

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗАМЕНЫ СЕПАРАТОРОВ ПРИ ОБРАБОТКЕ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ

© 2019 Савенок Софья Николаевна  
студент

© 2019 Сидоров Александр Аркадьевич  
доктор биологических наук, профессор  
Самарский государственный экономический университет  
E-mail: sidorov120559@yandex.ru

**Ключевые слова:** обработка отходов, технологическая эффективность, сепараторы.

Показана технология сортировки, сепарации твердых коммунальных отходов в ООО "ЭкоРесурсПоволжье" (Тольятти), проведены расчеты по технологической эффективности замены сепараторов.

Выбору эффективной экологически надежной технологии обращения с твердыми коммунальными отходами (ТКО) уделяется значительное внимание. Базовой основой выбора конкретной технологии служит их морфологический и элементный состав. Предпринимаются попытки объединения доступных технологий в оптимальную технологическую схему, исходя из целевого назначения использования отходов в виде вторичных материальных ресурсов (ВМР).<sup>1</sup> Масштабное распространение упаковки продукции и полуфабрикатов в последние десятилетия существенным образом изменили морфологию ТКО. В их составе большую долю занимают бумажные и полимерные материалы. В связи с этим, в системе обращения с отходами происходят существенные изменения, как части раздельного сбора, так и обработки ТКО.<sup>2</sup>

В настоящее время суммарная производительность сортировочных станций в регионе составляет 703 тыс. тонн в год, что обеспечивает не более 40% обработки от их общего количества. Предполагается, что доля обработанных ТКО в общем количестве образованных ТКО в Самарской области к 2021 г. составит 45,5%, а к 2022 г. - 100%.<sup>3</sup> В системе обработки ТКО сортировка является ключевым звеном.

Оценку технологической эффективности замены сепараторов при обработке ТКО осуществляли на предприятии "ЭкоРесурсПоволжье" в г.Тольятти, в регионе, для которого характерна сложная экологическая ситуация.<sup>4</sup> Подвоз ТКО на предприятие производится каждый день, включая праздничные и выходные дни. Кроме того, на станцию возможно поступление отходов (картонная, бумажная и полиэтиленовая упаковка), предварительно отсортированных на территории клиента, что позволяет предприятию направлять эти отходы непосредственно в зону пакетирования или переработки, минуя стадию сортировки на конвейере.

Предварительная подготовка отходов, поступающих на предприятие, складывается из разгрузки на открытую ровную бетонную площадку и последующего выравнивания

слоя высотой не превышающего одного метра. Здесь под навесом в отделении приема осуществляется предварительная сортировка массы вручную с целью извлечения из нее крупных составляющих и недопущения последующей поломки оборудования перерабатывающего комплекса. Среди этих предметов встречаются отходы дерева, покрышки автомобилей, бытовой техники, останки мебели и др. Они отделяются от общей массы в соответствующие бункера, содержимое которых периодически перемещаются либо на линии технологической переработки, либо вывозятся на полигон захоронения.

Отселектированная масса посредством конвейера подается в закрытое помещение линии сортировки ТКО на действующий роторный сепаратор. Он позволяет разделить поступающие ТКО на две неравноценные массы, которые называются нижним и верхним продуктом. Отличительной особенностью нижнего продукта является его непригодность для последующей обработки. Он представлен отходами мелкой фракции, остатками пищи, сметами с поверхностей в виде пыли, гравия и др. И периодически по мере накопления вывозится на площадки захоронения. Верхний продукт используется для получения ВМР и направляется конвейером для последующей обработки ТКО.

Для этого используются три мусоросортировочные линии, расположенные на втором пролете производственного корпуса. Каждая линия состоит из конвейера сортировочного длиной 27 м и шириной 1,4 м и 18 оборудованных мест для ручной сортировки, в совокупности образуя 54 места для сортировщиков, работающих вручную. Поступающие отходы сбрасываются вручную в приемные ячейки, расположенные у каждого рабочего места. Часть отбираемых компонентов (бумага, картон, пленка) сразу же подаются погрузчиком в зону пакетирования, а для сбора остальных отбираемых фракций под каждой ячейкой установлен металлический контейнер. ВМР, пригодные для прессования, отправляют в зону прессования, а затем на склад. Отходы не пригодные для прессования отправляют на склад в специально установленные для них накопители. Отходы, оставшиеся после ручной сортировки, представляет собой не утилизируемую смесь и направляются по ленточному транспортеру в кузов спецтранспорта, который вывозит отходы на завод по переработке коммунальных отходов ОАО "ЗПБО". Используют два метода сортировки. Ручная сортировка, осуществляющаяся обслуживающим персоналом на мусоросортировочной линии и механическая с помощью вибрационного сепаратора.

Таким образом, на предприятии "ЭкоРесурсПоволжье" схема технологического процесса обработки ТКО выглядит следующим образом:

- транспортировка → взвешивание → накопление, временное хранение → перемещение отходов → предварительная ручная сортировка → сепарация → основная ручная сортировка → пакетирование → взвешивание → хранение или утилизация.

Нами был изучен и оценен процесс переработки ТКО на предприятии "ЭкоРесурсПоволжье". Особое внимание уделялось механической сортировке, неудовлетворяющий технологическому процессу. Был сделан вывод что, действующий вид сепаратора, имеющийся на предприятии в трех экземплярах - малоэффективен. 70% ТКО на мусоросортировочные комплексы поступают в пакетах, которые сортировщики разрывают уже после прохождения отходов валкового сепаратора. Возможности разрывать пакеты до сепаратора, на предприятии отсутствуют. Площадь соприкосновения ТКО и работающих органов сепаратора маленькая, вся продукция, попадающая в верхний отдел агрегата не

отсеивается. В результате чего, сепаратор фактически производит перемещение отходов с одной сортировочной ленты на другую, отсеивая всего 3% балласта. Для увеличения эффективности сортировки предприятию необходимо приобрести новые, более эффективные сепараторы.

Надо признать, что в технологическом процессе обработки ТКО сепарации или обогащению отходов отводится ведущее место в последующих операциях по их термической и биологической обработке. Метод сепарирования предварительно разделяет отходы, в том числе на металлические фракции, складывающиеся из использованных опасных изделий (бытовые батарейки, аккумуляторы и другие синтетические материалы). По некоторым данным, в результате этого мероприятия при сжигании отходов уменьшаются вредные выбросы в окружающую среду, например ртути и мышьяка на 70-75 %, свинца - на 40 %.<sup>5</sup> Таким образом, состав ожидаемого ВМР становится технологически более оптимальным, а последующая термическая и биологическая обработка более эффективной и безопасной.

Существует множество видов сепараторов, отличающихся принципом работы, особенностями конструкции и типу перерабатываемого материала: динамический, барабанный, баллистический, легкой и тяжелой фракции. Преимущественное изучение сепараторов отдавалось тем, которые предназначены для переработки ТКО с отсеиванием мелкой фракции.

Наиболее подходящим, на наш взгляд, является барабанный сепаратор, так как:

- разделяет отходы на фракции;
- имеет ножи для разрыва пакетов;
- не требует установки дополнительной сортировочной линии.

Таблица 1

#### Морфологический состав ТКО

Материал	кг	%
Стекло	24,8	3,32
Картон	7,417	0,9
РТИ (покрышки)	2,039	0,25
ПЭТ	18,05	2,18
ПЭТ (молоко)	0,485	0,06
ПЭТ (масло)	0,364	0,04
Пластик (быт.хим)	2,724	0,33
Упаковочные материалы (мелкие полиэтиленовые пакеты, бумажная упаковка)	32,63	3,94
Текстиль (загрязненный)	9,267	1,12
Грязный ПНД+ПВД	11,73	1,42
Металл черный	19,881	2,4
Банки консервные	1,64	0,24
Металл цветной (алюминий)	14,911	1,8
Тюбики из ПНД	178,93	21,6
Отходы деревянные	21,289	2,57
Отходы пищи, растительный смет	291,429	35,18
Смет неорганический (земля)	187,63	22,65
Всего	828,394	100

Главная функция предлагаемых нами новых барабанных сепараторов грохотов RMZ TR-4500 - отделение балластных включений из общей крупной массы, для облегчения отбора вторичного материала.

Для расчета эффективности замены сепараторов рассмотрим морфологический состав отходов, поступающих на ООО "ЭкоРесурсПоволжье" (табл. 1).

Исходными данными для расчетов по выбору сепаратора выступают: объем ТКО - 2 000 000 м<sup>3</sup>/в год, масса отходов ТКО - 200 000 тыс. тонн. Зная морфологический состав отходов, поступающих на сортировку, можно оценить возможный процент извлечения вторичного сырья по предложенной формуле.<sup>6</sup>

В ней доля извлеченного вторичного сырья складывается из учета показателя эффективности сортировки, количества получаемых продуктов, степени извлечения каждого компонента и доли конкретного продукта в общей массе.

Расчеты извлечения ВМР показали техническую эффективность замены сепараторов (табл. 2).

Таблица 2

Расчетное извлечение ВМР до и после замены сепараторов

Компонент	Коэффициент эффективности процесса сортировки		Коэффициент извлечения		Процент отбора вторичного сырья		Масса отобранного компонента, т	
	до	после	до	после	до	после	до	после
Картон	0,6	0,7	0,4	0,4	45,6	53,2	1732,8	2021,6
Пленка	0,5	0,6	0,5	0,6	35,5	51,6	1008,2	1451,8
ПЭТ бутылка	0,6	0,7	0,7	0,7	91,6	100,0	3992,0	4657,3
Стекло	0,4	0,5	0,4	0,5	53,1	83,5	3527,2	5511,2
Черные металлы	0,4	0,5	0,6	0,6	2,4	3	4,8	6
Цветные металлы	0,5	0,6	0,4	0,5	1,8	2,7	3,2	4,9
ПНД тубики	0,6	0,7	0,6	0,7	21,6	29,4	259,2	352,8
Итого							10 527,4	14 005,6

С заменой действующих сепараторов на новые барабанные сепараторы грохоты RMZ TR-4500 возрастает коэффициент эффективности процесса сортировки, коэффициент извлечения, процент отбора вторичного сырья. Производство увеличит количество извлеченного компонента на 3 478,2 тонн/год. После замены сепаратора, предприятие будет отбирать больше ВМР, количество отходов, вывозимые на полигон уменьшится, соответственно уменьшаться расходы на складирование.

<sup>1</sup> Шубов Л.Я., Борисова О.Н., Доронкина И.Г. О технологической модели экологически безопасного управления твердыми бытовыми отходами. Экологические системы и приборы. М.: Изд-во "Научтехлитиздат". 2016, №7. - С.13-36.

<sup>2</sup> Шайдулова А.О. Методические указания для производственной практики по сортировке ООО "ЭкоРесурсПоволжье"/ А. О. Шайдулова. - Тольятти: ООО "ЭкоРесурсПоволжье", 2019. - 23 с.

<sup>3</sup> Постановление Правительства Самарской области [Электронный ресурс] от 31 августа 2018 года N 522 Об утверждении государственной программы Самарской области "Совершенство-

вание системы обращения с отходами, в том числе с твердыми коммунальными отходами, на территории Самарской области" на 2018 - 2022 годы, [сайт]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/550184032> (дата обращения: 26.04.2019).

<sup>4</sup> Сидоров А.А., Лазарева Н.В., Фирулина И.И. Диагностика натуральных показателей экологической безопасности сельских территорий региона //Материалы 17-й Международной научно-практической конференции "Проблемы развития предприятий: теория и практика" 20-21 декабря 2018: в 3 ч. г. Самара: Изд-во СГУ, 2018. Ч. 3. С. 283-288.

<sup>5</sup> Сепараторы отходов: обзор оборудования. Твердые бытовые отходы. М.: Изд-во "Отраслевые ведомости". 2012. №1 (67). - С.34-35.

<sup>6</sup> Богатова И. Б. Экономика природопользования: учебно-методическое пособие / И. Б. Богатова. - Тольятти: Волжский университет им. В.Н. Татищева, 2016. - 47 с.

## TECHNOLOGICAL EFFICIENCY OF SEPARATOR REPLACEMENT IN THE PROCESSING OF SOLID MUNICIPAL WASTE

© 2019 Savenok Sofya Nikolaevna  
Student

© 2019 Sidorov Alexander Arkadevich  
Doctor of Biological Sciences, Professor  
Samara State University of Economics  
E-mail: [sidorov120559@yandex.ru](mailto:sidorov120559@yandex.ru)

**Keywords:** waste treatment, technological efficiency, separators

The technology of sorting, separation of solid municipal waste in EcoResourcePovolzhye LLC (Tolyatti) is shown, calculations are made on the technological efficiency of separator replacement.

УДК 504.03  
Код РИНЦ 87.53.80

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗАМЕНЫ СЕПАРАТОРОВ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕПИ ОБРАБОТКИ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ

© 2019 Савенок Софья Николаевна  
студент

© 2019 Сидоров Александр Аркадьевич  
доктор биологических наук, профессор  
Самарский государственный экономический университет  
E-mail: [sidorov120559@yandex.ru](mailto:sidorov120559@yandex.ru)

**Ключевые слова:** твердые коммунальные отходы, экологическая и экономическая эффективность, установки сортировки и сепарации.