

УДК 338 DOI: 10.14451/2.176.106

Экономические аспекты переработки и использования твердых коммунальных отходов

© 2023 Мельникова Любовь Анатольевна

Кандидат экономических наук, доцент Департамента бизнес-аналитики.

Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации. Россия, Москва.

E-mail: Lamelnikova@mail.ru

Ключевые слова: экономическая эффективность, твердые коммунальные отходы, переработка, энергия.

В статье исследуются экономические аспекты совершенствования механизма работы с ТКО и возможности получения на этой основе дополнительных преимуществ для крупных предприятий и региона в виде источников энергии и/или сырья и материалов для производственной деятельности.

Учитывая, что в современных условиях хозяйствования особую актуальность приобретают вопросы сохранения окружающей среды и снижения техногенной нагрузки, к числу важнейших экологических, экономических и социальных проблем человечества относится проблема твердых коммунальных отходов (ТКО).

Проблема утилизации и использования ТКО для РФ остается актуальной, потому что до сих пор не имеет полного теоретического и практического решения. Накопленные отходы занимают значительную часть территории [4, с. 65]. Проблемы утилизации ТКО поднимаются как на государственном, так и на региональном уровнях, но при этом отсутствует комплексный подход к решению проблем утилизации ТКО.

Практический опыт по утилизации и переработке ТКО в РФ и других странах свидетельствует о том, что до сих пор не разработан единый

универсальный метод промышленной переработки ТКО. Таким образом, необходима систематизация существующего опыта комплексной переработки отходов и выбор наиболее эффективного для отечественной экономики с учетом получения экономической и экологической эффективности. При этом методы должны удовлетворять современным требованиям экономики и энергосбережения. Именно поэтому методы утилизации и переработки ТКО должны выбираться дифференцированно с учетом особенностей региона, населенного пункта и местных условий. Прежде всего, следует учитывать состав и свойства ТКО, их изменения по временам года; годовые нормы накопления ТКО; климатические условия; потребности в ресурсах и сырье, а также экономические факторы.

Почти во всех странах мира большая часть ТКО подлежит захоронению на свалках и полиго-

нах: необходимость отвода крупных земельных участков вблизи городов; безвозвратные потери ценных элементов, содержащихся в ТКО; большие транспортные расходы по перевозке отходов за пределы города и расходы на захоронение; опасность распространения инфекционных болезней. Мировая практика свидетельствует о возможности и эффективности получения нетрадиционных источников энергии (НИЭ) за счет переработки ТКО. Это позволяет разрешать проблемы энергосбережения на национальном уровне. Наука и практика указывают на отсутствие единого комплексного подхода. Есть широкий набор современных технологий переработки ТКО. Анализ их технико-экономических и экологических показателей свидетельствует о наличии определенных преимуществ и ограничений каждого метода и технологии [1, с. 67]. Именно поэтому приобретает актуальность проблема выбора наиболее эффективной технологии и подхода к обращению с ТКО с учетом региональных особенностей. При этом упор должен делаться на получение экономического, социального и экологического эффекта.

Интересна оценка и сравнение между собой потенциального дохода, который можно получить при внедрении отдельного сбора и сортировки, а также биологических и термических методов обработки/утилизации ТКО с получением энергии.

В настоящее время в стране работает несколько десятков сортировочных линий, эффективность отбора вторичных материалов на которых не превышает 15–20%. Сортировка смешанных отходов редко бывает прибыльной мерой из-за низкого качества сырья и, как следствие, низкой эффективности сортировки. Повысить эффективность сортировки можно с помощью отдельного сбора отходов [3, с. 27].

Потенциальный доход от реализации вторичного сырья – полимеров (пластика), макулатуры (бумаги и картона), стеклобоя (стекла) на тонну ТКО можно оценить используя содержание в ТКО соответствующей фракции отходов, цены реализации вторичного сырья на рынке

и гипотезы относительно достижимой глубины переработки. В качестве стоимости реализации приняты средние цены импорта и экспорта вторичных полимеров, макулатуры и стеклобоя на европейском рынке. Результаты оценки представлены в таблице 1.

Можно увидеть, что доход от реализации вторичного сырья при достижении глубины переработки 60–75% может составить от 24 до 45 евро на тонну отходов.

Биогазовая производительность одной тонны ТКО составляет 60–75 м³/т в пересчете на метан (CH₄). В качестве консервативной оценки может быть принята величина 60 м³ CH₄/т. Нижняя теплотворная способность метана составляет примерно 10 кВт·т/м³. Поэтому общий потенциал выработки электрической энергии на тонну смешанных ТКО при электрическом КПД 40% составляет 60 м³/т × 10 кВт·од/м³ × 0.4 = 240 кВт. При величине зеленого тарифа 0.1239 евро/кВт, потенциальный доход от продажи электроэнергии составит 29.7 Евро/т на тонну смешанных ТКО. Утилизация тепла с эффективностью 45% с использованием тарифа 37.5 евро/Гкал может принести еще 0.240 МВ × 0.45/0.40 × 0.86 × 37.5 = 8.7 Евро на тонну смешанных ТКО [4, с. 69].

Еще одним источником дохода для технологий может быть производство компоста из броженной массы после получения биогаза или вообще без биогазового компонента в проекте. Однако для производства товарного компоста из ТКО необходимо принципиальное улучшение системы отдельного сбора отходов.

Использование твердого топлива (RDF/SRF) в качестве топлива на энергетических предприятиях или цементных заводах связано с необходимостью установки дополнительного оборудования для очистки и контроля качества дымовых газов. Поэтому такие предприятия могут как покупать топливо, так и брать плату за утилизацию RDF/SRF, считая отходами, а не топливом. То есть, RDF/SRF может иметь как положительную, так и отрицательную рыночную стоимость.

В случае термической утилизации ТКО с теп-

Таблица 1. Потенциальный доход от реализаций вторичного сырья [4, с. 68].

Вид сырья	Доля в ТКО, %	Количество, тыс. т/год	Стоимость, Евро/т	Глубина переработки, %	Потенциальный доход, Евро/т ТКО
Пластик	10–15	1000–1500	250	60	15.0–22.5
Бумага и картон	5–15	500–1500	150	75	5.6–16.9
Стекло	9–14	900–1400	50	75	3.4–5.3
Всего		2400–4400			24.0–44.6

лотворной способностью 8 МДж/кг на тонну смешанных ТКО можно ориентировочно получить 0.5 МВт от электрической и до 1.2 Гкал тепловой энергии. Минимальные и максимальные значения при сортировке соответствуют минимальному и максимальному содержанию соответствующей фракции в исходных ТКО, в случае производства и утилизации биогаза – выхода 60 и 75 кубических метров биометана на тонну ТБО, в случае термической утилизации нижней теплотворной способности ТП, 8 и 10 МДж/кг. Легко увидеть, что с точки зрения формирования дохода от реализации материальных или энергетических ресурсов наиболее интересны реализация на вторичном рынке полимеров, производство электроэнергии из биогаза с последующей продажей по зеленому тарифу, а также реализация электрической и/или тепловой энергии, полученных в процессе термической утилизации ТКО. Наибольший доход может быть сформирован посредством термической утилизации, однако реализация этих технологий связана с наибольшими капитальными (CAPEX) и эксплуатационными расходами (OPEX) [5, с. 127].

Входными данными для оценки необходимых инвестиций для строительства системы сбора биогаза с последующим производством электрической и/или тепловой энергии с помощью газовых двигателей могут служить: оценка газообразования и, как следствие, потенциал установленной электрической мощности, а также площадь полигона (площадь сбора биогаза в случае частичного использования полигона).

Капитальные затраты на реализацию технологий механико-биологической обработки (МБО)

зависят от большого количества факторов, и по этой причине не могут быть оценены однозначно. Удельные капитальные расходы будут отличаться в зависимости от:

- выбранных приоритетов переработки, среди которых может быть производство RDF/SRF, отбор ресурсоценных компонентов, производство биогаза с последующим энергетическим использованием, производство компоста или компостообразного продукта);
- морфологии ТКО на входе (ТКО после отдельного сбора или смешанные ТКО);
- наличия и типа сортировки (ручная, автоматическая);
- мощности переработки (эффект масштаба) [1, с. 69].

В целом, можно отметить, что предотвращение образования отходов – высшая степень иерархии, которая направлена на оптимизацию процессов проектирования, начиная с добычи ресурсов, производства товаров (эко-дизайн) и образования отходов.

Второй приоритет – подготовка к повторному использованию – фактически требует создания целой отрасли для проверки, очистки, обработки отходов или еще не ставших отходами предметов, с последующим возвратом указанных товаров в сферу потребления.

Неотложной задачей является создание и обеспечение системы обращения с отходами на всех уровнях – от государственного до уровня отдельного предприятия. Сжигание, складирование и захоронение ТКО – не лучшие способы утилизации, поскольку отрицательно сказыва-

ются на окружающей среде и достаточно затратные. Проблема утилизации ТКО очень важна не только с экологической точки зрения, более 60%

отходов – это потенциальное вторичное сырье, которое можно переработать, что может дать существенный экономический эффект.

Библиографический список

1. Анализ основных тенденций развития системы обращения с отходами в России: проблемы и перспективы / Ю. М. Жукова [и др.] // Экология и промышленность России. – 2020. – Т. 24, № 8. – С. 66–71.
2. Бухгалтерский учет в сфере услуг : учебник для студентов высшего профессионального образования, обучающихся по специальности 080109 «Бухгалтерский учет, анализ и аудит» / Т. П. Карпова [и др.]. – М. : Рид Групп, 2011.
3. Ермолаева Ю. В. Модернизация сектора обращения с отходами в России: предложения экспертов и населения // Общество: социология, психология, педагогика. – 2020. – № 8. – С. 26–32.
4. Кириллова А. Н., Мусинова Н. Н. Организационно-экономический механизм управления системой обращения с твердыми коммунальными отходами // Вестник университета. – 2018. – № 10. – С. 65–69.
5. Мусинова Н. Н., Сираждинов Р. Ж. Совершенствование организации обращения с твердыми коммунальными отходами // Муниципальная академия. – 2020. – № 4. – С. 125–132.
6. Петров А. М. Общественное питание 6 в 1 : учетная политика, документооборот, калькулирование себестоимости, бухгалтерский учет, налоги, отчетность. – М. : Рид Групп, 2011. – (Полное руководство бухгалтера).
7. Петров А. М., Мельникова Л. А. Формирование отчетности в соответствии с требованиями МСФО как объективная необходимость на современном этапе развития экономики РФ // Проблемы современной экономики. – 2017. – 2(62). – С. 105–107.
8. Closed-Loop Supply Chain Design and Pricing in Competitive Conditions by Considering the Variable Value of Return Products Using the Whale Optimization Algorithm / M. S. Shabbir [et al.] // Sustainability. – 2021. – Vol. 13, no. 12. – ISSN 2071-1050. – DOI: [10.3390/su13126663](https://doi.org/10.3390/su13126663). – URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/12/6663>.
9. Sustainable Development, Macro and Micro Level: Russian and Foreign Model / L. V. Sotnikova [et al.] // International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE). – 2019. – June. – Vol. 8, no. 2. – P. 4524–4532. – DOI: [10.35940/ijrte.b3769.078219](https://doi.org/10.35940/ijrte.b3769.078219).
10. Technology for Solving the Problems Related To the Implementation of the Concept of Preserving Capital in Accounting and Statistics / M. V. Kosolapova [et al.] // International Journal of Recent Technology and Engineering. – 2019. – Vol. 8, no. 3. – P. 789–792.
11. The Economic Significance of Statistical Research Activities of Representative Offices of Companies Abroad / M. V. Kosolapova [et al.] // International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering. – 2019. – Aug. – Vol. 8, no. 10. – P. 2713–2722. – DOI: [10.35940/ijitee.j9454.0881019](https://doi.org/10.35940/ijitee.j9454.0881019).