

УДК 338.2

М. Ю. Семашко

Государственное научное учреждение «Институт жилищно-коммунального хозяйства
Национальной академии наук Беларуси», ул. Академика Купровича, 10, 220141 Минск,
Республика Беларусь, +375 (29) 203 06 99, semashko.mashenka@mail.ru

АНАЛИЗ ОБЪЕМОВ ОБРАЗОВАНИЯ ВТОРИЧНЫХ МАТЕРИАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

В статье проведен анализ объемов образования вторичных материальных ресурсов в Республике Беларусь и предложены следующие способы увеличения использования твердых коммунальных отходов: извлечение вторичных материальных ресурсов для их дальнейшей переработки; обработка органической части твердых коммунальных отходов для дальнейшего использования; потребление твердых коммунальных отходов как топлива для получения энергии (тепловой или электрической).

Использование данных способов переработки твердых коммунальных отходов позволит обеспечить дополнительными ресурсами предприятия, перерабатывающие вторичное сырье, и снизить техногенную нагрузку на природную среду.

Автор при проведении исследования опирался на научные публикации по данной проблематике, нормативные правовые акты в области ресурсосбережения и общенаучные методы исследования.

Ключевые слова: твердые коммунальные отходы; вторичные материальные ресурсы; отходы бумаги и картона; отходы стекла; полимерные отходы; изношенные шины; отработанные масла; отходы электрического и электронного оборудования.

Рис. 3. Табл. 1. Библиогр.: 12 назв.

M. Y. Semashko

Acting Head of the Department of Economics of Housing and Communal Services State Scientific Institution "Institute of Housing and Communal Services of the National Academy of Sciences of Belarus", 10 Academician Kuprevich Str., 220141 Minsk, the Republic of Belarus, +375 (29) 203 06 99, semashko.mashenka@mail.ru

ANALYSIS OF THE VOLUME OF SECONDARY MATERIAL RESOURCES FORMATION IN THE REPUBLIC OF BELARUS

The article analyzes the volume of formation of secondary material resources in the Republic of Belarus and suggests the following ways to increase the use of solid municipal waste: extraction of secondary material resources for their further processing; processing of the organic part of solid municipal waste for further use; the use of solid municipal waste as fuel for energy (thermal or electric).

The use of these methods of processing municipal solid waste will provide enterprises processing secondary raw materials with additional resources and reduce the technogenic load on the environment.

Conducting the research, the author relied on scientific publications on this issue, regulatory legal acts in the field of resource conservation and general scientific research methods.

Key words: solid municipal waste; secondary material resources; paper and cardboard waste; glass waste; polymer waste; worn tires; used oils; waste electrical and electronic equipment.

Fig. 3. Table 1. Ref.: 12 titles.

Введение. Жизнедеятельность общества неизбежно связана с образованием отходов. В настоящее время наблюдается тенденция роста объема образования твердых коммунальных отходов (далее — ТКО), что обусловлено увеличением численности населения, улучшением его благосостояния, развитием технологий упаковки, сокращением инновационных циклов и т. д. Увеличение количества отходов вместе с ужесточением экологических и социальных стан-

дартов качества оказания услуг по обращению с ними приводит к росту затрат общественных ресурсов и требует от государства принятия оперативных и действенных мер по их снижению.

В связи с этим наблюдается проблема сортировки, переработки и утилизации отходов в средних и малых городах страны, а также г. Минске, где мощности мусороперерабатывающих заводов и линий по утилизации ТКО и извлечению вторичных материальных ресурсов (далее — ВМР) недостаточные. Существующие в Республике Беларусь мощности мусороперерабатывающих заводов и линий по сортировке ТКО позволяют сортировать около 1 млн т отходов в год, что составляет 26 % от объема их образования.

Несмотря на то, что в Республике Беларусь наблюдается ежегодный рост объемов ТКО, наша страна обладает положительным потенциалом в решении данного вопроса, который является одной из ключевых задач, поставленных правительством. В этой связи исследование вопроса раздельного сбора, переработки и дальнейшего использования ТКО в Республике Беларусь как факторов, обуславливающих его эффективность, приобретает особую актуальность.

Объективная обусловленность роста количества ТКО по мере развития экономики (роста производства и доходов населения), а также необходимость обеспечения граждан страны комфортными условиями проживания и благоприятной средой обитания определяют основные характеристики формируемой системы сбора и утилизации ТКО: полная утилизация ТКО с минимальным ущербом для экологии; получение максимального количества ВМР для повторного использования в производственной деятельности; самоокупаемость и привлекательность для инвесторов в целях обеспечения воспроизводственного процесса.

Изучением вопросов раздельного сбора, переработки и дальнейшего использования ТКО в Республике Беларусь занимались следующие авторы: А. М. Шушкевич [1], В. О. Китиков [2], А. А. Пенкин [3], С. Л. Белявская [4], Ж. В. Игнатович, А. А. Рогачев, Е. В. Авдеева, А. В. Петкевич, [5], В. С. Зубрицкий [6], В. И. Карпунин, В. В. Кузмич, И. И. Карпунин [7] и др. Исследования данных авторов направлены на изучение проблем раздельного сбора, переработки и дальнейшего использования ТКО в Республике Беларусь, целей устойчивого развития системы обращения ТКО, совершенствование организационно-экономического механизма системы обращения ТКО. Вместе с тем объем образования ВМР в Республике Беларусь ранее не был изучен и проанализирован в полном объеме. Таким образом, цель статьи: проанализировать объемы образования ВМР в Республике Беларусь.

Материалы и методы исследования. Основой исследования являются теории экономического развития и организации, концепции устойчивого развития и экологического менеджмента. В работе используются общенаучные методы сравнительного анализа и группировки, нормативно-правовая и законодательная базы, регламентирующие деятельность в сфере управления отходами. Основу информационной базы составляют публикации российских и зарубежных авторов и периодических изданий, отраслевые издания и бюллетени, а также годовые отчеты и материалы по сбору, собственные данные, собранные в ходе исследования.

Результаты исследования и их обсуждение. В соответствии с национальными программными документами необходимо к 2035 году выйти на 90 %-й уровень использования ТКО, поэтому система обращения с отходами нуждается в совершенствовании, особенно это касается г. Минска [8].

Государственная программа «Комфортное жилье и благоприятная среда» на 2021—2025 годы включает подпрограмму 6 «Цель 99» с рядом мероприятий по минимизации объема захоронения ТКО с обеспечением в 2025 году доли их использования не менее 64 % от объема образования [9].

По итогам работы за 2021 год отмечается удовлетворительный уровень эффективности работы в сфере обращения с ТКО и ВМР. Сравнительный анализ динамики объемов сбора (заготовки) ВМР по областям Республики Беларусь и г. Минску в 2015—2021 годах представлен на рисунке 1.

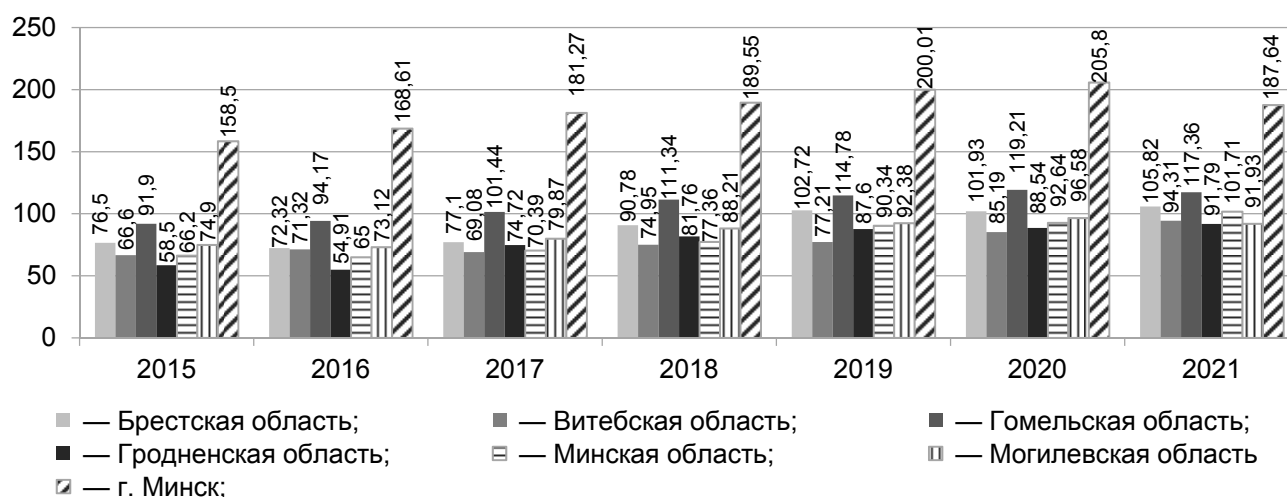


Рисунок 1. — Динамика объемов сбора (заготовки) ВМР по областям Республики Беларусь и г. Минску в 2015—2021 годах, тыс. т

Примечание. Источник: собственная разработка автора на основе [10].

Исходя из данных, представленных на рисунке можно сделать следующий вывод: наблюдается положительная динамика объемов сбора (заготовки) ВМР в Республике Беларусь в 2015—2021 годах. Наименьший объем сбора (заготовки) ВМР в Республике Беларусь в 2021 году был установлен в Гродненской области, а наибольший — в г. Минске.

Сравнительный анализ динамики объемов сбора (заготовки) ВМР в Республике Беларусь в 2015—2021 годах представлен на рисунке 2.

В целом исходя из рисунка 2, динамика объемов сбора (заготовки) ВМР в Республике Беларусь в 2015—2021 годах является положительной.

Целевые показатели Государственной программы в основном выполнены:

- показатель уровня использования ТКО составил порядка 29 % от объема их образования при прогнозном значении не менее 27 %. Показатель выполнен во всех областях и г. Минске;
- собрано (заготовлено) 790,56 тыс. т ВМР, или 101,3 % от годового задания (рост по сравнению с объемами 2020 года — 100,1 %). Задание по сбору (заготовке) ВМР выполнено в целом во всех областях, не выполнено в г. Минске (94,1 % от плана).

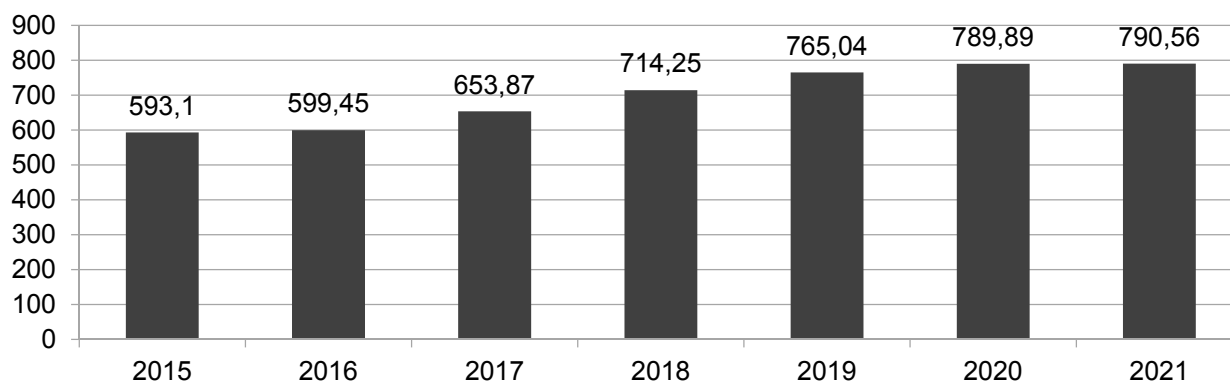


Рисунок 2. — Динамика объемов сбора (заготовки) ВМР в Республике Беларусь в 2015—2021 годах, тыс. т

Примечание. Источник: собственная разработка автора на основе [10].

На рисунке 3 графически представлена динамика объемов сбора (заготовки) ВМР в Республике Беларусь в 2015—2021 годах.

Следовательно, в 2021 году сбор основных видов ВМР (отходы бумаги и картона, стекла, полимерные отходы, изношенные шины, отработанные масла, отходы электрического и электронного оборудования (ЭЭО)) составил 790,56 тыс. т. Данный уровень объема сбора (заготовки) ВМР был достигнут за счет внедрения системы мероприятий, направленных на сближение существующей в Республике Беларусь практики сбора (заготовки) ВМР с мировым опытом.

Выполнение показателей в 2021 году по областям и г. Минску представлено в таблице 1.

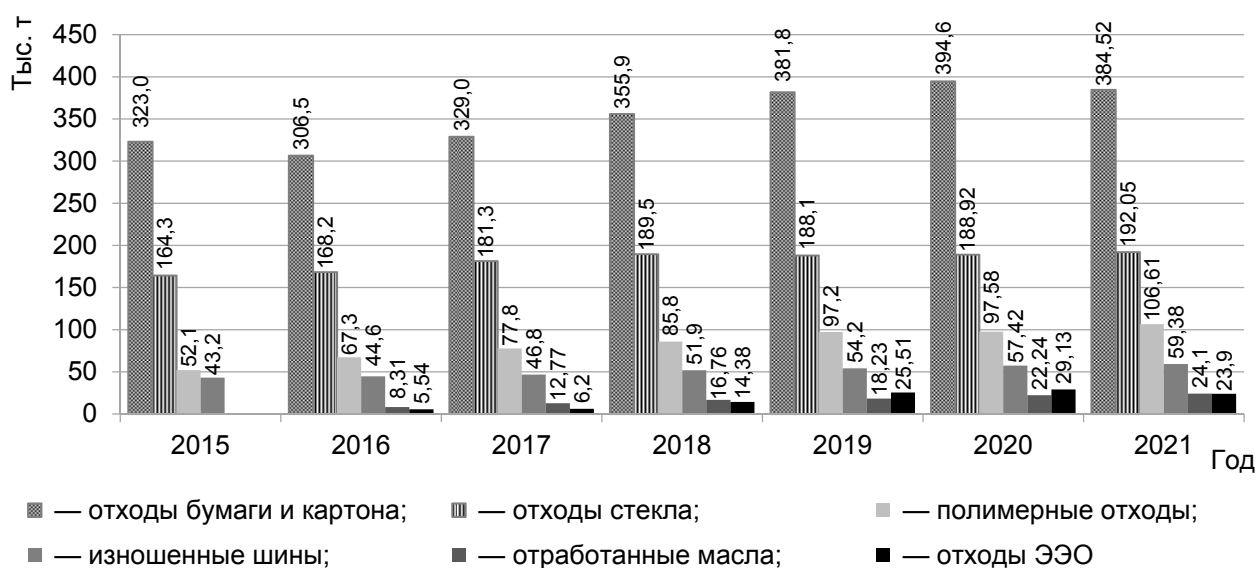


Рисунок 3. — Динамика объемов сбора (заготовки) ВМР в Республике Беларусь в 2015—2021 годах, тыс. т

Примечание. Источник: собственная разработка на основе [10].

Т а б л и ц а 1. — Выполнение показателей в 2021 году по областям и г. Минску

Область/город	Использование ТКО, %			Сбор (заготовка) ВМР		
	Задание	Факт	Выполнение	Задание, тыс. т	Факт, тыс. т	Выполнение, %
Брестская	28,0	33,5	119,6	105,7	105,82	100,1
Витебская	30,0	30,0	100,0	92,6	94,31	101,8
Гомельская	23,0	27,7	120,5	107,1	117,36	109,6
Гродненская	30,0	30,9	103,0	87,1	91,79	105,4
Минская	24,0	25,3	105,4	99,5	101,71	102,2
Могилевская	26,0	31,4	120,8	89,2	91,93	103,1
Минск	28,0	32,7	116,8	199,4	187,64	94,1
ИТОГО	27,0	29,0	107,4	780,6	790,56	101,3

Примечание. Источник: собственная разработка автора на основе [10].

Вместе с тем отмечается снижение объемов сбора (заготовки) ВМР за январь—декабрь 2021 года относительно объемов аналогичного периода 2020 года отходов бумаги и картона (97,4 %) и ЭЭО (82,0 %), а по отдельным видам ВМР не достигнуты ожидаемые объемы сбора отходов:

- бумаги и картона — Могилевским облисполкомом и Минским горисполкомом (97,9 и 89,4 % соответственно). Снижены объемы сбора по сравнению с аналогичным периодом 2020 года в Могилевской области и г. Минске (94,6 и 83,7 % соответственно);
- стекла — Брестским и Минским облисполкомами (87,8 и 85,0 % соответственно). Снижены объемы сбора по сравнению с 2020 годом в Гомельской и Минской областях (87,0 и 88,2 %);
- полимерные — Витебским облисполкомом (85,4 %);
- ЭЭО — Могилевским облисполкомом и Минским горисполкомом (92,3 и 64,2 % соответственно). При этом снижены объемы сбора по сравнению с аналогичным периодом 2020 года в Витебской, Гомельской, Минской, Могилевской областях и г. Минске (88,0; 93,8; 96,9; 87,9 и 48,8 %).

В 2021 году достигнуты ожидаемые объемы использования органической части ТКО — по оперативной информации облисполкомов и Минского горисполкома использовано порядка 235 тыс. т органической части ТКО, что превышает прогнозный уровень в 1,6 раза.

За счет механизма расширенной ответственности производителей и поставщиков (РОП) товаров и упаковки в сферу сбора и переработки коммунальных отходов страны в 2020 году инвестировано 148 млн руб. Чтобы стимулировать организации разных форм собственности собирать из коммунальных отходов вторичные ресурсы, через выплаты компенсации расходов за сбор было направлено 61,1 млн руб., также 81,8 млн инвестиций выделено на расширение и модернизацию инфраструктуры сбора, сортировки, подготовки к использованию ВМР, переработки отходов, включая строительство заводов и производств, закупку техники и оборудования.

Основные направления развития системы сбора, переработки и захоронения коммунальных отходов определены в Национальной стратегии по обращению с ТКО и ВМР в Республике Беларусь, обеспечивающей вовлечение в хозяйственный оборот не менее 50 % образующихся коммунальных отходов и безопасное захоронение неперерабатываемого остатка, а также в подпрограмме 6 «Цель 99» Государственной программы «Комфортное жилье и благоприятная среда» на 2021—2025 годы, которая предполагает использование ТКО в 2025 году не менее 64 % от объема образования ТКО.

Основные направления развития сбора и использования ТКО и ВМР:

1) обеспечение безопасного захоронения коммунальных и строительства новых современных полигонов с учетом их регионализации;

2) строительство региональных объектов по сортировке и использованию коммунальных отходов, включающее автоматизированную линию сортировки коммунальных отходов для отбора пригодных к использованию ВМР, обработку органической части коммунальных отходов с получением компоста для зеленого строительства и рекультивации полигонов или биогаза для производства тепловой и электрической энергии, производство RDF-топлива для цементных заводов или коммунальных котельных, передвижные комплексы для переработки строительных, древесных и крупногабаритных отходов с получением материалов для дорожных и строительных работ, топливной щепы, инертных материалов для укладки изолирующих слоев на полигоне, оборудование для переработки отходов пластмасс и производства продукции для нужд жилищно-коммунального хозяйства (полимерпесчаные изделия для благоустройства и т. п.) или вторичного полимерного сырья (гранула, флекса, агломерат), отходов ЭЭО, шин;

3) энергетическое использование коммунальных отходов за счет производства из них RDF-топлива для цементных заводов и строительства мусоросжигательного завода в г. Минске;

4) использование органической части коммунальных отходов с получением компоста для зеленого строительства и рекультивации полигонов или биогаза для производства тепловой и электрической энергии;

5) внедрение депозитной (залоговой) системы обращения одноразовой потребительской упаковки (ДЗС).

Производства из коммунальных отходов RDF-топлива и обработка органической части коммунальных отходов позволяют в комплексе решать вопросы обращения со смешанными коммунальными отходами, так как только их сортировка не может обеспечить значительного сокращения объемов захоронения отходов.

Рассмотренные технологии обращения с ТКО являются доступными, технически осуществимыми и используемыми. Целесообразно применять потенциал всех доступных технологий обращения с отходами в зависимости от конкретных условий и ресурсов на территории.

При решении вопроса о целесообразности применения в конкретных условиях любого региона различных способов обезвреживания и переработки ТКО следует руководствоваться результатами специально выполненных экономических расчетов, основанных на методологическом подходе к оценке социально-экономической эффективности мероприятий по охране окружающей среды. Необходимо при этом оценивать возможность получения большего народнохозяйственного эффекта от использования тех или иных способов переработки всей массы отходов, что достигается их рациональным сочетанием.

При этом промышленную переработку следует рассматривать как конечную эколого-экономическую и технологическую операцию в общей схеме санитарной очистки города, эффективность которой во многом зависит от организации работы на каждой из предшествующих стадий (сбор, удаление, обезвреживание) и оптимальной организации управления всей системой в целом [11; 12].

Применение рассмотренных технологий обращения с ТКО в Республике Беларусь в их комбинации дает возможность использовать до 90 % образующихся коммунальных отходов. Также необходимо учитывать, что обращение с ТКО является жилищно-коммунальной услугой и затраты на ее оказание должны соизмеряться с возможностями их покрытия населением и юридическими лицами.

Таким образом, условия применения рассмотренных технологий в Республике Беларусь определяются степенью приоритетности с точки зрения государственной политики в области обращения с ТКО и оказания жилищно-коммунальных услуг согласно одной из двух задач: охраны окружающей среды и связанного с ней максимального использования ТКО; оказания жилищно-коммунальных услуг с минимальными затратами, приемлемыми для населения и экономики Республики Беларусь.

Увеличение использования ТКО достигается за счет применения трех основных способов:

1) извлечение ВМР для их дальнейшей переработки. Извлечение ВМР из ТКО, собираемых путем установки контейнеров в жилищном фонде и других местах образования отходов, обеспечивает 10—14 % использования ТКО от объема их образования и осуществляется путем ручной или автоматической сортировки отходов. Для извлечения ВМР с минимальными затратами рекомендуется применять технологию раздельного сбора ТКО и досортировки собранных ВМР. Применять сортировку смешанных ТКО только в целях извлечения ВМР не рекомендуется. Данную технологию следует применять при необходимости обеспечения более высокого уровня использования ТКО вместе с другими технологиями или потребности в топливе из отходов (RDF-топливо). Ручную сортировку смешанных ТКО и раздельно собранных ВМР рекомендуется применять на объектах малой мощности. Автоматическая сортировка по сравнению с ручной позволяет повысить процент отобранных ВМР, увеличить скорость сортировки и сократить затраты труда. В условиях Республики Беларусь автоматическую сортировку смешанных ТКО рекомендуется использовать на объектах с производительностью от 100 тыс. т ТКО

в год и более и на предприятиях по производству RDF-топлива из ТКО в целях извлечения загрязняющих компонентов и обеспечения качества топлива;

2) обработка органической части ТКО для дальнейшего использования, которая производится двумя методами биологической дегradации (аэробным или анаэробным) и обеспечивает 15—23 % использования ТКО от объема их образования.

Аэробная обработка (полевое компостирование) по сравнению с анаэробной (твердофазное сбраживание) является менее затратной как по размеру инвестиций, так и эксплуатационных затрат, но требует больше времени на протекание технологического процесса и больших земельных ресурсов. Кроме того, аэробную обработку не рекомендуется применять для органических отходов с высоким содержанием азотсодержащих компонентов. Технологии биологической обработки возможно использовать для переработки фракции ТКО размером более 60—80 мм, образующейся на первом этапе сортировки смешанных ТКО, с производством технического грунта для рекультивации территорий и пересыпки полигонов для захоронения ТКО. Рекомендуется применять аэробную обработку для переработки органических отходов растительного происхождения с соотношением C:N 25:1—30:1 (пищевые отходы от овощей и фруктов, кофейная гуща, чай, трава, листья, сучья и ветви, влажные и загрязненные картон и бумага, кора, корни, измельченная древесина, опилки). При ограниченных земельных ресурсах рекомендуется использовать аэробное компостирование в цехах, тоннелях или боксах.

Анаэробную обработку следует применять для переработки органических отходов с высоким содержанием азотсодержащих компонентов (пищевые отходы мясных, молочных и рыбных продуктов, жиров), в том числе совместно с отходами пищевой промышленности, при объемах образования от 40 тыс. т в год.

Для другого состава органических отходов этот метод рекомендуется использовать при необходимости получения тепловой и (или) электрической энергии на объекте или при остром недостатке земельных ресурсов для размещения объекта компостирования;

3) использование ТКО как топлива для получения энергии (тепловой или электрической). Данный способ обеспечивает использование при прямом сжигании смешанных ТКО — до 80—90 % ТКО от объема их образования; при производстве топлива из отходов (RDF-топливо) и пиролизе — 33—38 % ТКО от объема их образования.

Прямое сжигание смешанных ТКО по сравнению с другими технологиями обеспечивает наибольший уровень использования отходов и самым существенным образом сокращает объемы захоронения. Вместе с тем технология прямого сжигания является наиболее затратной как по размеру инвестиций, так и расходам на эксплуатацию. Кроме того, данная технология является технически сложной и отличается высоким уровнем требований к квалификации персонала и соблюдению технологической дисциплины.

Для снижения инвестиционных затрат рекомендуется создавать объект по энергетическому использованию ТКО в составе существующих объектов системы централизованного теплоснабжения (ТЭЦ или котельных).

Применение технологии прямого сжигания смешанных ТКО в условиях Республики Беларусь рекомендуется для г. Минска в связи с большим объемом образования ТКО, ограниченными возможностями для их захоронения и значительной удаленностью от действующих цементных заводов.

С учетом высоких экологических рисков реализацию проекта рекомендуется осуществлять при безусловном обеспечении выполнения требований действующего в Республике Беларусь природоохранного законодательства в отношении предотвращения выбросов загрязняющих веществ и контроля за ними, а также соответствие применяемой при реализации проекта технологии реферируемым наилучшим доступным техническим методам.

Технологии пиролиза отходов и производства RDF-топлива следует применять для использования фракций ТКО, остающихся после сортировки отходов и состоящих из органиче-

ских компонентов, не пригодных для получения компостов и грунтов, а также неперерабатываемых полимерных отходов всех видов, отходов резинотехнических изделий, кожи, текстиля, в том числе совместно с другими аналогичными отходами производства.

Для регионов, расположенных в зонах действующих белорусских цементных заводов (ОАО «Кричевцементношифер», ОАО «Красносельскстройматериалы», ОАО «Белорусский цементный завод»), рекомендуется использовать остающиеся после сортировки фракции ТКО для производства RDF-топлива с его последующим сжиганием при производстве цемента.

Для регионов, не входящих в сырьевые зоны цементных заводов (для которых доставка RDF-топлива на цементные заводы не обоснована экономически), рекомендуется создавать объекты по пиролизу отходов.

Продукты пиролиза возможно использовать в качестве химического сырья для неперерабатывающих заводов или топлива для обеспечения нужд сельскохозяйственных предприятий (сушка зерна) или коммунальных котельных.

Заключение. В Республике Беларусь наблюдается положительная динамика объемов сбора (заготовки) ВМР за счет внедрения системы мероприятий, направленных на сближение существующей в Республике Беларусь практики сбора (заготовки) ВМР с мировым опытом.

Увеличение использования ТКО достигается за счет применения трех основных способов:

- 1) извлечение ВМР для их дальнейшей переработки;
- 2) обработка органической части ТКО для дальнейшего использования;
- 3) использование ТКО как топлива для получения энергии (тепловой или электрической).

Применение рассмотренных технологий обращения с ТКО в Республике Беларусь в их комбинации дает возможность использовать до 90 % образующихся коммунальных отходов. Также необходимо учитывать, что обращение с ТКО является жилищно-коммунальной услугой и затраты на ее оказание должны соотноситься с возможностями их покрытия населением и юридическими лицами.

Список цитированных источников

1. Шушкевич, А. М. Состояние и тенденции развития сферы обращения со вторичными материальными ресурсами / А. М. Шушкевич // Эконом. бюл. науч.-исслед. эконом. ин-та М-ва экономики Респ. Беларусь. — 2019. — № 10 (268). — С. 44—54.
2. Китиков, В. О. Роль реестра эффективных технологий для инновационного развития ЖКХ / В. О. Китиков // Наука и инновации. — 2021. — № 7 (221). — С. 34—37.
3. Пенкин, А. А. Перспективы рециклинга трудноразволокняемой макулатуры, содержащей полиамидамин-эпихлоргидриновые смолы // Тр. БГТУ. Сер. 2 : Химические технологии, биотехнологии, геоэкология. — 2021. — № 2. — С. 159—165.
4. Белявская, С. Л. Обеспечение экономико-экологического развития регионов Беларуси на основе инновационных технологий переработки мусора / С. Л. Белявская // Науч. тр. БГЭУ. — 2020. — № 13. — С. 16—21.
5. Термосвариваемая бумага для экологичных упаковочных материалов / Ж. В. Игнатович [и др.] // Новые методы и технологии обращения с твердыми коммунальными отходами : материалы I Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 29—30 апр. 2021 г. : тез. докл. / Ин-т жилищ.-коммун. хоз-ва НАН Беларуси ; под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. В.О. Китикова. — Минск, 2021. — С. 5—9.
6. Зубрицкий, В. С. Правовые и технические аспекты использования комбинированной упаковки в качестве вторичного сырья / В. С. Зубрицкий // Новые методы и технологии обращения с твердыми коммунальными отходами : материалы I Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 29—30 апр. 2021 г. : тез. докл. / Ин-т жилищ.-коммун. хоз-ва НАН Беларуси ; под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. В.О. Китикова. — Минск, 2021. — С. 59—66.
7. Карпунин, В. И. О влиянии вибрации на переработку отходов бумаги и картона / В. И. Карпунин, В. В. Кузмич, И. И. Карпунин // Новые методы и технологии обращения с твердыми коммунальными отходами : материалы I Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 29—30 апр. 2021 г. : тез. докл. / Ин-т жилищ.-коммун. хоз-ва НАН Беларуси ; под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. В.О. Китикова. — Минск, 2021. — С. 66—73.

8. Об утверждении Национальной стратегии по обращению с твердыми коммунальными отходами и вторичными материальными ресурсами в Республике Беларусь на период до 2035 года [Электронный ресурс] : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 28 июля 2017 г. № 567, № 137 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. — Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C21700567&p1=1&p5=0> . — Дата доступа: 10.03.2023.

9. О Государственной программе «Комфортное жилье и благоприятная среда» на 2021—2025 годы [Электронный ресурс] : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 28 янв. 2021 г., № 50 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. — Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=C22100050> . — Дата доступа: 10.03.2023.

10. Отчеты Оператора вторичных материальных ресурсов за 2015—2021 годы [Электронный ресурс] / Оператор вторич. матер. ресурсов. — Режим доступа: <https://vtooperator.by/> . — Дата доступа: 10.03.2023.

11. *Ветрова, Т. П.* Эффективность утилизации твердых бытовых отходов : дис. ... канд. эконом. наук : 08.00.19 / Т. П. Ветрова. — М., 2000. — 153 л.

12. *Исмаилов, Э. Ф.* Модель оценки эффективности переработки твердых бытовых отходов в регионе / Э. Ф. Исмаилов // Вестн. ун-та. — 2013. — № 16. — С. 66—69.

Поступила в редакцию 04.04.2023.