УДК 69.036: 628.474.3(571.51)

Звенцов Павел Алексеевич, магистрант
(ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск)
Pavel A. Zventsov, Master's student
(Siberian Federal University, Krasnoyarsk)

АДАПТАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ К СУРОВЫМ КЛИМАТИЧЕСКИМ УСЛОВИЯМ

ADAPTING THERMAL WASTE TREATMENT TECHNOLOGIES TO HARSH CLIMATIC CONDITIONS

Аннотация. В России проблема утилизации отходов приобрела масштабный характер из-за ежегодного образования десятков миллионов тонн твердых коммунальных отходов, львиная доля которых по-прежнему отправляется на полигоны и свалки, исчерпывающие свою вместимость. Традиционные методы захоронения наносят серьезный урон окружающей среде, загрязняя почву, подземные воды и атмосферу токсичными веществами. В ответ на это страна активно переходит к новой системе обращения с отходами в рамках нацпроектов, развивая инфраструктуру раздельного сбора, строя современные комплексы по сортировке, переработке вторичного сырья и внедряя инновационные предприятия по термической утилизации неперерабатываемых фракций в энергию, что позволяет снизить экологическую нагрузку и постепенно перейти к экономике замкнутого цикла. В статье рассматриваются проблемы и перспективы внедрения установок термической переработки отходов (инсинерация, пиролиз, газификация) в регионах с суровыми климатическими условиями (Крайний Север, Арктическая зона и районы с резко континентальным климатом). Низкие температуры, сильные ветровые нагрузки и удаленность инфраструктуры создают серьезные вызовы для стабильной работы таких комплексов.

Abstract. In Russia, the issue of waste disposal has reached a critical scale due to the annual generation of tens of millions of tons of municipal solid waste, the vast majority of which continues to be sent to landfills and dumps that are rapidly reaching capacity. Traditional landfilling methods cause significant environmental damage by contaminating soil, groundwater, and the atmosphere with toxic substances. In response, the country is actively transitioning to a new waste management system as part of national projects; this involves developing separate collection infrastructure, building modern facilities for sorting and recycling, and implementing innovative plants that convert non-recyclable waste fractions into energy—thereby reducing the environmental burden and facilitating a gradual shift toward a circular economy. This article examines the challenges and prospects associated with implementing thermal waste treatment technologies (such as incineration, pyrolysis, and gasification) in regions with harsh climatic conditions, including the Far North, the Arctic zone, and areas with a sharply

continental climate. Low temperatures, strong winds, and remote locations pose significant challenges to the stable operation of such facilities.

В России остро стоит вопрос утилизации отходов. Только 4% сырья перерабатываются, остальные 96% – захораниваются на полигонах и вывозятся на свалки. На территории страны расположены более 1 000 полигонов и 7 000 санкционированных свалок, а также по насчитывается около 22 000 несанкционированных свалок. По состоянию на 2014 год площадь занятых под размещение отходов составляла 4 млн га, что оставляет 0,2 % всей территории страны [1].

Приоритетный проект «Чистая страна», принятый правительством РФ в 2017 году, нацелен на уменьшение экологического ущерба, связанного с захоронением твёрдых бытовых отходов и изменение сложившейся ситуации посредством ликвидации объектов накопленного вреда окружающей среде и снижения доли захоронения твердых коммунальных отходов. Его основной задаче является уменьшение количества свалок и увеличение процента перерабатываемого мусора. Одним из методов достижения поставленной задачи является строительство в 2019 году 4 пилотных заводов по термическому обезвреживанию (далее мусоросжигающий завод) твердых коммунальных отходов на территории Московской области. В случае успешного выполнения данной задачи данная программа будет масштабироваться на территорию всей страны [2]. Типовой мусоросжигающий завод представляется из себя ТЭЦ частично работающую на твердых коммунальных отходах (ТКО), основную горючую массу которую составляет природный газ. В состав ТКО входят такие компоненты как:

- пищевые отходы;
- бумага;
- древесина;
- металлы;
- текстиль;
- кости;
- стекло;
- кожа, резина;
- камни, штукатурка;
- полимерные материалы (пластмасс);
- отсев.

Доставка отходов осуществляется закрытыми мусоровозами, разгрузка осуществляется в крытый приемный бункер, расположенный в отвальном пролете главного корпуса. В бункере происходит контроль габаритов для нормальной загрузки в воронку, крупногабаритные отходы происходят дробления в шредере. Сжигание происходит на колосниковой решетке. Начальная температура горения газа составляет от 850 до 1000° С, максимальная температура 1260° С. Для поддержания температуры горения вместе с ТКО поддается природный газ. Очистка газа производится в три этапа. Первый этап очистка происходит в котле от оксидов и диоксинов. Второй этап в реакторе с помощью активированного угля и гашенной извести. Третий этап в рукавном фильтре для очистки газов от золы, пыли и продуктов газоочистки.

Строительство данного завода в суровых климатических условиях усложняется из-за фоновых концентраций в областях образования твердых коммунальных отходов. В таких городах как Норильск, Мурманск, Архангельск, Воркута, Якутск концентрации загрязняющих находятся в точках близких или превышающих предельно допустимые значения. Сжигание несортируемого мусора не позволяет отследить какие конкретно вещества попадут в атмосферу из-за процесса суммации. Поэтому трехэтапная система очистки воздуха является недостаточной. Строительство объекта первого класса опасности в данных местах может ухудшить качество воздуха [3].

Для регионов с суровыми климатическими условиями нужно рассчитать влияние мерзлот в зоне строительства завода. Воздействие на водные ресурсы приведет к загрязнению не только местных водоёмов, но и части Ледовитого океана, что может сказать на состояние арктического региона. Возведение данного предприятия может уменьшить количество захороняемых отходов на треть, но не решит проблему полностью. Также стоит учесть, что большое количество шлака и золы требует особых условий размещения или последующей утилизации. Себестоимость данного проекта для регионов может стать непосильной ношей, которая ляжет на плечи населения в форме повышения ставок налогообложения.

Более приемлемым вариантом может быть не возведение мусоросжигающего завода, а создание эффективной системы переработки мусора, использующей эффективные методы переработки ТКО с максимальным извлечением компонентов для вторичного использования. Для успеха реализации проекта рекомендуется введение раздельного сбора мусора. При одинаковом составе отходов возможен другой более экономически и экологически выгодный способ сжигания отходов, которые невозможно пустить на повторную переработку [4-5]. Для решения мусорной проблемы в России нужен комплексный подход. Строительством заводов переработки не решит всех проблем. Требуется сквозное «экологическое воспитание», агитационная работы, экономическая заинтересованность в навыке раздельного сбора отходов. Введение современных методов мониторинга загрязнения и разработка новых стандартов качества охраны ОС. Благодаря этому появится шанс жить в комфортной среде нераздельно от природы.

Список литературы

1. Кулагина, Л. В. Научно-исследовательские проекты СФУ в области ликвидации ЧС, пожарной безопасности для территорий Енисейской Сибири / Л. В. Кулагина, Т. А. Кулагина // Безопасная Арктика-2025 : Материалы деловой программы межведомственных опытно-исследовательских учений сил и средств единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций в Арктической зоне Российской Федерации, Норильск, 31 января 2025 года. – Москва: Академия государственной противопожарной службы, 2025. – С. 23-29. – EDN ALWNTP.
2. К вопросу роли альтернативных источников энергии в обеспечении энергобезопасности страны / Л. В. Кулагина, К. А. Штым, И. В. Кириллова, Д. А. Савчиц // Енисейская теплофизика : Тезисы докладов I Всероссийской научной конференции с международным участием, Красноярск, 28–31 марта 2023 года /

Отв. за выпуск Д.В. Платонов. – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2023. – С. 230-231. – EDN AZMBUW.
3. Демиденко, Н. Д. Распределенный контроль в системах с распределенными параметрами / Н. Д. Демиденко, Л. В. Кулагина // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Техника и технологии. – 2018. – Т. 11, № 2. – С. 221-228. – DOI 10.17516/1999-494X-0025. – EDN YUHTEE.
4. Экология техносферы : Учебное пособие / В. В. Гутенев, Т. А. Кулагина, Л. В. Кулагина [и др.]. – Москва : Издательство "Маджента", 2008. – 468 с. – ISBN 5-98156-084-3. – EDN VSLEOL.
5. Кулагина, Л. В. Оценка потенциала биогазовых технологий в Красноярском крае на основе расчета эколого-экономического эффекта / Л. В. Кулагина, В. Н. Копиця, М. А. Барабанцов // Борисовские чтения : Материалы IV Всероссийской научно-технической конференции с международным участием, Красноярск, 25–26 октября 2023 года. – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2024. – С. 185-190. – EDN FPVVYG.