

РАЗДЕЛ 4. РЕСУРСО- И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Ж. О. Абдуллаев, М. А. Бубнова, Е. С. Кирпичникова, А. Ю. Коняев,
И. А. Коняев,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

ВОЗМОЖНОСТИ И ПРОБЛЕМЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ

The article the management system of municipal solid waste is discusses. Special attention is paid to recovery and recycling of metals from wastes. The research results of eddy-current separator for the recovery aluminium from waste are given.

Современный подход к управлению твердыми коммунальными отходами (ТКО) предполагает максимальное снижение доли полигонного захоронения отходов и максимальную степень извлечения из ТКО отдельных компонентов, пригодных для использования в качестве вторичного сырья. Анализ публикаций [1–5], показывает, что в ряде стран Евросоюза с высоким уровнем образования ТКО на одного жителя доля промышленной переработки отходов приближается к 100 % (рис. 1).

В нашей стране при сопоставимом уровне образования ТКО около 95 % отходов подвергается захоронению, что порождает экологические и экономические проблемы. ТКО загрязняют окружающую среду, а их захоронение приводит к потере ценных материалов.

В мировой практике для управления твердыми отходами используются различные методы промышленной переработки ТКО: сжигание в мусоросжигательных печах; биотермическая переработка с получением компоста; различные виды пиролиза отходов; металлургические технологии переработки ТКО, основанные на сжигании и деструкции отходов в металлургических печах и др. [1–2, 4–6].

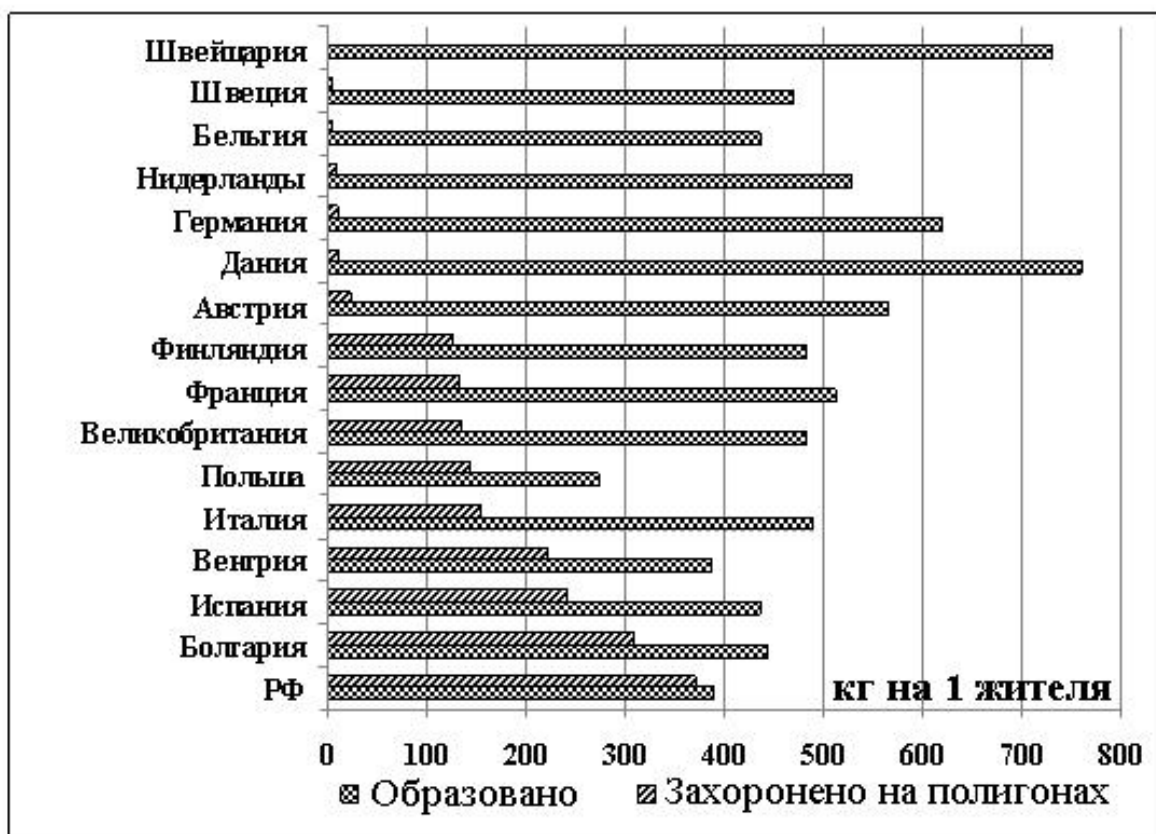


Рис. 1. Образование ТКО и их захоронение в странах ЕС и в РФ

Во всех указанных случаях из отходов получают полезные продукты или энергия. Однако каждая из названных технологий в отдельности не решает проблемы ТКО в целом. Сложный морфологический состав ТКО требует комплексного подхода к их утилизации. Для разных фракций материалов целесообразны разные методы переработки. При таком подходе для улучшения экономических и экологических показателей переработки необходима предварительная обработка отходов, включающая раскрытие материалов (как минимум, разрыв пакетов и коробок, удаление крупногабаритного мусора) и их сортировку. С учетом этого активно развиваются механизированные методы обогащения отходов. Соответствующее технологическое оборудование выпускается многими зарубежными фирмами (*Metso Minerals, Cogelme, Titech Systems, Presona* и др.). В нашей стране можно отметить научно-производственную корпорацию «Механобр-техника» (г. Санкт-Петербург) [7]. Несмотря на это на большинстве имеющихся в нашей стране предприятий

преобладает ручная сортировка ТКО, характеризующаяся низким выходом (на уровне 30–35 %) утилизируемых материалов [8]. Этим обусловлена убыточность большинства заводов по переработке ТКО. Покупка технологического оборудования зарубежного производства сдерживается относительно высокими ценами. Поэтому разработка и создание импортозамещающего оборудования для механизированной переработки ТКО являются актуальными задачами.

Можно отметить, что при разработке методов обогащения ТКО широко используется опыт горно-обогатительного производства [7, 9]. В технологические схемы включаются операции дробления, грохочения, пневмосепарации. В то же время морфологический состав и физико-химические свойства твердых коммунальных отходов накладывают ограничения на выбор методов обогащения, либо требуют определенных изменений в конструкции оборудования.

Наиболее ценными материалами, использование которых в качестве вторичного сырья позволяет улучшить экономические показатели переработки ТКО, являются черные и цветные металлы. Отметим, что извлечение металлов целесообразно при всех вариантах переработки ТКО. Кроме улучшения экономических показателей переработки удаление металлов из потока ТКО повышает надежность работы технологического оборудования и улучшает качество полезных продуктов переработки.

По разным оценкам доля черных металлов в общей массе ТКО составляет 3–5 % [1, 6]. При этом извлечение черных металлов легко реализуется с помощью магнитных сепараторов – железоотделителей, которые выпускаются серийно. В разных технологических схемах переработки ТКО предусматривается установка от 1 до 4 железоотделителей шкивного или подвесного типов и достигается уровень извлечения металла до 100 % независимо от размера частиц.

Более сложной и менее изученной является задача извлечения из потока ТКО цветных металлов (преимущественно алюминия). Для решения этой

задачи в зарубежной и отечественной практике используются электродинамические сепараторы с бегущим магнитным полем, в т. ч. разработанные при участии Уральского федерального университета [1, 5, 10–12]. Доля цветных металлов в общей массе отходов жилого фонда оценивается на уровне 0,5–1,5 % (среднее по стране). В крупных городах она возрастает до 1–2 % [1, 6]. В общей массе ТКО, включающей отходы жилого фонда и отходы, образующиеся на предприятиях малого бизнеса и в государственных учреждениях, доля цветных металлов может возрастать до 2–4 %. При относительно высоких ценах на вторичные цветные металлы именно их извлечение обеспечивает прибыльность промышленной переработки ТКО [2].

Главной проблемой электродинамической сепарации является существенная зависимость ее качества от крупности металлических включений. Как показывает опыт разработки сепараторов [10–12], высокопроизводительные установки, созданные для работы в поточных технологических линиях, позволяют извлекать только алюминиевые включения крупностью более 40–50 мм. При этом обеспечивается извлечение металлов на уровне 70–80 %. Потери металла приходятся в основном на мелкую фракцию. Другая трудность в применении электродинамических сепараторов связана с тем, что при высокой производительности (большие ширина и скорость конвейера, толщина слоя отходов) линейные индукторы, составляющие основу сепараторов, имеют открытую магнитную систему и характеризуются большими габаритами и энергопотреблением. Указанные трудности можно преодолеть, если схема переработки ТКО предусматривает разделение отходов по крупности на начальной стадии. При этом в мелкую фракцию с крупностью частиц не более 45–50 мм выделяется 25–30 % от исходной массы ТКО [7]. При таком подходе появляются возможности уменьшения ширины конвейера, а, следовательно, снижения габаритов и мощности одностороннего линейного индуктора. В то же время для сепарации мелкой фракции возможно применение двухсторонних линейных индукторов, обеспечивающих рост

электромагнитных сил, действующих на частицы металлов крупностью менее 40 мм, и увеличение процента их извлечения.

Сказанное иллюстрируется зависимостями удельных усилий от крупности алюминиевых частиц для сепараторов с двухсторонним (сплошные линии) и односторонним (пунктирные линии) индуктором, приведенными на рис. 2 (при равном энергопотреблении).

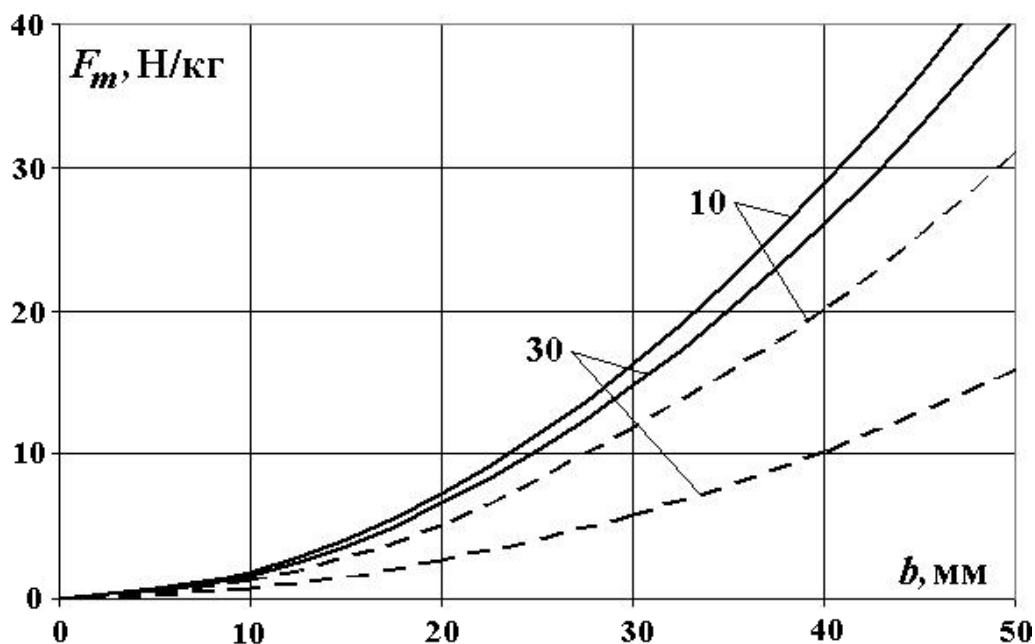


Рис. 2. Усилия, действующие на частицы разной крупности, удаленные от индуктора на 10 и 30 мм

Таким образом, анализ показывает, что для повышения эффективности промышленной переработки ТКО следует развивать методы механизированной сортировки отходов, в первую очередь, методы сепарации металлов. На это и направлены предлагаемые в статье технологические и технические решения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шубов, Л. Я. Технология твердых бытовых отходов / Л. Я. Шубов, М. Е. Ставровский, А. В. Олейник. – М. : Альфа-М, Инфра-М, 2011. – 400 с.
2. Шубов, Л. Я. Проблема муниципальных отходов и рациональные пути ее решения / Л. Я. Шубов // Экология и промышленность России. – 2005, № 12. – С. 34–39.

3. Сайт Евростата [in Russian]. [Электронный ресурс]. – URL: http://data.trendeconomy.ru/eurostat/env_wastrt (дата обращения 15.05.2017).
4. Юдин, А. Г. В диоксидах ли дело и только ли в них? / А. Г. Юдин, Л. А. Шульц // Экология и промышленность России. – 2013, № 5. – С. 55–60.
5. Merahi, A. Design and development of a low cost technique for sorting household wastes using eddy current separation process / A. Merahi, K. Medles, B. Bardadi, A. Tilmatine // International Journal of Environmental Studies. – 2016, № 2. – P. 2–11.
6. Систер, В. Г. Выбор технологий обезвреживания отходов с учетом их состава и свойств / В. Г. Систер, А. И. Мирный // Твердые бытовые отходы. – 2009, № 1. – С. 16–20.
7. Вайсберг, Л. А. О понятии «обогащение» применительно к твердым коммунальным отходам / Л. А. Вайсберг, Н. В. Михайлова // Обогащение руд. – 2016, № 5. – С. 43–47.
8. Ильиных, Г. В. Построение материального баланса линии ручной сортировки твердых бытовых отходов / Г. В. Ильиных, В. А. Устьянцев, Я. И. Вайсман // Экология и промышленность России. – 2012, № 1. – С. 22–25.
9. Wilson, R. J. Application of mineral processing techniques for the recovery of metal from post-consumer wastes / R. J. Wilson, T. J. Veasey, D. M. Squires // Minerals Engineering. – 1994, № 7. – P. 975–984.
10. Патрик, А. А. Устройства для электродинамической сепарации лома и отходов цветных металлов / Патрик А. А., Мурахин Н. Н., Коняев А. Ю. и др. // Промышленная энергетика, – 2001, № 6. – С. 16–19.
11. Коняев, А. Ю. Сепараторы для извлечения цветных металлов из твердых коммунальных отходов / А. Ю. Коняев, Ж. О. Абдуллаев, И. А. Коняев // Твердые бытовые отходы. – 2017, № 3. – С. 36–39.
12. Коняев, А. Ю. Особенности электродинамической сепарации мелкой фракции твердых бытовых отходов / А. Ю. Коняев, Ж. О. Абдуллаев, Д. Н. Багин, И. А. Коняев // Экология и промышленность России. – 2017, Т. 21, № 6. – С. 4–9.