

Организация системы раздельного сбора твердых коммунальных отходов на примере г. Луганска

Ю.В. Копец

Луганский государственный университет имени В. Даля, г. Луганск

Аннотация: Статья посвящена решению проблемы организации раздельного сбора твердых коммунальных отходов (ТКО). Проанализированы препятствия, возникающие при реализации раздельного сбора отходов. Рассмотрены существующие основы сортировки мусора, заложенные в городах Республики. Предложены варианты системы раздельного сбора твердых коммунальных отходов, которые можно использовать на Луганщине. Особое внимание уделяется сортировочным комплексам, выступающим в качестве вспомогательного объекта для оптимизации сбора определенных видов отходов и утилизации вторичных материалов. В результате проведенного исследования, предложено использование такого способа термической переработки твердых коммунальных отходов, как пиролиз.

Ключевые слова: твердые коммунальные отходы, раздельный сбор, сортировка, термическая обработка отходов.

Цель – исследовать возможность реализации раздельного сбора твердых коммунальных отходов.

Задачи исследования:

- проанализировать, какие препятствия возникают при осуществлении раздельного сбора мусора,
- рассмотреть существующие сортировочные комплексы,
- предложить возможные варианты системы раздельного сбора твердых коммунальных отходов, которые можно использовать на Луганщине,
- рекомендовать наиболее перспективный метод обращения с отходами.

В наше время проблема утилизации и обращения с твердыми коммунальными отходами (ТКО) становится все более актуальной. Ответственное отношение к окружающей среде требует от нас принятия мер, направленных на эффективную сортировку и переработку отходов.

Раздельный сбор отходов является ключевым этапом в обработке твердых коммунальных отходов. Он позволяет извлечь до 70-80% полезных ресурсов

из общего количества отходов, в то время как отсутствие сортировки приводит к использованию не более 15% полезных материалов. Поэтому внедрение системы раздельного сбора на Луганщине становится необходимостью. Один из возможных вариантов системы раздельного сбора твердых коммунальных отходов на Луганщине - это использование контейнеров для раздельного сбора на уровне жилых домов и общественных мест. При этом в производственный цикл возвращается определенная часть сырья. Таким образом, при осуществлении сортировки будут экономиться невозобновляемые ресурсы, уменьшается загрязнение окружающей среды вследствие уменьшения количества отходов, поступающих на свалки, уменьшается также количество выбросов парниковых газов (ТСН 31-12-2001 «Мусороудаление и устройство полигонов по утилизации твердых бытовых отходов сельских населенных пунктов») [1,2].

Однако для реализации раздельного сбора ТКО сегодня существует *два главных препятствия*.

Первое препятствие – отсутствие надлежащих законодательных, социальных и экономических условий для работы этой системы, в том числе стимулирующих мер, штрафов и т.п. То есть даже если у человека есть желание сортировать отходы, то делать это ему или неудобно, или невыгодно, а иногда нет уверенности в том, что эта работа не будет бесполезной. С моральной точки зрения нужна уверенность в том, что в дальнейшем отсортированные отходы действительно попадут на переработку или повторное использование. Очень часто неудачи в этой сфере обосновывают низким экологическим сознанием населения и нежеланием людей сортировать отходы. Но в то же время работа по повышению экологического сознания населения в сфере обращения с отходами практически не ведется. Большинство организованных систем раздельного сбора отходов – проекты частных инвесторов. Как свидетельствует опыт

развитых стран, сортировка отходов и их последующее повторное использование – единственный рациональный путь преодоления существующих проблем, связанных с накоплением отходов [3,4].

Второе препятствие – пока, к сожалению, большинство людей не готовы сортировать мусор. Ведь в таком случае нужно в собственном доме или квартире иметь несколько емкостей для разных категорий отходов, людям проще все выбрасывать в одну емкость. Поэтому пока у населения нет заинтересованности в изменении способа обращения с ТКО, до тех пор не будет положительных изменений.

Следует отметить, что некоторые основы раздельного сбора ТКО в отдельных городах заложены (отдельные контейнеры для тары – стеклянных, пластиковых, жестяных бутылок), наличие пунктов приема вторичного сырья [5]. Однако, пока что этого недостаточно для налаживания эффективной системы. Кроме того, очень слабым является информационное обеспечение раздельного сбора.

На Луганщине существуют различные варианты системы раздельного сбора твердых коммунальных отходов.

1) Один из таких вариантов предполагает детальную сортировку отходов прямо в домохозяйствах. В этом случае, каждое домохозяйство имеет несколько контейнеров разного цвета для отдельных компонентов отходов, таких как пластик, стекло и бумага, а также один контейнер для всех остальных отходов. В зависимости от спроса и количества образующихся отходов, система может быть расширена добавлением дополнительных контейнеров для органических отходов, ПЭТ-бутылок и других материалов. Собранные отходы могут быть доставлены в специальные участки для их уплотнения и последующей обработки. Существует два основных подхода к сбору отходов: индивидуальный сбор каждого компонента отдельным транспортом или одновременный сбор всех

компонентов специальным транспортным средством с несколькими отделениями. В мире наиболее распространенным является второй вариант, так как он более эффективен и позволяет экономить средства на транспортировке. Собранные и разделенные компоненты отходов затем транспортируются на специализированные участки для их уплотнения и дальнейшей обработки. Этот процесс позволяет возвращать до 80% вторичного сырья из твердых коммунальных отходов обратно в производство, что является очень высокой эффективностью. Однако для успешной реализации такой системы требуется активное участие населения и значительные финансовые вложения на этапе сбора отходов, хотя затраты на их последующую обработку остаются небольшими. Важно отметить, что раздельный сбор твердых коммунальных отходов является важным шагом в направлении более экологически чистой и устойчивой системы управления отходами. Это позволяет сократить объем отходов, уменьшить негативное воздействие на окружающую среду и создать новые возможности для переработки и повторного использования материалов. Поэтому внедрение такой системы на Луганщине может иметь значительные положительные последствия для окружающей среды и экономики региона.

2) Сбор двух фракций является одним из методов систематической сортировки отходов, который позволяет населению разделять их на две основные категории: влажную (органическую) фракцию и смешанную сухую фракцию. Влажная фракция предназначена для компостирования, а сухая фракция включает в себя отходы, которые могут быть переработаны, такие как бумага, стекло, пластик и металл.

Для реализации этой системы можно использовать разные подходы, например, использовать два отдельных контейнера или два пластиковых шарика разных цветов, в зависимости от типа местности. Важно учесть, что вывоз влажной органической фракции должен осуществляться чаще, чтобы

избежать неприятного запаха от разложения органических отходов, в то время как сухую смешанную фракцию можно вывозить реже, по мере наполнения контейнера.

Однако, для эффективной работы этой системы необходимо создать объекты для сортировки смешанных отходов, которые могут быть переработаны. Такие сортировочные комплексы позволят обеспечить высокую степень участия населения. Для достижения этой цели необходима тщательная просветительская работа и стимулирование населения.

Система сбора двух фракций имеет свои преимущества. Она требует меньше ресурсов для сбора отходов, чем другие методы, так как в ней используется меньше контейнеров. Кроме того, она более удобна для населения, так как все отходы разделяются только на две категории, а не на 4 или 5. Однако эффективность этой системы может быть ниже и составлять примерно 45-70%. Также следует учитывать, что использование отсортированного вторичного сырья может иметь меньший экономический эффект, а сортировка и обработка отходов требуют больших затрат.

3) Для небольших населенных пунктов, которым не по силам внедрить систему сбора двух фракций, оптимальным вариантом может стать использование системы пунктов сбора и приема вторичного сырья. Этот метод также может быть применен в больших городах в сочетании с другими методами сбора. Он предполагает, что жители осуществляют сортировку перерабатываемых материалов на месте их образования, а затем доставляют их в определенные приемные пункты.

В конечном итоге, выбор подходящей системы сбора отходов зависит от особенностей конкретного населенного пункта или города. Важно провести тщательный анализ и выбрать наиболее эффективный и удобный для населения вариант, учитывая доступные ресурсы и возможности

переработки отходов [5]. Эффективность данной системы – примерно 30–45%.

Сортировочные комплексы

Использование сортировочных комплексов позволяет населению не сортировать ТКО или сортировать их только на 2 фракции, когда одна из них – отходы, которые в дальнейшем могут быть переработаны, – отправляется на сортировочный комплекс для отделения разных видов вторичного сырья. Цель таких комплексов заключается в создании вспомогательного объекта для оптимизации сбора определенных видов отходов и утилизации вторичных материалов.

В основном в сортировочные комплексы можно направлять все виды отходов. Однако рекомендуется собирать влажные пищевые отходы, которые биологически разлагаются, отдельно и, таким образом, не допускать загрязнения ими ценного вторичного сырья.

Учитывая опыт развитых европейских стран, ожидаемая эффективность сбора ТКО с использованием сортировочного комплекса для переработанных материалов составляет примерно 10–15% (а для некоторых фракций отходов – 75–80%), что значительно ниже эффективности раздельного сбора твердых коммунальных отходов. Опыт ручной сортировки смешанных твердых коммунальных отходов от жилого сектора, прошедших через мусоропровод, контейнер и мусоровоз, отрицательный. Такие отходы не поддаются ручной сортировке. При этом работа сортировщиков непривлекательна и непродуктивна, а отобранное вторичное сырье, особенно макулатура, является загрязненной и непригодной.

Данный подход, когда все отходы собираются вместе, не требует никаких дополнительных усилий от продуцирующих эти отходы (удобно на организационном уровне). Соответственно, никаких дополнительных средств для сбора ТКО не требуется. Однако при этом будут тратиться большие

средства на обработку смешанных отходов, в том числе и на их сортировку на сортировочных комплексах. Кроме того, существует значительная вероятность загрязнения потенциального вторичного сырья, что приведет к ухудшению его качества и уменьшению стоимости и увеличению расходов на очистку.

Термическая переработка твердых коммунальных отходов

Одним из первых и одновременно простейших способов утилизации ТКО был и остается их сжигание [6,7]. В результате этого процесса происходит и избавление от отходов, и возможное получение энергии из них, и частично исчезает потребность в их захоронении, а потому и в проблематичном поиске земельного участка [8,9]. Именно поэтому мусоросжигательные заводы (МСЗ) первоначально и получили распространение в мире как альтернатива полигонам. Однако постепенно стало очевидным, что эксплуатация МСЗ – тоже не лучший способ обращения с отходами, поскольку сжигание разнородных отходов вызывает другую экологическую проблему – загрязнение воздуха.

Следует отметить, что за границей перед сжиганием твердых коммунальных отходов они подлежат обязательной сортировке и, как правило, механико-биологической обработке, минимизирующей попадание нежелательных веществ в печь для сжигания и повышает экологическую безопасность зарубежных мусоросжигательных комплексов [10].

Для интенсификации процесса сжигания влажность ТКО должна быть не более 40–45%. Если влажность превышает этот показатель, перед сжиганием рекомендуется подсушивать отходы. Учитывая, что в морфологическом составе местных коммунальных отходов на долю пищевых отходов, которые в основном и обеспечивают высокую влажность, приходится наибольшая часть возникает необходимость в дополнительном оборудовании для сушки отходов.

Трудно осуществлять контроль за попаданием в МСЗ запрещенных токсичных отходов или материалов, таких как поливинилхлорид, которые могут при сжигании давать большое количество опасных веществ. Атомы тяжелых металлов, в зависимости от их свойств, концентрируются в золе или вместе с несгораемой органикой и частицами пыли попадают в воздух. В воздух также поступают оксиды серы, углерода и азота, летучие органические соединения, в том числе, диоксины, полиароматические и другие хлорсодержащие углеводороды.

Кроме того, заводы не уничтожают отходы окончательно. Высокотоксические шлаки и зола, образующиеся в результате сжигания, что составляет до 30% начальной массы отходов, все равно должны быть захоронены на полигонах [11]. В процессе обезвреживания ТКО на МСЗ также образуются газовые выбросы, вода от промывки газов (при мокрой очистке), фильтрат (насыщенный многими опасными веществами, содержащимися в ТКО).

Важно отметить, что значительная часть материалов, которые можно было бы вторично использовать или переработать, теряется в процессе сжигания, а также теряется энергия, содержащаяся в этих материалах [12]. В связи с этим, обеспечение экологической безопасности работы мусоросжигательного завода требует значительных финансовых затрат и системы предварительной подготовки отходов, что на данный момент может быть нереализуемо для Луганска.

Поэтому, логичным решением является использование альтернативных методов обращения с ТКО. Один из перспективных подходов с экологической точки зрения - это использование пиролизных установок. Пиролизная технология основана на термическом разложении органической части твердых коммунальных отходов без доступа кислорода, при этом

неорганические компоненты не расплавляются. Этот метод исследуется и внедряется в качестве альтернативы сжиганию в развитых странах.

Пиролизные установки имеют два основных преимущества по сравнению с мусоросжиганием. Во-первых, они значительно снижают загрязнение воздушной и водной среды. Во-вторых, они позволяют практически полностью утилизировать потенциальные материальные и энергетические ресурсы, содержащиеся в коммунальных отходах.

Таким образом, использование пиролизных установок представляется более перспективным с точки зрения экологии, поскольку они позволяют эффективнее обращаться с твердыми коммунальными отходами, минимизируя их воздействие на окружающую среду и максимально используя их потенциал как ресурс [13,14].

Однако стоимость пиролизных установок очень высока, что препятствует их широкому внедрению.

Выводы

Таким образом, проанализировав экологические показатели разных способов обращения с ТКО, можно сделать вывод, что наиболее экологически приемлемым является отдельный сбор отходов с последующей вторичной реализацией сырья, что также достаточно экономически привлекательно и может быть весомым фактором для городов России. Следует отметить, что при стабильных затратах все способы обращения с отходами характеризуются значительной изменчивостью доходов, зависящих от многих факторов, а потому в каждом конкретном случае необходим индивидуальный подход. А вместе с внедрением любого способа обращения с отходами необходимо обеспечение надлежащих условий его реализации.

Литература

1. Журкович В.В., Потапов А.И. Отходы: Научное и учебно-методическое справочное пособие. СПб. Гуманистика, 2001. 580 с.
2. Hamer Geoffrey. Solid waste treatment and disposal: effects on public health and environmental safety // *Biotechnology Advances*, Volume 22, Issues 1–2, December 2003. P. 71-79.
3. Россинская М.В., Россинский Н.П. Элементы экологического мониторинга, их краткая характеристика и влияние на качество окружающей природной среды и здоровья населения региона // *Инженерный вестник Дона*, 2012, №1. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n1y2012/668/.
4. Кривошеин Д.А., Муравей Л.А., Роева Н.Н., Шорина О.С., Эриашвили Н.Д., Юровицкий Ю.Г., Яковлев В.А. Экология и безопасность жизнедеятельности. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2000. 447 с.
5. Клинков А.С., Беляев П.С. Утилизация и вторичная переработка тары и упаковки из полимерных материалов. Тамбов: ТГТУ, 2010. 100 с.
6. Beigl, P., & S. Salhofer. Comparison of ecological effects and costs of communal wastemanagement systems. *Resources, Conservation and Recycling*, 2004. P. 41, 83-102.
7. Волынкина Е. П. Утилизация, переработка и захоронение бытовых отходов (Принципы и методы комплексного управления твердыми бытовыми отходами). Новокузнецк: НФИ КемГУ, 2003. 117 с.
8. Беспалов В.И., Адамян Р.Г. Совершенствование методики выбора площадки для строительства полигонов твердых отходов потребления // *Инженерный вестник Дона*, 2013, №2 URL: ivdon.ru/magazine/archive/n2y2013/1717/.
9. Royte E. *Garbage Land: On the Secret Trail of Trash*. NY and Boston: Little, Brown and Company, 2005. 311 p.

10. Kreith F., Tchobanoglous G. Handbook of solid waste management. USA: McGrawHill, Inc., 2002. 822 p.

11. Беспалов В.И., Адамян Р.Г. Анализ основных характеристик и особенностей эксплуатации полигонов по захоронению твердых отходов потребления // Инженерный вестник Дона, 2013, № 2. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n2y2013/1716/.

12. Dong J., Tang, Y., Nzihou, A., Chi, Y., Weiss-Hortala, E., Ni, M., & Zhou, Z. Comparison of waste-to-energy technologies of gasification and incineration using life cycle assessment: Case studies in Finland, France and China, J. Clean. Prod, 2018. P. 287 - 300.

13. Хельтер Х., Левин Б.И. О новых подходах к технологии термической переработки твердых бытовых отходов // Чистый город. 1999. №1. С. 23 - 27.

14. Чередниченко В.С., Казанов А.М., Аншаков А.С. Современные методы переработки твердых бытовых отходов. Новосибирск: Институт теплофизики СО РАН, 1995. 55 с.

References

1. Zhurkovich V.V., Potapov A.I. Otkhody: Nauchnoe i uchebno-metodicheskoe spravochnoe posobie [Waste: Scientific and educational reference manual]. SPb.: Gumanistika, 2001. 580 p.

2. Hamer Geoffrey. Biotechnology Advances, Volume 22, Issues 1–2, December 2003. Pp. 71-79.

3. Rossinskaya M.V., Rossinskiy N.P. Inzhenernyj vestnik Dona, 2012, №1 URL: ivdon.ru/magazine/archive/n1y2012/668/.

4. Krivoshein D.A., Muravey L.A., Roeva N.N., Shorina O.S., Eriashvili N.D., Yurovitskiy Yu.G., Yakovlev V.A. Ekologiya i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti [Ecology and life safety]. M.: YuNITI-DANA, 2000. 447 p.

5. Klinkov A.S., Belyaev P.S. Utilizatsiya i vtorichnaya pererabotka tary i upakovki iz polimernykh materialov [Disposal and recycling of containers and packaging made of polymer materials]. Tambov: TGTU, 2010. 100 p.
 6. Beigl, P., & S. Salhofer. Comparison of ecological effects and costs of communal wastemanagement systems. Resources, Conservation and Racycling, 2004. Pp. 41, 83-102.
 7. Volynkina E. P. Utilizatsiya, pererabotka i zakhoronenie bytovykh otkhodov (Printsiipy i metody kompleksnogo upravleniya tverdymi bytovymi otkhodami) [Disposal, recycling and disposal of household waste (Principles and methods of integrated solid waste management)]. Novokuznetsk: NFI KemGU, 2003. 117 p.
 8. Bepalov V.I., Adamyan R.G. Inzhenernyj vestnik Dona, 2013, №2. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n2y2013/1717/.
 9. Royte E. Garbage Land: On the Secret Trail of Trash. NY and Boston: Little, Brown and Company, 2005. 311 p.
 10. Kreith F., Tchobanoglous G. Handbook of solid waste management. USA: McGrawHill, Inc., 2002. 822 p.
 11. Bepalov V.I., Adamyan R.G. Inzhenernyj vestnik Dona, 2013, № 2. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n2y2013/1716/.
 12. Dong J., Tang, Y., Nzihou, A., Chi, Y., Weiss-Hortala, E., Ni, M., & Zhou, Z. Comparison of waste-to-energy technologies of gasification and incin-eration using life cycle assessment: Case studies in Finland, France and China, J. Clean. Prod, 2018. Pp. 287 - 300.
 13. Khel'ter X., Levin B.I. Chistyj gorod. 1999. №1. Pp. 23 - 27.
 14. Cherednichenko V.S., Kazanov A.M., Anshakov A.S. Sovremennye metody pererabotki tverdyykh bytovykh tverdyykh otkhodov [Modern methods of processing municipal solid waste]. Novosibirsk: Institut teplofiziki SO RAN, 1995. 55 p.
-