

DOI: 10.14451/2.176.117

# Новые технологии в обращении с твердыми коммунальными отходами и перспективы их применения

© 2023 **Петров Александр Михайлович**

доктор экономических наук, профессор Департамента бизнес-аналитики.

Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации (г. Москва).

E-mail: palmi@inbox.ru

**Ключевые слова:** переработка отходов, биогаз, экономическая эффективность.

В статье рассмотрены вопросы повышения эффективности переработки твердых коммунальных отходов и применение новых технологий в снижении антропогенной нагрузки на окружающую среду при обеспечении экономического эффекта для общества и крупных производственных компаний.

Практика свидетельствует о постоянном увеличении количества твердых коммунальных отходов (ТКО), что повышает актуальность решения задач их промышленной переработки. Именно переработка решает вопрос обезвреживания, ликвидации и утилизации отходов.

Проблемами исследования теоретических и практических аспектов обеспечения утилизации ТКО занимались такие отечественные и зарубежные ученые и специалисты как: Цховребов Э. С, Кириллова А. Н., Мусинова Н. Н., Robles I., O'Dwyer E., Guo M. и другие. При этом российскими учеными получены научные результаты по проблемам исследования ключевых аспектов переработки ТКО. В РФ эти проблемы осознаются и активно исследуются, но при этом использование зарубежного опыта без его адаптации к институциональным условиям отечественной экономики невозможно, что обуславливает актуальность исследований

именно в этом направлении.

Целью статьи является разработка рекомендаций по совершенствованию деятельности в сфере обращения с твердыми коммунальными отходами в РФ на основе объединения усилий крупных предприятий и региональных властей.

С учетом имеющихся проблем можно выделить следующие направления совершенствования развития деятельности в сфере утилизации ТКО (проблемы и направления их решения) [3, с. 452]:

Низкий уровень переработки ТКО

1. Стимулирование административно-правовыми и экономическими мерами раздельного сбора ТКО
2. Установка контейнеров для раздельного сбора ТКО (приобретение мусоровоза и евроконтейнеров для раздельного сбора и вывоза мусора)

Устаревшая схема работы по обращению с ТКО

1. Усовершенствование работы предприятия (оптимизация графика вывоза ТКО)
2. Разработка схемы санитарной очистки
3. Разработка графиков и маршрутов вывозов ТКО
4. Расчет и утверждение экономически обоснованных тарифов на вывоз ТКО
5. Обустройство помещений для хранения спецтехники

Отсутствие эффективного контроля в сфере обращения с ТКО

1. Организация системы мониторинга сферы обращения с ТКО

Сортировка и переработка отходов имеют множество преимуществ: меньший объем отходов попадает на захоронение; материалы используются повторно; сортировка бытовых отходов отвечает мировым подходам в обращении с мусором, а именно, способствует предотвращению их чрезмерного образования, повторному (многократному использованию) вторичного сырья, утилизации и безопасному размещению; экономии средств для общества, созданию новых рабочих мест в области сбора, сортировки и переработки отходов и улучшению состояния окружающей среды, а также снижения риска для здоровья жителей.

Выбор технологии переработки отходов должен являться частью разработки регионального плана обращения с ТКО. Одним из первых приоритетов плана является определение расположения регионального полигона для захоронения ТКО с использованием принципов межрегионального сотрудничества. Предприятия по переработке отходов в большинстве случаев будут территориально привязаны к региональному полигону. Выбор конкретной технологии переработки зависит от множества факторов. Одним из определяющих факторов на данный момент является себестоимость переработки тонны ТКО. Выбор энергетической утилизации определяется следующими соображениями:

- желанием увеличить глубину переработки отходов, особенно в случае термических методов переработки с тем, чтобы минимизировать захоронение;
- возможность получения собственного источника энергии, замещающего ископаемые виды топлива, такие как природный газ или уголь;
- возможностью получения дополнительного дохода за счет продаж электроэнергии и тепла, а в некоторых случаях и RDF/SRF [6, с. 17].

Необходимо отметить, что получение дополнительного дохода за счет продажи электроэнергии и тепла, полученных из ТКО, в большинстве случаев не означает достижения привлекательных для инвестора экономических параметров проекта. В большинстве случаев для реализации проектов необходимо существенное повышение тарифа на переработку отходов, особенно существенно для термических методов обработки. Исключением из этого правила являются проекты по сбору и утилизации биогаза в местах захоронения отходов.

С увеличением сложности технологии возрастают удельные капитальные издержки. При существующем уровне экономики и бюджета многих областей могут развиваться только относительно простые проекты, в большинстве случаев выбор технологии будет определяться принципом разумной достаточности. Согласно этому принципу уже реализуются проекты сбора и утилизации биогаза, использование сортировочных линий, планируются первые проекты МБО мощностью не менее 80 тыс. т/год.

Для реализации термических проектов с использованием оборудования зарубежных поставщиков экономические и политические условия пока отсутствуют. Подобные проекты могут быть реализованы только при существенном снижении капитальных затрат без потери качества очистки дымовых газов. Исключение составляет сжигание RDF/SRF цементными заводами [5, с. 65].

Твердое топливо из ТКО может быть исполь-

зовано в специализированных ТЭЦ/котельных, поставляющих тепло в систему ЦТ, а также если это ТЭЦ - электроэнергию в сети или на нужды коммунального хозяйства. Реализация такого проекта возможна в двух вариантах – ТЭЦ с турбиной, работающей в теплофикационном и конденсационных режимах и котельной (без турбины). Первый вариант (ТЭЦ) обеспечивает постоянную нагрузку по сырью, летом избыток тепла может утилизироваться на градирнях (до 30% энергии топлива). Второй вариант (котельная) позволяет снизить капитальные расходы, увеличить эффективность использования топлива, но не обеспечивает постоянной нагрузки по сырью в течение года. Летом остаток топлива необходимо накапливать и использовать в осенне-зимний период. Для проектов термической утилизации принципиальное значение имеет близость производственных мощностей и тепловых сетей [7, с. 188].

Использование стимулирующего «зеленого» тарифа на электроэнергию, полученную в результате термической обработки, не предусмотрено. Более того, гипотетическое использование тарифа на электроэнергию на уровне существующего тарифа для биомассы и биогаза не создает необходимых финансовых потоков для повышения экономической привлекательности проектов термической обработки к необходимому инвестору уровню. При удельных расходах на сжигание ТКО 100–150 евро/т потенциальная прибыль от продажи электроэнергии по «зеленому» тарифу составляет 60 евро/т для ТКО с нижней теплотворной способностью ТКО 8.0 МДж/кг и 75 евро/т для случая 10 МДж/кг.

При сжигании ТКО электрический КПД достаточно низкий, в когенерационных схемах большее количество энергии из ТКО может быть получено в виде тепла. Потому основной доход может быть связан с продажей тепла, а не электроэнергии. Например, в ЕС мусоросжигание особенно развито в странах, практикующих централизованное теплоснабжение (Дания, Швеция). Несмотря на то, что в области наблюдаются негативные тенденции развития ЦТ, потенциал

использования тепла из ТКО в системах ЦТ достаточно велик. При отсутствии ТЭЦ/ котельных для производства RDF/SRF большое значение имеет расстояние до ближайшего цементного завода, который заинтересован в использовании альтернативного топлива и имеет полный цикл обжига клинкера. Риски проектов связаны с зависимостью от поставок отходов/сырья, зависимостью от потребителя энергии, необходимостью выделения дополнительной земли в непосредственной близости от систем ЦТ, а также недостаточным потреблением тепла в летнее время. Снижение рисков может быть достигнуто за счет увеличения количества сырья и гарантий на его поставку, определения условий передачи/продажи топлива цементным заводам, создания условий для полного использования тепла.

Новая стратегия управления отходами предусматривает переход от удаления отходов на свалки и полигоны к системе комплексного обращения с ТКО. На практике это означает достижение показателя переработки 50% ТКО от общего объема их образования, ввод в эксплуатацию дополнительных мусоросортировочных линий и мусороперерабатывающих заводов, создание в рамках пилотных проектов объектов по производству топлива из бытовых отходов на базе объектов механико-биологической обработки при их приближенном расположении к цементным заводам, по внедрению ряда пилотных проектов по биологической стабилизации смешанных бытовых отходов [4].

Целесообразность энергетической утилизации может определяться уменьшением количества отправляемых на захоронение отходов и увеличением срока эксплуатации новых региональных полигонов. Опыт развитых стран показывает, что отдельный сбор и повторное использование развиваются одновременно с энергетическим использованием ТКО, конкурируя в определенной степени за сырье, но не противореча друг другу. С технологической точки зрения наиболее просты проекты сбора и утилизации биогаза, далее за усложнением следуют ручные и автома-

тические сортировочные линии, кондиционирование ТКО, аэробные и анаэробные методы, термическая утилизация подготовленных (RDF/SRF) и смешанных ТКО. С увеличением сложности технологии вырастают удельные капитальные затраты на их реализацию.

Внедрение любых методов переработки требует консолидации системы обращения с ТКО на региональном уровне с потенциалом не менее 100 тыс т ТКО в год или более. Для такого проекта удовлетворительные экономические показатели демонстрируют механически-биологическую обработку ТКО с получением биогаза и последующим производством и продажей электроэнергии по зеленому тарифу.

Таким образом, в результате реализации новых подходов к обращению с ТКО и объединении усилий крупных предприятий и региональных властей ожидается:

- уменьшить вредное влияние ТКО на окружающую среду;
- создать условия для очищения территорий вокруг предприятий от загрязнения отходами;
- уменьшить объем захоронения ТКО;
- улучшить качество обслуживания в сфере обращения с ТКО;
- превратить сферу обращения с ТКО в самокупаемую и рентабельную отрасль хозяйства;
- создать дополнительные рабочие места.

### Библиографический список

1. Петрова О. А. Анализ развития особой экономической зоны Арктики: теория и практика // *Russian Journal of Management*. – 2022. – Т. 10, № 2. – С. 295–304.
2. Петрова О. А. О новой концепции цифровой экономики // *Modern Economy Success*. – 2022. – № 2. – С. 66–71.
3. Цховребов Э. С. Формирование региональных стратегий управления обращением с вторичными ресурсами // *Вестник МГСУ*. – 2019. – Т. 14, вып. 4. – С. 450–463.
4. Applicability of municipal solid waste incineration (MSWI) system integrated with pre-drying or torrefaction for flue gas waste heat recovery / Z. Xing [et al.] // *Energy*. – 2021. – Vol. 224. – DOI: [10.1016/j.energy.2021.120](https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.120). – URL: <https://ideas.repec.org/a/eee/energy/v224y2021ics0360544221004060.html>.
5. Kirillova A., Musinova N. Organizational and Economic Aspects of Improving the Efficiency of Major Repairs of the Housing Stock // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. – 2020. – Apr. – Vol. 459. – P. 62–71. – DOI: [10.1088/1755-1315/459/6/062071](https://doi.org/10.1088/1755-1315/459/6/062071).
6. Robles I., O'Dwyer E., Guo M. Waste-to-Resource value chain optimisation: Combining spatial, chemical and technoeconomic aspects // *Water Research*. – 2020. – Vol. 178. – P. 115842. – ISSN 43-1354. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2020.115842>.
7. Sereda T. G., Kostarev S. N. Development of automated control system for waste sorting // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. – 2019. – May. – Vol. 537, no. 6. – P. 062012. – DOI: [10.1088/1757-899x/537/6/062012](https://doi.org/10.1088/1757-899x/537/6/062012).
8. Tolmachev M. N., Petrova O. A. Approaches to assessing and substantiating measures for financing the development of transport infrastructure in the arctic one of the Russian Federation // *International Journal of Ecosystems and Ecology Science*. – 2022. – Vol. 12, no. 4. – P. 267–274.