

ОПТИЧЕСКАЯ СОРТИРОВКА ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ СОРТИРОВКИ ТБО

А.В. Чуняева, В.Н. Коротаев, В.Н. Григорьев

Пермский государственный технический университет

Дана общая характеристика оптической сортировки твердых бытовых отходов и приведен анализ сравнения экономических показателей ручной и автоматизированной сортировок. По результатам проведенного исследования сделан вывод об эффективности использования оптической сортировки. Данный способ сортировки ТБО является экономически выгодным благодаря большой производительности и чистоте отбираемого вторичного сырья.

Объемы твердых бытовых отходов (ТБО) с каждым годом увеличиваются, особенно в крупных городах, а проблема их утилизации становится все более острой.

В настоящее время используют следующие способы утилизации ТБО: полигонное захоронение, биотермическое компостирование, механико-биологическую обработку, сжигание, и пиролиз. Основным способом утилизации ТБО в России является полигонное захоронение, в результате которого отходы разлагаются и служат источником загрязнения окружающей среды токсичными элементами и соединениями.

Кроме того, безвозвратно теряются природные ресурсы и прибыль, которую может дать правильно налаженная комплексная переработка ТБО. По своему составу ТБО фактически могут быть разделены на 3 категории:

1. Вторичное сырье – этот вид ТБО может быть переработан в полезную продукцию с получением прибыли, или, как минимум, с компенсацией затрат на переработку за счет реализации получаемой продукции (доля таких отходов в составе ТБО около 35 %).

2. Биоразлагаемые отходы – могут быть переработаны в полезную продукцию (компост), но прибыль от ее реализации не может компенсировать затраты на переработку (доля в составе около 35 %).

3. Неперерабатываемые отходы («хвосты») – в настоящее время либо не могут быть переработаны в полезную продукцию, либо затраты

на такую переработку слишком велики. Вопрос их утилизации и хранения требует специальных разработок в зависимости от их состава. Доля «хвостов» в составе ТБО – около 30 % [2].

В России сортировка ТБО осуществляется вручную на небольших предприятиях с производительностью 50–150 тыс.т/год. Схема линии по ручной сортировке представлена на рис. 1.

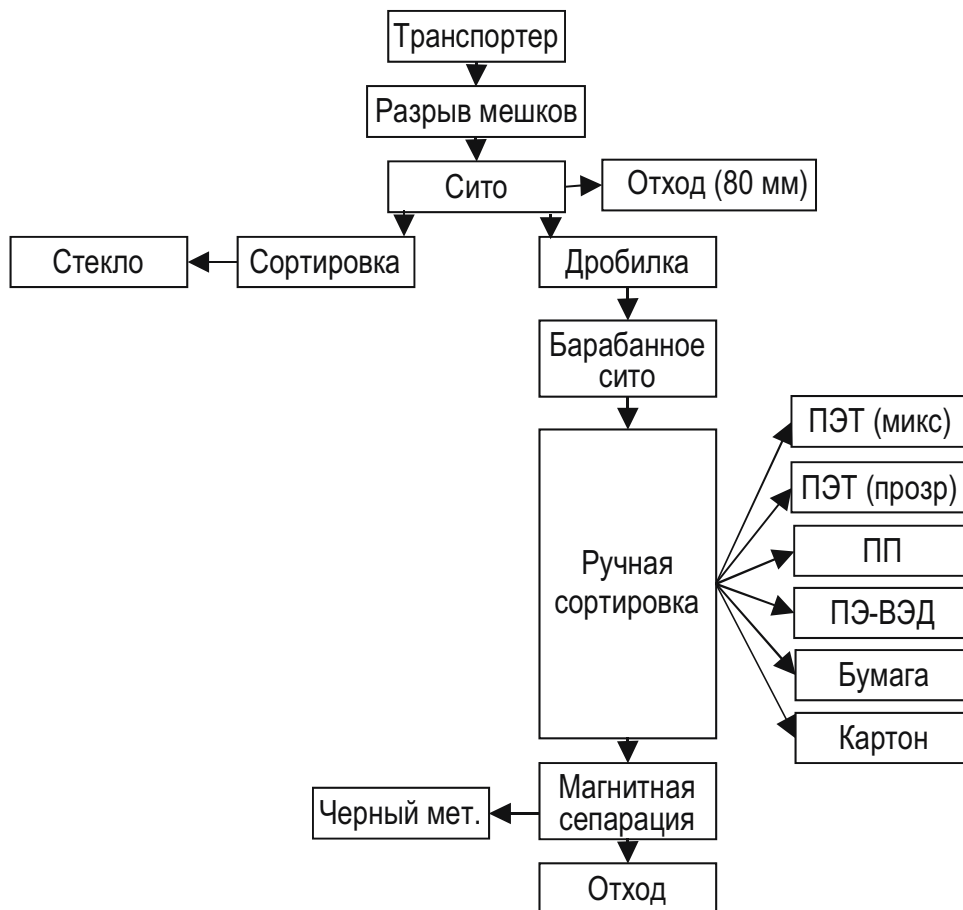


Рис.1. Схема ручной линии сортировки ТБО

Ручная сортировка характеризуется низкой эффективностью по показателям производительности, глубины и чистоты сортировки, зависимостью от человеческого фактора. Количество отобранного вторичного сырья составляет около 7–12 %, что делает данный способ сортировки неэффективным и экономически невыгодным.

Надежную селекцию составляющих фракций ТБО в настоящее время может обеспечить использование промышленных автоматизиро-

ванных систем сортировки. Автоматические сортировочные системы могут быть рассчитаны как на отделение отходов из одного материала, так и на сортировку различных компонентов, окрашенных в различные цвета [1]. Для этого используются либо рентгеновское излучение, либо инфракрасное излучение (оптическая сортировка).

Рассмотрим способ сортировки с помощью инфракрасного излучения. Действие систем инфракрасного распознавания основано на том, что каждый компонент ТБО реагирует на воздействие инфракрасного излучения индивидуально, что дает возможность распознавать эти компоненты. Сенсор считывает изменения излучения после того, как оно проходит через слой отходов. Однако если предметы из различных материалов оказываются спрессованы вместе, устройство не может давать адекватную информацию, что ведет к отсортировке конгломератов. Инфракрасные сенсоры могут сбиваться из-за сильного загрязнения элементов ТБО, так как устройство принимает их за окрашенный материал или материал с матовой поверхностью. Для персонала системы инфракрасного излучения являются безопасными [3].

Преимущества оптической сортировки реализованы в установке TITECH finder, в которой применяется обработка изображений, инфракрасное распознавание и пневматическая сортировка. Отходы идентифицируют и разделяют по форме, цвету и свойствам материала. Применяемое в установке TITECH программное обеспечение является обучаемым. На участке формирования потока входящие отходы подаются на сортировочный конвейер. После этого они анализируются с помощью оптического сканера, определяющего их спектры в инфракрасном диапазоне. Распознанные компоненты перемещаются к соплам подачи сжатого воздуха, каждое из которых запрограммировано удалять только один вид компонента, сдувая его в соответствующий контейнер. Все нераспознанные компоненты продолжают движение до конца сортировочного участка, где попадают в емкость для отходов (рис. 2).

В системе TITECH finder используется передовая технология обработки изображения SUPPIX®[®], обеспечивающая качество сортировки благодаря повышенной чувствительности и точности. Установленные в системе датчики способны обнаруживать мельчайшие токопроводящие частицы в потоке насыпного материала. Технология обработки изображения SUPPIX®[®] служит для улучшения разрешения цифровых сигналов, поступающих от датчиков. Это позволяет с высокой точностью определять положение мельчайших частиц, чтобы затем

с максимальной чистотой отделять их от общего потока (рис. 3). Спектрометрические датчики с высоким разрешением обрабатывают до 320 000 сканируемых точек в секунду [3].

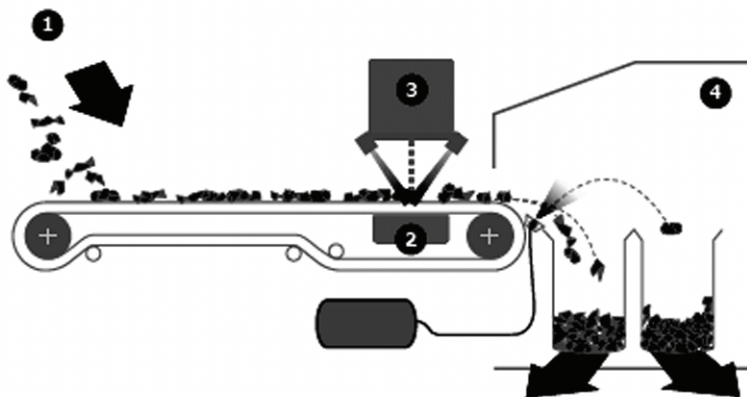


Рис.2. Система TITECH finder:

1 – подача несортированного материала; 2 – электромагнитный датчик;
3 – дополнительный датчик NIR; 4 – разделительная камера

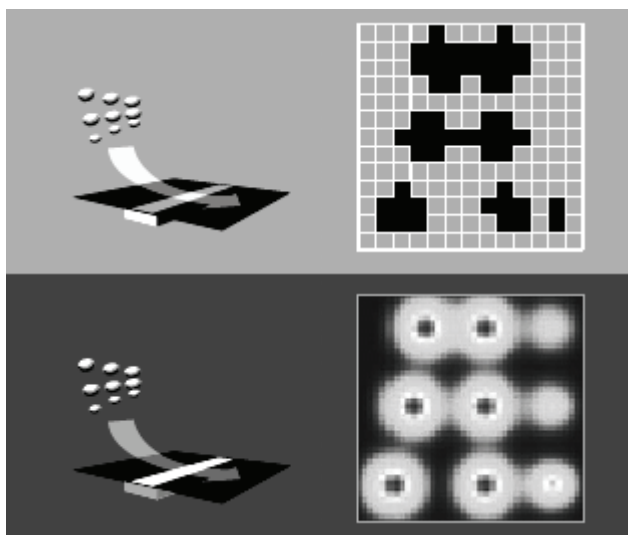


Рис. 3. Технология обработки изображения SUPPIXX®

Учитывая все минусы ручной сортировки ТБО, оптимальным вариантом по улучшению эффективности данного процесса можно считать его автоматизацию, т.е. внедрение машин по оптической сортировке. Их технология распознавания компонентов отходов не уступает ручной сортировке и является даже эффективнее:

- работает с производительностью от 21 до 68 раз выше, чем человек;
- может работать 7 дней в неделю;
- работе одной машины соответствует работа 150 человек.

Эффективность работы оптической и ручной сортировок представлена в табл. 1.

Таблица 1

Сравнение производительности автоматизированной и ручной сортировок

Материал	Машина, кг/час	Рабочий, кг/час	Кол-во рабочих для замены одной машины
Пленки	4000	70	57
Бумага	11000	180	61
Стекло	12000	400	30
ПЭТ (бутылки)	7000	120	58
ПП	3000	120	25
ПЭВД	3000	140	21

Из таблицы видно, что производительности одной машины может соответствовать производительность десятков рабочих. Но преимущества не только в скорости сортировки. Человек в некоторых случаях не способен отличить сортируемый материал. Это приводит к загрязнению продукта примесями и трудному сбыту на рынке вторичных ресурсов. Такие материалы требуют дополнительных технологий обработки, а значит, дороже для переработчика. В табл. 2 приводятся результаты сравнения затрат при автоматизированной и ручной сортировке.

Таблица 2

Сравнение стоимости затрат за 1 тонну ТБО при автоматизированной и ручной сортировке

Материал	Кол-во тонн продукта в год	Средняя цена за тонну материала, евро	Затраты за тонну ТБО при машинной сортировке, евро/т	Затраты за тонну ТБО при ручной сортировке, евро/т
Пленки	19	90	9	40
Бумага	65	35	7	15
ПЭТ-бутылки	16	110	8	23
ПП	11	45	9	23
ПЭВД	9,5	75	10	23

Затраты при ручной сортировке в разы превышают затраты при автоматизированной сортировке, что делает ручную сортировку экономически менее выгодной (табл. 3).

Таблица 3

Сравнение экономической эффективности автоматизированной и ручной сортировки

Материал	Кол-во тонн продукта в год	Рыночная цена за тонну, евро	Затраты за тонну ТБО при машинной сортировке, евро/т	Экономическая эффективность, евро/т	Затраты за тонну ТБО при ручной сортировке евро/т	Экономическая эффективность, евро/т
Пленки	19	90	9	81	40	50
Бумага	65	35	7	28	15	20
ПЭТ	16	110	8	102	23	87
ПП	11	45	9	36	23	22
ПЭ ВД	9,5	75	10	65	23	52

Также имеет смысл сравнивать затраты, связанные с содержанием машин, и затраты, идущие на зарплаты рабочим (табл. 4). Здесь также выгоднее использовать машины.

Таблица 4

Сравнение ежегодных затрат при автоматизированной и ручной сортировке

Материал	Кол-во, тонн/час	Затраты на машины с учетом амортизации, тыс. евро/год	Затраты на рабочих тыс. евро/год
Пленки	3–4	120	450
Бумага	10–12	225	549
Стекло	10–14	80	90
ПЭТ (бутылки)	5–9	75	522
ПП	2–4	68	225
ПЭ ВД	1,5–3,5	62	157
Сумма затрат		630	1993

Таким образом, сортировка твердых бытовых отходов является средством сокращения безвозвратного изъятия муниципальных земель под захоронение отходов, а также источником получения прибыли от продаж вторичного сырья. При сравнении ручной и оптической сорти-

ровки выявлено, что использование оптической сортировки является менее затратным. Несмотря на более высокие капитальные вложения, оптическая сортировка позволяет увеличить экономическую эффективность сортировки за счет большей производительности и чистоты отбираемого вторичного сырья.

Список литературы

1. Информационные технологии в сортировке твердых бытовых отходов / М.Ш. Баркан [и др.] // Экология и промышленность России. – 2010 – № 2.
2. Greenpeace России. Первоочередные мероприятия по предотвращению «кризиса отходов» для крупного мегаполиса. – URL: <http://www.greenpeace.org/russia/ru/campaigns/90167/90245/1485224> 20.04.10
3. TITECH autosort. – URL: <http://ru.titech.com/sorting-equipment/titech-autosort-10715> 21.04.10

Получено 16.07.2010