

информационного обмена между контроллером центральным КЦ, контроллером кабины КК, контроллерами этажными КЭ и контроллером поста выбора режима КППР используется интерфейс CAN. CAN1 - для обмена между КЦ и устройствами, установленными в шахте, CAN2 – для обмена между КЦ и КК.

Литература

1. Антоневиц, А. И. Анализ современных конструкций лифтов и тенденций их развития / А. И. Антоневиц // Вестник Белорусского национального технического университета: научно-технический журнал. – 2010. – № 5. – С. 18-21.

2. Яновски, Л. Проектирование механического оборудования лифтов / Л. Яновски; пер. И. А. Иноземцевой; под ред. С. Д. Бабичева: науч. ред. Г. Г. Архангельский. - М.: Изд-во Ассоц. строит, вузов, 2005. 333 с.

3. ОАО “Могилевлифтмаш” [Электронный ресурс] <https://www.liftmach.by/about/> (дата обращения: 10.10.2020).

4. Система управления лифтом МЛК – ЛМ. [Текст] Руководство по эксплуатации ФБИР.484471.015 РЭ, Изд-во ОАО «Могилевлифтмаш», 2020 – 80с.

УДК 631.311.5: 631.6 + 626.8.002.5

ПРОБЛЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С ТВЕРДЫМИ КОММУНАЛЬНЫМИ ОТХОДАМИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

И.В. Бурмак

Белорусский национальный технический университет,
пр. Независимости, 65, 220013, г. Минск, Беларусь, ftkcdm@bntu.by

В статье исследовано текущее состояние системы обращения с твердыми коммунальными отходами (ТКО), проведен анализ количества собранных, использованных и захороненных ТКО, а также объектов для их сортировки, переработки и захоронения в различных административно-территориальных единицах РБ. Рассмотрены стратегии управления отходами в развитых странах. Даются выводы по существующему положению в отношении отходов, предлагаются рекомендации.

Ключевые слова: твердые коммунальные отходы, вторичные материальные ресурсы, станция перегрузки, полигон, региональный объект.

Существенным фактором ухудшения состояния окружающей среды является постоянное увеличение количества коммунальных отходов. Согласно Закону Республики Беларусь от 20.07.2007 N 271-3 "Об обращении с отходами" [1], к коммунальным отходам относятся отходы потребления (отходы, образующиеся в процессе жизнедеятельности человека, не связанной с осуществлением экономической деятельности; отходы, образующиеся в потребительских кооперативах и садоводческих товариществах, а также смет, образующийся на землях общего пользования), а также отходы производства (отходы, образующиеся в процессе осуществления юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями экономической деятельности – производства продукции, энергии, выполнения работ, оказания услуг; побочные и сопутствующие продукты добычи и обогащения полезных ископаемых), включенные в утверждаемый Министерством жилищно-коммунального хозяйства перечень отходов и соответствующие общегосударственному классификатору Республики Беларусь ОКРБ 021-2019 «Классификатор отходов, образующихся в Республике Беларусь».

По данным Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь населением и юридическими лицами было образовано за 2020 год 4,07 млн. тонн ТКО (таблица 1).

Таблица 1. Объемы собранных, использованных и захороненных ТКО от населения и юридических лиц за 2020 г [2]

Наименование административно-территориальных единиц	Объемы образования ТКО, тыс. тонн	Объемы использования ТКО, тыс. тонн	Объемы захоронения ТКО, тыс. тонн			Количество объектов захоронения ТКО		
			всего	в том числе		все го	в том числе	
				на полигонах	на мини-полигонах		полигонов	мини-полигонов
Брестская обл.	574,8	180,2	394,6	342,2	52,4	150	28	122
Витебская обл.	593,1	173,4	419,7	404,8	14,9	76	28	48
Гомельская обл.	592,9	135,4	457,5	445,4	12,1	69	27	42
Гродненская обл.	413,2	91,1	322,1	297,5	24,6	48	18	30
Минская обл.	644,3	131,4	512,9	477,0	35,9	52	35	17
Могилевская обл.	466,4	100,5	365,9	326,2	39,7	55	21	34
г. Минск	785,7	206,7	579,0	579,0	-	1	1	-
ВСЕГО ПО РБ	4070,4	1018,7	3051,7	2872,2	179,5	451	158	293

Как видно из таблицы 1, в РБ ежегодно образуется около 4 млн. тонн ТКО, 75% которых направляются на объекты по их захоронению. Остальной объем ТКО подвергается сортировке и переработке (около 1 млн. тонн, что составляет 25 %). При этом обезвреживание мусора путем его сжигания не осуществлялось и не осуществляется по сей день.

В Минске, как наиболее густонаселенном регионе Республики Беларусь (на 1 января 2022 г численность составляла 1996553 чел.), за 2020 г. образовано 785,7 тыс. тонн ТКО, что составляет почти 20 % от суммарного количества образованных ТКО по всей территории РБ. При этом объемы использования ТКО, наоборот, невысоки (схожи с общереспубликанскими и составляют около 25 % или 206,7 тыс. тонн) по отношению, например, к г. Бресту, где данное значение достигает 102,1 тыс. тонн, т.е. свыше 50 % образуемых и вывозимых ТКО используются для производства товаров (продукции), включая повторное применение отходов по прямому назначению (рециклинг), их возврат в производственный цикл после соответствующей подготовки (регенерация), а также извлечение полезных компонентов для их повторного применения (рекуперация). То есть в столице ежедневно образуется свыше 11 тонн ТКО, основная масса которых подлежит захоронению.

На сегодняшний день в РБ функционируют 7 мусороперерабатывающих заводов (МПЗ) и 80 линий по сортировке ТКО, суммарная мощность которых позволяет сортировать около 1 млн. тонн ТКО в год. При этом суммарная мощность МПЗ в Бресте, Гомеле, Гродно, Могилеве, Барановичах и Новополоцке позволяет сортировать порядка 470 тыс. тонн ТКО ежегодно, в том числе все образующиеся отходы в городах Бресте, Гродно, Могилеве, 30% отходов в г. Гомеле и до 15% - в г. Минске.

В городах областного подчинения Пинске, Жодино и Бобруйске, а также в районных центрах эксплуатируются линии по сортировке и досортировке отдельно собранных коммунальных отходов суммарной мощностью около 510 тыс. тонн отходов в год. Из 118 районов объекты по сортировке (досортировке) коммунальных отходов имеются в 72 (61 %).

Применяемые в РБ на МПЗ технологии базируются на сортировке поступающих ТКО с целью извлечения вторичных материальных ресурсов (ВМР). Надо подчеркнуть, что в последние годы в РБ наблюдается положительная динамика в отношении сбора ВМР и, в целом, уровня использования коммунальных отходов (рис. 1) [3].

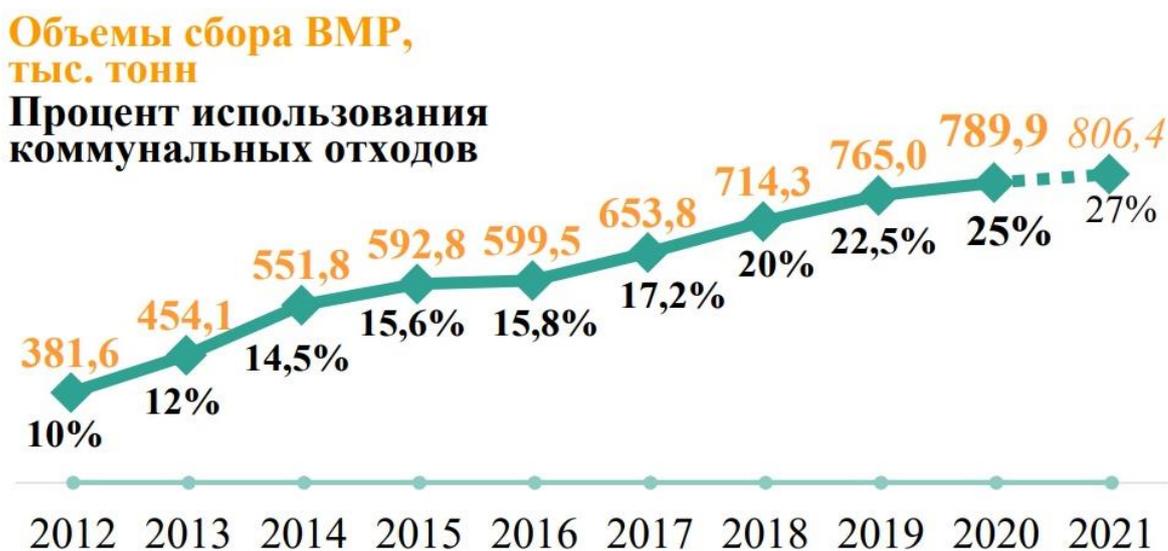


Рис. 1. Динамика сбора ВМР и уровень использования ТКО в РБ

Из графика видно, что уровень использования ТКО с 2012 по 2020 г. увеличился более чем в 2,5 раза. В столице доля использования ТКО за это же время увеличилась с 13,4% до 27%. При этом уровень использования, например, стеклобоя составил 64,3 %, отходов бумаги и картона – 63,8 %, изношенных шин – 63,1 %. В настоящее время в сфере обращения ВМР сформировался ряд тенденций. Во-первых, рост сбора ВМР устойчиво повышается (например, объем сбора изношенных шин увеличился в 2,3 раза, отходов пластмасс – в 2,8 раза, отходов стекла – в 3,9 раза). Во-вторых, рост сбора ВМР повлек за собой стабильный рост использования вторичного сырья по всем основным видам. В-третьих, наблюдается тенденция роста объемов экспорта вторичного сырья.

При этом объем извлечения ВМР, пригодных к повторному использованию, из смешанных ТКО составляет в зависимости от сезона до 15 процентов от общего объема поступающих отходов. Только на МПЗ в г. Бресте (рис. 2) [4] используется технология анаэробного сбраживания органической части ТКО, сущность которой заключается в разложении органических веществ с помощью микроорганизмов без доступа кислорода с получением биогаза и его использованием для выработки тепловой и электрической энергии. Также на МПЗ в г. Гродно реализуется проект по производству из ТКО твердого вторичного топлива RDF, в состав которого входят высококалорийные компоненты отходов, такие как пластик, бумага, картон, текстиль, резина, кожа, дерево и пр. (теплотворная способность топлива RDF составляет 20000 ± 2000 кДж/кг), с дальнейшим его использованием на цементном заводе ОАО «Красносельскстройматериалы».



Рис. 2. Мусороперерабатывающий завод в г. Брест мощностью 100 тыс. тонн в год

Несмотря на позитивные подвижки в отношении уровня использования ТКО и сбора ВМР, наблюдается усложнение экологической обстановки и нанесение немалого вреда окружающей среде и здоровью людей в связи с тем, что каждый из нас отправляет на свалку примерно 400 кг ТКО в год. Данная проблема особенно актуальна для крупных городов, в которых увеличение плотности населения является следствием роста количества образуемых ТКО, что способствует ускорению процесса заполнения полигонов и мини-полигонов (их мощность не превышает 5,0 тыс. м³ или 1,0 тыс. тонн в год) для их захоронения.

На объектах захоронения отходов за 2020 год размещено около 3,05 млн. тонн ТКО, основная часть которых (около 95 %) было захоронено на 159 полигонах, а оставшаяся – на мини-полигонах. Но в соответствии с национальной стратегией все мини-полигоны должны были быть закрыты до 31 декабря 2021 года, а земли под ними должны быть рекультивированы и переданы в хозяйственный оборот до конца 2023 года.

При этом г. Минск и часть Минского района обслуживает только один полигон ТКО – «Тростенецкий», сданный в эксплуатацию в 2007 г. и расположенный в нескольких километрах от МКАД в заводском районе столицы на площади около 33 га [5]. Часть свозимого на «Тростенецкий» мусора сортируют и перерабатывают, благодаря введенному там в июле 2020 г. УП «Экорес» объекту «Установка мобильной (передвижной) линии сортировки ТКО» производительностью 15 тыс. тонн ТКО в год. Однако большая часть мусора подлежит захоронению, из-за чего свободное место на полигоне тает катастрофически быстро и на основании проведенных расчетов ориентировочно закончится к четвертому кварталу 2023 г с погрешностью 10...15 %. То есть создание нового полигона неизбежно, вследствие чего было принято решение о строительстве третьего участка, который разместится по соседству с действующим. По-прежнему не решен вопрос со строительством современного мусоросжигательного завода, т.к. стоимость объекта оценивается большой суммой в 200 миллионов евро; при этом есть опасения и настороженность общества, связанные с возможным ухудшением экологической обстановки в регионе, чего допустить нельзя.

Вместе с тем полигоны для захоронения ТКО продолжают являться источником повышенной опасности загрязнения окружающей среды и несут потенциальную опасность вредного воздействия на здоровье человека во многом из-за того, что в захораниваемых отходах имеется немало опасных компонентов (ртуть из бытовых термометров и люминесцентных ламп, кислота из батареек и пр.). Например, по данным Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды, в районе размещения каждого четвертого полигона для захоронения ТКО в подземных водах регистрировались

концентрации загрязняющих веществ, превышающие предельно допустимые концентрации в 10 и более раз. В добавок к этому, около 30 процентов полигонов для захоронения ТКО заполнены на 90 процентов и более и фактически исчерпали свой ресурс.

Объемы строительства полигонов и проводимые мероприятия по их модернизации не обеспечивают безопасного захоронения ТКО в соответствии с действующим законодательством и запас мощности существующих полигонов быстро сокращается. Основная причина в недостаточном финансировании создания полигонов, которые строятся в основном за счет средств местного бюджета. Невысокая ставка экологического налога, отсутствие переноса стоимости капитальных вложений в создание полигонов на себестоимость услуги по обращению с ТКО делает ее финансово неустойчивой, а возможность дешевого захоронения ТКО делает экономически невыгодными другие способы обращения с ними и является главным препятствием к приходу инвесторов в сектор использования ТКО.

Из-за постоянного роста городского населения в Республике Беларусь, наравне с нехваткой площадей, большой проблемой становится удаленное расположение полигонов и, соответственно, большое плечо доставки ТКО (расстояние от места сбора ТКО до места их использования или захоронения). Например, в столице это значение для многих маршрутов мусоровозного транспорта превышает 30 км, что значительно превышает оптимальное значение (оптимальным считается расстояние не превышающее 15 км, т.к. собирающий мусоровоз является машиной циклического действия с односторонним грузопотоком и, соответственно, наличием порожнего хода) и способствует большим транспортным расходам (это относится к горюче-смазочным материалам, заработной плате водителей, амортизации и т.п.). То есть при увеличении дальности вывоза мусора, например, на 1,5 км, себестоимость их транспортировки возрастает на 15...20%, что, в свою очередь, приводит к неизбежному повышению размера платы за жилищно-коммунальные услуги для обычного гражданина.

Что касается мирового опыта развитых стран, то в них уже много лет реализуется целенаправленная экологическая политика по работе с ТКО. Особенно показательна она в странах-членах Европейского союза (ЕС), в котором законодательные и нормативные требования к полигонам для захоронения отходов, изложены в Директиве ЕС 1999/31/ЕС. Целью реализации данной Директивы является предъявление строгих эксплуатационных и технических требований к отходам и полигонам для их захоронения, чтобы минимизировать отрицательное воздействие на окружающую среду, в особенности на поверхностные и подземные воды, почву и воздух, в том числе на глобальном уровне, включая парниковый эффект, а также любой риск человеческому здоровью в результате действий по захоронению отходов. В Директиве установлены функциональные и технические требования к отходам и местам их захоронения: определены типы отходов, которые могут быть захоронены на полигоне, процедуры получения разрешения на захоронение отходов, перечень документов для получения разрешения, условия предоставления разрешения, процедуры принятия отходов на полигоны для захоронения. Деятельность по эксплуатации полигонов подлежит лицензированию. Также предусматривается общественный контроль за эксплуатацией полигона.

Реализация в странах – членах ЕС общих принципов законодательства по захоронению отходов привела к значительным изменениям в данной сфере.

Во-первых, установленные в Директиве ЕС принцип захоронения на полигонах только тех отходов, которые прошли предварительную обработку, и требование о снижении объемов захоронения биоразлагаемых отходов стали ключевыми факторами динамичного развития процессов повторного использования и переработки отходов и сокращения объемов их захоронения.

Во-вторых, высокие технические требования к инженерному оборудованию полигонов и связанные с ними значительные инвестиции в строительство объектов

способствовали созданию крупных региональных полигонов (в РБ это пока на уровне планов) в целях снижения удельных капитальных затрат.

Например, в соседствующих с нами прибалтийских странах Литве (население – 2,9 млн. чел., плотность – 49 чел. на 1 км²) и Латвии (население – 2 млн. чел., плотность – 30,5 чел. на 1 км²) были закрыты суммарно более чем 1,3 тыс. старых полигонов и открыто по 10 новых региональных полигонов в каждой из этих стран. При строительстве указанных объектов активно привлекались заемные и грантовые средства ЕС и международных финансовых организаций. При этом объем захоронения ТКО в Литве составляет около 670 тыс. тонн в год (в РБ – около 3 млн. тонн в год), или 56% от объема образования (в РБ – 75%). Анализ захоронения ТКО в Литве показал, что региональный полигон обслуживает население от 100 тыс. до 800 тыс. человек, а в среднем – около 190 тыс. человек.

Требования к захоронению ТКО сформировали существующие в настоящее время подходы к обращению с ними в Европейском союзе, направленные на использование их сырьевого и энергетического потенциала. Для получения максимального количества сырья из ТКО наиболее эффективно использование системы их отдельного сбора (отбор полезных фракций сырья в процессе их образования у населения и организаций). В соответствии с сырьевым потенциалом отходов принято отдельно собирать следующие их фракции: бумага и картон, стекло, упаковочная полимерная тара, текстиль, биологические отходы, электроприборы, шины и металлы. Имеются также фракции отходов, которые собирают отдельно не столько из-за их сырьевого значения, сколько из экологических соображений, так как их попадание в окружающую среду связано с сильным негативным воздействием на человека и природу. К таким видам отходов относятся элементы питания, отработанные машинные масла, медицинские препараты и лекарства, прочие опасные отходы (краски, лаки и др.).

За последние десятилетия развития отдельного сбора ТКО значительно повысился технологический уровень сортировочного оборудования в части автоматизации процессов. Это позволяет систему отдельного сбора разделить как минимум на два основных потока отходов – «мокрые» отходы, содержащие биоразлагаемые фракции, и «сухие» отходы, пригодные для сырьевого и энергетического использования.

Япония – островная высокоразвитая страна в Тихом океане пошла по пути развития инфраструктуры по сжиганию (таблица 2) ТКО и на сегодняшний день является передовой страной в мире по количеству мусоросжигательных заводов (МСЗ) – их около 2000 [6]. Причиной этому является то, что выделение территорий под новые полигоны ТКО невозможно, т.к. плотность населения составляет 336 чел. на км², что является очень большим значением в сравнении, например, с Беларусью, где этот показатель в 7,5 раз ниже – 45 чел. на км² по состоянию на 1 января 2022 г. В Японии захоронению подлежат всего 5 % бытового мусора, остальное отправляется на переработку или сжигание (до 70 % от всего объема ТКО). При этом значительная часть МСЗ располагается в черте городов, но применяемые технологии, обеспечивающие горение с температурой более 1200 °С и совершенная система фильтрации, позволяют свести вредные выбросы практически к нулю. Бесперебойная работа МСЗ обеспечивается, в том числе, очень строгой дисциплиной среди населения по предварительной сортировке мусора. В домах установлены до 40 контейнеров для разных видов ТКО (для различных видов бумаги, пластика, металлов, стекла и т. п.).

Если говорить про Китайскую Народную Республику (КНР) – страну с самой большой численностью населения (по состоянию на 1 ноября 2020 г. составляло 1,4 млрд. человек), то до 2018 г. Китай являлся одним из самых крупных импортеров мусора в мире. С 1992 года Китай импортировал до 45 % мировых пластиковых отходов, главным образом из развитых стран: 95 % перерабатываемого пластика из ЕС и 70 % из США; в 2016 г. на долю Китая пришлось 56 % общемирового импорта пластиковых отходов.

Таблица 2. Доля сжигания ТКО в развитых странах по состоянию на 2020 г.

Страна	Население, млн. чел.	ТКО, млн. тонн в год	Количество МСЗ	Доля сжигаемых ТКО, %
Швейцария	8,9	5,1	29	79
Япония	126,4	44,5	1900	72
Дания	5,8	3,7	32	65
Франция	66	28,6	100	41
Германия	83,8	37,7	51	33
США	337,5	180	168	16
Великобритания	68,9	27,4	7	5
Россия	145,1	56,5	10	2,4

Однако, в январе 2018 года Китай ввел ограничения на импорт мусора для дальнейшей переработки из-за экологических проблем, т.к. частные предприятия по переработке мусора, помимо того, что привозят отходы из других стран, часто не соблюдают экологические требования по утилизации (нередко то, что не поддается переработке, оказывается на несанкционированных свалках). Поэтому в ближайшие годы Китай планирует полностью отказаться от такого импорта, т.к. наблюдается рост образуемых внутренних ТКО, что вызывает необходимость в принятии мер по их утилизации. Основной упор делается, как и в Японии, на МСЗ (доля сжигаемого мусора на сегодняшний день 50 %).

Поэтому в вопросах обращения с ТКО целесообразно идти по маршруту передовых стран, внедряя современные технологии, иначе экологические проблемы могут привести к печальным последствиям, исправление которых потребует больших ресурсов, в том числе, не только финансовых. Для этого Советом Министров Республики Беларусь была утверждена Концепция создания объектов по сортировке и использованию ТКО и полигонов для их захоронения [7], согласно которой необходимо осуществить следующие меры:

- перевести систему управления ТКО с районного на региональный уровень с созданием крупных межрайонных объектов (подобно тому, как это было сделано в прибалтийских странах);
- размещать объекты (таблица 3) в районах самых крупных населенных пунктов, к которому можно отнести областные центры и города областного подчинения;
- создать специализированную организацию, основным видом деятельности которой будет являться обращение с ТКО, т.е. данная организация по своей структуре и выполняемым задачам должна быть подобна ГУ «Оператор вторичных материальных ресурсов» - некоммерческой организации, основной целью деятельности которой является координация деятельности в сфере обращения с ВМР.

Таблица 3. План создания региональных объектов по обращению с ТКО

Наименование региона	Количество создаваемых региональных объектов по годам	
	2019-2025	2026-2030
Брестская область	4	2
Витебская область	2	4
Гомельская область	1	2
Гродненская область	2	2
Минская область	4	3
Могилевская область	2	1
г. Минск	1	-

При этом полигоны для захоронения ТКО должны создаваться с учетом:

- обеспечения экологически безопасного захоронения ТКО с закрытием всех мини-полигонов, рекультивацией (восстановлением плодородия) земельных участков, на которых были размещены эти полигоны, и поэтапным выводом из эксплуатации полигонов, не соответствующих требованиям в области охраны окружающей среды;

- применения наилучших доступных технологий при создании объектов захоронения отходов с учетом экономической целесообразности и положений Директивы ЕС;

- создания станций перегрузки ТКО (мусороперегрузочных пунктов) при экономическом обосновании в целях снижения затрат на перевозку отходов, т.е. применять двухэтапную систему транспортировки ТКО с использованием соответствующих собирающих и транспортных мусоровозов (объем инвестиций, закладываемых на создание 8 МПП в РБ равен 1,8 млн. руб., что составляет всего лишь 0,13% от суммарного объема инвестиций на создание объектов по обращению с ТКО и рекультивацию земельных участков, на которых были размещены выводимые из эксплуатации полигоны и мини-полигоны для захоронения ТКО);

- увязки объектов захоронения отходов с существующими и перспективными производствами по сортировке и использованию ТКО;

- ведения учета ТКО, принимаемых на захоронение, только в весовых единицах (тонн, кг и т.д.).

Создание объектов по обращению с ТКО позволит:

- использовать до 25 – 35 процентов объема образования ТКО за счет извлечения ВМР путем сортировки ТКО, развития системы отдельного сбора ТКО и внедрения залоговой системы обращения потребительской упаковки (система сбора такой упаковки из-под напитков, при которой потребитель уплачивает сумму залога за упаковку, приобретая товар, и возвращает ее в случае сдачи использованной упаковки в определенных местах, например, тароматах);

- использовать до 30 процентов объема образования ТКО посредством производства топлива RDF для цементной промышленности;

- увеличение использования ТКО до уровня не ниже 50 процентов объема их образования к 2035 году путем создания дополнительных производств по их переработке;

- использовать до 500 – 600 тыс. тонн ТКО в год в г. Минске за счет создания объекта по энергетическому использованию ТКО (мусоросжигательный завод мощностью около 500 тыс. тонн планируется построить в Минске на базе ТЭЦ-4 к 2023 году);

- направлять на объекты захоронения отходов только оставшуюся неиспользуемую часть ТКО.

На основании анализа данной Концепции, можно сделать вывод, что в Республике Беларусь грядут большие перемены в отношении обращения с ТКО. В ускоренном порядке нужно принимать решения о государственном финансировании строительства мусоросортирующих, мусороперерабатывающих, мусоросжигающих объектов или использовать их сочетание. Также должна быть четкая стратегия, на основании которой борьба с мусором начнется не только с воспитания конечного потребителя – населения, но и производителей с целью выпуска упаковки, соответствующей общепризнанной иерархии управления отходами. Особую актуальность приобретает экологическое воспитание населения, использование внутренних источников финансирования проектов системы обращения с отходами, развитие современных объектов по утилизации отходов.

Финансирование должно быть построено на балансе интересов бизнеса и государства. Признание проблем в системе обращения с ТКО, реализация данной Концепции и других государственных программ по их решению позволит в минимально возможные сроки решить одну из самых острых экологических проблем в Беларуси, не дожидаясь момента окончательного выхода ситуации из-под контроля.

Литература

1. Об обращении с отходами [Электронный ресурс] : Закон Рэсп. Беларусь, 20 июля 2007 г., № 271-3 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=3961&p0=H10700271>. – Дата доступа: 12.10.2022.
2. Сведения о количестве образованных, использованных и захороненных твердых коммунальных отходах [Электронный ресурс] // Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды. – Режим доступа: <https://www.minpriroda.gov.by/ru/kommunalnye-othody-ru/>. – Дата доступа: 12.10.2022.
3. Об объемах сбора вторичных материальных ресурсов и отходов товаров и упаковки, размерах расходования денежных средств, полученных от производителей и поставщиков в 2020 году: отчет/ Государственное учреждение «Оператор вторичных материальных ресурсов». – Минск, 2020. – 16 с.
4. Фотогалерея [Электронный ресурс] // Коммунальное производственное унитарное предприятие Брестский мусороперерабатывающий завод. – Режим доступа: <https://bmpz.by/o-predpriyatii/fotogalereya/>. – Дата доступа: 12.10.2022.
5. Бурмак, И.В. Снижение энергоемкости процессов механизации сбора и доставки твердых коммунальных отходов к месту их использования / И.В. Бурмак // Подъемно-транспортные, строительные, дорожные, путевые машины и робототехнические комплексы: Труды XXV Московской международной межвузовской научно-технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых, Москва, 14 мая 2021 г. – М.: РУТ, 2021. – С.20-24.
6. Шилкина, С.В. Мировые тенденции управления отходами и анализ ситуации в России / С.В. Шилкина // Интернет-журнал «Отходы и ресурсы». – 2020. – Т. 7, № 1.
7. Концепция создания объектов по сортировке и использованию твердых коммунальных отходов и полигонов для их захоронения [Электронный ресурс] : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 23 окт. 2019 г., № 715 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://pravo.by/novosti/novosti-pravo-by/2019/october/41518/>. – Дата доступа: 12.10.2022.

УДК 631.342

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВАЛКОВАТЕЛЯ ВЕТОК ПЛОДОВЫХ ДЕРЕВЬЕВ

А.Н. Юрин¹⁾, А.В. Вавилов²⁾

¹⁾ Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства, г. Минск, Беларусь, anton-jurin@rambler.ru

²⁾ Белорусский национальный технический университет, пр. Независимости, 65, 220013, г. Минск, Беларусь, ftkcdm@bntu.by

Отрасль садоводства Беларуси не в полной мере удовлетворяет потребность населения в свежих плодах и ягодах. В республику ежегодно импортируется 250–500 тыс. т продукции плодовых и ягодных культур на сумму более 130 млн долларов США. В то же время плодородческая отрасль страны имеет потенциальные возможности для ее выращивания и увеличения объемов производства фруктов при высоком уровне окупаемости затрат и рентабельности отрасли. Основным фактором, сдерживающим развитие садоводства в республике, – это низкий уровень механизации трудоемких процессов возделывания плодово-ягодных культур, одним из которых является утилизация обрезанных веток. Выполненный анализ технологий и технических средств для данной операции показал, что наиболее рациональной является применение технологии утилизации продуктов обрезки путем валкования и измельчения их непосредственно в междурядье сада, мульчирования