

УДК 574(262.5.05)+631.86
МРНТИ 87.53.13

**СПОСОБЫ ПЕРЕРАБОТКИ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ
ТҰРМЫСТЫҚ ҚАТТЫ ҚАЛДЫҚТАРДЫ ӨНДЕУ ӘДІСТЕРІ
METHODS OF PROCESSING OF SOLID HOUSEHOLD WASTES**

*И.А. ДЮСЕБАЕВА, З.Ж. СЕЙДАХМЕТОВА, Н.И. ЖАПАРКУЛОВА
I.A. ДҮЙСЕБАЕВА, З.Ж. СЕЙДАХМЕТОВА, Н.И. ЖАПАРҚҰЛОВА
I. DYUSEBAEVA., Z. SEYDAKHMETOVA, N. ZHAPARKULOVA*

(Алматынський технологический университет, Алматы, Қазақстан)

(Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан)

(Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan)

E-mail: dyussebayevai@mail.ru

В статье приведен обширный обзор литературных данных, посвященных исследованию промышленной переработки твердых бытовых отходов (ТБО). Рассмотрены два типа существующих мусороперерабатывающих заводов: одни производят компост из мусора, а другие его сжигают. Однако, для решения проблемы требуются высокотехнологичные методы утилизации ТБО, их комплексная переработка. Установлено, что в состав сложного компоста могут входить отходы с различными свойствами и характеристиками, правильное и грамотное сочетание которых позволит получить высокоэффективное органоминеральное удобрение.

Мақалада қатты тұрмыстық қалдықтарды (ҚТҚ) өнеркәсіптік өңдеуді зерттеу туралы әдеби деректерге ауқымды шолу жасалған. Қолданыстағы қалдықтарды өңдейтін зауыттардың екі түрі қарастырылған: біреулері қоқыстан компосты шығарса, ал басқалары оны өртейді. Алайда, мәселені шешу үшін ҚТҚ қайта өңдеудің жоғары технологиялық әдістері мен оны кешенді өңдеуді қажет етеді. Күрделі компосттың құрамында әртүрлі қасиеттері мен сипаттамалары бар қалдықтар кіретіндігі, олардың дұрыс және үйлесімді комбинациясы жоғары тиімді органоминералды тыңайтқыш алуға мүмкіндік беретіні анықталды.

The article provides an extensive review of literature data on the study of industrial processing of solid domestic waste (SDW). Two types of existing waste-processing plants are considered: some produce compost from garbage, while others burn it. However, to solve the problem, high-tech methods of SDW utilization and its complex processing are required. It is established that the composition of a complex compost may include waste with different properties and characteristics, a correct and competent combination of which will allow obtaining a highly effective organomineral fertilizer.

Ключевые слова: твердые бытовые отходы, полигоны, свалки, сжигание, утилизация, компост, биотопливо, токсичные отходы.

Негізгі сөздер: қатты тұрмыстық қалдықтар, полигондар, өртеу, кәдеге жарату, компост, биоотын, улы қалдықтар.

Key words: solid household waste, landfills, incineration, utilization, compost, biofuel, toxic waste.

Введение

В настоящее время переработка и утилизация бытовых отходов становятся все более актуальной проблемой. Во всем мире подавляющее количество ТБО все еще продолжают вывозить на свалки (полигоны). Количество несанкционированных свалок за последние годы выросло более чем в два раза, занимаемая ими площадь – в шесть раз. Их ликвидация и обезвреживание в настоящее время становятся сложной экологической, технической и экономической проблемой. Отходы представляют огромную опасность для здоровья человека и животных, нарушают внешний вид городов. Однако, в отходах могут храниться и ценные элементы, которые могут применяться в качестве вторичного сырья.

Недостатки складирования ТБО на свалках: большая потребная площадь земли; сложность организации новых свалок в связи с отсутствием свободных земельных участков; значительные затраты на транспортировку ТБО; потеря ценных компонентов ТБО; экологическая опасность (загрязнение грунтовых вод и атмосферы, распространение неприятных запахов, потенциальная опасность в отношении пожаров и распространения инфекций и пр.). Для всех стран актуальна проблема промышленной переработки ТБО. Судя по зарубежным данным, технология прямого сжигания ТБО представляет экологическую опасность вследствие токсичных выбросов [1].

Объекты и методы исследования

Исследование основано на анализе современных данных в литературных источниках. Основными объектами исследования явились полигоны для отходов, стихийные свалки городов. Рассмотрены методы переработка ТБО во вторичные материалы: комплексная система сокращения отходов, сбора, компостирования, переработки и утилизации отходов [2,3].

Результаты и их обсуждение

Использование селективного сбора ТБО с целью получения вторичных ресурсов и сокращения объема утилизированных отходов требует детального планирования, включает в себя затраты, но эколого-экономическая выгода от его реализации значительно выше. Прежде всего, это улучшение экологической ситуации региона, снижение угрозы здоровью населения, а также экономические вы-

годы, связанные с вторичным использованием ресурсов и др. [4,5].

Известны следующие способы утилизации ТБО:

- 1) складирование отходов на полигонах;
- 2) комплексная сортировка с утилизацией выделенных компонентов;
- 3) биотермическое компостирование;
- 4) мусоросжигание.

Наиболее рациональным, экологически «чистым» и радикальным считается термический метод - мусоросжигание и пиролиз.

Достоинствами термических методов являются:

- полное обеззараживание отходов в наикратчайшие сроки;
- использование теплоты, образующейся при сжигании отходов, для выработки тепла и электроэнергии;
- извлечение жидкого топлива и горючих газов (при пиролизе) [6].

Во всем мире широко используется такой метод утилизации ТБО, как мусоросжигание (мусоросжигающие заводы – МСЗ) – это наиболее сложный и высокотехнологичный вариант обращения с отходами. Сжигание требует предварительной обработки ТБО. В этом процессе из ТБО необходимо удалить крупные объекты, металлы и требуется дополнительно его измельчить. Сжигание неразделенного потока отходов в настоящее время считается чрезвычайно опасным. Таким образом, мусоросжигание может быть только одним из компонентов комплексной программы утилизации. Сжигание позволяет примерно в 3 раза уменьшить количество отходов, устранить некоторые неприятные свойства: запах, выделение токсичных жидкостей, бактерий, привлекательность для птиц и грызунов, а также добыть дополнительную энергию, которую можно использовать для получения электричества или отопления. Экологические воздействия МСЗ, в основном, связаны с загрязнением воздуха, в первую очередь - мелкодисперсной пылью, оксидами серы и азота, фуранами и диоксинами. Серьезные проблемы возникают также с захоронением золы от мусоросжигания, которая по весу составляет до 30% от исходного веса отходов и в силу своих физических и химических свойств не может быть захоронена на обычных свалках [7].

Выбор рациональной технологии переработки ТБО применительно к тому или

иному городу можно осуществить, исходя из пяти основных условий:

1. Потребной производительности;
2. Морфологического состава ТБО;
3. Числа компонентов, входящих в состав ТБО, которые в данных технико-экономических условиях представляют практическую ценность и должны извлекаться в самостоятельной продукт (очевидно, это, в первую очередь, металлы трех видов - черный металлолом, оловосодержащий лом, лом алюминия);
4. Кондиций, предъявляемых к продуктам обогащения;
5. Числа компонентов, которые являются опасными и должны быть удалены из ТБО по экологическим соображениям либо по требованиям процессов дальнейшей обработки. К опасным компонентам относятся отработанные люминесцентные лампы и сухие гальваноэлементы (батарейки), к балластным — стекломой, текстильная фракция.

Техника и технологии сжигания ТБО непрерывно совершенствовались. Есть два типа мусороперерабатывающих заводов: одни производят компост из мусора, а другие его сжигают. Первые производят компост, который сильно загрязнен тяжелыми металлами, а очистка от них - чрезвычайно дорогое удовольствие. Поэтому использовать этот компост на полях нельзя. Что касается мусоросжигательных заводов, то они небезопасны в экологическом плане: имеют высокотоксичные газообразные выбросы и зольный остаток. А качество пара столь низко, что использование его для городских нужд проблематично. Эти заводы комплектуются дорогим импортным оборудованием.

Сравнительно новый метод переработки – брикетирование ТБО – еще один метод решения проблем. Брикетты, широко применяющиеся уже в течение многих лет в промышленности и сельском хозяйстве, представляют собой одну из простейших и наиболее экономичных форм упаковки. Брикетирование используют для прессования и упаковки однородных материалов, например: хлопка, сена, бумажного сырья и тряпья. Существенным плюсом метода брикетирования является способ уменьшения количества мусора, подлежащего брикетированию, путем предварительной отсортировки твердых бытовых отходов (до 50%). Отсортировываются полезные фракции, вторичное сырье (бумага, картон, текстиль, стекломой, металл черный и

цветной). Тем самым в народное хозяйство поступают дополнительные ресурсы. Основные затруднения возникают в процессе брикетирования коммунальных отходов, так как эти отходы не однородны, и их состав нельзя предугадать [8].

С середины 60-х годов находит практическое применение еще один метод переработки ТБО – механизированная сортировка. В настоящее время в различных странах действует несколько десятков заводов, применяющих сортировку ТБО (извлечение металлов, легкой фракции, стекломой и др.). Как показывает мировая практика, сортировка сама по себе, как самостоятельная операция, не решает задачу санитарной очистки города и оптимальной переработки ТБО.

Очевидно, что ни одна технология сама по себе проблемы ТБО не решит. И МСЗ, и полигоны являются источниками выбросов полиароматических углеводородов, диоксинов и других опасных веществ. Эффективность технологий можно рассматривать лишь в общей цепочке жизненного цикла предметов потребления - отходов. Отсутствие процесса сортировки и выделения полезного компонента приводит к увеличению количества отходов и затраченных средств для захоронения ТБО. Утилизация опасных отходов носит разрозненный характер, часто с применением устаревших технологий, при этом часть опасных отходов процессом утилизации не затронута [1].

Между тем в европейских странах наметилась тенденция к сокращению уровня захораниваемых на полигонах отходов. Так, в Германии в 2005 г. был введен запрет на захоронение ТБО на полигонах, в Нидерландах за последние 25 лет количество отходов, захораниваемых на полигонах, сократилось в 6 раз, с 1995 г. действует мораторий на открытие новых полигонов и расширение существующих [9].

В решении проблемы твердых отходов приоритетом является разработка оптимальной системы сбора и транспортировки. Постепенный переход полигонов и свалки к промышленной переработке в мире является важным направлением в переработке твердых отходов. Промышленная переработка ТБО является дорогостоящей технологией. Поэтому общая эффективность в первую очередь зависит от организации работы на каждом предыдущем этапе - сбор и транспортировка

приоритетов управления отходами. В обозримом будущем - это устойчивая долгосрочная стратегия перехода от полигонного захоронения ТБО к промышленной переработке.

Метод компостирования ТБО появился альтернативой сжиганию. Подобно технологии прямого сжигания, технология компостирования имеет те же фундаментальные недостатки: недостаточная сортировка исходного сырья. Этим объясняется неудовлетворительная производительность установок и низкое качество готовой продукции.

Утилизация твердых отходов компостированием является биохимическим процессом разложения органической части микроорганизмами. При этом повышается температура до 60-65⁰С, в результате чего погибают патогенные микроорганизмы.

Компост - это органическое удобрение или биотопливо, так как для переработки используют отходы органического происхождения. Известны технологии компостирования пищевых отходов, а также неделимых твердых отходов. Существует несколько технологий компоста, которые отличаются по стоимости и сложности. Процесс компостирования занимает много времени. Компосты находят применение в городских и сельских хозяйствах [10].

Использование современных технологий переработки навоза животноводческих предприятий методом ускоренного компостирования позволяет получить высококачественные твердые и жидкие концентрированные удобрения, применение которых при выращивании сельскохозяйственных культур способствует повышению рентабельности их производства за счет роста урожайности более высокими темпами по сравнению с затратами на дополнительные технологические операции [11,12].

Основным преимуществом переработки навоза животноводческих предприятий в высококачественные концентрированные удобрения методом ускоренного компостирования является то, что дозы их внесения, по сравнению с традиционными (40-60 т/га), составляют от 1 до 4 т/га. Это дает возможность за весенне-летний сезон перерабатывать годовые объемы навоза в КОУ и вносить их под основную обработку и в подкормку, тем самым сокращая объемы площадок для их накопления и хранения [13].

Одной из причин малых доз внесения органических удобрений является отсутствие эффективных технологий переработки навоза в высококачественные органические удобрения и технических средств реализации. Решение данной проблемы позволит не только переработать навоз животноводческих предприятий в высококачественные органические удобрения, но и повысить рентабельность выращивания с.-х. культур при их внесении в почву путем сохранения и повышения почвенного плодородия.

Произведенные на основе навоза и помета органические удобрения следует использовать для удобрения земельных угодий с целью повышения урожайности с-х культур, улучшения почвенного плодородия. Удобрительная ценность органических удобрений определяется по содержанию в них питательных веществ. Нормы и сроки внесения органических удобрений устанавливаются с учетом количества содержащихся в них питательных веществ и в зависимости от почвенных условий; принятых севооборотов; структуры посевов; планируемой урожайности с-х культур [13,14].

Сложный компост представляет собой искусственную смесь минеральных, органических и органоминеральных отходов сельскохозяйственного, бытового, промышленного и природного происхождения, способную улучшить физические, химические и биологические свойства почвы, при внесении через обогащение, питательными веществами и коллоидными частицами.

В сложных (поликомпонентных) компостах всегда формируются сообщества микроорганизмов с самыми разными трофическими функциями. По химическим и физическим свойствам сложные компосты являются гетерогенными и многодисперсными временными системами, по генофонду живых организмов представляют собой богатый комплексный субстрат. Гетерогенность сложных компостов характеризуется весьма широким набором организмов, использующих отходы животных и выделения прорастающих семян и спор высших и низших растений.

Сущность формирования сложных компостов заключается в развитии микробиологических процессов по разложению органических веществ, комплексированию соединений минеральных и органических коллоидов, созданию агрегатов размером до 2,0 мм, фор-

мированию новых круговоротов биогенов, усилению дыхания и образованию субстрата за 1,0-1,5 месяца в теплый период года. Эти процессы осуществляются живыми организмами, главным образом одноклеточными – протистами. Сюда относятся прокариоты (группа низших протистов): бактерии, включая цианобактерии (сине-зеленые водоросли), заметно отличающиеся по строению клеток от других организмов, также высшие протисты, по строению сходные с растительными и животными клетками и включающие водоросли, грибы, простейшие и ряд других форм [15,16].

Основной функцией живых организмов в сложном компосте является разрушение поступивших в него органических загрязнителей, что выполняется живыми микроорганизмами в сочетании с почвенными животными. Из используемых методов утилизации многих отходов самым экологически перспективным является использование их в качестве компостных удобрений, основанных на использовании органической их части в комплексе с минеральными добавками. При этом отходы сельского хозяйства и быта являются основным источником поступления органической составляющей в почву с одновременным созданием условий для воспроизводства почвенного плодородия. А некоторые отходы промышленных производств, такие как фосфогипс, дефекаат, могут служить минеральным дополнением к органическим отходам и совместно с ними формировать органоминеральные компосты, которые значительно улучшают свойства почвы [17,18]. Практический опыт переработки бытовых и промышленных отходов в различных странах показывает, что не существует какого-либо универсального метода, удовлетворяющего современным эколого-экономическим требованиям ресурсосбережения и рынка. Основными задачами обеспечения нормальной жизнедеятельности населения, санитарной очистки городов, охраны окружающей среды и ресурсосбережения является переработка ТБО во вторичные материалы.

Выводы

В заключении можно сделать вывод, что основной проблемой в переработке вторсырья является не отсутствие технологий переработки – современные технологии позволяют переработать до 90% от общего количества отходов, а отделение вторсырья от

остального мусора (и разделение различных компонент вторсырья). Существует множество технологий, позволяющих разделять отходы и вторсырье. Самая дорогая и сложная из них – извлечение вторсырья из уже сформировавшегося общего потока отходов на специальных предприятиях. Как показывает практика, оптимальными для переработки ТБО являются комбинационные технические решения (комплексная переработка). Таким образом, в состав сложного компоста могут входить отходы с различными свойствами и характеристиками, правильное и грамотное сочетание которых позволит получить высокоэффективное органоминеральное удобрение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бобович Б.Б., Девяткин В.В. Переработка отходов производства и потребления. Справочное издание. - М.: "Интермет Инжиниринг". -2000. -496 с.
2. Иванцова Е.А. Проблемы и перспективы управления твердыми бытовыми отходами // Экология. – 2016. - №2. (35). – С. 148 -159.
3. Hossein Asefi, Samsung Lim. A novel multi-dimensional modeling approach to integrated municipal solid waste management // Journal of Cleaner Production. - 2017. - Volume 166. - PP.1131-11.
4. Шерстобитов М.С., Лебедев В.М. Способы утилизации твердых бытовых отходов. //Известия транссиба. Транспортная энергетика. - 2011. - № 3(7). – С.78-83.
5. Рузанова М.А. Основные способы утилизации и обезвреживания твердых бытовых отходов // Вестник технологического университета. - 2015. - Т.18, №10. – С. 219-221.
6. Абрамкин Н.И. и др. Основные способы утилизации и обезвреживания твердых отходов и перспективы использования геотехнологических методов // Известия Тульского государственного университета. Науки о земле. – 2010. - № 2. - С. 3-10.
7. Региональная целевая программа по обращению с ТБО в Санкт-Петербурге на период 2012-2020 годов. 29.05.2012. - КонсультантПлюс. – 21 с.
8. Цыганкова А.П. Утилизация твердых отходов. - М.: Стройиздат, 1982. - 336 с.
9. Никогосов Х.Н., Будаева И.Е. Мусоросортировочный комплекс: интересные технологические решения. //Твердые бытовые отходы. – 2014. – № 1. – С. 48–49.
10. Усуфов М.М. Переработка твердых бытовых отходов в Санкт – Петербурге: Сложившиеся проблемы и способы их решения // Техничко-технологические проблемы сервиса. - 2013. - №2(24). – С.88-91.
11. Качанова Л.С., Бондаренко А.М. Экономические аспекты восстановления почвенного плодородия // Вестник ФГБОУ ВПО «МГАУ имени В.П. Горячкина». Агроинженерия. Экономика и

организация производства в агропромышленном комплексе. - 2012. - Вып. 1 (52). - С. 94–96.

12. Качанова Л.С., Бондаренко А.М. Технико-экономическое обоснование систем производства и применения удобрений в условиях ЮФО: Монография. Зерноград: Азово-Черноморский инженерный институт. - 2014. - 221 с.

13. Бондаренко А.М., Качанова Л.С. Перспективные технологии переработки навоза в концентрированные органические удобрения // Техника и технология АПК. - Вестник. - 2016. - №1(71). – С.20-29.

14. Zhang J.B., Zhu T.B., Cai Z.C., Qin S.W. and Müller C. Effects of long-term repeated mineral and organic fertilizer applications on soil nitrogen transformations // European Journal of Soil Science. - 2012. - Vol. 63, Issue 1. - P.P.75–85.

13. Белюченко И.С. Роль живых организмов в развитии сложного компоста // Научный журнал КубГАУ. - 2014. - №96 (02). – 1-27.

16. Белюченко И.С. Сложный компост как важный источник обогащения почвенного покрова питательными веществами // Научный журнал КубГАУ. - 2014. - №97 (03). – С. 1-21.

17. Волошина Г.В. Изучение функционирования микробных сообществ в объектах окружающей среды лабораторией микробиологии // Экологические проблемы Кубани. – 2006. – № 31. – С.74-79.

18. Мельник О.А., Никифорова Ю.Ю. Характеристика некоторых отходов в составе сложного компоста // Сб. научных трудов Всеросс. научно-исследов. института овцеводства и козоводства. - 2016. - С.554-557.