

# УПРАВЛЕНИЕ ОТХОДАМИ В КРУПНОМ ТОРГОВОМ ЦЕНТРЕ

*М. Замбини, генеральный директор компании Ambiente Italia Srl*



Любой торговый центр, а тем более крупный, – это не только важная ячейка экономики, но и огромная инфраструктурно-экологическая проблема с точки зрения отходов. Однако благодаря внедрению принципов экономики замкнутого цикла и устойчивого развития каждый проект изначально предусматривает решение в числе прочего и экологических проблем. Благодаря такому подходу заказчик проекта и муниципалитет имеют выбор между различными стратегиями по сокращению образования отходов и по их переработке. Представленный в статье краткий анализ позволяет таким объектам подобрать индивидуальные стратегии по сокращению органических и пластиковых отходов или же предусмотреть станции по разделению мусора на фракции, решить в пользу получения дополнительной энергии из собственных отходов или же получать вторичные продукты на месте.

**Т**орговый центр, который планируют построить уже к 2021 г. в Милане, на территории аэропорта Линате в 25 мин от центра города, будет являться одной из самых крупных коммерческих площадок в Европе. Торговый центр будет включать в себя свыше 300 магазинов, более 50 ресторанов и многозальный (с 16 залами) кинотеатр. По предварительным оценкам, торговый центр сможет обеспечить рабочими местами около 17 тыс. человек. Одной из целей постройки данного торгового центра на территории аэропорта является привлечение туристического потока. Ввиду масштабов данного международного проекта крайне важным является вопрос обращения с отходами.

Для строящегося торгового центра итальянской международной компанией Ambiente Italia был разработан проект по комплексному обращению с отходами.

Цель проекта:

- уменьшить количество образующихся отходов, увеличить долю отходов, направляемых на переработку, и предложить технологии для дальнейшего развития инфраструктуры и стратегии обращения с отходами самого торгового центра;
- разработать стратегию управления отходами для операционных центров, исходя из амбициозных целей:
- достичь 0 % отходов, направляемых на полигон;
- обеспечить собственной прочной многоразовой посудой предприятия общественного питания;
- оборудовать технические помещения кухонь для отдельного сбора отходов;
- обеспечить обработку на месте сухих фракций вторсырья, таких как бумага, пластик (включая упаковочные пла-

стиковые пленки), стекло и смешанная упаковка;

- получать энергию из остаточных фракций отходов путем сжигания.

При этом планируется достичь доли перерабатываемых отходов 90 %.

Проект включает в себя анализ основных аспектов, которые следует учитывать при определении стратегии управления отходами в торговом центре, в частности:

- обзор основных тенденций и лучших практик в сфере обращения с отходами, применяемых на национальном и европейском уровне в секторе торговли;
- расчет количества отходов (табл. 1), образующихся в торговом центре для различных типов товаров с учетом основных потоков отходов (бумага и картон, органические отходы, пластиковая и металлическая упаковка, стекло, остаточные отходы);

Таблица 1

Количество отходов торгового центра по категориям

	Общее количество, т/год	В том числе отходы продуктового сектора, %	В том числе отходы непродуктового сектора, %
Картон	1350,3	30	70
Бумага	740	30	70
Отходы упаковки (пластик, металлы)	1099,9	60	40
Пластиковые пленки	53,7	40	60
Органические отходы	998,3	100	0
Стекло	744,9	80	20
Остаточные отходы	812,9	30	70
Итого, т	5800	3146,6	2653,4

Они обычно направляются на свалки или сжигаются.

В качестве превентивных мер по предотвращению образования отходов торговому центру были предложены такие мероприятия, как:

- минимизация пищевых отходов;
- предотвращение накопления использованных пластиковых бутылок путем установки систем подачи питьевой воды;
- установка аппаратов reverse vending для сбора бутылок и контейнеров из ПЭТФ и ПЭ за вознаграждение в виде скидок и купонов в магазинах;
- электромеханические аппараты компостирования органических отходов непосредственно в торговом центре, предположительно марок Big Hanna, Joraform, LaCompostiera и т. д., способных перерабатывать от 20 до 200 т органических отходов в год.

• предложения по оборудованию площадок торгового центра по сбору, разделению и утилизации отходов;

• обзор нормативных ссылок для рассмотрения при реализации стратегии управления отходами;

• выявление и сравнительную оценку альтернативных стратегий управления отходами;

• определение наилучшего решения по обращению с отходами в торговом центре и его подробное описание с точки зрения технических характеристик, ожидаемых затрат и нормативных требований для его внедрения и соответствия критериям Breeam (<https://www.breeam.com>).

По данным исследований, отходы, образующиеся в секторе торговли, составляют 5 % от общего объема отходов и 20 % от отходов, образующихся в сфере услуг. Объем отходов, отнесенный к торговой площади, непостоянен и варьирует в зависимости от специализации торговых объектов от 40 до 160 кг/м<sup>2</sup>. При этом в массе отходов торгового центра можно четко разграничить три основных потока:

• *органические отходы*, которые обычно утилизируют в установках анаэробного или аэробного компостирования. Такие отходы составляют около 1/3 от общего количества в зависимости от состава продаж (продовольственные или непродовольственные), местных условий на рынке, процента охлажденных продуктов, методов продаж и т. д.;

• *упаковочные отходы*, которые, как правило, отправляются на пере-

работку. Они обычно включают бумагу, картон, пластик, дерево и металлы;

• *другие фракции, аналогичные ТКО*: например, остаточные коммерческие отходы, не подпадающие ни под одну предыдущую категорию.

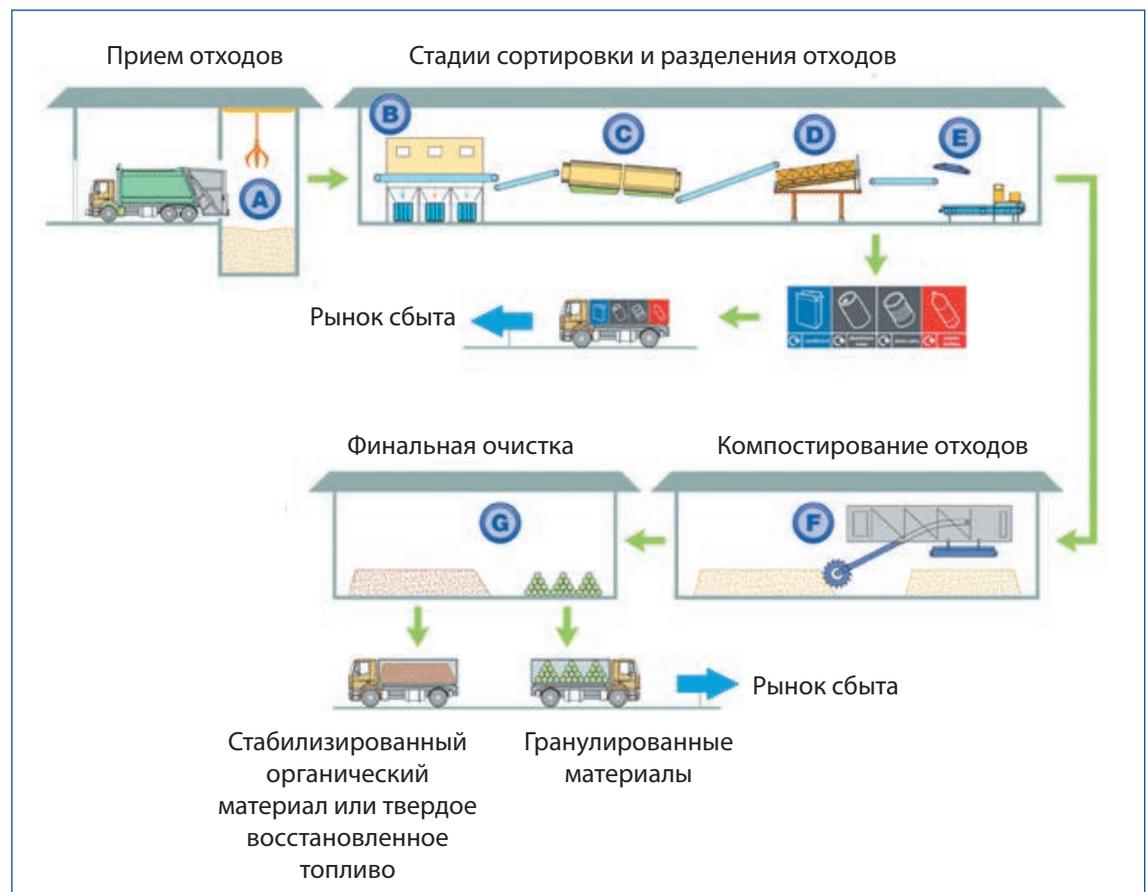


Рис. 1. Схема предприятия по переработке отходов во вторичное сырье и топливо.

А – смешанные ТКО в бункере; В – предварительная ручная сортировка отходов; С – барабанные грохоты для разделения отходов по размерам; D – баллистический сепаратор; Е – другие операции по разделению фракций; F – ковшое колесо; G – механическое разделение конечной продукции (барабанное сито)

## МИНИМИЗАЦИЯ ПИЩЕВЫХ ОТХОДОВ

В секторе коммерческих продаж образование пищевых отходов связано с такими факторами, как порча продуктов во время транспортировки, трудности расчета точного потребительского спроса, сезонные колебания в поставках свежих продуктов, слишком большие порции в ресторанах, поломки в системах охлаждения, изъятие товаров с истекающим сроком годности.

Рекомендовано проводить следующие мероприятия по сокращению количества пищевых отходов:

- оптимизация бизнес-процессов, внедрение конкретных мер по снижению порчи и поиск путей реализации продуктов нетоварного вида;
- скидки на продукты нетоварного вида;
- принятие конкретных мер по реализации продуктов с истекающим сроком действия (скидки, пожертвование благотворительным организациям) в соответствии с требованиями о безопасности пищевых продуктов;
- помощь в организации сетей перераспределения пищевых излишков;
- ресторанам общественного питания – контролировать расход ингредиентов при приготовлении пищи, сокращать порции или предоставлять клиентам пакеты/контейнеры для несъеденных остатков, которые можно взять домой;
- оптимизация системы логистики поставок в зависимости от потребительского спроса;
- корректировка размера упаковки, увеличение продажи сыпучих продуктов питания на развес в емкости потребителей по привлекательным ценам.

## ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ НАКОПЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ПЛАСТИКОВЫХ БУТЫЛОК

Проектом предусмотрена установка питьевых фонтанчиков с газированной/негазированной водой в стратегически важных местах торгового центра, например на парковках. Питание таких систем водопотребления осуществля-

ется из водопроводной сети с прохождением процесса фильтрации, ультрафиолетовой дезинфекции, добавления углекислого газа (для газированной воды). Существуют готовые системы подачи питьевой воды расходом 150–500 л/час или по установленной программе.

## ОБРАБОТКА ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ

В качестве мер по минимизации количества отходов, направляемых на полигон, проектом рекомендовано предусмотреть систему механико-биологической переработки вторичных материалов (МВТ), хвосты после которой подвергаются сжиганию или размещению. Такая схема (рис. 1) хорошо подходит и для смешанных ТКО, и для отходов упаковки, и для органических (пищевых) отходов.

Переработка отходов по схеме МВТ состоит из следующих стадий.

**Фаза I.** Раздельный сбор. Фундаментально важный этап, позволяющий заранее выделить органические и перерабатываемые фракции из общей массы отходов (рис. 2). Оставшиеся смешанные отходы поступают в фазу II обработки, органическая фракция – в фазу III.

**Фаза II.** Сбор вторичных материалов. Посредством механической и ручной сортировки выделяются

бумага, пластики ПЭТФ и ПЭ, металлы и картон.

**Фаза III.** Представляет собой процесс биологической стабилизации, напоминающий аэробное компостирование. Продуктами данной фазы являются стабилизированная органическая фракция, обычно используемая в качестве материала для рекультивации полигонов ТКО.

**Фаза IV.** Размещение остаточных отходов на полигоне или сжигание.

Если отдельно говорить об упаковочных материалах, то во многих странах Европы, как и в Италии, упаковочные материалы различной природы (пластиковая упаковка, контейнеры из тетрапака, упаковка из алюминия и стали, даже отходы бумаги и картона) зачастую собираются совместно в единый поток для упрощения задач по сбору отходов в домохозяйствах и сокращения расходов на услуги по сбору отходов. Для дальнейшего их разделения на отдельные вторичные материалы используются самые разнообразные технологии (оптические и инфракрасные сепараторы, системы на основе ультразвука или камеры VIS, магнитные и баллистические сепараторы и т. д.), что позволяет создавать мощности по сортировке различной технико-технологической конфигурации (табл. 2).

По имеющимся данным о сырьевом составе ТКО, количество пла-

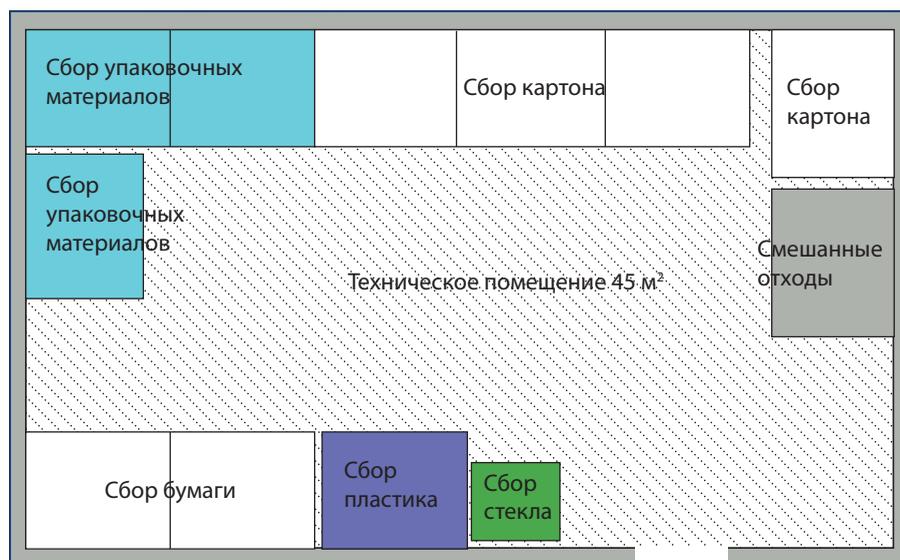


Рис. 2. Пример оборудования одного из помещений торгового центра для раздельного сбора отходов, кроме пищевых фракций (для них выделены отдельные помещения). Все контейнеры – объемом 1100 л, контейнер для сбора стекла – 240 л

Таблица 2

Варианты применения различных технологий разделения отходов

Конечный вторичный продукт	Технология разделения	Эффективность извлечения, %
Крупная упаковка (цистерны, жестяные банки)	Ручная	–
Железосодержащие материалы	Магнитный сепаратор	До 95
Нежелезосодержащие материалы (алюминий)	Вихретоковый сепаратор	60–90 (обычно 80)
Коробки из-под напитков	Оптические и инфракрасные сепараторы	До 90
Полимерные пленки > A4	Воздушные, оптические и инфракрасные сепараторы	До 70
Высокоплотные полимеры (PE, PP, PS, PET)	Оптические и инфракрасные сепараторы	70–90
Смешанные пластики	Оптические и инфракрасные сепараторы	До 85

стика в их общей массе варьирует между 8 и 12 % по весу, причем пластиковые бутылки составляют 2,4 %, прочие упаковки, включая пленки и мешки, – 5,2 %, а оставшиеся 1,4 % представлены пластмассовыми фракциями неупаковочного характера. Тогда как бутылки и иные емкости, изготовленные из различных пластиков, могут быть разделены самым эффективным образом, оставшая часть потока отходов (около 6,6 % от общего объема) в значительной степени остается в категории остаточных отходов и направляется на свалку или на сжигание.

Основная проблема в производстве качественных вторичных пластиков, будь то гранулы или хлопья, состоит в том, что многие виды пластика несмешиваемы на молекулярном уровне и должны быть переработаны при различных условиях. Кроме того, когда пластик загрязнен, его переработка становится очень сложной. Чтобы гарантировать высокую эффективность переработки, смешанный пластик должен быть максимально разделен по типам полимеров. Конечное назначение разделенного на группы пластика зависит от того, каким образом он был собран:

- полимерная упаковка из номатериалов, собранная отдельно от других упаковочных материалов, обычно отправляется непосредственно на завод по переработке вторичных пластмасс;

- пакеты, содержащие смеси упаковочных материалов разного состава, как правило, сначала обрабатываются на сортировочных станциях, где входящий поток разделяется на несколько фракций коммерческих отходов.

Отобранные фракции в обоих случаях будут направлены на переработку с целью получения сырья (гранулы, хлопья) для производства новых пластиковых изделий. Основные перерабатываемые материалы и получаемая продукция приведены в табл. 3.

Процесс восстановления качественных переработанных материалов из смешанного потока пластиковых отходов включает в себя следующие этапы:

- отделение гибкой пластиковой упаковки от жесткого пластика по

средством воздушных или баллистических сепараторов с последующим ручным этапом контроля качества;

- отделение пластиковых бутылок от потока твердых пластмасс и их последующее разделение по типу полимера и по цвету с помощью оптических систем;

- переработка пластиковых пленок и остаточных твердых пластмасс (два отдельных потока) в хлопья посредством соответствующих грануляторов;

- промывка пластиковых хлопьев с использованием сухих и влажных систем трения;

- разделение пластмассовых хлопьев по типу полимера и по цвету с помощью оптических сортировщиков или технологий денситометрического разделения;

- экструзия хлопьев материала в гранулы.

ПЕРЕРАБОТКА ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ

*Компостирование* – естественный процесс, в котором микроорганизмы и грибы разлагают органическое вещество в аэробных условиях, превращая его в богатое гумусом удобрение, известное как компост. Это экзотермический процесс, протекающий в термофильных условиях (50–65 °С) и в течение достаточного времени, чтобы уничтожить вредные микроорганизмы и стабилизировать компост. Компост находит применение в сельском хозяйстве, поскольку улучшает состав и структуру почвы.

Таблица 3

Направления использования вторичных полимеров

Тип полимера	Изделия
ПЭВП (полиэтилен высокой плотности)	Пакеты для мусора, сумки-шоперы, сельскохозяйственные укрывные материалы (пленки), конструкционные материалы, трубы, пищевые пленки, гибкие упаковки
ПЭНП (полиэтилен низкой плотности)	Трубопроводы, в том числе канализационные, палеты, коробки, цистерны, бутылки для бытовой химии, конструкционные изделия, пищевая упаковка, игрушки, изоляция кабелей
ПП (полипропилен)	Трубы, палеты, коробки, цистерны, фурнитура, детали автомобилей, пищевая упаковка, ящики и волокна
ПС (полистирол)	Вешалки для одежды
ПВХ (поливинилхлорид)	Канализационные трубы, оконные рамы, конструкционные изделия, настенные/напольные покрытия, упаковка для медицинских изделий, отделка салонов автомобилей, бутылки
ПЭТФ (полиэтилентерефталат)	Бутылки, полимерные полотна, ремни безопасности, пищевая и непившая упаковка, волокна и пленки



Существует два основных типа компостирования:

- компостирование в буртах производится путем размещения органических отходов в длинных валях, которые необходимо регулярно ворошить, чтобы гомогенизировать температуру и улучшить содержание кислорода и пористость. Такая система может реализовываться на открытом воздухе, что создает опасность формирования неприятных запахов и неконтролируемых выбросов парниковых газов, таких как биометан. Но такое компостирование может осуществляться и в закрытых условиях, позволяющих лучше контролировать запахи и выбросы;

- компостирование в биореакторах производится в контейнерах или в закрытых биореакторах, куда подается поток воздуха и температура в которых контролируется. Выбросы, образующиеся во время процесса, отводятся на очистку с использованием биофильтра.

*Анаэробное сбраживание* – биохимический процесс, который может преобразовывать почти все виды биомассы (включая влажные материалы, такие как помет и навоз) в биогаз. Процесс анаэробного сбраживания состоит из четырех этапов (гидролиз, ацидогенез, ацетогенез, метаногенез), где микроорганизмы последовательно превращают различные сложные органические субстраты в биогаз, состоящий из биометана  $CH_4$  (50–70 %), углекислого газа  $CO_2$  (30–50 %) и незначительного количества сероводорода  $H_2S$  и водяного пара.

Есть много типов анаэробных сбраживателей (анаэробных реакторов), которые различаются:

- по общему содержанию твердых веществ: влажные дигесторы работают с биомассой, содержащей менее 15 % твердых веществ от общего количества вещества в реакторе, в то время как сухие дигесторы работают примерно с 25–30 % твердых веществ от общего количества;

- по рабочей температуре: термофильные сбраживатели функционируют при 50–65 °С, мезофильные – при 35–40 °С;

- по количеству используемых реакторов: двухступенчатые сбраживатели реализуют процесс в двух реакторах: кислотная фаза (производство органических кислот) и метановая фаза (производство метана), что позволяет оптимизировать наилучшим образом условия работы на каждом этапе; однофазные же сбраживатели состоят только из одного реактора, в котором происходят все реакции в рабочих условиях, подходящих для всех этапов процесса анаэробного сбраживания;

- по методу питания реактора: наиболее распространенными сбраживателями являются непрерывные, на которых установлены механические или гидравлические устройства для перемешивания биомассы и непрерывного извлечения излишка объема при непрерывном добавлении органического материала. Другой тип функционирования – переменный, который проще в работе, но имеет ряд недостатков, таких как выделение неприятных запахов и наличие проблемных циклов опорожнения: как только происходит первоначальная загрузка биомассы в реактор, он закрывается, и весь процесс проходит без каких-либо устройств, способных хоть как-то влиять на процесс или изменять его.

Для повышения эффективности процесса утилизации органических отходов в случае выбора процесса анаэробного сбраживания рекомендованы системы, функционирующие на нескольких типах органических отходов. Произведенный биогаз может использоваться для генерации тепла и электроэнер-

гии или для производства газа, схожего с природным, который может быть использован в качестве топлива для автотранспортных средств.

Какой из двух процессов биологической обработки – аэробное компостирование или анаэробное сбраживание – лучше всего подходит для органических отходов коммерческого сектора?

Наиболее важным аспектом для выбора технологии является тип материала. Отходы растительного происхождения (обрезки кустов и т. д.) обычно не слишком подходят для анаэробного процесса. Они имеют низкие уровни образования биогаза, поскольку лигниноцеллюлозные материалы обычно устойчивы к процессу сбраживания. Органические же отходы коммерческого происхождения, такие как жиры, масла, отходы иных пищевых продуктов имеют гораздо более высокие уровни образования биогаза и быстрее разлагаются.

Если растительные фракции при стандартных условиях (температуре 20 °С и давлении 1 атм) способны производить около 30 м<sup>3</sup> биогаза (условно 60 % метана по объему) на 1 т загружаемого сырья, то органические отходы обычно производят 100 м<sup>3</sup> биогаза на 1 т входящего сырья.

Поскольку основную часть биоотходов супермаркетов составляют органические пищевые отходы, целесообразно отделять растительные отходы с прилегающей территории в отдельные потоки и предусмотреть интегрированное технологическое решение, состоящее из анаэробного сбраживания и компостирования. ♻️

**AMBIENTEITALIA**  
we know green

**Ambiente Italia Srl**

Адрес: Carlo Poerio, 39

20129 Milano (MI)

info@ambienteitalia.it

www.ambienteitalia.it

Тел.: +39 02.277441

Русскоязычный телефон:

+39 3286841835