

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ОБРАЩЕНИЯ С ТВЕРДЫМИ БЫТОВЫМИ ОТХОДАМИ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

Е.Г. Сёмин, К.Н. Цирикова*, С.К. Овчинникова,
С.Ю. Горбатова, А.А. Цибиногин

Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, Санкт-Петербург, Россия

* Эл. почта: ksusha_sunny@inbox.ru

Статья поступила в редакцию 29.01.2014; принята к печати 07.08.2014

Рассмотрены преимущества и недостатки общепринятых в мире методов обращения с ТБО (складирование на полигонах, сжигание, плазменная переработка, компостирование, сортировка и реутилизация). Дана характеристика текущего состояния системы обращения с ТБО в Санкт-Петербурге. Предпочтительные меры предотвращения критической ситуации должны носить комплексный характер и включать в себя приоритетное внимание в сортировке и реутилизации ТБО.

Ключевые слова: твердые бытовые отходы, захоронение ТБО, сжигание ТБО, реутилизация ТБО.

CURRENT STATE OF AND PROSPECTS FOR MUNICIPAL WASTE MANAGEMENT IN SAINT PETERSBURG

Ye.G. Syomin, K.N. Tsirikova*, S.K. Ovchinnikova, S.Yu. Gorbatova, A.A. Tsibinogin

Saint-Petersburg Polytechnical University, Saint-Petersburg, Russia

E-mail: ksusha_sunny@inbox.ru

Benefits and disadvantages of conventional approaches to solid municipal waste treatment, including deposition at landfills, incineration, plasma treatment, composting, sorting and reutilization, are reviewed as they are related to Saint Petersburg (Russia). Any complex of preventive measures against possible waste crisis should give priority to waste sorting and reutilization.

Keywords: solid municipal waste, landfills, incineration, reutilization

ИСКУССТВО ОЗДОРОВЛЕНИЯ ГОРОДОВЪ

И ДРУГИХЪ

ЗАСЕЛЕННЫХЪ ЦЕНТРОВЪ.

ИНЖЕНЕРА

М. А. Лопова.

Томъ I.

Издание А. А. Пороховщикова.

МОСКВА.

Типо-литография И. Н. Кушнорова и К^о, Пимовицкая ул., д. Кушеровой.
1887.

Введение

В 1887 г. был опубликован двухтомник российского ученого М.А. Попова под названием «Искусство оздоровления городов», где были описаны характерные для того времени технологии обращения с твердыми бытовыми отходами (ТБО). Почему автор использовал слово «искусство»? По-видимому, потому, что исходными для переработки ТБО являются некондиционные продукты с составом, зависящим от района города с его производственными предприятиями, магазинами, школами, вокзалами и т. д. Поэтому специалисты по переработке ТБО должны обладать не только высокой квалификацией, но и чутьём и прозорливостью – то есть владеть своего рода искусством [16, 17].

Даже сейчас количественные оценки ТБО дают значительные расхождения, зависящие от источника данных (отчеты районных администраций, компаний-перевозчиков ТБО, предприятий по переработке и захоронению ТБО и т. д.) [1]. Но при всех расхождениях в Санкт-Петербурге прогнозируется почти линейный рост образования ТБО на 30–35 тыс. тонн в год с уровня, достигнутого в 2013 г. по разным оценкам 1,3–1,7 млн тонн в год [1, 5, 8, 13, 15, 27–29]. Поэтому защита окружающей среды от загрязнения бытовыми отходами является одной из главных санитарно-гигиенических проблем Санкт-Петербурга, где за последние 15 лет был разработан ряд документов, ориентированных на решение этих проблем, однако положения этих документов остались во многом не реализованными [9]. Сложная ситуация с решением вопросов обращения с ТБО, сложившаяся в настоя-

щее время в Санкт-Петербурге, требует скорейшего разрешения данной проблемы и принятия в ближайшее время ответственных решений.

Структура муниципальных отходов и систем обращения с ними

Отходы функционирования любой системы можно подразделить на две большие группы:

- невестребованная часть целевой функциональной деятельности системы;
- отходы жизнедеятельности подсистем, обеспечивающих структурную целостность деятельности системы.

По субстанциональным признакам отходы можно подразделить на энергетические и вещественные – газообразные, жидкие, твёрдые. Твёрдые отходы, имея наиболее узко локализованное пространственное расположение и сугубо региональный характер, занимают особое место в общей структуре отходов жизнедеятельности города [6, 10, 20–22, 30].

К ТБО относятся отходы, образующиеся в жилых и общественных зданиях, торговых, зрелищных, спортивных и других организациях, отходы от отопительных систем централизованного теплоснабжения, уличный смет, опавшие листья, собираемые с дворовых территорий¹.

В динамике ТБО в индустриально развитых странах можно выделить три основные тенденции. Общее производство ТБО возрастает в среднем на 10% за каждые 5 лет. При этом меняется их морфологический состав. Вместе с тем, повышение уровня жизни с течением времени приводит к пониманию чрезмерности потребления природных ресурсов. Возникающая в обществе обратная связь вызывает повышение активности по ресурсосбережению, совершенствованию производства и методов обращения с его отходами. Это интенсифицирует процессы, приводящие в конечном итоге к сокращению потоков ТБО [10].

В странах ЕС способы борьбы с накоплением ТБО ранжированы в порядке снижения их предпочтительности следующим образом [7, 10]:

- минимизация у источника/предотвращение образования ТБО;
- повторное использование ТБО;
- переработка в сырье и продукты;
- компостирование;
- сжигание или захоронение с получением энергии;
- захоронение без получения энергии;
- сжигание без получения энергии.

Для реализации такого подхода используются:

- запрещение использования материалов, вредность которых на окружающую среду доказана;
- возложение финансовых издержек по переработке отходов на их производителя;
- увеличение стоимости размещения отходов;
- поддержка производств, уменьшающих материалоемкость продукции;
- поощрение использования безопасных материалов;
- поощрение рециклинга тары и материалов.

¹ Концепция обращения с твёрдыми бытовыми отходами в Российской Федерации. Постановление коллегии Госстроя России от 22 декабря 1999 г. № 17.

Соотношения объемов ТБО, обработанных с использованием разных методов в странах ЕС, представлены в табл. 1.

Табл. 1

Обращение с муниципальными отходами в странах ЕС в 2009 г., % [10]

Страна	Переработка	Сжигание	Компостирование	Захоронение
Бельгия	36	35	24	5
Германия	48	34	14	0
Дания	34	48	14	4
Ирландия	32	39	4	62
Болгария	0	0	0	100
Нидерланды	32	39	28	1
Словения	34	1	2	62
Франция	18	34	16	32
Швейцария	34	49	17	0
Швеция	36	49	14	1
Румыния	1	1	0	98

Рассмотрим эти подходы в порядке их значения для обращения с ТБО в Санкт-Петербурге, не касаясь мер воздействия на источники образования ТБО, которые образуют отдельную проблему.

Захоронение без получения энергии

В Санкт-Петербурге до настоящего времени в обращении с отходами преобладает их захоронение на полигонах – более 90% [13]. Это самый простой и относительно недорогой метод размещения ТБО. При этом дешевле всего полигоны располагать там, где их основанием являются глины и/или тяжелые суглинки, так как не требуется специальной подготовки территории. При отсутствии подходящих условий устраивают специальные непроницаемые мембраны. Срок окупаемости полигона – около 10 лет [30].

Полигон является специальным технически оборудованным объектом, предназначенным для размещения, обеззараживания и обезвреживания отходов. На полигонах твердых отходов (ПТО) происходит захоронение как ТБО, так и других отходов – строительные, промышленные, активный ил со станций аэрации и т. д. В зависимости от назначения полигона и типа размещаемых отходов полигоны подразделяются на: монополигоны (ПТО, иловые площадки, полигоны стройотходов, полигоны токсичных отходов и т. д.) и комплексные полигоны (например, совмещение ТБО и стройотходов). Занимаемая площадь земельного участка, отводимого под полигон, определяется и проектируется как специальное техническое сооружение с доскональным изучением геологического строения полигонного участка, определением его уклона, выявлением уровня грунтовых вод и т. д. Отводимая площадь полигона зависит от эксплуатационного срока полигона и численности населения.

Серьезным недостатком депонирования ТБО на полигонах является возможность загрязнения атмосферы и грунтовых вод и распространения бактерий. Существует опасность заражения почвенного слоя, поверхностных и грунтовых вод вредными неорганическими и органическими, химическими и биохимическими ингредиентами (более 1000 компонентов), поступающими с фильтрационными водами из свалочных масс. Уровень загрязнений в фильтрате в большинстве случаев в 10–20 раз превышает показатели, характерные для бытовых сточных вод. Значительные концентрации загрязняющих веществ в фильтрате обуславливают серьезную опасность загрязнения ими грунтовых и поверхностных вод.

Кроме того, полигоны создают возможность для совершения актов экологического терроризма [23]. Они практически не охраняются, для поджога полигона нужны только спички, а суммарная токсичность выбросов в атмосферу при пожарах на свалках колоссальна. При сжигании органических материалов, в том числе древесины, бумаги и пластмасс при температуре около 600 °С и при ограниченном поступлении воздуха (а именно так и происходит и в небольшой куче мусора, и на большой свалке) создаются идеальные условия для возникновения таких опасных токсичных веществ, как диоксины бензофураны. Самыми опасными из продуктов открытого горения органических отходов являются полиароматические углеводороды, в том числе бенз[а]пирен, ПДК которых для населенных мест составляет 0,1 мкг/100 м³. При этих же условиях в атмосферу выделяется еще и карбонилхлорид, известный как фосген, применявшийся как химическое оружие. Крайне опасно горение всевозможных пленок и синтетических материалов (поролон, пенопласт), при сгорании которых выделяются цианиды, являющиеся причиной множества смертельных случаев во время бытовых пожаров. Как правило, из-за недостатка кислорода цианиды не разрушаются и попадают в окружающую среду. При низких температурах горения (ниже 600 °С) полиуретановые пены не выделяют цианиды, но образуют плотный, желтого цвета, удушающий дым, содержащий изоцианаты, в том числе сильнейший аллерген и раздражитель диизоцианат толуола. При горении полиэтилена, полистирола, полипропилена и самых распространенных бутылок для напитков из полиэтилентерефталата при высокой температуре вредные вещества в атмосферу почти не выделяются – они сгорают, превращаясь в углекислый газ и воду. Но как правило, температура горения на полигоне бывает для этого недостаточной, так что в атмосферу попадают канцерогенные ароматические углеводороды, акролеин и др. При сжигании обломков фанеры, ДВП, ДСП, содержащих фенолформальдегидные смолы, в атмосферу выделяются цианиды и формальдегид. При сжигании древесины, окрашенной краской, содержащей соединения свинца, они попадают через легкие в организм человека.

Очевидно, что серьезный пожар на крупном полигоне (например, полигон «Южный» в Санкт-Петербурге) способен вынудить жителей близлежащих населенных пунктов к эвакуации, а задымление создаст помехи работе Пулково. Нельзя забывать и об отдаленных последствиях таких пожаров [3].

Сжигание ТБО

Второе место по общему объёму перерабатываемых отходов занимает сжигание. В Европейском Союзе сжигается до 25% ТБО. К преимуществам метода можно отнести: существенное уменьшение объема твердых отходов, снижение риска загрязнения захороненными отходами почвы и воды, возможность рекуперации образующегося тепла. Недостатками являются: опасность загрязнения атмосферы: даже использование современных фильтров не может обеспечить 100% очищения выбросов от диоксинов. Во всех развитых странах наметилась тенденция отхода от прямого сжигания [24]. Образующуюся при сжигании ТБО золу II класса опасности можно очищать на плазмохимических установках [18] с получением остеклованного шлака².

Компостирование

Следующим по распространению методом является биотермическое компостирование с получением органических удобрений для сельского хозяйства и зеленого строительства. Процесс биокомпостирования получил практическое применение раньше других методов и хорошо изучен. К недостаткам метода можно отнести сложность получения высококачественного компоста без серьезной предварительной сортировки отходов [13].

Повторное использование ТБО и их переработка в сырьё и продукцию (рециркуляция)

Рециркуляцией составляющих ТБО можно решать сразу несколько проблем. С одной стороны, можно уменьшить количество отходов, попадающих в окружающую среду, с другой стороны – появляется возможность снизить расход сырья и увеличить компенсацию затрат энергии. Таким образом, в сфере обращения с ТБО вводится такое понятие, как геоэкологический резерв. Геоэкологический резерв – возможное сбережение природного сырья, энергии, уменьшение выбросов в природную среду, предотвращение её разрушения [4]. Главным для максимальной реализации геоэкологического резерва в системе обращения с ТБО является использование вторичного сырья, получаемого из отходов [19]. Однако, как показывает практика, это само по себе не решает задачу санитарной очистки населенных мест и оптимальной переработки твердых бытовых отходов, так как выделяемые компоненты (за исключением металлов) сбываются с трудом, и для этого требуются создание специальных производств для их

² Новое перспективное направление переработки ТБО – плазменная переработка отходов. Под руководством профессора СПбГПУ Ф. Рутберга в Институте проблем электрофизики разработана уникальная технология на основе низкотемпературной плазмы, которая перспективна для переработки ТБО. Плазменный пиролиз позволит производить из ТБО метан для дальнейшего получения энергии, извлекать из них тяжелые металлы и получать остеклованный шлак, то есть создается полностью безотходное производство. Плазменные установки уже построены во многих странах (http://www.energo-resurs.ru/eg_tezis_2003_15.htm). Для переработки осадков сточных вод; ТБО; медицинских отходов (включая инфицированный материал); использованных шин; опасных шлаков; угольных отходов; шлаков после сжигания мусора; металлической стружки; материалов, содержащих асбест; пестицидов и других ядохимикатов; отходов растворителей и лакокрасочных изделий; отходов керамики; продуктов нефтепереработки; смешанных отходов; отравляющих веществ; загрязненных почв; радиоактивных отходов; взрывчатых веществ. Плазменный конвертер является как установкой по переработке опасных отходов, так и генерирующей станцией, обеспечивающей энергией не только себя, но и других потребителей (<http://tbc-inv.ru/resh/2009-06-03-06-57-47>).

переработки, соответствующее законодательство и экономическое стимулирование.

Существующие централизованные мощности по работе с ТБО в Санкт-Петербурге

На 2014 г. система обращения с ТБО в Санкт-Петербурге представлена тремя полигонами, двумя мусороперерабатывающими заводами и тремя мусоросортировочными комплексами.

Данные по этим объектам представлены в табл. 2.

Санкт-Петербург обслуживают три крупных полигона твёрдых отходов. Один из них, полигон «Новосёлки», принял в 2010 г. 2870 тыс. м³ отходов (около 35% всех ТБО города). Из этого количества 600 тыс. м³ приходилось на отходы, упакованные в полимерную плёнку. Примерно такое же количество отходов было размещено в 2010 г. на полигоне «Южный». Полигон «Новый Свет-Эко», расположенный в Ленинградской области вблизи Гатчины, принял в 2010 г. из Санкт-Петербурга 580,0 тыс. м³ ТБО (около 7%), упакованных в плёнку. С 2010 г. полигон «Новый Свет-Эко» включён в перечень предприятий коммунального комплекса города.

Некоторая часть отходов Санкт-Петербурга (в 2010 г. это составило около 200 тыс. м³, то есть ~ 2,5% общего количества) поступает на мелкие полигоны, расположенные в пригородных районах Ленинградской области (у пос. Лепсари, у пос. Самарка и др.).

Таким образом, отходы Санкт-Петербурга, размещённые на полигонах, большая часть которых находится на территории Ленинградской области, составили в 2010 г. 437 тыс. м³, что соответствует 80,6% всех ТБО, образовавшихся в городе [2].

В связи с тем, что полигоны твёрдых отходов имеют проектируемую ёмкость, с течением времени при сохранении существующей тенденции к захоронению городу будет необходимо открыть новые полигоны, удовлетворяющие все потребности Санкт-Петербурга в сфере обращения с отходами.

Заводы по механической переработке бытовых отходов (МПБО) были спроектированы в 1950–1960-х гг., а построены: один – в 1970 г., дру-

гой – в 1996 г. При проектировании и строительстве опытного МПБО использованы уникальные инженерно-экологические решения, которые позволили заводу получить статус лидера отрасли, и в настоящее время он является передовым предприятием даже по общеевропейским стандартам. В период функционирования завода были модернизированы процессы биокомпостирования, выделения вторичного сырья, переработки некомпостируемой части отходов [12, 14]. Однако со временем морфологический состав отходов сильно изменился. Увеличилось количество техногенных примесей, не поддающихся сортировке и загрязняющих производимый компост катионами тяжелых металлов, и стекла, что делает недопустимым их применение в сельском хозяйстве. В результате продукт, производимый на заводах МПБО, не имеет сбыта и может использоваться лишь как укрывной материал на полигонах. К тому же производительность существующих заводов в последние годы не удовлетворяет растущие потребности Санкт-Петербурга. Так, в 2010 г. завод МПБО на Волхонском шоссе переработал 600 тыс. м³ твёрдых коммунальных отходов, что составило 5,8% их общего количества, а на заводе МПБО-2, расположенном в пос. Янино Всеволожского района Ленинградской области, в том же году было переработано 953 тыс. м³ ТБО (9,2%). Таким образом, индустриальная переработка отходов в Санкт-Петербурге в 2010 г. суммарно составила 15% их общего количества. Это означает, что уровень переработки (без использования) значительно снизился по сравнению с предыдущими годами, например 2003 г., когда переработка отходов на заводах достигала 1 700 тыс. м, то есть 26,3% [2].

Мусоросортировочный комплекс (МСК) – это объект, на котором механическим способом в полуавтоматическом режиме осуществляется процесс восстановления ресурсных свойств материалов, утраченных в связи с их смешиванием в составе мусора. Комплекс не теряет функции перегруза, чем способствует поддержанию устойчивости системы санитарной очистки города от отходов производства и потребления на новом уровне. Технические решения, использованные при сооружении МСК и широко применяемые в мировой практике, включают:

Табл. 2

Существующие централизованные объекты по обращению с ТБО

Наименование объекта	Местоположение	Мощность, тыс. т. в год
Полигон ПТО «Новосёлки»	СПб., пос. Новосёлки, Горское шоссе, 9-й км	–
Полигон «Новый Свет-Эко»	Лен. обл., пос. Новый Свет, участок № 2	–
Полигон «Южный»	Лен. обл., пос. Горелово, Волхонское шоссе, 20	–
СПб ГУП «Завод МПБО-2»	Лен. обл., пос. Янино	180
Филиал ГУП «Завод МПБО-2» «Опытный завод МПБО»	СПб., Волхонское шоссе, 116	180
Мусоросортировочный комплекс «Обухово»	СПб., Грузовой проезд, 12	100
Мусоросортировочный комплекс «Старообрядческая»	СПб., ул. Старообрядческая, 9	100
Мусоросортировочный комплекс «Предпортовый»	СПб., 7-й Предпортовый проезд	200

– механизированную сортировку отходов, которая обеспечивает существенно большее извлечение вторичных материальных ресурсов по сравнению с ручным трудом;

– изготовление из загрязненного вторичного сырья (обычно на иных сортировках оно поступает на захоронение) топлива для цементной промышленности.

Существующие в Санкт-Петербурге МСК общей мощностью 400 тыс. т в год могут обеспечить переработку до 23% ТБО. После МСК на захоронение отправляется около 20% ТБО, 40% становится товарной продукцией и 40% – органическим биоразлагаемым сырьём. Полученное на МСК сырье можно подвергать биотермической переработке с целью изготовления обезвреженного инертного материала, который пригоден для пересыпки полигонов и рекультивации карьеров.

Сырье можно перерабатывать на обычных участках полевого компостирования. Сортировка осуществляется с использованием оптических сепараторов. Для работы оборудования участка необходима точная информация о характеристиках разделяемых материалов. Имеется также возможность ручной сортировки на сортировочных конвейерах отдельных сырьевых позиций. С участка механизированной сортировки инертная фракция отходов (около 20% по объему и 15% по массе) пресуется для вывоза на полигон, а нетоварное вторичное сырье поступает на участок изготовления топливных элементов. Сырьевая масса для удаления металлических включений проходит стадию дополнительной магнитной сепарации (мера, исключая попадание в топливо хлорсодержащей пластмассы).

В отличие от крупных перерабатывающих заводов, МСК имеют ряд существенных преимуществ.

Первое – гибкость, возможность быстрой перенастройки технологии под потребности рынка. Второе – извлеченные на комплексе вторичные материальные ресурсы пригодны как к сырьевому, так и к энергетическому использованию. Третье – это минимальное расстояние от мест сбора отходов. Четвертое – настроенность на кооперацию. Основную часть сырьевых ресурсов комплекс передает на дальнейшее использование индустрии города, что в условиях возрастания ресурсного голода весьма важно для самообеспечения и ресурсной безопасности региона. Пятое – устранение необходимости обременения жителей города обязанностями раздельного сбора большей части отходов при обеспечении высоких показателей ресурсосбережения. И последнее – отсутствие необходимости сооружения большого количества сортировок и использования на них труда работников низкой квалификации.

Выбор схемы обращения с ТБО

Одним из основных факторов, подлежащих учету при разработке схемы обращения с ТБО и выборе перспективных для Санкт-Петербурга является фракционно-морфологический состав отходов. В табл. 3 приведён количественный и качественный состав существующий и прогнозируемый фракционно-морфологический состав ТБО в Санкт-Петербурге. Следует отметить заметный рост количества отработанных химических источников тока, представляющих особую опасность как источники тяжелых металлов [25, 26], и уменьшение количества стеклотары.

С учётом запланированной Генеральным планом Санкт-Петербурга динамики увеличения жилой площади по районам города следует ожидать еще и изменений объёмов ТБО по районам, что существенно

Табл. 3

Прогноз изменения массы сырьевых фракций бытовых отходов, тыс. тонн

Наименование	Годы										Изменение с 2012 по 2020 г., %
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020		
Макулатура	321	335	350	365	382	400	419	438	458		43
Пищевые отходы	377	382	388	393	401	409	417	425	433		15
Кость	5	5	5	5	6	6	6	6	6		20
Садово-парковые отходы	52	53	54	55	56	58	59	60	62		19
Бой стекла	165	160	155	150	146	141	135	130	124		-25
Камень	12	12	13	13	13	13	14	14	14		17
Металлолом	74	75	75	75	76	76	76	77	77		4
В т. ч.:											
цветной	9	9	9	9	9	10	10	10	10		11
черный	66	66	66	66	66	66	67	67	67		2
Полимеры	180	187	195	203	213	223	233	243	254		41
В т. ч.:											
полиэтиленфталат	34	35	36	37	37	38	39	40	41		21
полиэтилен	71	75	79	83	88	92	97	102	108		52
прочие полимеры	74	77	80	84	88	92	96	101	105		42
Электрические батарейки	5	6	6	7	8	8	9	10	11		120
Кожа, резина	34	35	36	37	37	38	39	40	41		21
Текстиль	86	88	90	91	94	96	98	101	103		20
Древесина	40	40	41	42	43	44	45	46	47		18
Керамика	15	16	16	16	17	17	18	18	19		27
Медицинские отходы	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4		33
КГО	5	5	5	5	6	6	6	6	6		20
Прочее	179	183	186	190	195	199	204	209	215		20
Состав менее 16 мм	172	176	179	183	187	192	196	201	206		20
Итого	1723	1758	1794	1831	1878	1926	1976	2026	2078		21

затронет распределение нагрузки на предприятия, осуществляющие вывоз отходов и их утилизацию.

По мнению ведущих отечественных и зарубежных специалистов, современным экологическим и экономическим требованиям в наибольшей степени соответствует технология комплексной переработки ТБО, сочетающая преимущество процессов сортировки, термо- и биообработки [9, 10]. Объединяющим процессом при этом является сортировка, изменяющая количественный и качественный состав ТБО, что значительно сокращает потоки отходов, направляемых на сжигание и компостирование, улучшает качество компоста, стабилизирует термические процессы и сокращает выбросы в атмосферу вредных веществ. Комплексная технология позволяет также отбирать ценные материалы для вторичного использования без дополнительных материальных затрат.

В связи с этим предлагается использовать все технологии в комплексе, с процессом сортировки во

главе. Сначала на МСК осуществляется сортировка ТБО, затем компостирование биоразлагаемых отходов, часть отходов пойдёт на выделение из них топлива, а основная часть – на предприятия и заводы по переработке основных фракций. Остающийся «хвост», вместе с отходами I–III классов опасности (в т. ч. и медицинскими), подлежат захоронению или сжиганию в плазменных печах.

Решение задачи сортировки двух миллионов тонн отходов требует тысяч сортировщиков и большой инфраструктуры, при этом следует отдельно собирать отходы повышенной опасности (в т. ч. отработанные химические источники тока) и бой стекла, а остальное сортировать на механических автоматизированных сортировках и использовать ресурсные фракции [11].

Для увеличения объемов перерабатываемых отходов необходимо в первую очередь осуществить модернизацию существующих заводов МПБО-1 и МПБО-2 и увеличить число мусоросортировочных комплексов.

Литература

1. Агаханянц П.Ф. Прогнозирование образования твердых бытовых отходов Санкт-Петербурга // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Экономика и экологический менеджмент». URL: http://economics.ihbt.ifmo.ru/ru/article/8814/prognozirovanie_obrazovaniya_tverdyh_bytovyh_othodov_sankt-peterburga.htm
2. Алимов А.Ф., Анцулевич А.Е. Охрана окружающей среды, природопользование и обеспечение экологической безопасности в Санкт-Петербурге в 2004 году. – СПб.: Сезам, 2005. – 512 с.
3. Артамонов В.С., Ивахнюк Г.К., Журкович В.В., Лихачев Ю.М., Пегова И.С., Гарабаджису А.В., Бирюков П.П., Булгаков С.Н., Лихачев Д.Ю., Язев А.В. Ресурсосберегающие технологии переработки твердых отходов жилищно-коммунального хозяйства, обеспечивающие безопасность жизнедеятельности мегаполиса. – СПб.: Гуманистика, 2008. – 192 с.
4. Бабак Н.А. Минимизация негативного воздействия на окружающую среду строительной деятельности и ЖКХ системой превентивных методов: Автореф. дисс. ... докт. техн. наук. – СПб., 2011.
5. Баев А.С., Семин Е.Г., Трегубов А.И. и др. Новые подходы к проблеме экологически чистой и энергетически эффективной переработки ТБО // Безопасность и экология. – Ч. 2. – СПб.: СПбГТУ, 1999. – С. 176–177.
6. Гусаров В.В., Яковлев В.А., Семин Е.Г. Концептуальные основы выбора приёма переработки ТБО // Труды Международного форума ТЭК России. – СПб., 2000. – С. 114.
7. Европейская практика обращения с отходами: проблемы, решения, перспективы. СПб., 2005. – 73 с. URL: <http://www.waste.ru/modules/library/singlefile.php?cid=6&lid=38>
8. Зенцов В.Н., Семин Е.Г. Проблемы города // Безопасность и жизнь. – 1995. – № 1. – С. 89–91.
9. Колычев Н.А. Оптимизация обращения с твердыми бытовыми и близкими к ним по составу отходами в крупных и средних населенных пунктах России // Биосфера. – 2013. – Т. 5. – С. 393–418.
10. Лихачёв Ю.М., Селиванова С.В., Глазов И.Н., Федашко М.Я., Федоров П.М., Семин Е.Г. Анализ и оценка зарубежного опыта обращения с твердыми бытовыми отходами // Комплексная переработка твердых бытовых отходов – наиболее передовая технология: Сборник трудов / Ред.: Я.Б. Данилевич, Е.Г. Семин. – СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2001. – С. 72–88.
11. ООО НПО «Центр благоустройства и обращения с отходами». Долгосрочная целевая программа по обращению с твердыми бытовыми отходами и промышленными отходами в Санкт-Петербурге. – СПб., 2012. – 216 с.
12. Пегова И.С., Семин Е.Г., Лихачев Ю.М., Федашко М.Я. Реконструкция МПБО как основа энерго- и ресурсосбережения // Труды Международного форума ТЭК России. – СПб., 2000. – С. 116.
13. Семин Е.Г., Лихачёв Ю.М., Полуэктов В.В., Фёдоров П.М. Система обращения ТБО в городе Санкт-Петербурге // Вестник госпитальной инженерии. – СПб., 1997. – № 1. – С. 13–23.
14. Семин Е.Г., Лихачев Ю.М. Обоснование необходимости реконструкции и расширения ОЗ МПБО с применением комплексной технологии // Жизнь и безопасность. – 2000. – № 1–2. – С. 21.
15. Семин Е.Г., Лихачёв Ю.М. Анализ и оценка зарубежного опыта в обращении с ТБО // Жизнь и безопасность. – 2000. – № 3–4. – С. 21.
16. Семин Е.Г. Искусство технологий // Родина. – 2000. – № 3.

17. Сёмин Е.Г. Самая передовая технология // Комплексная переработка твёрдых бытовых отходов – наиболее передовая технология: Сборник трудов / Ред. Я.Б. Данилевич, Е.Г. Сёмина. – СПб. : Изд-во СПбГТУ, 2001. – С. 4–44.
18. Сёмин Е.Г., Негуляева Е.Ю., Лихачёв Ю.М., Аль-Ахваль Н.С., Цирикова К.Н. Плазменные технологии переработки отходов // Жизнь, безопасность, экология. – 2012. – № 3–4. – С. 90–99.
19. Сёмин Е.Г., Цирикова К.Н. Геоэкологический резерв в системе обращения с ТБО // Жизнь, безопасность, экология. – 2012. – № 3–4. – С. 86–90.
20. Слепян Э.И. Экологическая сертификация автотранспортных дорог // Жизнь и безопасность. – 1996. – № 4. – С. 92–100.
21. Слепян Э.И. Экологические проблемы станций сервисного обслуживания автомобилей // Жизнь и безопасность. – 1996. – № 4. – С. 101.
22. Слепян Э.И. Проблемы сохранения и улучшения природной среды Санкт-Петербурга // Жизнь и безопасность. – 1997. – № 1. – С. 282–289.
23. Слепян Э.И. Экологический терроризм: сущность, следствия и условия их ликвидации // Жизнь и безопасность. – 2002. – № 1–2. – С. 277–283.
24. Сопилко Н.Ю. Переработка отходов: анализ мировых тенденций // Твёрдые бытовые отходы. – 2011. – № 11. – С. 42–44.
25. Цирикова К. Н., Сёмин Е.Г. Обращение с отработанными аккумуляторными батареями // XI неделя науки СПбГПУ: материалы международной научно-практической конференции. Ч. I. – СПб. : Изд-во СПбГУ, 2011. – С. 407–408.
26. Шейнерман Н.А., Сергеев С.М., Слепян Э.И. Природная среда и ионы тяжёлых металлов // Жизнь и безопасность. – СПб., 1997. – № 2–3. – С. 326–327.
27. Яковлев В.А., Пегова И.С., Лихачёв Ю.М., Сёмин Е.Г. Комплексная оценка состояния природоохранной деятельности в крупных урбанистских центрах. – СПб. : СПбГТУ, 1999. – 85 с.
28. Яковлев В.А., Гусаров В.В., Сёмин Е.Г. Концептуальные основы выбора технологии переработки бытовых отходов // Городское хозяйство и экология. – 1999. – № 1. – С. 50–56.
29. Яковлев В.А., Сёмин Е.Г., Пегова И.С., Лихачёв Ю.М. Эколого-экономический анализ системы обращения с твёрдыми бытовыми отходами // Безопасность и экология. Т. 2. – СПб. : СПбГТУ, 1999. – С. 189–190.
30. Яковлев В.А., Лихачёв Ю.М., Гусаров В.В., Гусаров К.В., Данилевич Я.Б., Пегова И.С., Сёмин Е.Г. Выбор оптимальных технологий переработки твёрдых бытовых отходов // Комплексная переработка твёрдых бытовых отходов – наиболее передовая технология: Сборник трудов / Ред. Я.Б. Данилевич и Е.Г. Сёмина. – СПб. : Изд-во СПбГТУ, 2001. – С. 45–61.

