.

Весной 2006 года была обсуждена и направлена далее новая рамочная директива, которая задумана полностью сменить нынешнюю директиву 75/442/ЕЕС. Определение отходов в ней не меняется, однако известные изменения определений ожидаются для тех отходов, которые перестают быть отходами и используются как вторичное сырье.

Бытовые отходы²

Европейское Агентство Окружающей Среды (ЕВА) определяет бытовые отходы как „...отходы от домашних хозяйств, а также другие отходы, которые схожи по своему составу или природе с отходами от домашних хозяйств” (ЕЕА 2000). Однако в различных Европейских государствах есть отличия, что понимается под понятием „бытовые отходы”. Обычно к бытовым отходам не причисляют отходы другого происхождения, например, от добывающей промышленности, обрабатывающей промышленности, строительства, а также сельского хозяйства. Но к бытовым отходам обычно причисляют отходы из тех услуг, которые создают отходы, схожие с отходами от домашних хозяйств, например, из бюро и учреждений, а также обслуживающей сферы, которые на практике собраны в одном потоке вместе с отходами от домашних хозяйств. Поэтому часто трудно определить источник появления отходов. Отходы от бюро, кафе, ресторанов и т.д., вместе с отходами от домашних хозяйств собирают или предприятия, обслуживающие самоуправления, или предприятия самого самоуправления. (ЕЕА 2000: 9; OECD 2004).

¹ Полный текст директивы на англ. яз.: http://europa.eu.int/eur-lex/en/consleg/pdf/1975/en_1975L0442_do_001.pdf

² Бытовые отходы – англ. *municipal solid waste (MSW)*.

В бытовых отходах обычно находятся такие материалы, как бумага и картон, пластмассы всевозможных видов, металлы, естественные органические отходы (остатки пищи, зеленые отходы), ткани и другие схожие отходы. Те бытовые отходы, которые собирают для переработки, также обычно называют бытовыми, хотя их выделяют из общего неперерабатываемого потока отходов. Отходы от домашних строительных и ремонтных работ не следовало бы включать в поток бытовых отходов, однако часто эти отходы выбрасываются вместе с бытовыми отходами. Отходы строительства и ремонта, дорожных работ обычно собирают и обрабатывают отдельно от бытовых отходов.

1.3. Классификация отходов

Цель внедрения классификации отходов - обеспечить единый порядок характеристики и систематизации отходов (бытовых и опасных), чтобы уменьшить угрозу, которую создает или может создать влияние отходов на окружающую среду, здоровье и жизнь людей, а также имущество и интересы физических и юридических персон³. Классификация отходов выполнена для отходов, их категорий, видов переработки и захоронения, а также классифицированы свойства отходов и находящиеся в составе отходов химические вещества и их соединения, что делает отходы опасными.

Классификация отходов в Европейском Союзе определена в 1 приложении Директивы 75/442/ЕЕС (изменено директивой 91/156/ЕЕС). В Латвии классификацию отходов обуславливают правила Кабинета Министров № 985 от 30 ноября 2004 года „**Правила о классификаторе отходов и свойства, которые делают отходы опасными**“. В этих условиях определены категории отходов, которые показаны в таблице 1.1.⁴

Таблица 1.1.

Категории отходов в соответствии с правилами КМ № 985 от 2004 года

№.	Код	Категория отходов
1.	Q1	Излишки производства, которые не упомянуты в дальнейшем
2.	Q2	Продукты, которые не являются годными для предусмотренного использования
3.	Q3	Продукты, у которых закончился срок годности
4.	Q4	Материалы, испорченные из-за неправильного действия, а также материалы и оборудование, которые загрязнены из-за неправильного действия
5.	Q5	Материалы, которые засорены или запачканы в ходе работы (например, остатки после чистки, упаковочные материалы, контейнеры)
6.	Q6	Непригодные составные части (например, непригодные батареи, использованные катализаторы)
7.	Q7	Вещества, которые уже невозможно использовать (например,

³ www.meteo.lv – информация о классификации отходов в Латвии.

⁴ Полная классификация – 2 приложение правил Кабинета Министров № 985 от 30 ноября 2004 года.

Общая система в ЕС доступна на: http://europa.eu.int/eur-lex/en/consleg/pdf/2000/en_2000D0532_do_001.pdf

		загрязненные кислоты, загрязненные растворители)
8.	Q8	Остатки промышленных процессов (например, шлак, осадки)
9.	Q9	Остатки процессов уменьшения загрязнения (например, осадки скрубберов, пыли от пылеприемников, использованные фильтры)
10.	Q10	Остатки процесса обработки (например, щепки и другие излишки)
11.	Q11	Остатки от добычи и обработки сырья (например, отходы горной промышленности, отходы добычи нефти)
12.	Q12	Материалы с примесями, которые понижают их качество (например, загрязненные полихлорированными бифенилами масла)
13.	Q13	Любые материалы, вещества или продукты, употребление которых запрещено в соответствии с нормативными актами
14.	Q14	Продукты, которые их пользователь уже не использует (например, сельскохозяйственные отходы, отходы от домашних хозяйств, учреждений, магазинов)
15.	Q15	Загрязненные материалы, вещества или продукты, которые появляются, очищая загрязненную землю
16.	Q16	Материалы, вещества или продукты, которые не упомянуты заранее

Встречаются также системы другой классификации отходов, неофициальные, например, отходы можно классифицировать по происхождению (таблица 1.2.) или составу. Некоторые из потоков отходов, хотя и одинаковы по природе, но классифицированы отдельно. Например, как биологические отходы, отдельно выделяют кухонные отходы, отходы от садов и парков.

Отходы древесины, хотя они и биологического происхождения, классифицированы отдельно, потому что они приспособлены для сжигания, у них более медленный процесс разделения, а также нужно учитывать присутствие примененных в деревообработке химических продуктов (напр., лаки и краски), что может сделать эти отходы опасными.

Таблица 1.2.

Классификации отходов по происхождению (пример)

Тип отходов	Характеристика отходов
Сельское хозяйство	Отходы деятельности сельского хозяйства, особенно отходы от животных
Карьеры и добыча	Отходы от добывающей промышленности, главным образом инертные
Строительство и демонтаж	Отходы от строительства и демонтажа, в основном отходы инертного материала и дерево
Промышленность и производство энергии	Отходы промышленной деятельности и от производства энергии (пепел от сжигания)
Ил от сточных вод	Отходы биологической очистки сточных вод
Опасные отходы	Отходы, которые содержат токсические вещества (для окружающей среды и людей)
Отходы от коммерческих предприятий и т.п.	Отходы от бюро, магазинов, ресторанов, гостиниц, состав которых похож на отходы от домашних хозяйств
Твердые бытовые отходы	Отходы от домашних хозяйств, а также от бюро, магазинов, кафе, ресторанов и других предприятий по оказанию услуг, за их управление часто ответственны только местные самоуправления

Источник: (McDougall, White et al. 2001: 173)

1.4. Показатели состава и количества бытовых отходов

Трудно дать полное представление о среднем количестве бытовых отходов на одного жителя, и особенно сравнить их на международном уровне, потому что в разных государствах использованы разные определения отходов, разные методы учета, а также сам учет часто неполный. Поэтому с любым сравнением между государствами нужно вести себя внимательно.

Доступные статистические данные показывают тенденцию роста для объемов отходов во всех государствах. Среднее количество отходов (т.е., промышленных и бытовых) в год на одного жителя в 25 государствах - участниках ЕС – 3 500 кг/жит. Самую большую часть в этих отходах формируют добывающая и обрабатывающая промышленность, а также процессы строительства и демонтажа. Опасные отходы, самую большую часть которых создает обрабатывающая промышленность, формируют 2% от общего количества отходов.

Бытовые отходы - примерно 15% от общего количества отходов. Данные статистики отходов показывают, что самые большие темпы приростов отходов – у бытовых, а также строительных и демонтажных отходов (Eurostat 2005a).

Захоронение отходов - самый популярный в Европе способ размещения отходов, в среднем 57% от всех произведенных отходов захоронены. Вторичная переработка и сжигание (с или без возвращения энергии) также популярные способы, однако степень их использования различна в разных государствах (Eurostat 2005a).

Данные об управлении отходами в ЕС

В 2003 было произведено в среднем 3 500 кг отходов (как промышленных, так и бытовых) на одного жителя. В этот период количество бытовых отходов в Европе в среднем увеличилось на 2% в год, с 204 Мт (457 кг на одного жителя) до 243 Мт (534 кг на одного жителя). Сейчас государства-участники EU-15 производят примерно 580 кг/жит., для сравнения, в государствах ЕС-10 - 312 кг/жит. Захоронение отходов уменьшилось на 10% - с 131.4 Мт до 118.5 Мт, потому что возросло использование вторичной переработки и сжигания. (Eurostat 2005)

Количество отходов в новых государствах-участниках ЕС показывает тенденцию снижения, с 334 кг/жит. в 1995 до 312 кг./ жит. в 2003 (Eurostat 2005b: 14). Распределение отходов в каждой из групп этих государств показано на рисунке 1.1.

В государствах ЕС-25 в 2005 произведено 1.3 миллиарда тонн отходов, включая добывающую промышленность и отходы карьеров. Из этого количества 300 миллионов тонн – твердые бытовые отходы и 40 миллионов тонн - опасные отходы.⁵

В регионах ЕС можно наблюдать существенные отличия в количестве произведенных отходов. В старых государствах-участниках среднее количество отходов - в границах от 300-600 кг/жит. в год, а в новых - от 250 до 350 кг/жит. в год (таблицы 1.3. и 1.4.). Столь большие отличия можно объяснить разным уровнем жизни населения государств, разными примененными определениями отходов, разными системами управления отходами, а также отличиями и недочетами в учете отходов.

⁵ European Commission (2005). Europa - Environment. URL: <http://europa.eu.int/comm/environment/waste/index.htm>. Internet. Последнее обновление: 01/03/2005.

Таблица 1.3.
Среднее количество произведенных отходов в разных регионах ЕС (кг/жит.)

	Старые государства-участники ЕС	Новые государства-участники ЕС	Республики быв. Советского Союза
Общее количество отходов	3,800	4,400	6,300
Бытовые отходы	570	330	240
Часть бытовых отходов от общих отходов	15%	8%	4%

Источник:

Таблица 1.4.
Количество созданных бытовых отходов на одного жителя в выбранных государствах (EuroStat, 2005).

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Эстония	357	383	406	383	394	440	372	406	418
Латвия	263	263	254	247	244	270	302	369	362
Литва	424	400	421	443	350	309	300	288	263
Польша	285	301	315	306	319	316	287	272	260
Дания	567	619	588	593	627	665	677	668	675
Германия	533	543	556	546	605	610	600	640	638
Финляндия	414	410	448	466	485	503	466	457	450
Швеция	380	397	416	431	428	428	442	468	471
Великобритания	496	507	527	536	562	569	582	600	610



Рисунок 1.1. Общее количество созданных отходов по отраслям в Западной Европе, Центральной и Восточной Европе в конце 1990 г. (Сервис данных Агентства Европейской Среды, 2005) и (ЕЕА 2003: 154).

Состав бытовых отходов

Состав бытовых отходов может различаться в зависимости от государства или населенного места, и экономических аспектов региона. Например, будет отличаться состав отходов в деревне и в городе, по потребительскому характеру, по средним доходам населения, в зависимости от того, частный это дом или многоквартирный дом.

В развитых государствах часть органических, зеленых отходов и отходов пищи в общей массе отходов - примерно 38 %, бумага и картон - 23 %, пластмасса - 8 %, металлы - 4 %, а также меньшая часть отходов в общем составе - текстиль, отходы большого размера (от ремонтных работ, старой мебели и т.д.). Опасные отходы, которые производят домашние хозяйства (напр., батарейки, остатки красок, остатки бытовой химии), - примерно 0,5 % от общего количества бытовых отходов. (ОЕСД 2002)

Нужно отметить, что в новых государствах-участниках удельный вес органических отходов в бытовых отходах обычно больше, чем в старых государствах-участниках (таблица 1.5.).

Таблица 1.5.

Процентный состав бытовых отходов в выбранных государствах в 2000 году

Государство	Литва	Эстония	Латвия	Польша	Россия	Швеция	Финляндия	Германия
Данные последнего года:	2000	1994	1995	1995	1997	1990	2000	1995
Виды отходов								
Органические (кухонные, садовые и т.д.)	50	50	48	35	33.8	30	33	44
Бумага и картон	20	5	14	10	31.9	44	40	18
Текстиль	:	:	3	:	3.9	2	2	:
Пластмасса	7.5	12	7	10	4.3	7	10	5
Стекло	7.5	7	8	12	5.5	8	5	9
Металл	2	8	4	8	3.6	2	5	3
Другие фракции	13	18	16	22	17	7	5	21

Примечание: специфические государственные данные собраны при отличиях в определениях отходов в разных государствах и в системах учета. Источник: EuroStat (2005); McDougall, White et al. .

Определяя общее количество созданных бытовых отходов на определенной территории важно кроме отходов, произведенных жителями, учитывать также ту часть бытовых, что образуется в обслуживающей и в производящей сфере. В соответствии с произведенными измерениями в городе Мадона, образовавшаяся на предприятиях и в небольших производствах часть бытовых отходов не только отличается от отходов домашних хозяйств по объему, но и существенно отличается также по составу.

1.5. Проблемы, связанные с отходами

Отходы могут создать для общественности серьезные проблемы, если они не обработаны подобающе. Спектр проблем образуется, начиная с эстетически непривлекательной среды, запаха и т.д., до загрязнения сточных вод, превращений свободных земель в свалки, изменении стоимости имущества, а также отходы создают угрозы человеческому здоровью.

Возобновляемые в результате хозяйственных действий ресурсы (воздух, вода, почва) регулярно засоряются. Есть три главных фактора, которые определяют отрицательное влияние загрязнения на среду:

- химическая природа;
- концентрация;
- скорость разделения.

Негативное влияние отходов на среду главным образом появляется из-за их неправильной обработки. Основные виды, которые характеризуют отрицательное влияние отходов, это:

- непосредственный ввод отходов в окружающую среду, производя загрязнение в воде, воздухе или почве;
- загрязнение, созданное несоответствующими процессами переработки отходов (выбросы при сжигании отходов и других видах переработки, шум процессов транспортировки и обработки, пыли, эмиссии газов);
- загрязнение, созданное несоответствующим захоронением отходов.

Неубранные отходы создают различные проблемы окружающей среде и здоровью, - это и токсические испарения, антисанитарные условия и т.д.. Описанные в этой главе влияния на окружающую среду и здоровье можно учитывать, выполняя для полигонов (для отходов) и для других связанных с управлением отходами объектов стратегическую оценку влияния на окружающую среду.

Токсические вещества (напр., тяжелые металлы, устойчивые органические источники загрязнения, диоксины) могут вызвать серьезные угрозы здоровью (также с летальным исходом), если они находятся в соприкосновении с человеком, а также при вдыхании. Они могут создать также опасное загрязнение воды, воздуха и почвы. Пожары на нелегальных свалках отходов, а также открытое сжигание, создают загрязнение воздуха, в составе которого есть диоксины, которые очень вредны для окружающей среды и человека.

В зависимости от того, какой вид обработки отходов выбран (захоронение, компостирование, сжигание, транспортировка, переработка), образуются также разные

влияния на окружающую среду. Однако можно выделить 3 главные категории влияний, независимо от вида обработки (ETC-RWM 2004b):

- 1) **газы, вызывающие эффект теплицы** (от переработки отходов, включая сжигание и захоронение)
- 2) **использование земли** (переработка, захоронение)
- 3) **эмиссии инфильтрата** (от захоронения).

Самые существенные возбудители негативного влияния на окружающую среду и здоровье:

- *Сбор отходов и транспорт.* Особенно транспорт - он существенно влияет на окружающую среду и здоровье, это выхлопы монооксида (CO) и двуокиси (CO₂) углерода, окислы азота (NO_x), пыль, выхлопы свинца и летучие органические соединения (ЛОС).
- *Захоронение.* Занимает ценную землю, вызывает загрязнение почвы, воды и воздуха, создает выбросы двуокиси углерода (CO₂) и метана (CH₄), а также загрязнения химических соединений другого вида в почве и в грунтовых водах. Если отходы захоронены в закрытом виде, без вывода газов, газы со свалок в определенной концентрации могут быть взрывчатыми. Многие старые и неадекватно устроенные свалки создают выбросы токсических веществ, которые вредно влияют на окружающую среду и человеческое здоровье (напр., вызывая рак). Захороненные *химические* отходы создают испарения и жидкости, которые причиняют серьезный вред здоровью людей и даже их жизни, а также экосистемам.
- *Сжигание* создает выбросы вредных веществ, - это диоксины, кислые газы (окислы азота (NO_x), диоксиды серы (SO₂) и хлористый водород (HCl)), которые вредны как для человеческого здоровья, так и окружающей среды. Оборудование для сжигания создает выбросы в ходе всех своих процессов: при сжигании и при обработке пепла. Кроме того, эти выбросы могут содержать в разных количествах всевозможные загрязняющие вещества, как, например, очень токсичные фураны, кадмий, ртуть, свинец, частицы или испарения других тяжелых металлов, такие летучие органические соединения, как бензол, толуол, полихлорированные бифенилы, а также щелочи, кислоты, и другие химические соединения. Эти выбросы могут вызвать острые заболевания, а также нанести другой вред, например, наследственные дефекты, астму, болезни дыхания и рак.
- *Компостирование* также может негативно влиять на здоровье, однако не столь существенно, как в ранее описанных случаях. Есть наблюдения, которые свидетельствуют, что у очень близко живущих от площадок компостирования людей повысилось количество болезней дыхания. (*Enviros Consulting Ltd. and University of Birmingham 2004*).
- *Опасные предметы.* Это может быть разбитые стекла, лезвия, иглы от шприцев, отходы здравоохранения, потенциально взрывчатые контейнеры, банки после аэрозолей и химические отходы, которые находятся в отходах. Они могут создать риск ранения и отравления, особенно для людей, которые сортируют и собирают отходы на свалках.

Нужно отметить, что любое действие управления отходами создаст какое-либо влияние на окружающую среду, будут ли это эмиссии от транспорта, собирающего отходы, или от сжигания, очистки инфильтрата, или потребление энергии, которое необходимо для переработки отходов, и т.д.. Поэтому в процессе планирования управления отходами нужно взвесить влияние этих действий на окружающую среду во время всего их жизненного цикла, учитывая также влияние, которое появится, когда нужно будет закрывать свалку отходов или применяя устройство по сжиганию отходов.

Значительность влияний может быть разной, учитывая местные обстоятельства. Таблица 1.6. обобщает главные влияния на окружающую среду и здоровье в зависимости от действий с отходами, которые классифицированы по созданным выбросам в среду, а также по эффектам.

Таблица 1.6.

Влияние действий по обработке отходов на окружающую среду

Аспект окружающей среды	Захоронение	Компостирование	Сжигание	Переработка	Транспорт
Воздух	Эмиссия CH ₄ , CO ₂ , запах	Эмиссия CH ₄ , CO ₂ , запах	SO ₂ , HCl, HF, NO _x , ароматические углеводороды, эмиссия CO, CO ₂ , N ₂ O, диоксины, дибензофуран, тяжелые металлы (Zn, Pb, Cu, As)	Пыль	Пыль, эмиссия NO _x , SO ₂ выбросы, риск утечки опасных веществ в случае аварии
Вода	Попадание различных загрязняющих веществ в грунтовые воды (соли, тяжелые металлы, распадающиеся и устойчивые органические загрязняющие вещества)		Попадание опасных веществ в наземные воды	Отведение сточных вод	Риск загрязнения наземных и грунтовых вод в случае аварии
Почва	Накопление опасных веществ в почве		Захоронение избытков пепла и шлака	Захоронение остатков	Риск загрязнения почвы в случае аварии
Пейзаж	Использование земли, ограничения в пользовании земли	Использование земли, ограничения в пользовании земли	Визуальные нарушения, помехи, ограничения в пользовании земли	Визуальные нарушения, помехи	Движение
Экосистемы	Загрязнение, накопление токсичных веществ в пищевой цепи	Загрязнение, накопление токсичных веществ в пищевой цепи	Загрязнение, накопление токсичных веществ в пищевой цепи		Риск загрязнения в случае аварии
Городская среда	Соприкосновение с токсичными веществами		Соприкосновение с токсичными веществами	Шум	Риск загрязнения в случае аварии, движение

Источник:

1.6. Экономические и социальные вопросы

Кроме влияния на окружающую среду и здоровье, при образовании системы управления отходами есть много экономических и социальных вопросов. При управлении и обработке отходов образуются существенные расходы, которые появляются как перед, так и после работы объектов обработки отходов.

Расходы управления отходами образуются из:

- начальных капитальных выплат для приобретения земли,

- постройки зданий для обработки отходов и приобретения оборудования,
- расходов по сбору отходов, транспорта (автомшины, горючее, логистика) и расходов по захоронению,
- расходов по управлению отходами, которые связаны с закрытием полигонов, а также потенциальных выплат по очистке и приведению в порядок окружающей среды, после того, как полигон уже бездействует.

Три главные “непосредственные” выплаты:

- *Стартовые выплаты* содержат начальные инвестиции и расходы для начинания управления отходами
- *Оперативные выплаты* содержат повседневные расходы по выполнению работ
- *Расходы по закрытию* содержат расходы, когда объект обработки отходов нужно закрыть, а также расходы, которые связаны с пенсиями работников или компенсациями здоровья после закрытия объекта обработки отходов.

Дополнительные расходы, которые связаны с управлением отходами, это расходы по *рекультивации* для закрытых свалок. Во многих самоуправлениях есть закрытые или прекратившие работать свалки, для которых необходимо провести очистные и рекультивационные работы.

Условные расходы - расходы, которые могут появиться или не появиться в какой-то период времени в будущем. Например, непредвиденные расходы по очистке, непредвиденные потери, которые появились у персон (из-за нарушений здоровья) от объектов обработки отходов. Эти расходы можно предусмотреть, однако они будут не очень точны.

Общие расходы по управлению отходами трудно оценить. Они далеко превышают повседневные расходы по обработке отходов, которые создают сжигание отходов или захоронение на полигоне.

Таблица 1.7. показывает непосредственные расходы по обработке отходов.

Таблица 1.7.

Категории и примеры расходов по обработке отходов

Предварительные расходы	<ul style="list-style-type: none"> • Информирование общественности • Закупка земли • Получение разрешений • Строительство и установка оборудования
--------------------------------	--

Оперативные расходы	<ul style="list-style-type: none"> • Текущие оперативные расходы • Содержание и обслуживание • Капитальные расходы • Платежи процентов • Непредвиденные расходы
Расходы по закрытию	<ul style="list-style-type: none"> • Закрытие свалки/ полигона • Демонтаж зданий и оборудования • Содержание после закрытия свалки • Социальные выплаты за работников после закрытия
Расходы по рекультивации в закрытых свалках	<ul style="list-style-type: none"> • Исследование, сбор и очистка от загрязняющих веществ • Закрытие, содержание после закрытия
Сопряженные расходы	<ul style="list-style-type: none"> • Непредвиденные расходы по очистке • Непредвиденные расходы по обязательствам (напр., вред имуществу, человеческому здоровью и т.д.)

Дополнительно к непосредственным расходам есть также расходы по среде и социальные расходы, которые трудно вычислить в денежном выражении (см. таблицу 1.8.).

Таблица 1.8.

Расходы среды и социальные расходы

Расходы окружающей среды	<ul style="list-style-type: none"> • Деградация среды и пейзажа • Истощение ресурсов природы • Вред для среды (загрязнение и т.д., влияние также после закрытия)
Социальные расходы	<ul style="list-style-type: none"> • Уменьшение стоимости имущества • Эстетическое влияние • Качество жизни

Расходы среды - те расходы, которые необходимы для санации деградированной окружающей среды, которые трудно высчитать и которые не возвращаются.

Социальные расходы - расходы, которые необходимы, чтобы компенсировать неблагоприятные изменения для людей, их имущества и благосостояния, которое нельзя компенсировать легально. Эти расходы схожи с расходами среды. Социальные расходы также трудно высчитать, однако важно их понять в процессе планирования. Они могут включать не только сами объекты обработки отходов, но и строительство новых дорог, прирост движения и другое влияние на территории.

В планировании нужно учитывать такие воздействия:

- 1) неблагоприятное влияние на стоимость имущества, вид окрестности, и эстетику,

- 2) возможности альтернативного использования (выплаты) земли, также и в будущем,
- 3) шум, запах и движение.

Расходы по управлению отходами можно группировать также по тому, кто из участников платит за обработку отходов. Это могут быть самоуправления, которые субсидируют обработку отходов, или какое-либо государственное учреждение, что берет на себя такие расходы. Коммерческие учреждения по обработке отходов высылают счета своим клиентам - частным или юридическим персонам. Это и затраты времени, например, время, которое население потратило, сортируя отходы и доставляя их на отдельные точки сбора отходов, и т.д..

2. УСЛОВИЯ РАЗВИТИЯ СФЕРЫ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ

2.1. Основные задания для образования системы управления отходами

В основании соответствующей системы управления отходами находится адекватный материал, который содержит исходные данные по произведённым на осматриваемой территории отходам - их количество, состав, главные характеризующие параметры массы отходов: плотность, влажность, их химические, физические и биологические свойства, а также другие параметры. В правильно организованной системе обработки должна быть информация о главных производителях отходов, изменениях количества и состава отходов - в рамках недели, года, нескольких лет. Эти данные необходимы не только в начале централизованного сбора, транспортировки и захоронения или сжигания отходов, но также и для обеспечения их успешной переработки, а именно, выполняя сортированный сбор, обработку и передачу на дальнейшую переработку. Можно выделить следующие существенные вопросы, на которые необходимо дать ответы как при начале образования системы управления отходами, так и для дальнейшей её реализации:

1. Отходы какого вида и количества будут обрабатываться?
2. Какая будет их скорость образования?
3. Материалы какого вида и количества можно будет регенерировать?
4. Какие будут свойства обрабатываемых отходов?
5. Как эти свойства будут меняться во времени?
6. Как эти свойства повлияют на процессы обработки отходов?
7. Какие свойства отходов определяют их экономическую стоимость?
8. Какая оптимальная модель обработки отходов в соответствующей ситуации?
9. Какие средства потребуются для внедрения системы управления отходами?
10. Как, постепенно совершенствуя обработку отходов, достичь желаемого результата?

2.2. Обеспечение сбалансированного развития в управлении отходами

Принцип сбалансированности в управлении отходами означает, что действие не противоречит требованиям следующих поколений. Сбалансированное управление отходами образовывается при эффективной обработке отходов и таким образом уменьшает как потребление энергетических ресурсов, так и разгружая окружающую среду и обеспечивая нынешним и следующим поколениям её качественное сохранение. Для достижения этих целей необходимо внедрить в стратегию управления отходами действия в определенной иерархической последовательности, как основной выдвигая следующий принцип - 1) уменьшить объем созданных твердых отходов и их токсичность, 2) переработка отходов и их повторное использование, а также возвращение энергии, 3) эффективная и безопасная для среды физическая, химическая и биологическая обработка отходов, 4) безопасное захоронение отходов, что не вызовет отрицательный эффект на здоровье населения и среду.

Предотвращение производства отходов и уменьшение их токсичности

Предотвращение производства отходов или уменьшение их количества является существенным фактором, чтобы остановить, или, по крайней мере, замедлить быстрый рост количества отходов на одного жителя. Традиционная стратегия управления отходами дает предпочтение сбору отходов и их дальнейшей переработке или захоронению. Стратегия предотвращения производства отходов выделяет уменьшение количества отходов как самую существенную составную часть. В ней важно уменьшение использования опасных материалов в процессах производства, которые в свою очередь существенно уменьшат токсичность созданных отходов и их опасность. Предотвращение производства отходов не только дает вложение в защиту среды, но также и создает улучшение экономического характера, уменьшая необходимые для переработки отходов и их захоронения средства. Это уменьшает цены природных ресурсов и обеспечивает эффективность процессов. Предотвращение отходов - краеугольный камень для успешной реализации политики уравновешенного управления отходами.

Экономически обоснованная переработка отходов и регенерация материалов или энергии

Чтобы переработка отходов не только соответствовала требованиям защиты среды, но и обеспечила бы уравновешенное развитие, она должна быть экономически эластичной. В противоположном случае ресурсы нецелесообразно используются и не сохраняются. Анализируя переработку с экономической точки зрения, нужно сравнить доходы, которые получаем от переработанных отходов, и часть средств, которую надо было бы использовать для сбора твердых отходов и захоронения. Также надо оценить средства, которые необходимы, чтобы обеспечить сортированный сбор отходов и переработку отдельных составляющих. Чтобы можно было объективно оценить эти расходы, необходимо одновременно оценить как общие расходы переработки, так и реальный выигрыш. Поэтому необходимо в общую оценку включить также возможное сохранение сырья и освобожденные дополнительные земельные площади, которые появляются при уменьшении необходимых для мест захоронений отходов территорий.

Важно понять, что не только сортировка отдельных составляющих из общего потока отходов обеспечивает переработку отходов. Реальная переработка будет создана тогда, когда эти материалы будут использованы для производства нужных продуктов, для которых, в свою очередь, будет обеспечен рынок сбыта. Отделение определенных сортированных отходов - условие дальнейшего регенерирования материала, но эти требования не обеспечивают реальную переработку этих отходов. Если эти материалы не находят рынок сбыта, вложенные в сортировку и сбор, тогда средства напрасно израсходованы. Чтобы обеспечить успешную реализацию программы переработки, организаторам управления твердыми бытовыми отходами нужно действовать по законам бизнеса - становясь поставщиками сырья, которые выполняют желания переработчиков сырья и покупателей. Систему подготовки перерабатываемых материалов нужно создать, с целью обеспечить по возможности ниже ее себестоимость.

Создание безопасных для среды объектов обработки и захоронения

Несмотря на вторичную переработку отходов и их повторное использование, все

еще актуальна необходимость новых объектов захоронения и обработки отходов. В последние годы были улучшены методы обработки и захоронения отходов. Сегодня уже доступны многие технологии, которые обеспечивают эффективную обработку отходов и безопасное для среды захоронение, например, основные требования к сжиганию отходов содержат условия качественного процесса переработки, контроль эмиссий (тяжелые металлы и другие загрязнения) и использование качественной воздушной очистной системы. Подготавливая органические отходы к безопасному захоронению, в свою очередь, используют методы биологической переработки. В лучших местах захоронения имеются системы сбора инфильтрата, слои изоляции основы, системы контроля газа, мониторинг грунтовых вод, а также другие инженерно-технические и технологические решения, что обеспечивает уменьшение загрязнения окружающей среды или полное его предотвращение. Закрывая места захоронения, предприятием выполняются соответствующие действия по санации и рекультивации земли.

Реализация принципа "Платит тот, кто загрязняет"

Обычно истинные расходы по управлению твердыми отходами спрятаны и далеки от сферы влияния производителя и потребителя. Это не способствует стремлению уменьшить объемы произведенных отходов. Несоответствующее захоронение отходов в будущем потребует дополнительную очистку и санацию, но исполнители обычно не те, кто произвели загрязнение. Неконтролируемые действия компаний по управлению отходами могут создать отрицательные последствия, на предотвращение которых будут нужны большие материальные вложения. Все эти расходы было бы необходимо точно определить, заставляя за них платить их производителей. Экономическая эффективность действий и эффективность среды зависит от того, платит ли полную цену за свой проступок непосредственный виновник, или все будет покрыто косвенным путем из других источников.

Программы "Плати, если ты выбрасываешь", которые накладывают платежи на производителей отходов соответственно объему выброшенных отходов, один из примеров, как сформировать экономическую инициативу для уменьшения отходов и их переработки.

Действия, опирающиеся на рыночную экономику, могут быть использованы как альтернативные решения для непосредственных решений, а также сделать их намного более действенными. Как возможные виды реализации политики отходов могут быть рассмотрены также другие экономические решения, например, налоги на загрязнение и система депозитов.

Участие общественности и ее образование

Подавая реальные данные и информацию людям, принимающим решения, часто можно достичь неожиданной активности, что способствует существенному улучшению среды. Как поучительный пример, здесь могут быть упомянуты акции, которые достигли того, что производители были вынуждены информировать общественность о токсических загрязнениях, которые они вводят в окружающую среду. Это, в свою очередь, вызывает активность общественности. Общественность требует уменьшить такие выбросы и способствует инициативе промышленников создать программы, чтобы выбросы действительно были бы уменьшены. Информирование общественности -

сильное оружие, которое, в свою очередь, может стимулировать достижение реальных результатов. Информированная общественность - сила, которая берется во внимание при защите окружающей среды.

В свою очередь общественности необходима точная и научно обоснованная информация. Образование в сфере среды очень важно, поэтому необходима:

- поддержка академического образования в области обработки твердых отходов и окружающей среды;
- поддержка обучения учителей;
- стипендии образовательных программ;
- интеграция элементов обучения из области обработки отходов в инженерные науки, науки права, экономики и бизнеса, а также в другие дисциплины.

Очень существенно повысить понимание среды и управления отходами у широкого круга общественности, чтобы достичь поддержки в следующих поколениях для необходимого роста специалистов и профессионалов по управлению отходами.

2.3. Нормативные акты и политические документы по обращению с отходами

Как основным закон в этой сфере считается Директива 75/442/ЕЕК Совета ЕС от 15 июля 1975 года об отходах. Она определяет, что государства - участники предусматривают соответствующие мероприятия, которые ограничивают появление отходов и способствуют их вторичной переработке и преобразованию, регенерированию сырья и, возможно, энергии из них, а также любые другие виды повторного использования отходов. Государства – участники ЕС предусматривают соответствующие мероприятия, чтобы захоронение отходов происходило, не подвергая опасности человеческое здоровье и без вреда для среды, не подвергая опасности воду, воздух, почву, а также растения и животных; без создания неудобств из-за шума или запаха; без негативного влияния на среду села, а также другие требования. Директива предусматривает; что государства-участники создают или избирают компетентное учреждение (учреждения), которое отвечает за действия в сфере захоронения отходов - планирование, организацию, разрешение и надзор. Государства – участники выдвигают требования, чтобы каждый владелец отходов заботился о том, чтобы отходы собирал частный или государственный сборщик отходов, предприятие по захоронению отходов, или же отходы были бы захоронены своими силами в соответствии с предусмотренными мероприятиями. Эта директива в течение времени несколько раз была дополнена и восстановлена.

Директива 91/156/ЕЕК от 18 марта 1991 года, которая изменила Директиву 75/442/ЕЕК об отходах, была принята, чтобы ограничить появление отходов, особенно способствуя производству безотходных технологий и вторично перерабатываемых и повторно используемых продуктов, учитывая имеющиеся и потенциальные рыночные возможности для переработанных или восстановленных отходов, а также, чтобы создать общую терминологию и определение отходов. Решение Комиссии 2000/532/ЕС от 3 мая 2000 года заменило ранее разработанные Решения 94/3/ЕС и 94/904/ЕС. Этой директивой был создан новый единый Список отходов в соответствии с Директивой 75/442/ЕЕК об отходах и Директивой 91/689/ЕЕК об опасных отходах.

2.4. Направления совершенствования российской законодательной базы в сфере

обращения с отходами

Проведенное в табличной форме (таблица 2.1.) сопоставление действующего законодательства в России и странах ЕС в сфере обращения с отходами позволяет выявить «пробелы», которые необходимо ликвидировать. Расположение законов в таблице осуществлялось исходя из авторской оценки важности их принятия и внедрения в существующую практику.

Таблица 2.1.
Сопоставление законов России и стран ЕС в сфере обращения с отходами

Законы и законодательные акты Европейского Сообщества	Законы и законодательные акты Российской Федерации
<i>Директива ЕС № 75/442/ЕЕС от 15.07.75 об обращении с отходами</i>	Закон РФ „Об отходах производства и потребления” от 10.06.98
<i>Директива ЕС № 91/689/ЕЕС от 12.12.91 об обращении с опасными отходами</i>	Постановление Правительства РФ „О государственном регулировании и контроле трансграничных перевозок опасных отходов” № 766 от 01.07.96
<i>Директива ЕС № 1999/31/ЕС от 16.07.99 относительно захоронения отходов на полигонах</i>	Санитарные правила СП 2.1.7.1038-01 „Гигиенические требования к устройству и содержанию полигонов для твердых бытовых отходов” (действуют с 30.05.2001)
<i>Директива ЕС № 94/62/ЕС от 20.12.94 об упаковке и упаковочных отходах</i>	Находится в стадии разработки
<i>Директива ЕС № 75/439/ЕЕС от 16.06.75 об обращении с отработанными нефтепродуктами</i>	„Временное положение об организации сбора и рационального использования отработанных нефтепродуктов”, введенное в действие Приказом Минэнерго России от 28.04.94
<i>Директива ЕС № 93/86/ЕЕС от 04.10.93 об обращении с батареями и аккумуляторами</i>	Нет
<i>Директива ЕС № 96/59/ЕС от 16.09.96 об обращении с отходами, содержащими полихлорбифенилы (ПХБ) и полихлортрифенилы (ПХТ)</i>	Нет
<i>Директива ЕС № 2000/53/ЕС от 18.09.2000 об обращении с отслужившими свой срок транспортными средствами</i>	Нет
<i>Директива ЕС № 2000/76/ЕС от 04.12.2000 о сжигании отходов</i>	Нет
<i>Директива ЕС № 86/278/ЕЕС от 12.06.86 о защите окружающей среды, особенно почвы, при использовании илового осадка сточной жидкости в сельском хозяйстве</i>	Нет
<i>Инструкция № 259/93 от 01.02.93 о наблюдении и контроле за ввозом, вывозом отходов и их перевозкой в пределах Европейского Сообщества.</i>	Постановление Правительства РФ „О государственном регулировании и контроле трансграничных перевозок опасных отходов” № 766 от 01.06.96.

Достижение единства законодательной базы

Региональная законодательная база в сфере обращения с отходами должна соответствовать общегосударственной и отражать при этом территориальные особенности региона, в частности - степень антропогенной нагрузки на его природную среду. Существование особых региональных стандартов, санитарных или строительных правил и норм привело бы либо к противоречиям между федеральными и местными законами, либо к бесполезному повторению в местных документах общегосударственных требований.

Оптимизация количества законодательных актов

В последние годы в России на различных уровнях было принято довольно много законов и законодательных актов, отражающих отдельные аспекты обращения с отходами. В некоторых законах это лишь единичные статьи, другие полностью посвящены данному вопросу. Это приводит к тому, что многие участники процесса обращения с отходами не знают всей совокупности принятых законов, а иногда сознательно нарушают одни законы, ссылаясь на другие.

Конкретизация содержания законодательных актов

Целесообразно установить уровень снижения загрязняющих веществ в выбросах мусоросжигательных заводов и отходящей жидкости полигонов по захоронению отходов, запрещение к определенному году функционирования ненадлежащим образом оборудованных полигонов и мусороперерабатывающих заводов и т. п.

Обеспечение стабильности законодательной базы

При разработке системы законов в области обращения с отходами необходимо сразу определить систему приоритетов и стратегические цели, чтобы не возникало потребности в постоянном пересмотре законодательства. Частые трансформации законодательной базы создают препятствия для привлечения инвестиций в эту сферу, для расширения производства и развития предпринимательства.

Законодательное закрепление принципа «производитель отходов платит»

Руководствуясь этим принципом, основные затраты на сбор и переработку отходов следует перенести на их производителей. Бюджет должен оплачивать лишь ту часть средств, которую нельзя собрать с малоимущего населения. В настоящее время в России с физических и юридических лиц взимается плата за сбор и вывоз бытовых отходов, а почти все расходы за их переработку оплачивает бюджет. Ситуация должна меняться таким образом, чтобы производители отходов оплачивали все расходы по сбору, транспортировке и утилизации отходов и, таким образом, были заинтересованы в уменьшении их количества.

3. УПРАВЛЕНИЕ ОТХОДАМИ

3.1. Схемы управления отходами и их элементы

Тот, кто собирает отходы, часто определяет их дальнейшую обработку. Если все отходы, не отсортировав, собирают вместе в одном контейнере, скорее всего, что их захоронят на полигоне или на свалке, или же сожгут. Если отходы сортируют по фракциям уже на месте их появления – в домашних хозяйствах, в учреждениях и на предприятиях - тогда, скорее всего, их будут перерабатывать, используя как вторичное сырье. Чем лучше отходы отсортируют на месте их появления, тем экономичнее и легче передать их на переработку. Общая схема управления бытовыми отходами (создание отходов, сбор, переработка или захоронение) показана на рисунке 3.1. На рисунке также показаны возможные продукты переработки отходов, которые можно использовать как вторичные материалы, энергию или почвенное удобрение.

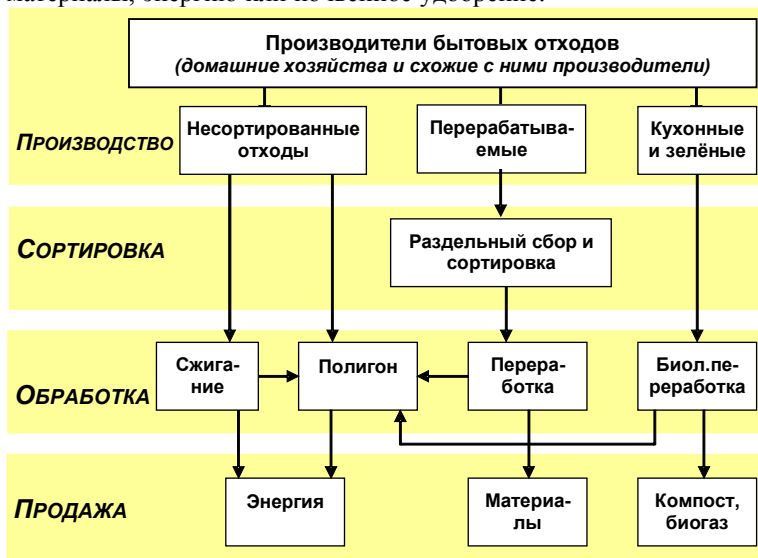


Рисунок 3.1. Элементы системы управления отходами

Технические решения управления отходами формируют существенную часть расходов. При планировании системы управления отходами, нужно рассмотреть два главных вопроса: 1) какие методы переработки или захоронения отходов будут использованы, 2) какая плотность населения и доминирующие виды жилищ (многоэтажная застройка или частные дома). Ответы на эти вопросы определяют

технологические решения сбора отходов, виды контейнеров и машин, логистику транспорта и т.д.

У несортированных бытовых отходов ограниченные возможности переработки. Традиционно их или отправляют на свалки или полигоны, или сжигают. Европейская Комиссия эти методы все больше ограничивает. Захоронение отходов часто вызывает недоброжелательное отношение окрестного населения, в то же время, качественное сжигание считается сравнительно дорогим методом.

Это значит, что долгосрочные альтернативные методы, такие как переработка материалов и биологические методы обработки, считаются лучшими. Они дают возможность получить доходы от переработки и уменьшают количество захороняемых отходов.

Чтобы внедрить эти методы в жизнь, необходим качественный сбор и сортировка отходов, которую могут частично выполнять в домашних хозяйствах, а также операторы обработки отходов.

Качественная сортировка отходов имеет большое значение при определении расходов при переработке отходов в однородных потоках материалов. Материалы, приспособленные к переработке, с большой экономической стоимостью, это: бумага, картон, алюминиевая тара, стекло, пластмассовая упаковка и биологически разлагающиеся отходы.

Сортировка отходов может быть организована централизованно, сортируя отходы на станциях центральной сортировки, или это делают сами домашние хозяйства. У обеих систем есть как плюсы, так и минусы. Часто для получения чистого материала сортированные отходы от домашних хозяйств нужно еще раз пересортировать на линиях сортировки.

Отсортировка биологически разлагающихся органических отходов от остальных отходов уже в источнике их появления способствует более качественной сортировке и переработке остальных отходов. В данном случае они более чистые и содержат меньше влажности, поэтому их легче переработать.

Захоронение отходов¹ - все еще главный метод обработки отходов. Почти половина из произведенного объема отходов (48,8%) в Европейских государствах, по данным 2003 года, были захоронены.² Однако тенденция - захоронять отходы - уменьшается, потому что увеличивается их вторичная переработка, а также все более популярным методом становится сжигание (с или без возвращения энергии). В 2003 году сожгли примерно 17 % (41.9 миллионов тонн) от обработанных отходов (Eurostat 2005).

3.2. Сбор отходов и их транспортировка

Условия сбора и транспортировки бытовых отходов

¹ Захоронение в данном контексте – захоронение на свалках и полигонах.

² Europe's environment: the third assessment. (2003). Environmental assessment report No 10, European Environment Agency, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, доступно по адресу: http://reports.eea.eu.int/environmental_assessment_report_2003_10/en/kiev_eea_low.pdf 20th March 2005.

Чтобы обеспечить соответствующие санитарные условия, а также сбор и переработку отходов как вторичных ресурсов, бытовые отходы регулярно собирают от их производителей.

Система сбора бытовых отходов должна соответствовать нескольким основным условиям:

- 1) На определенной административной территории она должна обеспечить выполнение политических целей, выдвинутых на государственном и на региональном уровне, требований защиты окружающей среды и здоровья, также и других местных правил, относящихся к управлению отходами.
- 2) Созданная система сбора отходов должна обеспечить выполнение выдвинутых требований обслуживания за наиболее низкие расходы.
- 3) Система управления отходами должна обеспечить тесное сотрудничество государства, самоуправления и частного сектора для обеспечения достижения выдвинутых целей.
- 4) Созданная система должна быть довольно эластичной, чтобы меняться и выполнять также требования дальнейшего будущего.
- 5) Система управления отходами должна способствовать уменьшению отходов и их использованию как вторичного ресурса.

Виды сбора отходов

Есть очень много видов сбора отходов. Однако доминируют два основных метода, т.н. „принеси и положи” (стационарные системы контейнеров) и „оставь на краю тротуара” (сбор запакованных отходов по графику в определенное время). Эти системы отличаются плотностью места сбора, их расположением по отношению к пользователю и степенью использования транспорта (см. рисунок 3.2).

На практике часто используют обе эти системы в зависимости от их соответствия специфике данной территории, а также могут быть использованы системы депозита и автоматического сбора (напр., для сбора бутылок за деньги).

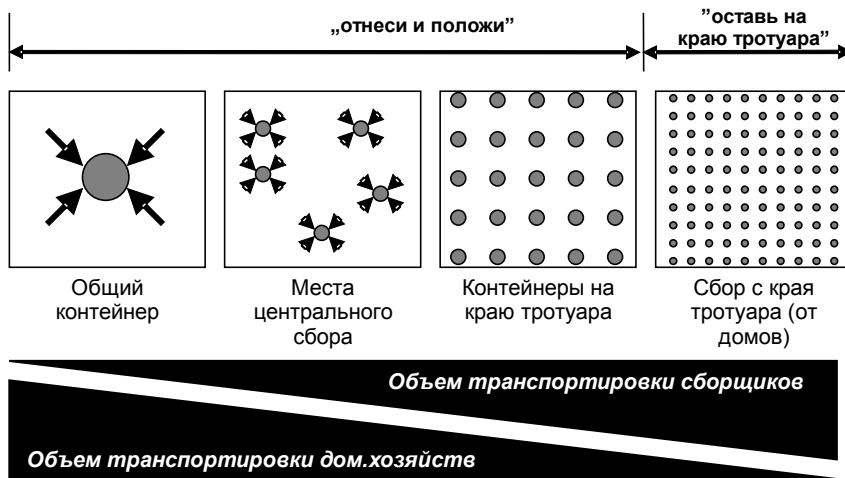


Рисунок 3.2. Спектр систем сбора (Источник: White et al., 1995)

Схемы сбора отходов делятся по собранному материалу - сбор несортированных отходов, сортированных или частично сортированных отходов, что определяет в источнике их появления (в домашних хозяйствах, на предприятиях и учреждениях и т.д.) использованный метод сбора. Между собой схемы сбора отличаются как применяемыми средствами накопления отходов (контейнеры, мешки), так и сбором отходов, и транспортными средствами, использованными в дальнейшей транспортировке. Качество собранных отходов (сортированные или несортированные отходы) обуславливает также вид дальнейшего использования этих отходов. Несортированные отходы в основном попадают на захоронение, а сортированные или частично сортированные - доставляют на предприятия переработки или в центры обработки.

Сбор несортированных отходов

Организовывая сбор несортированных отходов и их транспортировку, самоуправление опирается на средние характеристики данных по своей территории, что дает приблизительное представление о составе, количестве и виде созданных отходов. Минимальную частоту вывоза отходов определяют санитарные условия. В летнее время вывоз несортированных отходов, большую часть которых составляют биологически разлагающиеся отходы, должен происходить не реже одного раза в неделю, чтобы не успели образоваться личинки мух или других насекомых. В прохладные месяцы можно вывозить раз в две недели. Размер, размещение и частоту вывоза контейнеров для сбора отходов определяют, принимая во внимание, что в среднем один житель за год производит от 150 до 200 кг отходов, плотность которых $\sim 120 - 150 \text{ кг/м}^3$. В свою очередь, чтобы обеспечить удобное обслуживание населения, контейнеры для отходов должны быть недалеко от домов жителей (50 -100 м).

Контейнеры для сбора отходов

Контейнеры в государствах ЕС стандартизированы согласно Европейскому стандарту EN 840 80.³ Размер контейнеров зависит от прогнозируемого количества отходов, частоты их сбора, вида сортированных отходов и их количества, а также от типа домашнего хозяйства. Обычно выбирают контейнеры для отходов, которые достаточно большие и оборудованы роликами для более легкого их перемещения. Колеса контейнеру необходимы, если минимальная масса наполнения контейнера - 40 кг. Характерное давление наполненного контейнера на поверхность его основы или стенки - 0.4 кг/дм².

Для отходов используют контейнеры небольшого объема (когда отходы оставляют для сбора на краю тротуара) или контейнеры большого объема из твердой пластмассы или металла (см. рис. 3.3)⁴.

<p>1 Держатели для мешков Такие держатели для мешков с отходами удерживают пластмассовый или водонепроницаемый бумажный мешок для отходов объемом до 120 л. Обычно используют для легких несортированных отходов и их легко опустошать.</p>	
<p>2 Пластмассовые контейнеры Закрывающиеся 140 - 660 литровые контейнеры с колесиками. В них можно собирать как несортированные, так и сортированные отходы.</p>	<p><i>Типичные 300 литровые контейнеры среднего размера.</i></p> 
<p>3 Металлические контейнеры Закрывающиеся контейнеры объемом 1-1,2 м³ для сбора несортированных отходов.</p>	<p><i>Типичные металлические или пластмассовые контейнеры объемом 550 - 600 литров.</i></p> 

Рисунок 3.3. Разные виды контейнеров

Жители частного дома чаще всего используют небольшие контейнеры на колесиках (120 - 220 л), которые выставляют на краю тротуара у дома в указанные дни для сбора отходов (рис. 3.4).

³ EN 840 80 стандарт включает стандартные размеры контейнеров: 100, 120, 130, 140, 210, 240, 360, 390, 500, 660, 770, 1000, 1100, 1200, 1300, 1400, 1500, 1600 и 1700 литров.

⁴ Рисунок: из SSI Schäfer Shop GmbH. URL: www.schaefer-shop.de.

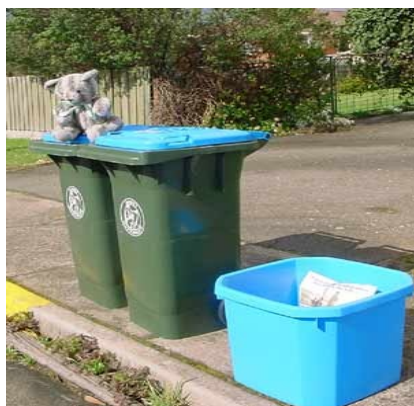


Рисунок 3.4. Обслуживание контейнеров частных домов

Для жителей многоквартирных домов экономически выгоднее использовать большие металлические или пластмассовые контейнеры (0,5 м³; 0,75 м³ или 1,1 м³), которые можно перемещать и закрывать (рис. 3.5).



Рисунок 3.5. Площадка для контейнеров многоквартирных домов

Количество контейнеров для отходов должно быть соответствующим - чтобы можно было вывезти отходы до того, как объем отходов не превысил 90 % от вместимости контейнеров. Тип используемого контейнера обуславливает предприятие по сбору отходов, потому что в основном контейнеры выбирают по возможностям мусороуборочной машины: надежности поднятия и опустошения контейнеров. Контейнеры размещают на удобно доступном месте, как с точки зрения жителей, так и с точки зрения мусороуборочной машины. Контейнеры для отходов должны быть

расположены таким образом, чтобы мусороуборочная машина могла удобно подъехать, опустошить их и поставить обратно. Место размещения контейнеров должно быть отгорожено, иметь твердую основу, и эстетически вливаться в общую жилую среду.

Средства транспортировки отходов

Для непосредственного сбора отходов и перевозки на небольшие расстояния, в густо населенных районах используют мусороуборочные машины средней грузоподъемности, с оптимальным объемом 15-20 м³ и со степенью сжатия 1:3 (рис. 3.6), в свою очередь в редко населенных деревенских районах более экономичные небольшие машины с объемом 7,5-10 м³.



Рисунок 3.6. Транспорт для сбора отходов средней грузоподъемности с погружением сзади

Выбор мусороуборочной машины зависит от вида отходов и условий сбора. Мусороуборочные машины могут отличаться видом шасси, конструкцией, а также подъемником и устройством прессования. Мусороуборочные машины (см. рис. 3.7) в основном состоят из двух частей - тягача (кабина шофера и шасси), а так же уплотнителя и накопителя отходов, размер которого для разных типов мусороуборочных машин меняется от 5 м³ до 23 м³. Шасси машины может быть тягачами с 2 осями (хорошо маневрируют, поэтому лучше приспособлены для городов) или с 3 осями (лучше приспособлены для деревенских районов).

Поднятие контейнеров с отходами - опасный процесс и может причинить ранения операторам. Подъемники могут работать с использованием рук или действовать автоматически. Они могут находиться сзади или спереди машины, а также сбоку. Подъемники могут быть спроектированы в соответствии с определенным видом контейнеров, например, для круглых, четырехугольных контейнеров, с двумя или четырьмя колесиками. Подъемники обычно предназначены для контейнеров объемом

360 - 1100 л, хотя предлагают также устройства для поднятия контейнеров от 80 литров до 5000 литров.

Стандартизация контейнеров позволяет уменьшить количество видов подъемников и риск происшествий. Время поднятия - важный параметр, который обуславливает эффективность сбора и затраты сбора. Вес подъемников и прессов также существенен, потому что это в свою очередь влияет на потребление горючего для соответствующего процесса. Например, подъемник с большой мощностью (напр., для контейнеров от 3000 до 5000 литров) невыгодно использовать для домашних контейнеров маленького размера, объем которых меньше 1000 литров.

Погрузчики отходов с задними подъемниками самые распространенные, потому что они довольно универсальны и доставляют меньше проблем рядом стоящим автомобилям. Минус в свою очередь в том, что для обслуживания этих машин кроме шофера необходим, по крайней мере, еще один человек.

Загрузка спереди более приспособлена для больших контейнеров и для плотно населенных районов. Этот метод можно использовать без дополнительных работников. Похожие преимущества есть также у машин с погружением сбоку. Однако они более приспособлены для обслуживания предместий и сельской местности. Боковые погрузчики могут загрузить примерно 1000 контейнеров объемом 60 - 1100 л в день, так же как и задние погрузчики. Недостаток - погрузчики спереди или сбоку дороже, у них сложнее механизмы управления, т.к. их обслуживает один человек, .



Загрузка спереди



Загрузка сбоку



Загрузка сзади (имеется несколько секций)



Загрузка сзади (загружается одна секция)

Рисунок 3.7. Загрузочные устройства фирмы Ragn-sells в Швеции

Плотность отходов и содержание влажности влияет на затраты транспорта и вид техники сбора отходов. Если в бытовых отходах есть много влажного органического материала (напр., пищевые отходы), контейнеры должны быть надежны от утечек, запахов и привлечения насекомых.

Плотность отходов и степень прессования обуславливает размеры и вид мусороуборочных машин. Чтобы уменьшить затраты транспорта, техника сбора отходов должна быть оборудована прессом. Контейнеры, мусороуборочные машины и другая инфраструктура, которая предназначена для местностей с малой степенью плотности отходов, может быть не приспособлена для более тяжелых отходов.

Доступность мест сбора отходов влияет на выбор мусороуборочных машин. Некоторые улицы могут быть труднодоступными для мусороуборочных машин из-за недостаточной ширины дорог, затора движения, неподходящих покрытий и т. д..

Центры перегрузки отходов

Если расстояние непосредственной транспортировки превышает 20 – 30 км, как показывают выполненные вычисления, экономически выгоднее создать центры перегрузки (рис. 3.8). Центры перегрузки отходов - важная составная часть системы управления отходами, потому что они позволяют оптимизировать логистику и расходы транспорта. Такие станции позволяют сэкономить время и предотвратить поездки маломощных мусороуборочных машин на отдаленные полигоны. Размещение станций перегрузки должно быть по возможности ближе к центрам создания отходов (т.е., плотно населенным местам) и по возможности ближе к большим дорогам (шоссе). В центрах перегрузки отходы перегружают из мусороуборочных машин в специализированные крупногабаритные контейнеры или в мощные транспортировочные машины, дополнительно спрессовывая или размельчая отходы. Используя центры перегрузки отходов транспортировку отходов можно организовать постепенно, на нескольких уровнях. Небольшие машины могут собирать отходы с края тротуара или с площадок с контейнерами, откуда отходы доставляют на перегрузочную станцию. Там отходы уплотняют (спрессуют), перегружают в большие машины и увозят в конечный пункт. Отходы можно транспортировать также по железной дороге, особенно, если расстояния перевозки больше 150 км.



Рисунок 3.8. Центр перегрузки отходов

Для дальнейшей транспортировки накопленных отходов на места переработки или захоронения используют мощный транспорт с высокой степенью сжатия (рис. 3.9).



Рисунок 3.9. Транспорт для перевозки отходов на большие расстояния

Расходы на сбор и транспортировку отходов

Расходы на сбор отходов различны в разных государствах. Средние расходы в Европе ~ 60 EUR за тонну несортированных бытовых отходов, но в разных государствах эти суммы могут сильно отличаться. В таблице 3.1 показаны средние показатели расходов по сбору отходов в государствах ЕС.

Таблица 3.1.

Расходы на управление отходами для групп жителей с разными доходами

Годовые отходы, \$/на жит./год	Низкие	Средние	Высокие
	370	2,400	22,000
Создание отходов, кг/на жит./год	200	300	600
Расходы на сбор, \$/т	10-30	30-70	70-120
Расходы на транспорт, \$/т	3-5	5-15	15-20
Расходы на захоронение, \$/т	1-5	3-10	20-50
Общие расходы, \$/т	14-40	38-95	105-190
Расходы как % от доходов	0.8-2.2	0.5-1.2	0.3-0.5

Расходы на транспорт являются одними из самых существенных расходов по управлению отходами. Они главным образом зависят от расстояния и проведенного в дороге времени, которое определяет вид автомашины. На расходы транспорта влияет также количество остановок и заторы движения. Во многих государствах расходы по сбору отходов образуют в среднем от 0,5% до 2,5% от доходов населения (Cointreau, 2005)⁵. В старых государствах - участниках ЕС расходы по сбору отходов оценены в 40-100 EUR за тонну в год. Однако есть большие отличия между государствами, например, от 10 EUR в Испании до 130 EUR за тонну отходов в Дании.

Условия для сбора и транспортировки отходов

Самоуправление может указать определенное время, когда собирать отходы. Например, отходы нельзя собирать в выходные дни и с 21.00 до 7.00. Перевозчикам

⁵ Cointreau (2005). Waste Collection Systems in Developing Countries. Презентационные материалы. [World Bank. URL: http://www.worldbank.org/urban/urbanforum2005/ulwpresentations/sw/cointreau2.pdf](http://www.worldbank.org/urban/urbanforum2005/ulwpresentations/sw/cointreau2.pdf).

отходов нужно обеспечить, чтобы отходы не высыпались во время транспортировки. Если отходы перевозят в открытом контейнере, его нужно накрыть защитной пленкой. Отдельно нужно обеспечить сбор крупногабаритных отходов, т.к. их нельзя помещать в общий сбор бытовых отходов.

3.3. Раздельный сбор и сортировка отходов

Существуют два главных фактора, которые способствуют внедрению сбора сортированных отходов: 1) политика экономии ресурсов и 2) рост требований к устройству мест захоронения отходов. В свою очередь, выбор системы сбора отходов в большей мере зависит от того, как будет реализована сортировка отходов. Основное условие для качества сортированного материала - количество примесей: чем чище и более однороден материал, тем выше его цена как вторичного материала. Сортировка отходов в основном реализуется на месте их появления, и сортировку выполняют сами производители отходов. В свою очередь в центре первичной обработки происходит дополнительная сортировка собранных материалов в соответствии с требованиями предприятия переработки.

В зависимости от вида и объема собираемых сортированных отходов используют различные типы контейнеров. Биологически разлагающаяся масса отходов накапливается в небольших контейнерах (100-200 л) с дополнительными отверстиями для циркуляции воздуха (рис. 3.10), а материалы упаковки - в контейнерах, цвет которых и форма отверстия обуславливают вид помещаемых материалов (рис. 3.11).



Рисунок 3.10. Контейнер для сбора биологически разлагающихся отходов



Рисунок 3.11. Контейнеры для сбора пластмассы и бумаги

Для вывозки контейнеров с сортированными отходами используют специализированные транспортные средства, что обеспечивает замену полного контейнера на опустошенный (рис.3.12), а также их опустошение, или используют дополнительно оборудованный транспорт для сбора отходов с отделенными секциями для сбора отходов разных видов (рис.3.13).



Рисунок 3.12. Транспортировочные машины для сортированных отходов
EMBED PBrush



Рисунок 3.13. Многосекционный транспорт для перевозки отходов

В таких системах население приносит или привозит свои отходы до точек сбора, которые могут быть размещены как ближе, так и дальше от мест их проживания. Таким образом, расстояние размещения отходов для жителей до мест сбора отходов может быть разным. Обычно такие системы уменьшают применение транспорта для сборщиков отходов, но при этом применение транспорта увеличивается для населения. В районах больших многоквартирных домов такие точки размещены между домами, в местах, удобных для мусороуборочных машин. В данном случае размещаются как контейнеры для сортированных отходов, так и контейнеры для несортированных отходов.

Централизованные точки сбора могут быть размещены в ближайшей окрестности, на специально для этого устроенных местах (они могут быть с или без крыши). Если точка сбора запирается, это уберегает от растаскивания отходов и засорения окрестностей. Эти точки не используются для размещения опасных отходов. В них нельзя разместить легко воспламеняющиеся или взрывоопасные отходы, жидкие отходы, крупногабаритные или другие проблематичные отходы.

В нескольких государствах практикуют системы „принеси и положи” только для определенного вида отходов, обычно для контейнеров, используемых для сортированных отходов, которые не собирают по системе, определенной самоуправлением. Отходы домашних хозяйств на такой станции можно поместить рассортированными на 15-20 фракций, начиная от опасных отходов и заканчивая вторично используемыми и перерабатываемыми отходами.

В зависимости от плотности и размещения населения на населенной территории для сбора отходов можно устроить площадки контейнеров у многоквартирных домов, где контейнеры для сортированных отходов размещают вместе с контейнерами для несортированных отходов, а также устроить специальные точки и площадки для сбора сортированных отходов (рис. 3.14).

Контейнеры сбора

В системах „принеси и положи” с центральными точками сбора самыми эффективными оказались контейнеры формы звонка. Они разрешают легко поместить сортированные отходы, а также они удобно перегружаются в машину вывозки отходов. Контейнеры часто приспособлены для разных видов отходов, например, у контейнеров для сбора стеклянных отходов есть круглые отверстия, которые частично уберегают от выбрасывания других, нежелательных отходов в этот контейнер.



Рисунок 3.14. Площадка для сбора сортированных отходов в Вентспилсе (Латвия)

Системы депозита

В системах депозита потребители возвращают вторично используемые отходы (обычно - тару) в места розничной торговли, получая назад внесенный депозит за тару (чаще всего это стеклянные или пластмассовые бутылки). Обычно такие системы

регулируются законом, т.е., у производителей или торговцев есть обязанность внедрить систему депозита. Система депозита способствует очень высокому уровню сбора тары.

3.4. Факторы, которые обуславливают систему сбора отходов

Есть многие факторы, которые нужно учитывать, планируя систему управления отходами. Например, процентный удельный вес собранных отходов по отношению к остальным отходам, качество собранных или сортированных отходов и количество примесей, расходы на затраты сбора и расходы среды. Нужно также взвесить многие факторы, характеризующие местную ситуацию.

Однако от нескольких, самых характерных ошибок, которые уже осознаны, можно избавиться.

Это:

- плохое руководство и неэффективное использование работников для сбора отходов;
- неадекватное сотрудничество между самоуправлением и частными операторами;
- недостаток информации для населения, недостаточная разъясняющая работа о методах, времени, местах сбора - это влияет на удобство населения при применении системы;
- несоответствующий размер контейнеров, что создает засорение вокруг переполненных контейнеров;
- машины для сбора отходов неадекватного вида или неправильного размера;
- неоптимизированные маршруты, необдуманная логистика, например, нет станций перегрузки, слишком большие дистанции для машин для сбора отходов.

Оптимальная плотность размещения контейнеров зависит от местных обстоятельств, таких, как:

- плотность населения;
- расстояние транспортировки;
- доступность;
- количество отходов, их виды и количество видов;
- цели сбора сортированных отходов;
- расходы рабочей силы.

Опыт показывает, чем плотнее размещены контейнеры, тем больше людей их будут использовать. Системы „оставь на краю тротуара” часто дороже, чем системы „принеси и оставь”, потому что в первом случае больше затрат на рабочую силу и транспорт. Часто на эффективность системы влияют не только навыки оператора отходов, но также воля населения и умение сортировать отходы.

На расходы по сбору отходов влияет несколько факторов”

1. Отдельно собираемые виды материалов

Их количество и виды определяют:

- Национальные цели для разных видов материалов, которые выработаны соответственно требованиям ЕС,
- Нормативные акты, которые определяют требования для определенных видов отходов и их обработки,
- Государственные правовые акты, которые выдают разрешения на переработку отходов и которые определяют методы переработки,
- Расходы на методы переработки или захоронения отходов, налоги и пошлины, связанные с отходами.

2. Методы сбора сортированных фракций и их влияние на свойства несортированных отходов

Главные параметры, которые это характеризуют:

- Выбор системы сбора („поместить на краю тротуара” или „отнеси и положи”);
- Частота сбора: отдельный сбор кухонных отходов уменьшает неприятный запах в смешанных отходах, поэтому смешанные отходы могут быть вывезены реже;
- Количество мест остановок за единицу времени;
- Выбор машин для сбора отходов (соответственно плотности отходов, возможностям уплотнения и т.п.) и работающее на них количество работников.

3. Эффективность системы сбора

Эффективность системы сбора определяет:

- Соответствие системы сбора требованиям населения;
- Информирование населения и подъем сознания для большей эффективности;
- Уровень вовлечения населения;
- Инструменты стимуляции уменьшения отходов (например, плата только за выброшенные отходы, дифференцированные платы за сортированные и несортированные отходы, и т.д.).

4. РЕГЕНЕРИРОВАНИЕ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ

4.1. Вторично используемые материалы и условия их регенерирования

Вторичные материальные ресурсы образуются из неприменяемых в быту излишков и потребительских отходов, которые можно переработать в новый материал или в продукцию другого вида. Это: изделия из металла, изношенные и сломанные части машин и орудия труда, остатки пластмассы и изношенные изделия, макулатура, стеклянные изделия и осколки и т.д.. Притом потребительские отходы образуются как в промышленности, так и в быту - в домашних хозяйствах и в общественных местах.

Количество остатков производства прямо зависит как от степени совершенства технологических процессов, так и от заинтересованности работников рационально использовать сырье и материалы. Поэтому нужно стараться уменьшить количество отходов, внедряя в производство современные малоотходные и безотходные технологии, и где возможно обеспечить комплексную переработку материалов, а неизбежные остатки нужно стараться разделять прямо в процессе работы, собирая их и доставляя на дальнейшее использование по их виду и возможностям. Нужно помнить, что и отходы – это сырье - только в другом месте и виде.

Нужно отметить, что вторичное использование сырья и материалов - один из путей повышения уровня полезного использования. С использованием отходов как вторичных материальных ресурсов мы расширяем свою сырьевую базу (перерабатывая металлический лом - уменьшается потребность металла, который добывают из руды; перерабатывая макулатуру - сохраняем леса; повторно перерабатывая пластмассу - экономим нефть и газ). К тому же значение вторичного использования этих ресурсов год от года растет, потому что растут объемы производства и потребления и цены материальных ресурсов. Кроме того, все больше растут капиталовложения, которые необходимы для расширения добычи сырья.

Выгода использования вторичных ресурсов также связана с тем, что это сырье можно ввести прямо в технологический процесс производства продукции, обходя обрабатывающие начальные стадии. Это позволяет значительно уменьшить расходы производства и сократить общий цикл производства. Экономическая целесообразность

переработки отходов производства и бытовых отходов связана не только с их растущим количеством, но также и с содержанием полезных материалов в них.

Чтобы улучшить полезное использование отходов, необходимо:

- активизировать сортировку отходов и сортированный сбор в домашних хозяйствах и в общественных учреждениях;
- разработать и реализовать программы по уменьшению и переработке отходов, т.к. это окупиться, т.е., вложенные в эти мероприятия средства в общей сложности намного меньше средств, которые необходимы для предотвращения последствий загрязнения окружающей среды;
- заинтересовать предприятия перерабатывать используемые отходы, в связи с этим снижать налоги за переработку вторичных ресурсов.

Повторно перерабатывая отходы:

- экономятся невозобновимые ресурсы природы (нефть, газ, руды и т.д.), которые используют при добыче первичного материала;
- экономится энергия, потому что обычно для процессов переработки отходов ее потребление значительные меньше, чем для процессов добычи первичных материалов;
- уменьшается загрязнение окружающей среды, это связано с захоронением отходов на свалках (эмиссия, утечка, загрязнение почв);
- уменьшается эмиссия газов (CO , CO_2 , NO_x , CH_4), которые создают эффект "теплицы";
- уменьшается экологическая нагрузка от синтетических веществ, которые природа не способна ассимилировать, на окружающую среду;
- уменьшается площадь земли, необходимой для мест захоронения отходов (которая потом длительно не используется для хозяйственных целей).

Однако, перерабатывать можно только вторичное сырье, а не отходы, поэтому внедрение программы переработки отходов нужно начинать с исследования, в ходе которого нужно выяснить:

- какое в потоке отходов соответствующего места имеется количество тех материалов, которые предусмотрено собрать отдельно и передать на повторную переработку;
- будет ли возможно организовать систему сбора и первичной обработки необходимых отходов, чтобы их превратить во вторичное сырье;
- какие будут расходы такой системы;
- будет ли рынок сбыта для приготовленного вторичного сырья, а также, за какую цену его можно будет продавать.

Переработчик поставщику вторичного сырья выдвигает главным образом такие требования:

- качество сырья должно соответствовать определенным стандартам,
- должна быть гарантия качества сырья от партии к партии,
- доставка сырья в объеме, определенном в договоре, должна быть регулярной.

В свою очередь цена, которую переработчик будет платить за вторичное сырье, будет меняться в зависимости от многих факторов, однако она всегда будет ниже, чем для похожего первичного материала.

4.2. Сортировка отходов в домашних хозяйствах

Сортировку отходов, которую выполняют домашние хозяйства, можно считать выгодной, потому что сортировку выполняют домашние хозяйства бесплатно. Однако для обеспечения метода такой сортировки необходима подходящая инфраструктура и сотрудничество с населением. Удачная сортировка в данном случае зависит от трех факторов – осведомленность, удобство и мотивация населения.

Удобство

Неадекватная, недоступная инфраструктура не позволяет населению эффективно участвовать в сортировке отходов. Важные факторы - небольшое расстояние и доступность контейнеров сортированного сбора, частота сбора отходов и т.д..



Осведомленность

Непрерывная осведомленность и информирование населения о сортировке отходов должно быть долгосрочным предприятием в самоуправлении. Образование детей в школах является одним из самых эффективных предприятий улучшения осведомленности населения, потому что дети в свою очередь, обучают своих родителей и дедушек с бабушками сортировать отходы. Чтобы сортировку сделать проще и лучше понятной для населения, полезно информировать, какие отходы принадлежат к какой группе деления отходов и что можно и нельзя бросать в контейнеры.

Мотивация

Мотивация населения часто очень связана с дифференцированными тарифами вывозки отходов. За границей часто население платит уменьшенную плату за сортированные отходы, или не платит совсем - плату за отходы взимают только за несортированные отходы.

4.3. Центры первичной обработки отходов

Собранные сортированные перерабатываемые отходы далее еще раз пересортировываются в центрах первичной обработки, используя линии конвейера и технические устройства. Чем более кропотливо сортировка выполнена на месте появления отходов, и чем чище материал получают, тем меньше работы с ними в центре первичной обработки.

Формируя такие центры, нужно соблюдать несколько критериев, а именно:

- качество сортировки, с какой материал будет ввезен и какую надо выполнить в центре;
- виды отсортированных материалов и их количество;
- перемещение материальных потоков в центре;
- приготовление материала в соответствии рыночным требованиям.

Чаще всего в центр попадают такие материалы:

- газетная бумага,
- картон, картон после напитков,
- стеклянная тара,
- алюминиевые или железные коробки после напитков,
- пластмассовая тара.

В центр обработки могут попасть отбросы:

- несортированные;
- частично отсортированные;
- полностью отсортированные.

Отсортированные в домашних хозяйствах отходы не всегда соответствуют дальнейшим требованиям использования сырья. Для них часто необходима дальнейшая первичная обработка, в результате которой готовится вторичное сырье, соответствующее требованиям предприятия переработки.

Главная обработка - повторная пересортировка массы, в результате которой отделяют нужное сырье. В пунктах сбора отходов можно устроить как механическую сортировку, так и сортировку при использовании ручной работы. Хотя ручная сортировка может обеспечить более высокое качество отсортированных материалов, она медленная и требует высокой трудоемкости. Для нескольких потоков отходов возможности ручной сортировки ограничены, потому что трудно отличить определенные материалы, напр., пластмассы определенного вида (HDPE или PVC или PET). Эти материалы быстрее и лучше сортируют автоматические системы. С другой стороны, инвестиции в устройства автоматической сортировки большие, потому что

устройства дорогие. Окончательное решение зависит от затрат на рабочую силу, выбора технологий и целей регенерирования материалов.

В таких центрах нельзя допустить неорганизованную сортировку материалов, которую выполняют подборщики отходов (деклассированные элементы, население свалок), главным образом, из-за здоровья этих людей и ради безопасности. Так же, это не альтернатива для сбора отходов и переработки в промышленных масштабах.

Централизованная сортировка

Централизованная сортировка часто используется, чтобы повторно отсортировать собранные от потребителей отходы. В разных государствах разные подходы. Например, в Германии собирают вместе небумажные перерабатываемые отходы („желтые мешки“) в одном мешке, и тогда их централизованно сортируют по видам материалов. Процесс сортировки в основном - работа рук, что очень трудоемко. Сортировку можно выполнять также на автоматизированных устройствах, которые предназначены для больших объемов. Устройства сортируют отходы, убирают примеси и меняют также физические свойства отходов. Потoki отходов после сортировки посылают на переработку, сжигание, биологическую переработку или захоронение. Отсортированные, чистые материалы, часто только спрессованные или запакованные, передают далее предприятиям переработки. Главное задание и цель сортировочных устройств - повысить количество и качество отсортированных материалов, чтобы их впоследствии как можно дороже продали на рынке. Однако рынок перерабатываемых отходов должен быть стабилен и устойчив, чтобы материалы можно было реализовать.

Устройства сортировки могут быть разными: начиная от механизированных до устройств, которые преимущественно используют работу рук (см. рис. 4.2).



Рисунок 4.2. Централизованная линия сортировки в Таллинне (Эстония)

Сортировочные устройства обычно выполняют следующие действия:

- отсеивание;
- уменьшение размеров;
- уплотнение;
- отделение по плотности или магнетическим свойствам (см. таблицу 4.1).

Таблица 4.1.

Распространенные процессы сортировки отходов

Процесс	Результат
Отсевание (решетки, сети)	Отсевание примесей, уборка крупногабаритных и нестандартных предметов
Размельчение (молотки, мельница, измельчители, дробилки)	Уборка примесей, уменьшение размеров для всех видов отходов
Отделение (циклоны, сепараторы плотности и магнетические сепараторы)	Отделение железосодержащих отходов и отходов разной плотности
Влажное отделение (динамичное купание)	Отделение стекла и алюминия
Компактность (размельчитель)	Упаковка в кипы, чтобы облегчить перемещение и сохранение материалов. Применяют для бумаги, картона, пластмассы, текстиля, алюминиевых банок.

Самый интенсивный процесс занятия рабочей силы - сортировка, в которой применение механизированных технологий ограничено или они очень дороги. Чтобы решить более приемлемый вариант: применение рабочей силы или механизированных устройств, нужно проанализировать общую структуру расходов. Второй серьезный аспект - здоровье работников и безопасность.

Одна из распространенных проблем при установке линий сортировки отходов является выбор места. Население обычно против установки таких устройств, потому что они могут создать запахи и шумы. Установка удаленных центров сортировки в свою очередь может создать больше расходов на транспорт.

Использованные в централизованной сортировке устройства

Устройство открытия мешков

Это устройство, которое автоматически открывает мешки с отходами. Тут могут быть разные варианты – устройство может использовать разрезание, разрывание или процессы сжатия. (DSD AG 2003).

Размельчители - молотки

Размельчители - молотки размельчают отходы на меньшие части.

Отсеиватели

Основная функция - отсеять отходы по размеру. Устройства разные: вращающиеся сеялки; вибрирующие сеялки или дисковые сеялки и т.д..

Разделители (сепараторы)

Автоматические сепараторы позволяют уменьшить расходы на рабочую силу. Их очень часто применяют в линиях сортировки, где эффективное отделение возможно с механическими устройствами по каким-то определенным свойствам отходов - плотности, магнетическим или электростатическим свойствам. Например, сепараторы *потока воздуха* действуют таким образом: применяя усиленный поток воздуха или механическую силу, частицы отходов выдуваются и дальше, в зависимости от их веса, падают, формируя разные траектории. Вместе с этим отходы можно разделить по их плотности в различных отделениях сбора. *Магнетические сепараторы* отделяют отходы по их магнетическим свойствам. Такие устройства используют для отделения железных

материалов. Сепараторы *вихревого тока* (токи фукко) используют, чтобы отделить не железные (немагнетические, но ведущие ток) металлы (напр., алюминий).

Сортировка разных видов отходов

Несортированные отходы

Сортировка таких отходов может быть выполнена, в основном, автоматизировано, используя отличие плотности отходов, их размеры, электрические или магнетические свойства. Если поток отходов не содержит опасные примеси (напр., это только отходы от упаковки), тогда отходы можно отсортировать, используя также линии сортировки. В данном случае обычно поток отходов движется по конвейеру, у которого стоят сортировщики и руками сортируют газетную бумагу и картон, пластмассовую тару (PET, PE, PVC), целую стеклянную тару. Металлические отходы обычно отделяют в ходе магнетической сепарации.

Если используется механизированная сортировка, тогда первоначально ввезенные отходы попадают на двухуровневую вибрационную решетку с различными размерами отверстий. На них отходы разделяются на три потока:

- материалы большого размера (картон, пластмассовые пленки)
- материалы среднего размера (газетная бумага, журналы, коробки от напитков, пластмассовая и стеклянная тара)
- материалы маленького размера (< 50 мм).

Частично отсортированные отходы

Частично отсортированными считаются отходы, которые рассортированы, по крайней мере, в два потока (напр., из общего потока отделена бумага и упаковочные материалы). В обрабатывающем центре сортируемые потоки далее идут отдельно отсортированными. Поток, в основании которого бумага, проходит такую обработку:

- отходы попадают на конвейер сортировки,
- руками рассортировываются бумаги разного типа, разделяя отдельно картон, журналы и т.д.,
- оставшийся поток в конце конвейера собран в контейнерах.

Второй поток отходов, в котором собраны разные материалы, обработан в такой последовательности:

- неперерабатываемая фракция отделена руками;
- примеси металла отделены с помощью магнетических сепараторов;
- легкая фракция (пластмасса и алюминиевая фольга) отделена с помощью потока воздуха от тяжелой фракции (стекло);
- пластмассовая и алюминиевая тара отделены, сортируя руками или используя сепаратор.

Полностью отсортированные отходы далее упаковывают и транспортируют на перерабатывающие заводы.

4.4. Виды вторично используемых материалов

Металл

Выплавка стали из излишков металла и лома намного выгоднее, чем его производство в рамках полного металлургического цикла, что связано с добычей и обогащением железной руды, добычей каменного угля и переработкой в кокс, добычей чугуна, используя как топливо кокс, и переработкой чугуна в сталь. Из излишков черных металлов (стали, чугуна) и лома, используя как добавку разные железные сплавы, можно сразу расплавить сталь необходимой марки, и цикл производства сокращается многократно. Похожая ситуация и с изготовлением отлива чугуна и цветного металла. И тут стараются максимально использовать остатки производственного и бытового металла и лом.

По сравнению с другими цветными металлами (медь, цинк, олово и их сплавы) успешнее развивается переработка вторичного алюминия. В первую очередь, это связано с тем, что алюминиевые остатки и лом можно полностью переработать в новую продукцию, а, во-вторых, вычислено, что для производства алюминия из вторичного сырья необходимо приблизительно в 23 раза меньше электроэнергии и в 8 раз меньше капиталовложений, чем производя алюминий из первичного сырья - бокситов. Нужно отметить также, что с точки зрения вторичной переработки, самые актуальные те алюминиевые изделия, время службы которых коротко, - алюминиевая тара и упаковочные материалы (контейнеры, коробки, фольга и т.д.). В смысле цены они составляют только 1% из общего объема материалов упаковки, притом примерно 80 % из этого количества - коробки от алюминиевых напитков.

Стекло

Стекланные отходы образуются, как при изготовлении стекланных изделий, так и в промышленности, в строительстве, в транспортировке продукции, в торговле и в быту. Много стекланных осколков появляется прямо в пищевой промышленности и в торговле, при хранении, загрузке и реализации продукции.

Стекланные осколки и разные использованные стекланные изделия - одно из самых важных исходных веществ в стеклнной промышленности (из стекла всегда выходит стекло) и позволяет экономить значительное количество качественного кварцевого песка, кальцинированной соды, электроэнергии и топлива. Например, 1 тонна стекланных осколков позволяет сэкономить 1 тонну кварцевого песка и 250 кг кальцинированной соды.

Как свидетельствует зарубежный опыт, вторичное стекло можно присоединить к первичному сырью в среднем в объеме 30-50 %. В промышленно развитых западных государствах добавление стекланных осколков, при изготовлении светлых бутылок, - до 60 %, но, при изготовлении пивных бутылок темной окраски, даже превышает 80 %. Вычислено, что присоединение каждых 10 % стекланных осколков к первичному сырью при производстве стекла, уменьшает потребление электроэнергии на 2,5 %.

При отделении стекла важно отделить керамические загрязнители, потому что рынок перерабатываемого стекла очень чувствителен к примесям такого вида.

Макулатура

Макулатура образуется из разных использованных бумажных и картонных изделий. К макулатуре причисляют также старые газеты, журналы, использованные тетради, использованную бумагу и картон от упаковки и т.д.

Удельный вес бумаги и картона в общем потоке бытовых отходов является одним из самых больших. В Латвии это ~16 %, а в развитых западных государствах достигает 30 %. Чтобы расширить использование вторичного сырья и картона при изготовлении бумаги, годен иностранный опыт. Так, в Германии крупная часть из употребленной для упаковки и печатания периодических изданий бумаги возвращается назад в промышленность. Употребление макулатуры для производства бумаги и картона в среднем достигает 50 %, а при изготовлении бумаги и картона для упаковки, содержание макулатуры в сырье уже превышает 80 %. Изготавливают также многослойные картон и обои, у которых внешний декоративный слой из первичного сырья. Для печатания многих центральных газет используют тонкую качественную бумагу, которая изготовлена с ~70 % добавлением макулатуры. Такую бумагу используют также для печатания разных буклетов, а также для изготовления блокнотов, писчей бумаги, конвертов и билетов. Вычислено, что 1 тонна макулатуры экономит в среднем почти 4 м³ древесины, это значит, что сохранены 12-14 деревьев. Притом производства, перерабатывающие макулатуру, экологически чистые и позволяют экономить воду и электроэнергию. При отделении бумаги важно отделить примеси пластмассы (они чаще всего встречаются), которая поступает от пленки, используемой для упаковки журналов и конвертов. Так же надо отсортировать кусочки картона, их нельзя примешивать к бумаге. Количество отсортированных фракций может быть разным. Например, сортировочный пункт в Хелсингборге (Швеция) отделяет 17 фракций бумаги.

Пластмасса

Быстрое развитие химической промышленности в последние десятилетия создала предпосылки для быстрого расширения производства пластмасс и их употребления практически во всех отраслях народного хозяйства. Большая химическая устойчивость пластмассы, высокая механическая выносливость и диэлектрические показатели, маленькая плотность (приблизительно в 3-10 раз меньше плотности металлов) и довольно небольшая трудоемкость их производства (особенно для изготовления литых деталей), - это только часть факторов, из-за которых в разных отраслях промышленности и в народном хозяйстве непрерывно увеличивается удельный вес изготовленных из пластмасс изделий.

Вторичная пластмасса - одна из самых больших групп отходов. Она главным образом образуется в промышленности, при изготовлении изделий из пластмассы, а также в быту - упаковочный материал (кульки, бутылки, коробки), посуда, ящики и т.д..

Переработка отходов пластмассы требует их очень тщательную предыдущую сортировку по видам (и желательно - по цветам), что, конечно, дорого и трудоемко. Так же нужно отделить другие материалы. Так, например, бутылки полиэтилентерефталата (PET) принимают для переработки, если у них нет полиэтиленовых (PE) или поливинилхлоридовых (PVC) крышек, сняты этикетки и смыт клей. Таким образом, расходы на сбор и сортировку таких отходов составляют самую большую часть из общих затрат. Часто важно рассортировать чистый материал, например, отделить PVC от PET. Если, перерабатывая PET, попадают примеси PVC, они могут создать

хлористоводородную кислоту, которая вызывает коррозию металлических частей устройств.

В большинстве государств в переработке отходов пластмассы использованы два метода: вторичная переработка и термическая переработка - сжигая. Правда, отходы пластмассы желательнее сжечь (с 1 тонны отходов пластмассы добывают столько же калорий, как сжигая 1 тонну нефти) только в том случае, если их невозможно реализовать для вторичной переработки.

Качество вторичной пластмассы более плохое по сравнению с первичными полимерами, поэтому их присоединяют к первичным в ограниченном количестве. Только такие изделия, у которых прочность и устойчивость не являются определяющим указателем качества и использования, изготавливают полностью из вторично полученной пластмассы.

Сортировка несортированных отходов для получения топлива из отходов

Сжигаемые отходы состоят из разных горючих материалов, которые специально обработаны, чтобы соответствовать, как топливное сырье, требованиям законодательства и промышленности о теплоемкости и возвращении энергии. Топливо из отходов содержит остатки от переработки бытовых отходов, промышленных отходов, или после очистки сточных вод, промышленных опасных отходов, отходов биомассы и т.д..

Несортированные бытовые отходы обычно не считаются сжигаемыми, пока не будут обработаны - отсеяны, отсортированы и смешаны, чтобы увеличить их теплотворность.

В основном, отходы отсеивают, чтобы убрать несгораемые фракции и иначе используемые виды:

- материалы, которые будут использованы для вторичной переработки (напр., железосодержащие металлы, алюминий)
- инертная фракция (стекло, керамика)
- биологически перерабатываемая фракция (кухонные отходы и отходы садов и парков). Это обычно влажные отходы с маленькой теплотворностью и поэтому их нужно отделить.

Далее такие отсеянные отходы еще раз пересеивают, чтобы убрать большие куски (больше 15 см в диаметре), которые нужно размельчить до их пульверизации. Средняя фракция, которая содержит бумагу, картон, дерево, пластмассу и текстиль, можно сжечь сразу, как топливо низкого качества, или же высушить и спрессовать в гранулы как плотное топливо.

Качество топлива зависит от качества сортировки, которое, в свою очередь, связано с затратами на сортировку. Таблица 4.2. показывает, как отличаются затраты для разных отходов. Видно, что самые высокие затраты у смешанных видов отходов.

Таблица 4.2.

Затраты по сортировке отходов по видам отходов

Вид	€/тонна	Государство
Смешанные вторично используемые отходы (исключая стекло)	183-229	Франция
Легкая упаковка	250	Германия

Разная упаковка	193	Бельгия
Пластмасса	72	Австрия
Стекло	14	Австрия
Бумага	8	Австрия

Источник:

5. ПЕРЕРАБОТКА БИОЛОГИЧЕСКИ РАЗЛАГАЮЩИХСЯ ОТХОДОВ

5.1. Использование биотехнологий в переработке отходов

Масса органических отходов, которая разлагается в результате активности микроорганизмов (пищевые отходы, зеленые садовые отходы, отходы древесины, ил сточных вод и др.), может быть переработана, используя управляемые биотехнологические процессы, в которых происходит частичное или полное преобразование биологически разлагаемых веществ, - биоконверсация. Оптимальные условия для развития микроорганизмов и ускорение разложения массы отходов в этих процессах обеспечивают контроль и оптимизация соответствующего температурного режима, влажности, кислорода, рН и других параметров. Существенный фактор для успешного хода процессов - свойства массы отходов и возможная концентрация токсических примесей.

Методы биологической переработки позволяют уменьшить объем отходов, контролировать появление патогенов, меняют физические свойства отходов и в то же время создают пригодные продукты, таким образом значительно уменьшая количество захороняемых отходов.

Выделяют несколько процессов биологического разложения, из которых более всего используют аэробные процессы, которые в основном способствуют

компостированию массы отходов и анаэробные процессы, которые используются для получения биогаза.

Какой из данных процессов нужно использовать для переработки массы отходов, определяют следующие факторы:

- состав отходов;
- технологические и технические возможности;
- возможное количество патогенов в массе отходов;
- объем используемых финансовых средств.

Так, для материалов с высоким содержанием сухих веществ, главным образом, используют компостирование, а для переработки ила сточных вод, отходов пищевой промышленности и других видов отходов, что содержат много влаги, широко используются анаэробные методы. Противоположно добычи биогаза, которую обычно выполняют, используя закрытые реакторы, компостирование отходов относительно простой и вместе с этим более дешевый метод, который можно использовать в открытом поле (одновременно считаясь как с необходимостью использования большей территории, так и с возможными запахами, которые образуются при начальных фазах разложения массы отходов и перемешивания). Использование аэробных процессов в переработке отходов позволяет также существенно уменьшить количество патогенов в массе, потому что выделенное в ходе реакции окисления тепло и вместе с этим повышенная температура (вплоть до 60⁰-70⁰С) уничтожает большинство патогенных микроорганизмов и дезинфицирует массу.

5.2. Свойства биологически перерабатываемых отходов

Биологически разлагаемые органические отходы характеризуют их химические и физические свойства, а также соотношение углерода и азота, определенного составом (С:N). Свойства отходов определяют, какие биологические методы используются для их переработки. Главные характеризующие параметры отходов, выбирая методы переработки органических отходов, это:

- влажность
- плотность
- кислотность отходов или щелочность, которую характеризует уровень рН среды
- содержание сухих веществ, которое характеризует количество углерода, азота, калия и фосфора (С, N, К, Р).

Как одно из самых существенных свойств органических отходов естественного происхождения - возможность в результате биологических аэробных процессов разложения сформировать: воду, CO₂, NH₄ или NH₃ (при высокой температуре и рН>7.0), нитриты, нитраты, тепло и схожий с гумусом продукт. В свою очередь, в анаэробном режиме: CH₄, H₂, H₂S, NH₄, NO_x, N₂ и воду. Процессы разложения не одинаково активны для всех органических отходов. Это зависит от свойств веществ, которые содержат отходы, и часто характеризуются количеством летучих соединений в отходах. Отходы

по скорости их разложения можно разделить на две основных группы: медленно и быстро биологически разлагающиеся отходы.

Свойства нескольких биологически разлагаемых видов отходов и их сравнение со свойствами продукта естественно образовавшихся органических остатков – торфа, показаны в таблице 5.1.

Таблица 5.1.

Химические и физические свойства биологически разлагаемых органических отходов

Виды органических отходов	Влажность, %	Плотность, кг/м ³	рН	Состав сухого вещества, %		
				N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Солома зерновых культур (размельченная)	14	50-60	-	0,4-0,5	0,2-0,3	0,75-1,2
Опилки	16-25	600	-	0,18-0,25	0,25-0,35	0,7-0,9
Кора деревьев (размельченная)	50 -60	700	5,0-6,0	0,2-0,8	0,05-0,1	0,07-0,3
Твердые бытовые отходы	40-60	500	5,0-7,8	0,6-1,1	0,5-0,6	0,6-0,8
Торф	50 - 60	400	2,6-5,3	0,5-2,5	0,1-0,4	0,02-0,3

Чтобы получить качественный продукт, перерабатываемым материалам нужно соответствовать таким условиям:

- тяжелый металл и содержание других загрязняющих веществ не может превысить определенные в государстве требования для используемых для удобрения материалов.
- они не могут содержать пластмассу, стекло и другие примеси, которые не будут переработаны в процессе.

Самые распространенные традиционные материалы для формирования компоста - зеленые садовые отходы, пищевые отходы и навоз. Соблюдая выдвинутые условия законодательства, возможно компостировать также ил сточных вод.

5.3 Аэробные методы переработки биологически разлагаемых отходов - компостирование

Один из широко используемых методов в переработке бытовых отходов - компостирование. Компостирование - аэробный метод переработки, в процессе которого органические вещества при оптимальных обстоятельствах воздуха и влажности превращены в похожий на гумус продукт - компост. Хороший компост порист, у него нет неприятных запахов и его легко использовать. Его используют в сельском хозяйстве, в садоводстве и в формировании ландшафтов как альтернативу для торфа. Часто компост до его использования для растений смешивают с другими материалами (песком, землей).

Компост образуется как результат частичного разложения отдельных продуктов, которые содержат органическое вещество и неорганические балластные вещества. Схема образования компоста показана на рис. 5.1.

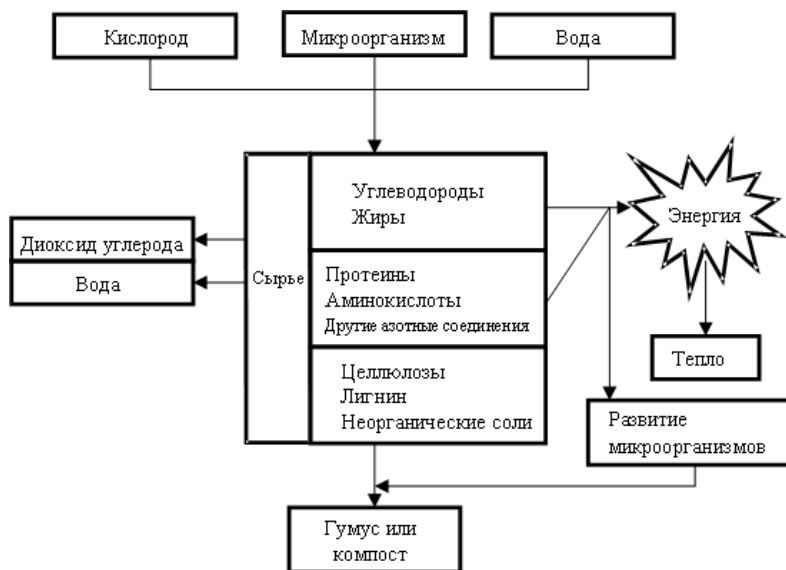


Рис. 5.1. Схема компостирования

Условия компостирования

Для применения технологий компостирования в обработке отходов главные цели экологического и хозяйственного характера следующие:

- возврат имеющихся в отходах питательных веществ растений в оборот экосистемы;
- при образовании компоста, уменьшается количество веществ, при несоответствующей обработке которых загрязняются вода, почва и атмосфера;
- одновременное полезное использование других органических отходовых продуктов в компосте (листья, трава, навоз, очистной ил коммунальных вод и др.);
- обеспечение экономической эффективности технологии компостирования.

Параметры аэробного процесса

Главные параметры процесса, которые нужно контролировать, чтобы получить хороший компост, следующие: *содержание влажности, концентрация кислорода, соотношение углерода/азота и температура.*

Влажность

Оптимальное содержание влажности для аэробного процесса - 40-60%. В сухой среде замедляется активность микроорганизмов, в свою очередь, слишком влажная среда создаст анаэробное разложение, с выделением газов. Присоединение сухого материала как, например, листьев, небольших ветвей и др. уменьшает содержание влажности.

Температура

Эффективная температура компостирования - в диапазоне от 32 до 60°C. Температура выше или ниже этого диапазона замедляет действие микроорганизмов.

Соотношение C/N

Бактерии и грибки, которые находятся в компосте, используют углерод как источник пищи и синтезируют протеины, используя азот. Недостаток азота в компостируемой массе замедляет процесс компостирования, в свою очередь, переизбыток азота создает аммиак с неприятным запахом. Оптимальное соотношение C/N - примерно 30:1. Если необходим дополнительный углерод, к компосту присоединяют составляющие с высоким содержанием углерода, напр., листья; если необходим азот - тогда свежую траву или навоз.

Кислород

Для оптимального процесса компостирования нужно определенное количество кислорода. Обычно этого достигают искусственной вентиляцией или дополнительно механическим перемешиванием компост. Слишком большое количество воздуха высушит и остудит компост, поэтому нужно обеспечить оптимальный режим аэрации.

5.4. Процесс компостирования

Сбор

Идеальное сырье для компостирования - незагрязненные (без примесей) биологически разлагающиеся органические отходы с высоким содержанием углерода. Чтобы регулировать содержание компоста, нужно знать, откуда приходят отходы. Поэтому соответствующая система сбора, в известной мере, - гарант высокого качества компоста. Там, где нет централизованной системы сбора, важно правильно информировать население (желательно с практическими демонстрациями), как сортировать органические отходы.

Сортировка

У централизованных систем сбора обычно имеются три главных цели: 1) собрать материал для переработки, 2) изъять инертные материалы из потока отходов, 3) отсортировать химические загрязнители.

Гомогенизация

До компостирования отходов выполняется уменьшение их размеров и гомогенизация. В этой стадии уменьшаются размеры частиц отходов, оптимальный размер которых от 1 до 5 см в диаметре.

Компостирование

Аэробный процесс, хотя довольно простой, в промышленных объемах может требовать приток дополнительного кислорода, который обеспечивают вентиляцией компостируемой массы или перемешиванием компоста. Эффективность аэробного процесса обеспечивают оптимальная температура и влажность, а также соответствующее соотношение кислорода и углерода-азота.

Обеспечивая в процессе компостирования оптимальных условий для разложения органических веществ - температуру, влажность и приток воздуха, биологический процесс разложения может происходить намного быстрее, по сравнению с естественным процессом разложения. Микробиологические процессы, которые обеспечивают образование компоста, проходят в просторном диапазоне реакции среды от pH 5,5 до pH 7,6, но процессы нитрификации активнее проходят, если реакция среды - pH 6,8-7,3.

Важный указатель интенсивности процесса компостирования - соотношение C:N (соотношение углерода и азота). Желательное соотношение C:N, чтобы микробиологические процессы успешно происходили, первоначально должно быть в границах от 20 до 30. В таблице 5.2. дано соотношение углерода и азота для разных используемых составных частей компоста.

Таблица 5.2.

Соотношение углерода и азота для отдельных составных частей компоста

Вид отходов	<i>Количество азота</i>	C:N
Активированный ил	5	6
Птичий помет	6.3	15
Коровий навоз	1.7	18
Отработанный ил	2-6	4-28
Рыбные остатки	6.5 – 10	5.1
Фруктовые отходы	1.5	34.5
Размельченная трава	3 – 6	12 – 15
Смесь разных трав	214	19
Свиной навоз	3.8	4 – 19
Свежий ил	4 – 7	11
Опилки	0.1	200- 500
Овсяная солома	1.1	48
Солома пшеницы	0.3 – 0.5	128 –150

Чтобы сбалансировать соотношение питательных элементов растений, уменьшить потери азота и увеличить биологическую активность микроорганизмов, к компосту желательно примешать минеральное удобрение фосфора и калия. Минеральное удобрение фосфора, это: фосфоритовая мука, порошкообразный суперфосфат и фосфоргипс. Они стимулируют биотермические процессы, ускоряют гумификацию и

связывают не только аммиачный азот, но также создают обстоятельства, чтобы его могла абсорбировать микрофлора, то есть, формируют условия, чтобы в удобрении увеличилась эффективность всасывания фосфора. Чтобы выровнять в компосте соотношения питательных элементов и предотвратить зимой его вымерзание, как добавки используют 1-2% соли калия. В свою очередь, чтобы обеспечить нужную реакцию среды, к кислой среде нужно присоединить материалы известкования (1-2%).

На качество компоста влияет также однородность смешивания составляющих. Обычно это оценивают по коэффициенту вариации влажности массы или содержанию подвижного фосфора в массе, который не может превысить $\pm 10\%$.

Процесс компостирования - экзотермический процесс, во время которого выделяется энергия и масса подогрывается. Экзотермический характер процесса значительно ускоряет разложение таких биологически разлагаемых составляющих, как целлюлоза, гемицеллюлоза, протеины, биополимеры, отдельные пестициды. Дезактивизация деятельности патогенов возможна или длительно воздействуя на патогенные организмы при температурах, которые выше $42-45^{\circ}\text{C}$, или воздействуя недолгое время в еще более высокой температуре ($>60-65^{\circ}\text{C}$).

В биотермических процессах гибнут патогенные бактерии, яйца личинок и гельминтов, а также семена сорняков. Гибель семян сорняков и гельминтов происходят, начиная от температуры в 50°C (в термофильном режиме), а накопление питательных веществ и сохранение в подвижной форме - при температуре $25-35^{\circ}\text{C}$ (мезофильный режим). Если температура смеси компоста во всей массе достигает 55°C , тогда полная гибель гельминтов происходит через 4 суток. Всхожесть семян сорняков исчезает при температуре 40°C за 3-4 недели; 43°C - за 3 недели; 45°C - за 2 недели; 50°C - за 1 неделю; 55°C - 1-2 суток.

Если биотермические процессы происходят только в мезофильном режиме, тогда гибель гельминтов происходит только через 4-6 месяцев компостирования, но семена сорняков сохраняют всхожесть.

Достигший готовности компост имеет следующие показатели:

- рыхлый, однородный, с размером частиц не больше 120 мм
- влажность - 60 -70%,
- со слабощелочной или нейтральной реакцией среды (рН не меньше 6,0)
- Соотношение С : N 20 - 30
- органические вещества составляют не менее 75%
- питательные вещества находятся в принимаемом растениями виде и составляют не менее 50% от общего состава
- содержит 25-35% сухих веществ, примерно 0,6% N, 0,2% P_2O_5 и 0,6% K_2O .
- в нем уже нет яиц и личинок гельминтов, патогенных микроорганизмов в опасной концентрации и сохранивших всхожесть семян сорняков.

В компосте допускается 1% нетоксических чужеродных тел.

5.5. Фазы процесса компостирования

В процессе образования компоста можно выделить несколько отдельных фаз (см. рис. 5.2.).

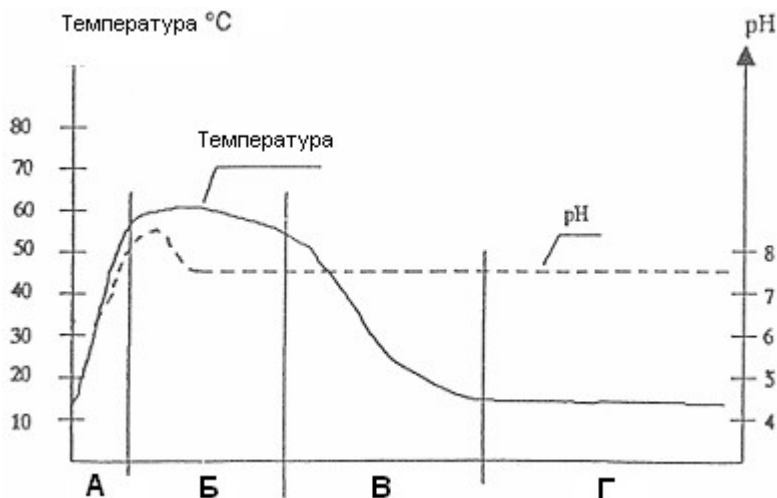


Рис. 5.2. Фазы образования компоста и их характерные параметры

Фаза подогрева почвы /фаза А/

Температура внутри приготовленного материала начинает медленно расти. Максимальная температура, которую можно достичь в процессе компостирования - 70°C. В этом состоянии патогенные бактерии, грибки и яйца гельминтов, которые находятся в компостируемом материале, уничтожаются. Нагревание начинается в среднем на третий день после начала процесса и продолжается еще две - три недели.

Фаза аэрации /фаза Б/

В этой фазе начинается появление газов. Компостируемый материал нужно достаточно перемешивать, чтобы обеспечить необходимое количество кислорода и оптимальную влажность во всем его объеме. Эти условия обеспечивают размножение необходимой микрофлоры. Если влажность снижается, и температура начинает быстро подниматься, массу нужно увлажнить. После двух - трех недель температура внутри компостируемой массы начинает уменьшаться до 30°C. В этот момент быстро начинают размножаться почвенные бактерии и грибки, что способствует распаду органических веществ; начинает образовываться газ CO₂, а также аммиак и метан.

Фаза структурирования /фаза В/

В этой фазе происходит структурирование и стабилизация состава компостируемого материала; образуется гумус и остальные составные части компоста.

Новообразованные микроорганизмы активно потребляют азот, чтобы создать все необходимые протеины.

Выдержка компоста /фаза Г/

Окончательное создание компоста происходит за 6-9 месяцев. Нежелательно компост держать дольше; это только способствует частичной минерализации органических веществ, и компост теряет качество.

5.6. Технологии формирования компоста и оборудование

Процесс компостирования в зависимости от объема органических отходов и возможностей, требований переработчиков можно провести: в биореакторе, в куче компоста, в стационарном или вращающемся резервуаре компоста, а также в туннеле компоста. Для компостирования используют открытые ямы (траншеи), статические или аэрированные кучи, системы реактора и ветряные кучи. Последние являются самыми распространенными. При этой технологии формируют трапецеидальные кучи 1,5-2 метра в высоту, в которые складывают сырье (размельченные и смешанные отходы) компоста и которые размещают в направлении правящих ветров. Их периодически перемешивают, чтобы обеспечить оптимальные условия воздуха и влажности. Контроль температуры при оптимальном процессе обеспечивает более эффективное уничтожение патогенов и более быстрое разложение массы компоста, даже за 3-4 месяца. Характеристика (недостатки и преимущества) разных методов компостирования дана в таблице 5.3.

Таблица 4.3.

Преимущества и недостатки разных методов компостирования

Вид	Скорость	Необходимость площади	Инвестиции	Расходы	Вопросы окружающей среды
Статические кучи	Очень медленная	большая	низкие	Очень низкие	пыль, запах, инфильтрат
Ветряные кучи	медленная	большая	низкие	низкие	пыль, запах, инфильтрат, шум
Аэрированные статические кучи	быстрая	маленькая	высокие	высокие	пыль, шум
Компостирование в реакторе	Очень быстрая	маленькая	Очень высокие	высокие	-

Для приготовления компоста в домашних условиях можно использовать промышленно произведенные компостировщики (рис. 5.3.).



Рис. 5.3. Резервуары для приготовления компоста

Для производства компоста в промышленных условиях широко используют открытые кучи (ветряные кучи) или кучи, которые покрывают пленкой или брезентом, а также реакторы с подводом воздуха. Постоянным кучам компоста (рис. 5.4.) нужно быть достаточно объемными, чтобы обеспечить оптимальное количество тепла. Желательный размер кучи ~ 6 м в ширину и 2-3 м в высоту. Длину кучи ограничивают размеры используемой площади и количество материалов, которые предназначены для компостирования.



Рис. 5.4. Компостирование в ветряных кучах

Основа у правильно устроенного места для компостирования должна быть изолированной. Важно отведение сточной воды с выбранного места, а также отведение дождевых вод или снега – им нельзя накапливаться, формируя особо влажные места. Собранную воду от осадков можно использовать для увлажнения компостной кучи, предотвращая возможность их фильтрации в почву.

Чтобы получить качественный компост, необходимо обеспечить интенсивное смешивание компостируемого материала и аэрацию. Устраивая поле компостирования, нужно думать не только об образовании кучи, но также и о возможности использования техники.



Рис. 5.5. Перемешивание компостной кучи

Для приготовления компоста необходимой техникой являются – устройство для перемешивания кучи (рис. 5.5), универсальный трактор с дополнительными приспособлениями для приготовления и перегрузки кучи (рис. 5.6), а также транспортная техника для перевозки массы. Общий процесс приготовления компоста может длиться 6-7 месяцев, это зависит от свойств составных частей компоста.



Рис. 5.6. Приготовление компостной кучи

Чтобы ускорить процесс компостирования и обеспечить оптимальный ход процесса, могут быть использованы биореакторы закрытого типа (рис. 5.7). В биореакторах, чтобы органические отходы быстрее разделились, масса перемешивается, дополнительно подводится воздух. Во время процесса переработки поддерживаются оптимальные параметры разложения: определенная влажность, температура, количество кислорода, pH, количество фосфора и азота, поддерживаются определенные соотношения C:N, C:P и C:H. Обеспечение этих условий дает возможность получить качественный компост за очень короткий срок, сокращая процесс компостирования до нескольких недель.





Рис 5.7. Биореакторы для компостирования с приводом воздуха

5.7. Расходы компостирования

Используя для компостирования бытовых отходов сложные технологические устройства, расходы в 2-3 раза больше, чем при захоронении отходов на полигоне. Аэробное компостирование на открытом поле требует минимальные инвестиции и устройства. Однако, без правильной обработки и руководства трудно обеспечить эффективное компостирование и хорошее качество компоста, которое необходимо, чтобы компост можно было продавать на рынке (таблицы 5.4 и 5.5).

Таблица 5.4.

Доходы от продажи компоста

Объем продаж:	Цена (EUR/м ³)			
	Очень большой	Большой	Средний	Маленький
Сельское хозяйство	0-3			
Садоводство		5-20		
Разбивка ландшафтов		10-20		
Теплицы			20-40	
Обогащение почвы			10-15	
Винные сады и фрукты			1-6	
Органическое сельское хозяйство			2-6	
Садоводства				10-30
Рекультивация				0-4

Источник: (Hogg 2001a: 28)

5.8. Анаэробные процессы и производство биогаза

В анаэробной или бескислородной технологии для переработки биологической массы используют разные бактериальные группы, которые постепенно в трехступенных процессах (гидролизе, ферментации и образовании метана) разделяют высокомолекулярные органические соединения до довольно простых конечных продуктов - метана и углекислого газа. В стадии окончания процесса жидкую массу сепарируют и осадки компостируют. Жидкую часть, если она обработана в термофильном или в мезофильном режиме (примерно 10 - 12 дней) можно использовать

как почвенное удобрение или далее очистить в аэробных биологических очистных устройствах для сточных вод. Конечный продукт - биогаз - источник энергии, популярность которого в последние пятнадцать лет в государствах Европейского Союза значительно возросла.

Анаэробное разложение

В анаэробном процессе разложения отходов образуются газовая смесь (её называют биогаз), которая главным образом состоит из двуокиси метана (CH_4) и углерода (CO_2). В зависимости от качества сырья и обрабатываемой технологии, биогаз формирует 55-75% метана, однако есть хорошо развитые технологии, которые производят биогаз, содержащий до 95% метана. Другие существенные составные части биогаза - двуокись углерода 30-40%, водород 5-10%, азот 1-2% и сероводород <1% .

Самые характерные параметры биогаза обобщены в таблице 5.6.

Таблица 5.6.

Характеристика биогаза

Состав	Значения
Метан, %	65
Углекислый газ, %	34
Другие газы, %	до 1, в том числе H_2S до 0,1
Вода (при 40°C), г/кг	51,2
Энергоемкость	Значения
МД/м ³	23
Ккал/м ³	5500
кВч/м ³	6,5
Соответствие условному топливу*, кг	0,78
Плотность, по отношению к воздуху	0,83
Взрывоопасная концентрация в воздухе, %	6 -12.

Процесс анаэробного разложения содержит три главных фазы. В стадии гидролиза бактерии разделяют нерастворимые вещества (лигнин, углеводы, жиры) на более простые вещества, такие, как сахар. В фазе ферментации микроорганизмы размножаются и растворяющиеся компоненты (жирные кислоты, аминокислоты) преобразовываются в промежуточные продукты, такие, как летучие кислоты, алкоголь, аммиак, водород и двуокись углерода. В стадии образования метана эти промежуточные продукты превращаются в биогаз (метан и двуокись углерода).

Самые подходящие температуры для производства биогаза - от 25 до 40°C, но в отдельных случаях используются также более высокие температуры от 55 до 65°C.

Кислотность (рН) исходных продуктов имеет определяющую роль в производстве биогаза. У анаэробных процессов уровень кислотности от 6.4 до 7.2 рН. Оптимальный уровень кислотности в процессе ферментации не может быть ниже 6.4, в свою очередь в стадии образования метана оптимальный уровень рН - 6.6-7. Оптимальное соотношение углерода-азота для анаэробных процессов - от 20:1 до 30:1.

Метанобразующие бактерии чувствительны к токсическим веществам, поэтому для эффективного производства биогаза необходимо хорошее и неизменное качество сырья. Сырье, которое богато жиром, - самое подходящее для производства биогаза, давая 1000 л метана на 1 кг сырья с 70% концентрацией. Углеводороды в процессе переработки дают примерно половину из этого количества, зато обеспечивают высокую концентрацию метана - 80%.

Большой опыт в использовании анаэробных процессов есть в Германии, в Голландии и в Дании; в меньшей мере они использованы в Швеции, в Великобритании, во Франции, в Испании и в Португалии. Анаэробное разложение обычно используют для смешанных видов отходов, смешивая бытовые отходы с другими соответствующими отходами.

Чтобы избавиться от запаха, разложение должно происходить в закрытых реакторах. Они могут быть разного вида: одна или нескольких секций, однофазный и несколько фаз (чаще всего двух), которые отличаются технологической сложностью и расходами. Первые два вида проще и их дешевле приводить в действие, многофазовые реакторы позволяют оптимизировать процесс в разных стадиях ферментации и их продуктивность в производстве биогаза выше.

Сырье обычно подготавливают, отсортировывая инертные материалы, такие как камни, песок, стекло, керамику, металл, пластмассу, а также материалы, содержащие целлюлозу. Чтобы увеличить поверхность сырья, сырье размельчают и тогда помещают в биореактор. Часто используемая технология биореакторов - один непрерывный процесс, в конце которого бактерии отделяют осадком или фильтрованием и помещают обратно в биореактор. Чтобы обеспечить хороший процесс ферментации, необходимо частое размешивание массы.

Полученный биогаз можно разделить газовым сепаратором на метан и побочные газы. Очищенный метан можно использовать для производства электричества или тепла. В результате анаэробной ферментации появившиеся нерастворимые органические побочные продукты нужно отделить отсадкой. Отсадку производят механическим (фильтрование или специальные пластины), термальным (охлаждение, удаление газов) или химическим воздействием (присоединяя флокулянты). Остаточную массу обезвоживают и аэробно компостируют.

Сточную воду обычно циркулируют обратно в биореактор, или их используют как удобрение в сельском хозяйстве. Дальнейшее полезное использование излишков ферментации ограничено их химическими, биологическими и физическими свойствами.

Остатки могут быть загрязнены тяжелыми металлами и устойчивыми органическими источниками загрязнения, которые попали в перерабатываемую массу с использованными пестицидами. Бытовые отходы и сточные воды могут содержать ароматизированные, алифатические и галогенные углеводороды, полихлорированные бифенилы (ПХБ) и другие вредные вещества, которые до конца не разделены.



Рис. 5.8. Схема анаэробных процессов

Разложение отходов в анаэробных процессах и образование биогаза, который в основном состоит из метана CH_4 и двуокиси углерода, характерно не только для биотехнологической переработки отходов, но также один из основных процессов в местах захоронения отходов. Накапливая отходы в больших объемах, практически только в их верхнем слое наблюдается реакция окисления, а в их объеме преимущественно происходят анаэробные процессы. Сбор биогаза и дальнейшее его использование в местах захоронения отходов имеет не только финансовое значение, это и обязательное условие для соблюдения требований защиты среды.

5.9. Виды отходов, которые используются для производства биогаза

Брожение метана - как метод анаэробной переработки - в основном используют для переработки ила сточных вод и жидкого навоза скотоводства, а также для переработки разных других биологически разлагающихся органических отходов с относительно большой влажностью. Из разных видов биомасс средние получаемые количества биогаза обобщены в таблице 5.7., однако в каждом конкретном случае, при планировании, нужно взять во внимание индивидуальные свойства доступных отходов биомассы (влажность, влияние технологий, примеси и др.).

Таблица 5.7.

Количество добычи биогаза в разных отходах сельского хозяйства

Название отходов	Возможное количество добычи биогаза, м ³ /кг органического сухого вещества
Свиной навоз	0,34 -0,68, в среднем 0,5
Навоз крупного рогатого скота	0,2 -0,4, в среднем 0,3
Птичий помет	0,37 -0,64, в среднем 0,55
Отходы молочного производства	0,62
Солома	0,3 -0,34, в среднем 0,32
Ботва картофеля	0,42 -0,46, в среднем 0,44
Ботва сахарной свеклы	0,43
Трава	0,43 -0,47, в среднем 0,45
Листья деревьев	0,21 – 0,29, в среднем 0,25
Ил сточных канализационных вод	0,6

5.10. Техническое оборудование для производства биогаза

Получение биогаза в анаэробном процессе происходит в бескислородной среде, поэтому для его реализации необходим закрытый резервуар: специально сконструированный стационарный реактор или изолированные энергетические ячейки на полигоне отходов. В зависимости от цели применения метода используют реакторы, которые могут быть изготовлены или из металла, или из железобетона и которые оборудованы устройствами подачи тепла различной конструкции, которые обеспечивают в реакторе необходимую температуру для поддержания соответствующего анаэробного режима (рис. 5.9.).

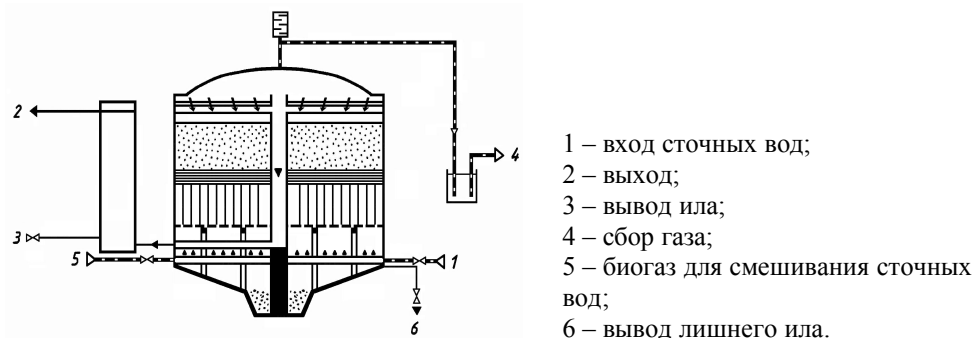


Рис. 5.9. Схема действия метанового ферментатора

Если температура в окружающей среде значительно понижается, производство газа практически останавливается. Чтобы обеспечить в реакторе нужную температуру в холодный сезон, необходима соответствующая термоизоляция.

Чтобы обеспечить производство биогаза на промышленном уровне необходимо сложное, комплексное производство, которое состоит из системы аккумулирования биомассы, реактора биомассы (оборудование переработки) и системы аккумулирования и очистки биогаза.

На практике чаще всего используют или отдельные небольшие, относительно простые реакторы, главным образом, для переработки жидкого навоза у ферм (рис. 5.10.), или строят мощные устройства по производству биогаза для переработки различных биотходов, чтобы получить метан (рис. 5.11.).

Процесс производства биогаза надо реализовать так, чтобы минимальная температура в 55°C сохранялась 24 часа без перерыва. В случае более низкой температуры соответственно нужно увеличить объем биореактора и время ферментации.



Рис. 5.10. Биоферментатор для переработки жидкого навоза



Рис. 5.11. Производство биогаза в Бельгии

Размеры биореакторов колеблются от 70 м³ до 5000 м³ и их мощность может быть от 500 до 300 000 тонн/год. Характеристики мощностей и размеров биореакторов даны в таблице 5.8. (Monnet 2003).

Таблица 5.8.

Характерные размеры и мощности биореакторов	
Загрузка отходов (тонны/день)	Объем реактора (м³)
50	800-1,500
150	2,200-3,500
350	4,700
450	7,700

Полученный биогаз можно разделить сепаратором газа на метан и смежные газы. Очищенный метан может использоваться для производства электричества или тепла. Появившиеся в результате анаэробной ферментации нерастворимые побочные органические продукты надо отделить отсадкой. Отсадку проводят механическим (фильтрование или специальные пластины), термальным (охлаждение, удаление газов) или химическим воздействием (с присоединением флокулянтов). Оставшуюся массу обезвоживают и аэробно компостируют.

Сточную воду обычно или циркулируют обратно в биореактор, или используют как удобрение в сельском хозяйстве. Дальнейшее полезное использование отходов ферментации ограничено их химическими, биологическими и физическими свойствами. Отходы могут быть загрязнены тяжелыми металлами и устойчивыми органическими загрязнителями, которые попали в перерабатываемую массу с использованными пестицидами. Бытовые отходы и сточные воды могут содержать ароматизированные, алифатические и галогенизированные углеводороды, полихлорированные бифенилы (ПХБ) и другие вредные вещества, которые до конца не расщеплены.

5.11. Выбор технологии

Биологическую технологию переработки надо выбирать, основываясь на избранную цель и состав отходов, т.е., будет ли это получение энергии или гумуса

(таблица 5.9.). Преимущество анаэробных технологий в том, что можно производить биогаз, в свою очередь жидкие отходы после процесса можно использовать как удобрение. Отходы до переработки надо отсортировать от примесей.

Биогаз может производиться как в устройствах большого размера, так и маленьких, как в городах, так на селе. Однако недостатки этой технологии - сравнительно большие инвестиции и сложность операций.

Таблица 5.9.

Сравнение аэробных и анаэробных технологий биологической переработки

Описание	Аэробные процессы	Анаэробные процессы
Использование энергии	Потребитель энергии	Производитель энергии
Главные конечные продукты	Гумус, CO ₂ , H ₂ O	Жидкие остатки, CO ₂ , CH ₄
Уменьшение объема	До 50%	До 50%
Самое короткое время процесса	20 до 30 дней	20 до 40 дней
Относительные расходы	Низкие	Высокие
Главная цель	Производство компоста	Производство энергии
Вторичная цель	Уменьшение объема и опасности отходов	Уменьшение объема, стабилизация отходов

Расходы биологических процессов переработки (таблица 5.10.) будут зависеть от выбора технологии, качества сырья, эффективности возвращения энергии. Так же на конечные расходы влияют субсидии, условия, которые регламентируют использование компоста и жидких остатков, а также доходы от продажи компоста и газа.

Таблица 5.10.

Затраты на использование процессов анаэробного разделения в разных Европейских государствах

Австрия	Бельгия	Дания	Финляндия	Франция	Германия	Голландия	Швеция	Англия
80	82	67 ^a	3	57	109	50-84	60-70	80-96

a – если продукту затворения (закваски) не нужна аэробная обработка

Источник: (Hogg 2001a: 67)

6. ТЕРМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ

6.1. Сжигание отходов

Сжигание отходов с возвращением энергии или без возвращения - один из широко используемых в мире методов переработки органических отходов. Сжигание отходов сначала использовали главным образом для того, чтобы подготовить массы отходов для долгосрочного захоронения, чтобы уменьшить их объем и вес. В среднем можно принять, что в результате полного сгорания богатых органическими веществами хозяйственных отходов объем отходов уменьшается на 90 %, а их вес - на 75 %. Если принять, что первоначальный объем веществ - 100 %, тогда их объем после сжигания: для органических растворов 0,1 - 0,2 %; для органических твердых веществ 2,0 - 5,0 %; для твердых бытовых отходов 5,0 - 15,0 %.

Практически сжигание как метод переработки используют для частично отсортированных отходов, в составе которых не больше 10 - 15 % несгораемого материала. Для сжигания можно использовать такие виды органических отходов, как: садовые отходы, больничные отходы, ил сточных вод, древесина, текстильные изделия, отходы нефтяных продуктов, отходы пищевой промышленности, а также бумажные и пластмассовые материалы. Чтобы определить возможно выделенное количество тепла во время процессов горения, важно знать концентрацию отдельных элементов, таких, как углерод, водород, кислород и сера. Концентрации галогенов, тяжелых металлов и серы в вышедшей массе сжигаемых отходов, в свою очередь, позволяют судить о возможных загрязнениях в составе эмиссий процессов сгорания.

Бытовые отходы сжигают в печах специальной конструкции, что обеспечивает сгорание массы при температуре 850^oC. Чтобы сжигаемая масса сгорела без дополнительного подведения энергии, ее состав должен соответствовать следующим условиям:

- количество влажности должно быть меньше 50 %;
- количество пепла должно быть меньше 60 %;
- количество горящего вещества должно быть больше 25 %;
- теплотворность > 6500 кДж/кг.

6.2. Характеристика отходов как топливного материала

Массу твердых бытовых отходов как топливо характеризуют: влажность от 36 до 38 %, количество пепла от 10 до 15%, теплотворность ~ 10 МДж/кг. В твердых бытовых отходах меньше серы (~ 0.2 %) и азота (0.6 - 0.8 %) чем в органическом топливе. Но в зависимости от состава, в бытовых отходах могут быть относительно в большой концентрации галогены, которые, сгорая при низких температурах, формируют опасные галогенорганические соединения. Чтобы выбрать самый соответствующий процесс сжигания, надо также знать точку плавления пепла - температуру, при которой пепел

процесса сгорания начинает плавиться и формировать похожий на клинкер сплав. Для большей части пепла органических веществ эта температура от 1100°C до 1200°C.

Теплотворность

Главные параметры, которые определяют эффективность затрат на сжигание отходов, - теплотворность отходов и объем доставки отходов. Для оборудования сжигания необходимы отходы с высокой теплотворностью, а также их качество надо поддерживать примерно на одинаковом уровне. Чтобы содержать оборудование для сжигания (без производства энергии), минимальная теплотворность должна быть 5,4 МДж/кг, в свою очередь с возвращением энергии - 9,2 МДж/кг. Типичная амплитуда значений теплотворности сырья - 6-11 МДж/кг, их средняя величина - примерно 9 МДж/кг (см. таблицу 6.1.).

У большей части отходов пластмассы теплотворность примерно 40 МДж/кг, что схоже с жидким топливом и в два раза больше теплотворности углей.

Таблица 6.1.

Теплотворность разных фракций отходов

Фракция отходов	Теплотворность
HDPE/ LDPE/ PP	45 МДж/кг
ПВХ (средний)	22 МДж/кг
Смешанная пищевая упаковка	45 МДж/кг
Смешанная непищевая упаковка	37 МДж/кг
Жидкое топливо	40 МДж/кг
Угли	25 МДж/кг

Источник: (ACRR 2003a)

Однако для эффективной работы оборудования сжигания отходов важна не только теплотворность сама по себе, но и стабильный объем доставки отходов с аналогичной теплотворностью.

Чтобы улучшить свойства отходов как топлива, в нескольких Европейских государствах проводят сортировку бытовых отходов по их свойствам сгорания. В таблице 6.2. показаны данные о свойствах разных фракций отсортированных сжигаемых отходов в Финляндии, которая наглядно показывает, что для сжигания самая выгодная - масса коммерческих отходов, уровень загрязнения которой, по сравнению с другими бытовыми отходами, относительно небольшой.

Таблица 6.2.

Параметры массы отходов	Коммерческие отходы	Строительные отходы	Отходы от домашних хозяйств
Объем сжигаемых отходов, т/г	115 000	80 000	85 000
Принятая самая низкая теплотворность МДж/кг, МВтч/т	16 – 20 4.4 – 5.6	14 – 15 3.8 – 4.2	13 – 16 3.6 – 4.4
Общая энергия, ГВтч/а	530	285 – 315	360 – 440
Влажность %	10 – 20	15 – 25	25 – 35
Пепел %	5 – 7	1 – 5	5 – 10
Сера %	<0.1	<0.1	0.1 – 0.2
Хлор %	<0.1 – 0.2	<0.1	0.3 – 1.0
Свойства хранения	Хорошие	Хорошие	Хорошие в уплотненном виде

Таблица 6.3.

Состав энергетических отходов и сухих отходов

Материал	Энергетические отходы, % массы	Сухие отходы, % массы
Волоконные материалы	49	23
Пластмассы	35	15
Дерево	4	4
Другие сжигаемые материалы	4	23
Биологические составляющие	6	24
Стекло	1	3
Металл	1	3
Другие примеси	-	5
Всего	100	100

В таблице 6.4. дано сравнение состава и свойств фракций сухих и энергоемких отходов.

Таблица 6.4.

Сравнение свойств сухих и энергоемких отходов

Элемент или свойства	Единицы	Сухие отходы	Энергоемкие отходы
Cl	%	1.03	0.65
S	%	0.18	0.06
N	%	1.45	0.7
K+Na	%	0.65	0.19
Al	%	0.48	0.23
Hg	мг/кг	0.5	<0.1
Cd	мг/кг	5.2	5.3
Принятая самая низкая теплотворность	МДж/кг	15.24	15.11
Принятая влажность	%	31.5	33.9
Пепел	%	7.6	6.6

Проведенные исследования показывают, что, выделяя из общей массы отходов определенные группы отходов (энергоемкие отходы), отделяются отходы, которые содержат меньше соединений хлора и серы. Это существенное условие для выбора соответствующей системы дальнейшего сжигания.

6.3. Процессы термической переработки отходов

Первичная обработка/обеспечение качества сырья

У разных фракций отходов - разная теплоемкость, которая является существенным параметром для эффективности процессов сжигания. Теплоемкость можно увеличить в процессе первичной обработки, например, размельчая отходы и отсортировывая негорючие составные части, такие, как керамика, стекло, металлы, строительные материалы и т.д..

В наши дни редко отходы сортируют на предприятии сжигания, потому что это экономически невыгодно. Их обычно сортируют уже заранее, или само население, или на линиях сортировки отходов (в центрах сбора).

Сжигание

У сжигания имеются два главных подхода - переработка отходов большого объема и использование отходов как топлива. Главное отличие между ними в качестве сырья и в виде сжигания.

Отходы со специализированными машинами для отходов обычно доставляют к устройствам сжигания, в которые их погружают большими кучами или помещают в закрытые ямы (в зависимости от вида отходов - лесоматериалы или смешанные бытовые отходы). Механизированные устройства (ковши, подъемники или погрузчики) их помещают в камеры сжигания. Сжигание обычно происходит на движущихся полотнах, при температуре 900-1000°C. Конструкция полотна может быть разной (вращающееся, скользящее), но главная его цель - по возможности большая экспозиция поверхности отходов для притока кислорода и сушки.

Сжигание большого объема¹

Главная особенность сжигания большого объема - сжигание смешанных отходов с небольшой или даже без первичной обработки. Отходы подаются в топку на шевелящемся полотне, и как сверху, так и снизу к ним обеспечен приток воздуха. Полотна трясут отходы, чтобы обеспечить нужную циркуляцию воздуха, которая необходима для хорошего процесса горения. Обычно средняя мощность у таких устройств сжигания от 100 до 3000 тонн в день. В этих печах сжигания может быть использована также двухкамерная система, где отходы прежде всего сжигают в первой камере, а во второй камере происходит полное сжигание появившихся газов. Двухкамерные устройства сжигают обычно меньше (5-10 т в день) и могут быть применены в небольшом самоуправлении или в индустриальном оборудовании.

Для сжигания большого объема подходят отходы с большими отличиями в составе отходов и в размерах. Это - также сравнительно простой метод и один из самых распространенных (см. рис. 6.1.).

Для сжигания отходов используют печи различной конструкции, действие которых должно соответствовать таким основным условиям:

- во время горения твердые отходы должны быть хорошо смешаны с кислородом, чтобы произошло полное окисление органических составляющих;
- в камере сгорания нужно достичь достаточно высокой температуры, которая обеспечит самовоспламенение массы, постоянное горение и полное сгорание органических веществ;
- массе отходов в зоне горения нужно находиться достаточно долго;
- конструкция печи должна быть легко обслуживаемой и безопасной во время эксплуатации.

Больше всего распространенные типы печей - камерные, ротационные, многоступенчатые печи. Для сжигания бытовых отходов широко используются также цементные печи, конструкция которых и технологический процесс обеспечивают относительно небольшое загрязнение воздуха.

¹ *Mass burnt technology (MBT)* –англ.

Для сжигания бытовых отходов больше всего используются печи с системой подвижных полок. Массу горящих отходов, у которых отсортированы несгораемые и большие в объеме составляющие, вводят в печь, и, постепенно направляя сквозь высокотемпературную зону, сжигают при температуре в 600 - 700°C. В процессе сгорания образующиеся газы, которые содержат неразделившиеся летучие органические соединения, пережигают, используя температуру выше 850°C. Чтобы обеспечить полное окисление углерода и водорода, необходима достаточная подача воздуха. В результате процесса сгорания образуются пары CO₂ и H₂O и - в зависимости от S, Cl, F и в других гетероатомов в составе топлива - также SO₂, HCl и HF. В высокотемпературной зоне без этих кислых газов образуются также оксиды азота. Атомы тяжелых металлов в зависимости от их свойств концентрируются в пепле или вместе с неразделившейся органикой и частицами пыли попадают в эмиссии.

Для очистки эмиссий используется система многоступенчатых фильтров, которая состоит из фильтров пыли, влажных и сухих очистных фильтров для кислых газов, а также фильтра активированного угля для восприятия ртутных и хлорорганических соединений.

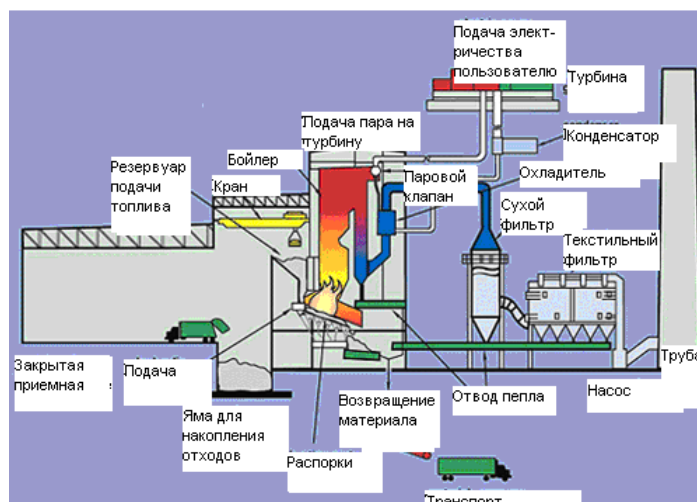


Рис. 6.1. Схема действия печи для сжигания отходов

В процессах сгорания добытую энергию тепла воспринимает система охлаждения воды, у которой есть два основных задания:

- охладить вытекающие газы до допустимых норм;
- добытое тепло отвести на линию производства доставки тепла и электроэнергии.

В процессах сжигания добытое тепло можно использовать:

- для потребностей перерабатывающего завода, таким образом, уменьшая выплаты переработки отходов;

- в сети теплой воды местного района;
- для производства электричества.

Для производства электричества, тепло от сгорания отводят в бойлер горячей воды и в котел пара. Далее нагретый пар отводят на турбину пара, которая генерирует электрический ток.

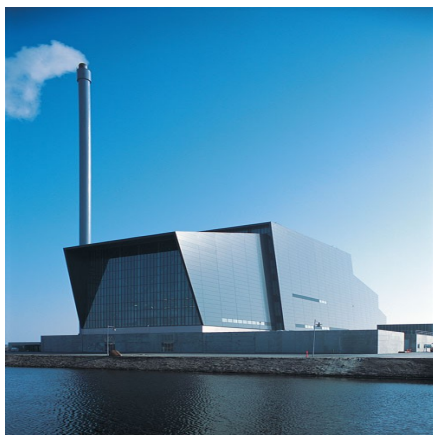


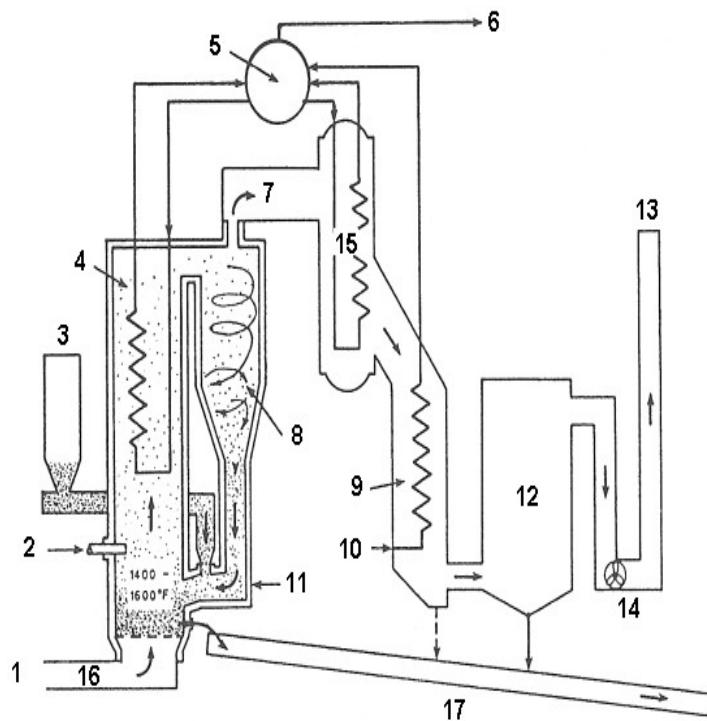
Рис. 6.2. Завод сжигания бытовых отходов в Дании

В противоположность от рассмотренного традиционного устройства сжигания, для сжигания определенных видов отходов используются также другие системы сжигания.

Технология кипящего слоя

*Сжигание в кипящем слое*² является одной из самых популярных новых технологий сжигания. В технологическом процессе отходы сжигают, рассеивая их в камерах сжигания, в которых снизу подведен воздух, а отходы помещают на нагретый песок, доломитовые крошки или другой хорошо проводящий тепло материал, который абсорбирует часть из выделившихся в процессе газов. До сжигания отходы нужно разделить на гомогенные фракции. Отходы в печи под влиянием струи воздуха смешивают, пока они полностью не выгорят, а песок возвращают в процесс перед тем, как остатки сжигания будут вынуты из печи. Задания песка - более эффективное смешивание и сжигание отходов. Этот метод уменьшает эмиссии NO_x, SO_x и диоксинов, и сжигает отходы эффективнее, чем при сжигании большого объема. Для большей эффективности рекомендована сортировка отходов до сжигания.

² *Fluidised bed technology* – virstošā slāna tehnoloģijas angl.



1	Насос для подачи воздуха	7	Газы процессов	13	Труба
2	Ввод жидких отходов	8	Циклон	14	Насос
3	Ввод твердых отходов	9	Экономайзер	15	Бойлер
4	Камера сгорания	10	Подача воды	16	Воздухофильтр
5	Бак для пара	11	Заглушка сифона	17	Конвейер отвода пепла
6	Вывод пара	12	Фильтр газа		

Рис. 6.3. Схема устройства кипящего слоя сжигания для опасных отходов

Метод сжигания с кипящим слоем не советуют использовать для смешанных бытовых отходов, а также он требует довольно большие инвестиции в дополнительные устройства и в обслуживание, а также дороже обычных устройств для сжигания (Rand, Naukohl et al. 2000: 12). Этот метод эффективен при сжигании ила сточных вод. Объем отходов можно уменьшить на 75-95%, и самая большая часть опасных веществ

абсорбируется, уменьшая риск для среды и здоровья. В результате процесса сгорания остаются пепел, шлак и дымовые газы.

Технология кипящего слоя, схема действия которой дана на рисунке 6.3., опирается на эффективную передачу тепла, используя песок или массу известкового камня, в которую погружены отходы. Подача воздуха происходит через теплопроводящий слой, что обеспечивает полное сгорание массы в низких температурах - 815-925⁰С. Устройства действуют с меньшим количеством (обычно 30 - 90 %) кислорода, а также уменьшают количество появившихся кислых газов в эмиссиях, обеспечивая их абсорбцию в массе известкового камня. В сравнении с печами сгорания, поток воздуха, идя через кипящий слой, забирает с собой больше твердых частиц, которые воспринимаются в фильтре и возвращаются назад в процесс. Чтобы устройство действовало эффективно, масса отходов должна быть по возможности однородной. Это обуславливает определенные требования для подготовки массы отходов до процесса сгорания.

6.4. Пиролиз и газификация

В последние годы в технологиях переработки отходов использованы также такие процессы термической переработки как пиролиз и газификация. Пиролиз и газификация - методы термической переработки, альтернативы традиционного сжигания. Оба эти методы используют, чтобы термически разделить отходы и создать газы с высокой теплотворностью, которые дальше можно сжечь, чтобы получить энергию. Чтобы достичь термического разделения, отходы нагревают до 450-600⁰С под давлением и в бескислородной среде. В начале процесса обеспечивается высокая температура, а затем ее поддерживают с помощью появившихся газов с высокой теплотворностью.

В процессе пиролиза, который является бескислородным процессом термического разделения, в зависимости от температуры процесса образуются жидкие и твердые, или летучие вещества. При низких температурах (450 - 730⁰С) конечные продукты процесса пиролиза, в основном уголь и смола, - углерод содержит жидкое, вязкое вещество. При высоких температурах больше образуются летучие продукты - метан, оксид углерода, водород и другие газообразные вещества. Процесс пиролиза - эндотермический, и требует дополнительную подачу энергии.

В основании пиролиза - связка процессов, в результате которых в начале в бескислородной среде происходит материальное термическое разделение и частичная дальнейшая конденсация появившихся газов. В результате, без присутствия кислорода образуются газы с высокой теплотворностью, жидкость (смола) и угли (С). В процессе можно получить следующие вещества и соединения: газы (СО, СО₂, Н₂, СН₄, С₂Н₆, С₂Н₄), смолу и другие продукты (уксусная кислота, ацетон), и угли - чистый углерод с инертным материалом и фракциями тяжелых металлов.

Хорошие свойства процесса пиролиза заключаются в том, что вызывающие тепличный эффект эмиссии существенно уменьшены, потому что процесс происходит без кислорода. Кроме того, менее летучие тяжелые металлы остаются в углях, а более летучие собраны в очистных процессах и дальше обработаны как опасные материалы. Объем возвращаемой энергии - примерно 200-400 кВтч из тонны отходов.

Для успешного хода процесса пиролиза нужно обеспечить определенные и неизменные параметры действия процесса, такие как температура и давление, а также гомогенность материалов в использованном сырье. Во время процесса трудно

удерживать комбинацию добываемых в похожих пропорциях продуктов (газы, смола и угли). Пиролиз не считается энергоэффективным методом, потому что много энергии тратится, чтобы обеспечить процесс.

Процесс газификации похож на процесс пиролиза. Отличие в том, что процесс происходит с немного уменьшенным количеством кислорода. Газификацию применяют уже больше, чем сто лет, и ее считают сравнительно более чистой альтернативой сжигания. Она также выгоднее, чем пиролиз, потому что создает только газообразные продукты и дает больше энергии - 500-600 кВтч/т отходов.

Однако тут также есть свои ограничительные факторы. Отходам по составу нужно быть гомогенным. Для процесса газификации необходим кислород, и если их подводят с воздухом, то в процессе может появиться много NO_x . Если используют чистый кислород, газификация не выгодна уже экономически.

В процессе газификации, строго контролируя подачу кислорода, термически разделяются имеющиеся в составе массы отходов углеводороды, производя синтетический газ. Хотя использование бескислородных термических процессов в переработке отходов еще относительно новая отрасль, она заняла значительное место в переработке определенных видов отходов, напр., для шин и отходов сельского хозяйства (рис.6.4.).



Рис. 6.4. Пиролитическое оборудование переработки биоотходов

Пиролиз и газификация хорошо известные технологии, которые широко используются в промышленности, чтобы из гомогенных углеводородов вернуть энергию. Однако приспособление этих технологий для потоков бытовых отходов, которые гетерогенны, еще развивается.

6.5. Средства для уменьшения вредного влияния процессов сгорания на окружающую среду

Влияние процессов сжигания отходов на среду можно характеризовать как влияние на воздух, воду, почву, пейзаж, экосистему и населенные пункты.

Влияние процессов сгорания на воздух характеризуют концентрациями возможных загрязняющих составляющих, таких как SO_2 , NO_x , HCl , HF , летучих органических соединений, CO , CO_2 , диоксинов, дибензофурана и тяжелых металлов

(напр., Zn, Pb, Cu, As) в выхлопных газах. Влияние на воду определяют количеством опасных соединений в сточной воде, которая далее может засорить грунтовые воды или открытые бассейны воды. В свою очередь, отрицательное влияние на почву могут создать шлак, пепел, несгоревшие материалы, которые необходимо соответственно захоронить, а пейзаж могут деградировать неэстетичные виды, а также несоблюдение определенных ограничений в отношении к использованию земли. В более широком значении некачественно выполненное сжигание отходов может повлиять на экосистему, вызывая аккумуляцию токсических веществ в живых организмах (в цепи питания) и их отравление, а также оставить отрицательное влияние на населенных местах. Главные причины загрязнения воздуха - несоответствие очистных систем экологическим требованиям.

Остатки сжигания

Шлак и пепел формируют примерно 15-20%, а летучие соединения и пыль - примерно 3-5% от первоначального объема отходов. Шлак состоит из гравия, камней, стеклянных и металлических излишков, которые можно использовать в строительстве. Летучие соединения и пыль содержат токсические вещества в высокой концентрации, такие как диоксины, свинец, кадмий и другие тяжелые металлы. Часто пепел и пыль от устройств сжигания считают опасными и захороняют на полигонах опасных отходов. Чем больше пепла и пыли и чем они токсичнее, тем более эффективные очистные устройства нужно использовать в устройствах сжигания. Эмиссии в основном собирают, используя электростатические приемники и влажные фильтры.

Если пепел не контролируется захороняют на свалке, он может попасть из свалки в грунт и в грунтовые воды. Во многих государствах главный метод обработки - захоронение пепла в закрытых ячейках. Если пепел соответственно стабилизируют, его можно использовать в строительстве, однако опасение попадания токсических веществ в среду, главным образом, под влиянием времени, сохраняется.

Контроль эмиссий

Главные аспекты среды (рис.6.5.) устройств сжигания отходов - созданные эмиссии в воздух - такие как оксиды азота (NO_x), оксид углерода (CO), кислотные газы - двуокись серы и хлористый водород, твердые частицы, полиароматические углеводороды, и вещества, в составе которых есть хлор. Нужно отметить, что тяжелые металлы (свинец, ртуть, мышьяк, кадмий и хром) и диоксины - самые вредные эмиссии процессов сжигания.

Соединения NO_x образуются при температурах высокого сжигания, при окислении свободного азота. Инъекции аммония или карбамида в камере горения могут превратить оксид азота обратно в азот, однако это дорогой процесс только с 60% эффективностью. Оксиды азота, которые не отфильтрованы, попадают в атмосферу вместе с дымовыми газами и формируют смог и кислотные дожди.

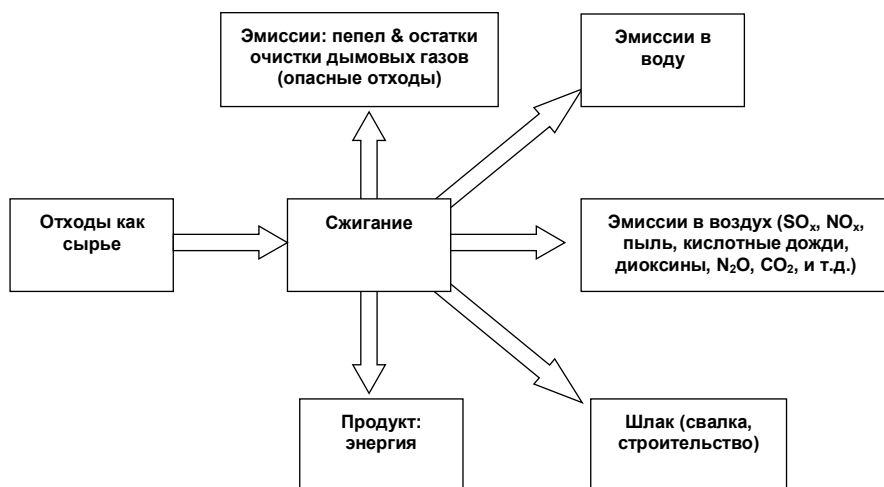


Рис. 6.5. Аспекты среды процессов сжигания

Диоксины. Диоксины находятся в пепле и в дымовых газах. Они образуются при сгорании хлорсодержащих материалов. В потоке бытовых отходов самое большое содержание хлора у пластмасс ПВХ (поливинилхлорида). Таким образом, один из методов уменьшения появления диоксинов, это: отсортировка ПВХ материалов от потока сжигаемых отходов. Диоксины можно уменьшить, сжигая в очень высоких температурах, выше 980⁰ С. Однако сжигание при высоких температурах увеличивает количество других эмиссий, таких как NO_x, в атмосферу.

Концентрация в воздухе эмиссий, которые появляются в процессах сжигания, зависит от качества сырья, технологии сжигания, обстоятельств и действия конструкции устройств. Как много эмиссий можно очистить, зависит от каждого конкретного устройства сжигания и от состава сжигаемого материала. Эмиссии токсических веществ можно существенно уменьшить, используя хорошие методы контроля и очистки эмиссий и хорошие устройства. Нужно отметить, что большую часть выплат устройств сжигания формируют именно очистные выплаты.

Некоторые из газообразных эмиссий легко очищаемы. Например, кислотные газы можно легко собрать, используя тканевые фильтры и содержащие щелочь влажные скрубберы. Другие загрязнители, как диоксины, металлы и NO_x, требуют более сложных очистных устройств, такие как электростатические фильтры высокой эффективности и фильтры активного угля.

Дымовые газы могут содержать много токсических веществ, поэтому их нужно тщательно очистить перед тем, как вывести в атмосферу. Это самая дорогая очистная часть устройств сжигания, и за этим тщательно наблюдают контролирующие органы. От очистки дымовых газов остается сточная вода и ил, которые также требуют существенную очистку и большие затраты.

Чтобы ограничить объем загрязнения воздуха, в государствах ЕС принятые правила об образовании и действии сжигающих заводов предусматривают, что они должны быть снабжены соответствующими газоочистными системами, это:

- система матерчатых фильтров или электростатические приемники для фильтрации пыли и частиц тяжелых металлов

- очистители газов - влажные или сухие скрубберы
- уменьшение количества ароматических углеводородов, которые надо обеспечить в технологическом процессе.

Допустимые концентрации загрязняющих веществ в выходящих газах и в сточной воде ограничены директивой среды государств ЕС.

В таблице 6.5. даны допустимые значения эмиссий в воздух от устройств сжигания, а в таблице 6.6. - в сточную воду, что определено в соответствии с директивой ЕС 94/67/ЕС о сжигании опасных отходов.

Таблица 6.5.

Допустимый предел эмиссий в воздух от устройств сжигания

Параметр	Ограничивающие эмиссии значения, мг/м ³	
Моноксид углерода, CO	50	
Пыль	10	
Общий органический углерод, ТОС	10	
Хлористый водород, HCl	10	
Фтористый водород, HF	1	
Двуокись серы, SO ₂	50	
Кадмий и его соединения, Cd	0,05	
Таллий и его соединения, Tl	0,05	
Ртуть и ее соединения	0,05	
Сурьма и ее соединения	0,5	
Мышьяк и его соединения		
Свинец и его соединения		
Хром и его соединения		
Кобальт и его соединения		
Медь и ее соединения		
Марганец и его соединения		
Никель и его соединения		
Ванадий и его соединения		
Олово и его соединения		
Диоксины		0,1 нг/м ³

Таблица 6.6.

Допустимый предел эмиссий в воду от устройств сжигания

Параметр	Ограничивающие эмиссии значения, мг/л ³	
Определенные в Директиве общие твердые остатки	20 мг/л ²	
Кадмий и его соединения, Cd	0,02 мг/л ³	0,05 мг/л ²
Таллий и его соединения, Tl		
Ртуть и ее соединения	0,01 мг/л ³	0,02 мг/л ²
Сурьма и ее соединения	5 мг/л ²	
Мышьяк и его соединения		
Свинец и его соединения		
Хром и его соединения		
Кобальт и его соединения		
Медь и ее соединения		
Марганец и его соединения		
Никель и его соединения		
Ванадий и его соединения		
Олово и его соединения		
Диоксины	0,5 мг/л	

Устройства, которые можно использовать для очистки загрязнения в процессах сжигания

Циклоны. Это часто первая составная часть очистных устройств дымовых газов. Циклоны эффективнее собирают сравнительно большие твердые частицы, напр. крошку древесины. У них простое технологическое решение и их недорого установить.

Матерчатые фильтры хорошо собирают частицы маленького размера, которые часто опасны, напр. пыль, содержащая атомы тяжелых металлов. Они относительно дороги.

Электростатические фильтры сравнительно с циклонами используются для сбора частиц маленьких размеров, и они обычно используются для очистки дымовых газов. Они довольно дорогие.

Скрубберы Вентури собирают очень маленькие (меньше микрона) твердые частицы дымовых газов. Скрубберы Вентури особенно годны, когда одновременно дымовые газы нужно очистить как от твердых частиц, так и от кислотных газов.

Газовые скрубберы используют для нейтрализации имеющиеся в дымовых газах кислотных веществ, такие как хлористый водород и сероводород.

Для уменьшения токсических эмиссий от устройств сжигания очень эффективны превентивные, или заранее защищающие подходы. Например, для уменьшения тяжелых металлов в дымовых газах самый эффективный метод - отделить из отходов такие предметы, как батарейки (бытовые) и краски.

6.6. Возвращение энергии

Если в устройстве сгорания от отходов возвращают энергию, тогда можно получить дополнительные доходы от производства электричества и тепла, таким образом, уменьшая расходы на процессы сжигания отходов. При росте затрат ископаемого топлива, всегда повышается интерес к возвращению энергии в процессах сжигания отходов. В процессе горения в основном энергию содержат дымовые газы. С помощью теплообменника она превращается в пар в паровом котле. Пар можно использовать для теплоснабжения или отвести на газовую турбину, которая генерирует электричество.

Метод сжигание отходов с возвращением энергии зависит от следующих критериев (Rand, Naukohl et al. 2000):

- Хорошо функционирующая система обработки отходов действуют уже несколько лет;
- Твердые отходы захоронены на контролируемых полигонах;
- Объем доставки отходов стабилен и по крайней мере 200 000 т/год;
- Теплотворность отходов определена и по крайней мере 7 МДж/кг;
- Есть стабильный спрос на генерированную энергию (для тепла или электричества);
- Плата за обработку отходов адекватна и неизменна несколько лет подряд;
- В политике и в планировании защиты окружающей среды существенного изменения не предусмотрено на долгий срок (напр., на следующие 10-15 лет).

Технология использования отходов как топливного материала

Эта технология определяет, что для отходов необходима тщательная первичная обработка, которая включает отсортировывание влажных фракций, инертных материалов и т.д., чтобы добыть сырье с высокой теплоемкостью.

В отдельных государствах существуют национальные инициативы (напр., в Германии, в Финляндии, в Италии, в Голландии), как уменьшить влияние устройств сжигания на среду, и поэтому проводится использование топлива отходов в других промышленных процессах, например, в цементном производстве, напр. в Швеции и в Великобритании (таблица 6.7.). Большая часть из них – процессы совместного сжигания, в которых кроме отходов используют также другие виды топлива. Однако у совместного сжигания свои условия - оно подчиняется директиве о предотвращении Интегрированного загрязнения и контроля, и для него необходимы разрешения. Часто разрешения указывают минимальные параметры качества, какие нужно соблюдать, если использовать отходы как топливо.

Таблица 6.7.

Виды вторичного топлива в Европе

Использование топлива: 1 - производство цемента 2 - производство энергии; 3 - другие промышленные процессы									
Отходы/Государство	AT	BE	DK	FI	FR	DE	NL	SE	UK
Шины	1	1		1	1	1		(1)	1
Растворители	1	1			1	1	1,2	1	1
Пластмасса	1	1	1			1,3	1	1	(1)
Автоизлишки		1	2						
Бумага/картон	1	1	1,3			1	1		1,2
Отходы животных	1,2	1,2	2		1		1,2		(2)
Отработанные масла	1	1	(2)		1	1			1,2
Опилки	3	1				3			
Дерево	2		1		2	1	2	2	2
Ил процессов производства бумаги	1,3					3	1,2		
Ил сточных вод		1(2)	1			(2)	1,2		1
Солома	3								(2)
Текстиль		1	1			1			
Другое	2,3		2,3		2	1,2,3	1,2		1

Источник: (ЕС 2003), стр.: 43.

Главные параметры топлива - теплоемкость, влажность, содержание пепла, хлора и серы. Качество топлива из отходов, пришедших из разных источников в Финляндии, дано в таблице 6.8.

Таблица 6.8.

Качество топлива из отходов, пришедших из разных источников, в Финляндии

Источник отходов	Теплоемкость, (МДж/кг)	Содержание пепла (% _w)	Содержание хлора (% _w)	Содержание серы (% _w)	Количество влажности (% _w)
Домашние хозяйства	13-16	5–10	0.3–1	0.1–0.2	25–35
Коммерческие организации	16-20	5-7	<0.1-0.2	<0.1	10-20
Индустриальные отходы	18-21	10-15	0.2-1		3-10
Отходы демонтажа и сноса	14-15	1-5	<0.1	<0.1	15-25

Источник: (ЕС 2003), стр.: 51.

Сжигание отходов с возвращением энергии в Швеции

В 2003 году Швеция сожгла примерно 3,1 мегатонн твердых отходов, из которых бытовые отходы сформировали 1,9 мегатонн (210 кг на жителя) и промышленные 1,2 мегатонн, или соответственно 60% и 40%. Сжигание генерировало 8,6 ТВтч теплоэнергии и 0,7 ТВтч электричества. 95% теплоэнергии были использованы для центрального отопления, удовлетворив примерно 15% от общего запроса центрального отопления.

В Швеции мощности сжигания росли одновременно с приростом количества отходов (таблица 6.9.).

Таблица 6.9.

Изменения в количестве сожженных отходов и возвращенной энергии в Швеции, исходя из баз данных 1999 года

	1999	2000	2001	2002	2003
Общее количество отходов	2 141 130 т	+10%	+15%	+30%	+46%
Бытовые	1 439 550 т	+1%	+4%	+16%	+32%
Промышленные	701 580 т	+27%	+36%	+59%	+77%
Возвращенная энергия, всего	6.44 ТВтч	+11%	+26%	+34%	+44%
Тепло	6.16 ТВтч	+12%	+26%	+30%	+40%
Электричество	2.75 ТВтч	-11%	+18%	+124%	+149%

Источник: RVF - Svenska Renhållningsverksföreningen, www.rvf.se

В середине 80 годов общественность была озабочена эмиссиями диоксинов. В результате устройства сжигания отходов в Швеции уменьшили свои эмиссии диоксинов на 98%, а также другие эмиссии на 90-95%, в т.ч. хлористый водород, свинец, ртуть, кадмий и твердые частицы. Низкие уровни вредных эмиссий обуславливают также то, что из потока сжигаемых отходов отсортировывают ненужные фракции, например, батарейки.

6.7. Затраты сжигания

В переработке органических отходов широко используются термические процессы. При высоких температурах в кислородной или бескислородной среде происходит полное или частичное разделение органических веществ. Сжигание отходов наиболее часто использованный и самый старый вид термической переработки, когда при достаточно высокой температуре, которая превышает температуру воспламенения вещества, дополнительно подводя воздух (кислород), обеспечено разделение органических молекул и дальнейшее окисление появившихся атомов углерода (С) и водорода (Н), а также серы (S). В ходе этой реакции выделяется дополнительная энергия, которую дальше можно использовать как источник тепла или для добычи электричества.

Цель сжигания отходов - уменьшить количество отходов, стабилизировать потоки отходов и вернуть энергию.

Сжигание твердых отходов в среднем стоит в 5-10 раз дороже, чем их захоронение на полигоне. В 2000 году затраты на сжигание колебались от 25 €/тонну в Испании до 160 €/тонну в Германии. В Европе средние выплаты - примерно 75 €/тонну. В 1990 годы расходы сжигания повысились на 50%, главным образом это было связано с более строгим определением стандартов эмиссий.

Выплаты сжигания очень зависят от теплотворности отходов и мощности устройств (чем больше мощности, тем меньше выплат, см. рис.6.6.). В Европе мощности устройств сжигания в среднем -200 000 -330 000 тонн в год.

В среднем новый сжигающий завод стоит около 100 миллионов евро. Расходы одной единицы - €40-80 за тонну. В имеющиеся сжигающие устройства часто надо вкладывать дополнительные средства для лучшего контроля эмиссий. Часть этих выплат образует плата за разрешения, проверки и контроль.

Составные части выплат устройств для сжигания

Первоначальная инфраструктура:

- подготовка процедур для разрешений и инспекций
- разработка технических правил
- лабораторная подготовка для проведения контроля эмиссий

Затраты на активность:

- годовые затраты на активность
- оплата труда, обучение работников
- выдача разрешений
- контроль

*Источник: "Handbook on the Implementation of EC Environmental Legislation", стр. 50.
URL: <http://europa.eu.int/comm/environment/enlarg/handbook/waste.pdf>*

Устройства для сжигания отходов могут получить доходы, если генерируют и продают тепло или электричество. В Швеции, например, устройства сжигания с генерацией тепла могут работать с 85% эффективностью, с генерацией тепла и электричества - 63% эффективностью и при производстве только электричества с 22%

эффективностью. Со средними ценами энергии 0.03 €/кВтч за электричество и 0.02 €/кВтч за тепло, калькуляция выплат и выигрыша показана в таблице 6.10.

Таблица 6.10.

Средние доходы и расходы для устройств сжигания в Швеции с разными мощностями

Мощность (тонны/год):	40 000		300 000	
Эффективность (МВт):	15		114	
Продукты:	Тепло	Электричество и тепло	Тепло	Электричество и тепло
Общие выплаты, €/тонна	71.4	113.2	38.5	59.1
Общие выплаты за энергию, €/тонна	68.9	127.4	68.9	76.2
Доходы нетто, €/тонна	-2.6	14.2	30.4	17.1

Источник:

Расходы сжигания в зависимости от мощности устройств сжигания представлено на рис. 6.6.

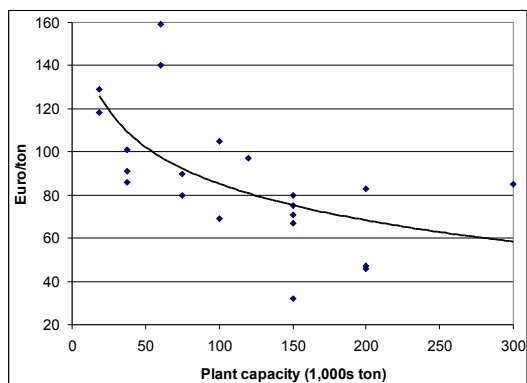


Рис. 6.6. Расходы (€/тонна) сжигания в зависимости от мощности устройств сжигания
Источник: . Замечание: разные разрешения, инспекции, захоронения отходов и выплаты очищающих технологий очень отличаются в разных государствах.

7. ЗАХОРОНЕНИЕ ОТХОДОВ

Захоронением называют захоронение отходов в специально спроектированных, поддерживаемых и контролируемых местах захоронения отходов. Это отличается от захоронения отходов на свалке. По иерархии отходов с точки зрения среды, захоронение - последний приоритет из всех методов обработки отходов. Однако, оно является также одной из самых дешевых возможностей и вместе с тем широко используемой. В конце 90 -ых годов в Западной Европе захоронили примерно 57% бытовых отходов, в Центральной и Восточной Европе - около 87%.

7.1. Требования к захоронению отходов

Европейская Комиссия приняла Директиву о захоронении отходов на полигонах, цель которой - уменьшить влияние захоронения отходов на среду, выдвигая строгие правила и технические условия для захоронения отходов. Директива делает давление на производителей отходов и управляющих полигонами, чтобы сформировать альтернативы для захоронения.

Главные условия директивы:

- существенно уменьшить количество захороняемых биологически разделяющихся бытовых отходов;
- обработать отходы до их захоронения;
- у всех полигонов и свалок должен быть план действий с целью обеспечить требования законодательства (ЕЕА 2003: 161).

Вид действующего полигона с изоляцией основы представлен на рис. 7.1.



Рис. 7.1. Панорамный вид действующего полигона с изоляцией основы. Слева направо: ячейка наполнения отходов, закрытая ячейка и пруды сбора инфильтрата. (NSR Helsingborg, Швеция).

7.2. Технологии предварительной обработки отходов

Механически биологическая обработка (МБО) prepares unsorted municipal waste for landfill, in the first order, mechanically removing fractions of non-biological waste (metals, paper, glass, ceramics, etc.), and secondly, biologically processing the remaining. Thus, the volume of landfilled waste and its properties can be reduced.

Processing of unsorted waste before landfilling is done on a landfill, using mechanical sorting lines, which initially separate heavy and light waste fractions (Fig. 7.2).



Рис. 7.2. Технологическое устройство первичной обработки захороняемых отходов (фирма REDOX)

The light fraction of waste, primarily paper and plastic, is separated in a separator and sent for compression and further use for energy production. The heaviest fraction, consisting of organic matter and impurities, is further processed using closed or open composting technologies, reducing the organic mass in the landfilled waste.

7.3. Образование и менеджмент полигонов

Проектирование и действие полигонов

For a landfill, a suitable location should be chosen that reduces the risk of environmental contamination and minimizes costs. Ideal conditions include low permeability soil, low groundwater levels, and distance from surface water and populated areas. Wind direction should also be considered to prevent odors.

To ensure the landfill's profitability, it is necessary to accept a minimum of 300 tons of waste per day, ensuring full utilization of bulldozers and loaders (Cointreau, 2005).

Строительному проекту полигона и условиям его менеджмента нужно обеспечить строгие технические и эксплуатационные требования, цель которых, по возможности, предотвратить или уменьшить возможное вредное влияние на среду, особенно загрязнения вод, грунтовых вод, земли и воздуха, а также влияние на глобальную окружающую среду, в том числе эффект теплицы, а также конечный результат - угрозы, созданной отходами, для человеческого здоровья, в цикле действия всего полигона. Время активного действия для строящегося полигона предусмотрено более 20 лет.

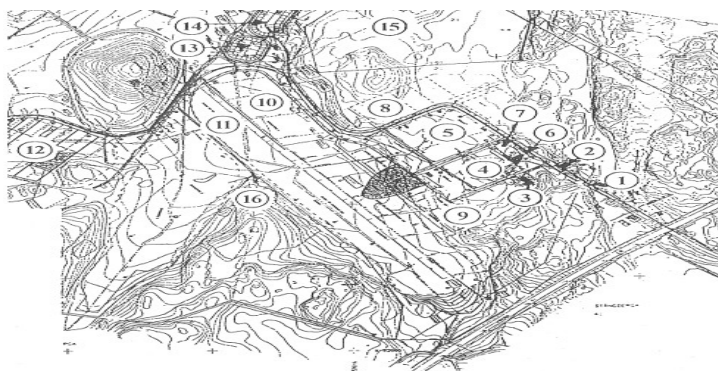
Учитывая то, что действие полигона предусмотрено на долгое время, для того, чтобы сэкономить средства, полигоны формируют как комплексный объект, который состоит из нескольких отдельных отделений для захоронения бытовых отходов, которые предусмотрены только для захоронения неопасных бытовых отходов, и которые создаются и эксплуатируются постепенно (с циклом 5-7 лет). Такое постепенное образование 3-4 отдельных отделений существенно уменьшает первоначальные затраты объекта. Используя такую систему, каждое предыдущее отделение постепенно наполняется, одновременно продолжается постройка следующего отделения. После наполнения отделение закрыто и частично прикрыто, продолжая захоронение отходов в прилегающем следующем отделении. Образование отделений и наполнение выполняют так, чтобы в конце их можно было бы объединить и прикрыть, как единую территорию захоронения.

На территории полигона дополнительно создана площадь с изолирующим покрытием и сбором сточных вод для компостирования биологически разлагаемых отходов, а также зона сохранения и обработки сортированных отходов и инертных отходов строительства.

В комплекс полигона соответствующего условиям защиты окружающей среды, без мест захоронения отходов отдельных видов входит также:

- система поделенного сбора и очистки инфильтрата, канализации и осадков;
- система отвода и использования полигонных газов;
- необходимые для эксплуатации полигона здания и палатки (мастерские, гаражи);
- система получения питьевой воды и коммуникаций;
- электрические сети и станция трансформации;

Схема образования полигона с ее отдельными элементами дана на рис. 7.3.



1	Въезд	7	Загрязненная нефтяными продуктами почва	13	Бассейн накопления сточной воды
2	Зона весов	8	Планируемая зона захоронения	14	Бассейн аэрации
3	Мастерская/Гараж	9	Герметизированные ячейки для компостирования	15	Поле стока очищенной воды
4	Зона сортировки	10	Аэрированные кучи компоста	16	Предусматриваемая для использования полигоном площадь
5	Резервная площадь	11	Место хранения крупногабаритных отходов		
6	Автомойка	12	Хранение опасных отходов		

Рис. 7.3. Схема образования комплексного полигона

Важно соблюдение требований обыденной обработки полигона. Транспорт отходов, а также действие техники обработки полигона (бульдозер, трактор) не должен создавать вне территории полигона уровень шумов, который выше допустимого (~55 децибел). Непосредственное попадание неприкрытых отходов вне территории полигона исключает ограждение территории полигона. Асфальтирование административной территории, регулярный полив и уборка внутренних дорог, уменьшает на территории свалки количество пыли, обеспечивая уменьшение количества микроорганизмов до неконстатируемого уровня на территории вне зоны площади захоронения 150 м.

Для обеспечения контроля за загрязнением почвы и грунтовых вод на территории полигона и по ее периметру нужно создать систему мониторинга за загрязнением грунтовых вод. Регулярно нужно выполнять контроль за загрязнением воздуха, вырабатывая систему его мониторинга.

Чтобы обеспечить контролируемый вход или въезд на территорию полигона, а также исключить унос легких отходов за территорию полигона, полигон должен быть окружен, по крайней мере, 2- метровым высоким забором. Все входы на полигон должны быть ограничены воротами или барьерами, которые вне времени действия полигона закрыты.



Рис. 7.4. Станция взвешивания у ворот полигона (NSR Helsingborg, Швеция).

Количество отходов взвешивают и визуально проверяют входящий транспорт. Плату за отходы начисляют по весу. Позже это может проверить персонал полигона или при инспекции автомашины на особой станции. Грузы отходов, которые не ясны по их составу или содержат взаимно отделенные отходы разного вида, а также из-за другой причины, по которой они не могут быть направлены на соответствующий участок, выгружаются и контролируются в обрабатывающей зоне отходов. В обрабатывающей зоне отходов размещены необходимые технологические устройства. Зона должна быть обеспечена отдельной системой канализации, из которой вода далее отводится в систему очистки или накопления. Покрытие основы должно быть сформировано из водонепроницаемого и химически устойчивого гидротехнического асфальтобетона или бетонного покрытия, или под асфальтобетонным или бетонным покрытием должно быть устроено противодиффузионное покрытие, гарантированная длительность служения которого не меньше 50 лет. В обоих случаях нужно обеспечить коэффициент фильтрации основы не больше 10^{-9} м/с.

Строительство полигона

Место строительства полигона выбирают, учитывая:

- расстояние от населенных мест, объектов туризма, мест, которые используются для отдыха и здравоохранения, а также от водоемов, водотоков и используемых в сельском хозяйстве земель;
- ограничения в защитных полосах всех видов на возможном месте строительства полигона;
- геологические и гидрогеологические условия на возможном месте строительства полигона;
- вероятности затопления, осадков, оползней или обвалов возможного места строительства полигона;
- имеющиеся на возможном месте строительства полигона особенно защищаемые территории природы или памятники культуры и истории;

- направление prevailing winds по отношению к населенным местам, к объектам туризма и местам, которые используются для отдыха и здравоохранения;
- размещение объектов повышенной опасности и их возможное нежелательное влияние на полигон.

Полигоны запрещено строить:

- в местах, в которых это запрещено в соответствии с нормативными актами о защитных полосах или особенно защищаемых территориях природы;
- на территориях, на которых во все время эксплуатации полигона нельзя обеспечить максимальный уровень грунтовых вод меньше одного метра от основания полигона;
- в зонах активного карста.

Зона захоронения отходов

Зона захоронения отходов предусмотрена для длительного захоронения отходов. Зона состоит из одного или нескольких отделений для захоронения отходов, в которых бытовые отходы выгружают, уплотняют и регулярно покрывают слоем грунта.

Чтобы предотвратить загрязнения окружающей среды во время действия полигона и после его закрытия, в отделениях захоронения бытовых отходов оборудуют защитные инженерные сооружения:

- система восприятия и отвода осадков;
- естественное или специально построенное противофильтрационное покрытие;
- система восприятия и отвода инфильтрата;
- система сбора и отвода газов, и т.д..

Постройку хранилища отходов нужно выполнить с таким расчетом, чтобы при осадке основания из-за веса захороняемых отходов, отходы были бы выше самого высокого ожидаемого уровня грунтовых вод. Внутренняя сторона (у основы и краев боков) отделения захоронения отходов должна быть выстеленной противофильтрационным слоем, который сформирован из глины или полимерного материала и химически устойчив к воздействию минеральных солей, кислот, а также к воздействию употребляемых в быту органических растворителей. Время гарантированного служения противофильтрационного экрана должно быть не меньше 100 лет. Его проницаемость - не больше 10⁻⁹ м/сек.. Практически такой коэффициент проницаемости можно обеспечить только со специально обработанным, уплотненным слоем глины, или HDPE пленкой, толщина которой > 1,5 мм. Материал изоляции от повреждений, вызванных нагрузкой, нужно защитить соответствующими приемами. Формируя расстил основы и боков, нужно использовать только специально предусмотренные (сертифицированные) для этого материалы. Формируя изоляцию, нужно учитывать то, что хранилища могут садиться и деформироваться; во время использования это нужно контролировать (напр., по изменениям в районе дренажных труб). Образованию основы надо обеспечить 2% наклон и после интенсивной осадки массы отходов.

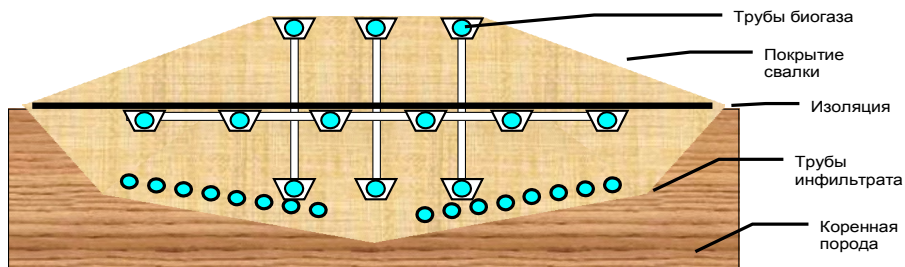


Рис. 7.5. Поперечный разрез свалки с трубами для сбора инфильтрата

Изолирующий слой

Чтобы можно было собрать инфильтрат, ячейки полигона проектируют с определенным наклоном ($2-3^{\circ}$), с возможностью поместить вертикальные трубы, которые тянутся от поверхности вплоть до основы слоя отходов. Количество инфильтрата зависит от свойств поверхности полигона, количества отходов и количества осадков. Гидрологическое давление, которое со временем образуется на изолирующем слое основы, может деформировать или порвать изоляцию. Собирая инфильтрат, имеется меньший риск испортить изоляцию, и таким образом не допустить всасывание инфильтрата в землю. Чистый песок, гравий, сеть пластмассовых труб используются для отведения инфильтрата в трубы.

Чтобы уберечь изоляцию от повреждения, дополнительно накладываются другие слои из мягкого, пористого материала. После закрытия полигона часто слой отходов сверху покрывают изолирующим слоем, чтобы не допустить появление инфильтрата после закрытия полигона. Предложены разные материалы для изоляции и их виды настила. Их выбор зависит от местных условий, таких, как качество отходов, почвенные условия, потребности среды и т.д.. Простая изоляция может включать один или два слоя изоляции, которая состоит из спрессованного грунта или глины и синтетической пленки с или без труб сбора инфильтрата. Схемы более сложной изоляции включают сложные синтетические материалы (рис. 7.6.).



Рис. 7.6. Пример геосети (Tendax Ltd., США)

Изоляцию обычно формируют из спрессованной почвы или глины и эластичной полимерной мембраны. Почву обычно дополняют известью, цементом, бетонитом, что поддерживает низкую гидравлическую проводимость и проницаемость. В наши дни современные слои геосинтетической изоляции заменяют слой спрессованной глины и

сформированы, используя геомембранный и твердый бетонит с очень низкой проницаемостью. На современных полигонах часто используются системы изоляции двух слоев, в которых как верхний, так и нижний изолирующий слой - из композитных материалов.

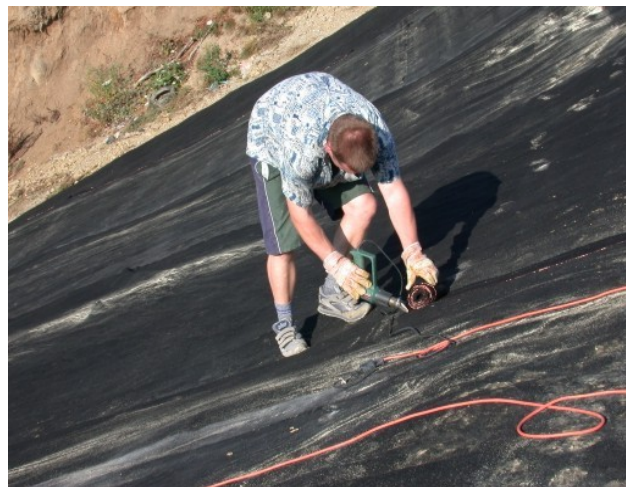
Геомембранная изоляция (рис. 7.7.) сформирована из полиэтилена высокой плотности и может быть всевозможной фактуры. Геомембрану гладкой фактуры больше всего используют в бассейнах для сбора, и их не покрывают почвой. Геомембраны с выраженной фактурой используют для образования хранилища твердых отходов, потому что их фактура помогает легко прилипнуть другим слоям и уменьшает давление на места соединений изоляционного материала. Мембраны могут быть разных цветов, например, белая уменьшает теплопоглощение и создает более прохладную среду для работника.



Источник: <http://www.sgs-geotechnik.at>

Рис. 7.7. Образование геомембраны в стадии настила

Геокомпозитные мембраны - комбинация двух слоев изоляции. Их формирует геосеть (сеть полиэтилена высокой плотности, помещенная под или над слоем геомембраны), и нетканый геотекстиль. Геотекстиль может быть помещен в одну или в другую половину геосети, чтобы предотвратить закупорки и обеспечить качественный сбор инфильтрата. Геотекстиль, который помещен над фактурированной геомембраной, работает как липучка, не позволяя изоляционному слою геокомпозита соскользнуть с косых склонов ячейки свалки.



Источник: <http://www.sgs-geotechnik.at>

Рис. 7.8. Образование герметичного места соединения мембран необходимо, чтобы инфильтрат не попал в грунтовые воды

Изоляция геосинтетической глины - синтетические листы, в которых закреплено глиняное наполнение, что является хорошим заменителем для прессованного слоя глиняного бетонита. Употребление этих листов позволяет предотвратить порчу изоляции, которая появляется, уплотняя отходы тяжелыми машинами. Их можно очень легко применить также для покрытия (после закрытия) свалки сверху.

Простые – или двойные мембранные системы изоляции



Сложные системы изоляции с композитными материалами

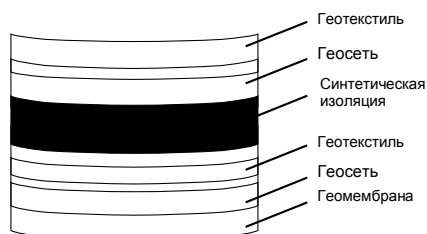


Рис. 7.9. Разные системы изоляции для обеспечения сбора инфильтрата

Ограничение в применении геомембран и геотекстиля - это факторы в основном геологического характера, а также следствие накопления биологического материала. Эти процессы нельзя предотвратить. Они являются как результатом химической реакции, имеющихся в отходах веществ, так и факторами биологической природы - размножение бактерий и других живых организмов.