

РАЦИОНАЛИЗАЦИЯ ОБРАЩЕНИЯ С ТВЁРДЫМИ КОММУНАЛЬНЫМИ ОТХОДАМИ ГОРОДА (НА ПРИМЕРЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ООО «ЭКОСПУТНИК» В ГОРОДЕ ОРЕНБУРГЕ)

© 2024

Гамм Т.А., Гривко Е.В.

Оренбургский государственный университет (г. Оренбург, Российская Федерация)

Аннотация. Показано, что одной из проблем г. Оренбурга в настоящее время остается отчуждение земель под полигон ТКО, воздействие полигона на атмосферный воздух и подземные воды. Установлено, что для обеспечения экологической безопасности в г. Оренбурге организован раздельный сбор мусора в контейнеры. ТКО поступают на полигон от частных и многоэтажных жилых домов города, от муниципальных образований, входящих в состав города, от предприятий и организаций. На полигон ТКО вывозятся отходы контейнеров для мусора, на полигоне проводится сортировка поступающих отходов, переработка отходов не производится. Установлено, что в морфологическом составе поступающего мусора из контейнеров более 80% отходов составляют использованные полимерные материалы, стекло и бумага, которые в городе собираются отдельно в контейнеры, пищевые и разлагаемые органические материалы. Доля разлагаемых в окружающей среде органических материалов в ТКО составляет 40,5%, их раздельный сбор в городе не производится. Подсчитано, что для переработки образующихся ежегодно отходов потребуется 18 биогазовых установок КОБОС-1, одна установка по переработке стекла ТОСС, 4 установки по переработке пластика СТАНКО-2000, 5 установок по переработке макулатуры БДМ-3. Расчетами показано, что переработка ТКО после сортировки позволит получить 33974 т/год биогаза, 14541 т/год листового стекла, 22425,6 т/год изделий из пластика, 15330 т/год изделий из бумаги и сократить площадь отчуждаемых под полигон земель.

Ключевые слова: полигон ТКО; сортировка отходов; переработка отходов; биогазы; макулатура; материалы из стекла; материалы из пластика.

RATIONALIZATION OF MUNICIPAL SOLID WASTE MANAGEMENT IN THE CITY (USING THE EXAMPLE OF THE ACTIVITIES OF ECOSPUTNIK LLC IN THE CITY OF ORENBURG)

© 2024

Gamm T.A., Grivko E.V.

Orenburg State University (Orenburg, Russian Federation)

Abstract. It is shown that one of the problems of Orenburg at present remains the alienation of land for the solid municipal waste landfill, the impact of the landfill on the atmospheric air and groundwater. It was established that in order to ensure environmental safety in the city of Orenburg, separate waste collection into containers is organized. Solid municipal waste is received at the landfill from private and multi-storey residential buildings of the city, from municipalities that are part of the city, from enterprises and organizations. Waste from garbage containers is taken to the solid municipal waste landfill, the landfill sorts incoming waste, and waste is not recycled. It was established that in the morphological composition of the incoming waste from the containers, more than 80% of the waste is used polymeric materials, glass and paper, which are collected separately in the city in containers, food and degradable organic materials. The share of organic materials degradable in the environment in solid municipal waste is 40,5%, their separate collection in the city is not carried out. It has been calculated that 18 biogas plants KOBOS-1, one glass processing plant TOSS, 4 plastic processing plants STANKO-2000, 5 waste paper processing plants BDM-3 will be required to process the waste generated annually. Calculations show that processing MSW after sorting will allow obtaining 33974 tons/year of biogas, 14541 tons/year of sheet glass, 22425,6 tons/year of plastic products, 15330 tons/year of paper products and will reduce the area of land alienated for landfills.

Keywords: MSW landfill; waste sorting; waste recycling; biogas; waste paper; glass materials; plastic materials.

Введение

Недостаточность утилизации ТКО в настоящее время является проблемой. С территории городов и населенных пунктов ТКО вывозятся на полигоны. Утилизация ТКО не выполняется в полном объеме, в то время как можно получать продукцию и экономить природные ресурсы [1, с. 14–16]. Оценка методов работы с ТКО дана в работе [2, с. 11–14]. Экономический эффект можно получить при рассмотрении отходов как побочного продукта с дальнейшей переработкой [3, с. 106–109]. При сортировке ТКО выделяют стекло и рекомендуют изготавливать пеностекло [4, с. 14], из пищевых отходов – биоэтанола и биодизель [5], перерабатывать пластик [6; 7, с. 201].

В литературных источниках в большей мере рассматриваются энергетические установки. Переработка ТКО на энергетических установках может дать КПД до 70% [8, с. 39], энергетическая утилизация отходов снижает экологическую и климатическую нагрузку [9, с. 8], однако теплотворная способность отходов зависит от их морфологического состава [10, с. 79–81; 11, с. 192–197]. В крупных городах энергетические установки могут поставлять биогаз на нужды города, снижая таким образом воздействие на окружающую среду [12, с. 79; 13, р. 30–38]. При выборе метода и технологии переработки ТКО важно знать физические и химические свойства отходов, так как содержание органического вещества влияет

на переработку их методами ферментации и компостирования [14, с. 88].

Вопросы использования ТКО как вторичного сырья рассматриваются и за рубежом [15, р. 181], в том числе в развивающихся странах. Переработка и термическая обработка ТБО изучается в Бразилии [16, р. 3498], факторы воздействия на окружающую среду и здоровье населения – в Эфиопии [17; 18, р. 3779–3794], оценка выбросов при открытом сжигании ТКО – в Непале [19, р. 489]. В Китае представлены инновационные режимы обращения с ТКО: законодательство об обязательной сортировке ТКО, программа «Зеленый счет» и Объединенная сетевая программа, но основным способом утилизации рекомендуется термическая переработка [20, р. 29943–29945; 21, с. 17–22]. В Греции выделяют 4 вида переработки полимеров: плавка, химическое разложение, механическая переработка, использование энергии химических связей полимера [22, с. 37–43].

Целью проведенной нами работы является исследование обращения с отходами на полигоне ТКО и разработка предложений по рационализации обращения с ТКО на примере г. Оренбурга.

Методы исследований

Исследования проводились в каждом сезоне года для учета состава поступающих отходов. Анализировали состав всей массы отходов, ежедневно поступающих на полигон ТКО. Весовым методом определяли влажность и массу каждого материала в составе отходов в контейнерах для мусора г. Оренбурга.

Результаты и их обсуждение

Вопросами обращения с отходами в г. Оренбурге занимается ООО «ЭкоСпутник». В городе организован отдельный сбор мусора в контейнеры. На полигоне ТКО проводится сортировка поступающих отходов из контейнеров. При сортировке отделяют макулатуру, пластик, стекло, дерево, металл и направляют на утилизацию. На рисунке 1 представлен мусоросортировочный комплекс в г. Оренбург.

Тем не менее одной из проблем остается увеличение площади полигона ТКО в г. Оренбурге, что

приводит к увеличению площади отчуждаемых земель (рис. 2, 3).

Мы проанализировали ситуацию с образованием ТКО в городе. Согласно ФККО (2024 г.) дается название и код отходов, поступающих на полигон ТКО, как 43832911524 Отходы контейнеров для мусора. Данные отходы состоят из многих материалов, образуются из бытовых изделий на предприятиях и в быту, поэтому относятся к малоопасным. Мы рассмотрели массу и состав ТКО по всем сезонам года, а также от разных объектов их образования для сравнительной характеристики. Результаты исследования представлены в табл. 1.

Результаты исследования показали, что ТКО поступают на полигон от частных и многоэтажных жилых домов города, от муниципальных образований, входящих в состав города, от предприятий и организаций. Многоэтажные жилые дома, составляющие основной жилой фонд города, поставляют больше отходов, чем все прочие источники. Меньше всего отходов поступает от частных жилых домов города и поселений. В течение года поступление ТКО на полигон примерно равное по массе, лишь несколько меньше зимой.

Морфологический состав поступающего мусора из контейнеров показал, что более 80% отходов составляют использованные полимерные материалы, стекло и бумага, которые в городе собираются отдельно в контейнеры, пищевые и разлагаемые органические материалы (таблица 2). Причем доля разлагаемых в окружающей среде органических материалов в нем составляют 40,5%. Тем не менее их отдельный сбор в городе не производится.

Ежегодно в г. Оренбурге образуется 222949,2 тыс. тонн ТКО, которые вывозятся на полигон. После существующей сортировки отходов на полигоне ТКО в качестве вторичных ресурсов для получения продукции можно использовать пластик, макулатуру, стекло, легкоразлагаемые органические материалы, что уменьшит ежегодное размещение на полигоне более 80% отходов из контейнеров, а также соответственно ежегодное увеличение площади полигона.



Рисунок 1 – Мусоросортировочный комплекс г. Оренбург



Рисунок 2 – Территория полигона ТКО в 2003 г.



Рисунок 3 – Территория полигона ТКО в 2023 г.

Для полигона ТКО в г. Оренбурге мы рассчитали основные технические характеристики комплекса по переработке ТКО (табл. 3). При переработке образующихся отходов потребуются 18 установок для получения биогаза, 1 установка по переработке стекла, 4 установки по переработке пластика, 5 установок по пере-

работке макулатуры. Биогазовая установка будет обеспечивать комплекс биогазом для получения тепла.

Переработка ТКО после сортировки позволит получить 33974 т/год биогаза, 14541 т/год листового стекла, 22425,6 т/год изделий из пластика, 15330 т/год изделий из бумаги.

Таблица 1 – Масса рассмотренных ТКО из контейнеров, кг

Источники поступления отходов на полигон ТКО	Период исследования				Масса отходов, тыс. т в год
	январь	июнь	сентябрь	март	
Муниципальные образования, входящие в состав г. Оренбург	513,2	718,2	458,5	801,2	2491,1
Различные объекты г. Оренбург	1269,5	781,2	2628,5	1260,4	5939,6
– многоэтажные жилые дома	3025,8	3205,8	1793,3	2736,0	11954,0
– частные жилые дома	432,0	727,2	396,5	769,9	2325,6
– предприятия и организации	502,2	823,5	1625,8	1053,5	4005,0
Итого:	5742,6	6254,1	6902,5	6620,9	28355,0

Таблица 2 – Состав материалов в мусоре из контейнеров

Наименование материала	Содержание материала в отходе, %	Состав материала	Образование материала, тыс. т в год
Разлагаемые в окружающей среде органические материалы	40,5	Использованные продукты, растительные остатки от уборки города, населенных пунктов, предприятий и организаций	90294,4
Полимерные материалы	23,1	Полиэтиленовые бутылки, полипропилен, полиэтиленовая пленка	51501,3
Бумажные материалы	11,0	Использованный картон, бумага	24524,4
Стекланные материалы	9,4	Стекланная тара, прочее стекло	20957,2
Текстиль различного состава	4,8	Текстиль синтетический и органический	10701,6
Металлы различного состава	2,9	Черные и цветные металлы	6465,6
Комбинированные материалы различного состава	2,0	Комбинированная упаковка, электрические отходы	4459,0
Дерево загрязненное	1,2	Дерево с синтетическим и не синтетическим загрязнениями	2675,4
Инертные материалы легко утилизируемые	5,05	Строительные отходы	11259,0
Опасные материалы	0,05	Ртутные лампы, лампы ртутно-люминесцентные, термометры ртутные, батарейки электрические	111,5
Всего:	100		222949,2

Таблица 3 – Расчет потребности в установках по переработке ТКО

Наименование установки	Производительность установки, т/сутки	Всего перерабатывается отходов на одной установке, т/год	Всего образуется отходов, т/год	Потребность в установках, штук	Масса полученной продукции, т/год
Биогазовая установка КОБОС-1	12,6	4599,0	90294,0	18	33974
Установка по переработке стекла ТОСС	48,0	17520,0	20954,0	1	14541
Установка по переработке пластика СТАНКО-2000	19,2	7008,0	29485,0	4	22425,6
Установка по переработке макулатуры БДМ-3	12,0	4380,0	24524,0	5	15330

Выводы

Одной из проблем в г. Оренбурге остается увеличение площади полигона ТКО, что приводит к увеличению площади отчуждаемых земель и воздействию на атмосферный воздух и подземные воды.

В настоящее время в городе организован раздельный сбор мусора в контейнеры, на полигоне ТКО проводится сортировка поступающих из контейнеров отходов. В течение года поступление ТКО на полигон примерно равномерное, лишь несколько меньше зимой, что позволяет рассмотреть вопросы утилизации отходов.

Ежегодно в г. Оренбурге образуется 222949,2 тыс. тонн ТКО, которые вывозятся на полигон. В поступающих на свалку отходах 80% составляют потенциально перерабатываемые и утилизируемые после переработки отходы.

Непосредственно на переработку могут поступать раздельно собираемые в городе в контейнеры неорганические полимерные материалы, стекло и бумага. Для этого на территории полигона ТКО города необходимо установить миникомплексы по переработке отходов, которые позволят получать 14541 т/год листового стекла, 22425,6 т/год изделий из пластика, 15330 т/год изделий из бумаги.

Пищевые и биоразлагаемые органические материалы в городе раздельно не собираются. Раздельный сбор данных отходов и поступление их на переработку на миникомплексе из 18 установок позволило бы получить 33974 т/год биогаза, который можно было бы использовать для обеспечения теплом комплекса переработки.

Организация переработки отходов будет способствовать повышению уровня экологической безопасности в районе полигона и сокращению площади отводимых под полигон ТКО земель.

Список литературы:

1. Жилиякова В.В. Проблематика введения мусорной реформы на территории Российской Федерации // *Образование и право*. 2019. № 4. С. 14–17.
2. Валеева С.А., Ильгамова Л.Ф., Якупова Н.А., Хайрулина С.Н., Курамшина Н.Г. Оценка утилизации отходов в Российской Федерации // *Международный журнал гуманитарных и естественных наук*. 2021. № 5–2 (56). С. 11–14. DOI: 10.24412/2500-1000-2021-5-2-11-14.
3. Мельникова Л.А. Экономические аспекты переработки и использования твердых коммунальных отходов // *Вопросы экономики и права*. 2023. № 2 (176). С. 106–109. DOI: 10.14451/2.176.106.
4. Шелковникова Т.И., Баранов Е.В., Черкасов С.В., Пряженцева Е.А. Проблемы и перспективы сбора и переработки боя стекла и применение изделий на его основе // *Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова*. 2019. № 9. С. 14–21. DOI: 10.34031/article_5da44ad180a513.69952350.
5. Массеров Д.А., Кустов М.В. Мировые достижения валоризации органических отходов для экологически устойчивого развития территорий // *Отходы и ресурсы*. 2021. Т. 8, № 2. DOI: 10.15862/0becor221.
6. Шилкина С.В. Управление пластиковыми отходами: российский и зарубежный опыт // *Отходы и ресурсы*. 2022. Т. 9, № 1. DOI: 10.15862/10ecor122.
7. Чемодин Ю.А. Анализ особенностей управления твердыми бытовыми отходами на современном этапе в

Российской Федерации и за рубежом // *Московский экономический журнал*. 2018. № 5 (1). С. 200–205. DOI: 10.24411/2413-046x-2018-15040.

8. Шабуров Е.Л., Федюхин А.В., Ипполитов В.А. Расчет режимных параметров установки газификации твердых бытовых отходов // *Научно-технические ведомости СПбПУ. Естественные и инженерные науки*. 2018. Т. 24, № 3. С. 38–44. DOI: 10.18721/jest.240303.

9. Потравный И.М., Баах Д. Энергетическая утилизация твердых коммунальных отходов в контексте низкоуглеродного развития // *Управленческие науки*. 2021. Т. 11, № 3. С. 6–22. DOI: 10.26794/2404-022x-2021-11-3-6-22.

10. Тимербаев Н.Ф., Зиатдинова Д.Ф., Кузьмин И.А., Садртдинов А.Р. Исследование зависимости теплотворной способности твердых бытовых отходов (ТБО) от их морфологического состава // *Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология*. 2008. Т. 51, № 10. С. 79–81.

11. Трубецкая О.Е., Трубецкой О.А., Борисов В.А., Ганжара Н.Ф. Электрофорез и эксклюзивная хроматография гуминовых веществ детрита и почв разного генезиса // *Почвоведение*. 2008. № 2. С. 192–197.

12. Владимиров Я.А., Кожукарь Е.В., Луми А.Н., Опарина А.М. Перспективы энергетического использования твердых коммунальных отходов в крупных городах // *Вестник Казанского государственного энергетического университета*. 2017. № 4 (36). С. 74–82.

13. Lino F.A.M., Ismail K.A.R. Recycling and thermal treatment of MSW in a developing country // *IOSR Journal of Engineering*. 2017. Vol. 7, iss. 7. P. 30–38.

14. Соломин И.А., Афанасьева В.И. Состав и свойства твердых коммунальных отходов, учитываемые при выборе технических методов обращения с отходами // *Природообустройство*. 2017. № 3. С. 82–90.

15. Cimpan C., Maul A., Jansen M., Pretz T., Wenzel H. Central sorting and recovery of MSW recyclable materials: A review of technological state-of-the-art, cases, practice and implications for materials recycling // *Journal of Environmental Management*. 2015. Vol. 156 (3). P. 181–199. DOI: 10.1016/j.jenvman.2015.03.025.

16. Lino F.A.M., Ismail K.A.R. Energy and environmental potential of solid waste in Brazil // *Energy Policy*. 2011. Vol. 39, iss. 6. P. 3496–3502. DOI: 10.1016/j.enpol.2011.03.048.

17. Eshete A., Haddis A., Mengistie E. Investigation of environmental and health impacts solid waste management problems and associated factors in Asella town, Ethiopia // *Heliyon*. 2024. Vol. 10, iss. 6. DOI: 10.1016/j.heliyon.2024.e28203.

18. Shi Y., Li Y., Yuan X., Fu J., Ma Q., Wang Q. Environmental and human health risk evaluation of heavy metals in ceramsites from municipal solid waste incineration fly ash // *Environmental Geochemistry and Health*. 2020. Vol. 42 (11). P. 3779–3794.

19. Das B., Bhawe P.V., Sapkota A., Bhanju R.M. Estimating emissions from open burning of municipal solid waste in municipalities of Nepal // *Waste Management*. 2018. Vol. 79. P. 481–490. DOI: 10.1016/j.wasman.2018.08.013.

20. Xiao S., Dong H., Geng Y., Medel-Jimenez F., Pan H., Wu F. An overview of the municipal solid waste management modes and innovations in Shanghai, China // *Environmental Science and Pollution Research*. 2020. Vol. 27 (24). P. 29943–29953. DOI: 10.1007/s11356-020-09398-5.

21. Мальшевский А.Ф., Хабилов В.В. Обоснование выбора оптимального способа обезвреживания твердых бы-

товых отходов в городах России. М.: ИФЗ РАН, 2012. 63 с.

22. Кичигин О.Э., Горский В.А. Анализ российского и европейского опыта в решении проблем обращения с

твёрдыми коммунальными отходами на региональном уровне // Бизнес. Образование. Право. 2021. № 1 (54). С. 37–43. DOI: 10.25683/volbi.2021.54.136.

Информация об авторе(-ах):	Information about the author(-s):
<p>Гамм Тамара Алексеевна, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры экологии и природопользования; Оренбургский государственный университет (г. Оренбург, Российская Федерация). E-mail: hammtam@mail.ru.</p> <p>Гривко Елена Васильевна, кандидат педагогических наук, доцент кафедры экологии и природопользования; Оренбургский государственный университет (г. Оренбург, Российская Федерация). E-mail: grivko-ev@mail.ru.</p>	<p>Gamm Tamara Alekseevna, doctor of agricultural sciences, associate professor, professor of Ecology and Environmental Management Department; Orenburg State University (Orenburg, Russian Federation). E-mail: hammtam@mail.ru.</p> <p>Grivko Elena Vasilievna, candidate of pedagogical sciences, associate professor of Ecology and Environmental Management Department; Orenburg State University (Orenburg, Russian Federation). E-mail: grivko-ev@mail.ru.</p>

Для цитирования:

Гамм Т.А., Гривко Е.В. Рационализация обращения с твёрдыми коммунальными отходами города (на примере деятельности ООО «ЭкоСпутник» в городе Оренбурге) // Самарский научный вестник. 2024. Т. 13, № 3. С. 14–19. DOI: 10.55355/snv2024133102.