

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

ИННОВАЦИОННЫЙ ЕВРАЗИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

**ФАКУЛЬТЕТ МАГИСТЕРСКОГО И
ВТОРОГО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

КАФЕДРА «ХИМИЯ И ЭКОЛОГИЯ»

На правах рукописи

ТРОФИМОВА АНАСТАСИЯ СЕРГЕЕВНА

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ И УТИЛИЗАЦИИ ТБО В Г.ПАВЛОДАРЕ**

Специальность 6N0731 - Безопасность жизнедеятельности и
защита окружающей среды

Диссертация на соискание академической степени
магистра безопасности жизнедеятельности и
защиты окружающей среды

Научный руководитель
кандидат педагогических наук, доцент

Ш.Ш. Хамзина

Павлодар 2010

СОДЕРЖАНИЕ

Нормативные ссылки	4
Определения, обозначения и сокращения	5
Введение	7
1. Теоретические основы системы управления твёрдыми бытовыми отходами	10
1.1 Классификация и источники образования твёрдых бытовых отходов	10
1.2 Сбор и удаление твёрдых бытовых отходов	14
1.3 Полигонное захоронение	15
1.4 Переработка твёрдых бытовых отходов	20
1.5 Экологические показатели, типы и критерии выбора	55
2. Анализ существующей системы управления твердыми бытовыми отходами в г. Павлодаре	59
2.1 Общая схема управления процессами сбора и утилизации твёрдыми бытовыми отходами	59
2.2 Существующая система сбора и удаления твёрдых бытовых отходов	61
2.3 Морфологический состав твёрдых бытовых отходов	64
2.4 Состояние полигона твёрдых бытовых отходов	66
2.5 Действующая система сортировки твердых бытовых отходов и переработки вторичного сырья	67
3. Выбор приемлемых решений по управлению ТБО в городе Павлодаре	71
3.1 Сбор и транспортировка отходов	71
3.2 Ликвидация отходов	76
Заключение	88
Список использованных источников	90
Приложение А Номенклатура отходов	
Приложение Б Классификация и номенклатура наиболее распространенных многотоннажных твёрдых отходов	
Приложение В Классификация методов термической переработки твёрдых бытовых отходов	
Приложение Г Сравнительная оценка технологий термической переработки твёрдых бытовых отходов	
Приложение Д Экономическая эффективность различных технологий переработки твёрдых бытовых отходов	
Приложение Е Фракционный состав твёрдых бытовых отходов из благоустроенного сектора	
Приложение Ж Фракционный состав твёрдых бытовых отходов из неблагоустроенного сектора	

РЕФЕРАТ

Объём диссертации составляет 93 страницы.

Структура диссертации включает следующие разделы: нормативные ссылки, определения, обозначения и сокращения, введение, теоретические основы системы управления твёрдыми бытовыми отходами, анализ существующей системы управления твердыми бытовыми отходами в г. Павлодаре, Выбор приемлемых решений по управлению ТБО в городе Павлодаре, заключение, список использованных источников, приложения.

Количество иллюстраций 9, таблиц 15, использованных литературных источников 55.

Ключевые слова: экологические показатели, твердые бытовые отходы, технологии утилизации и обезвреживания.

Актуальность исследований. Увеличение интенсивности накопления отходов, сопровождающее процесс индустриализации и повышение уровня жизни населения, является важнейшей проблемой человечества. Не случайно в Концепции экологической безопасности РК, планируемой на 2004 - 2015 годы, одной из приоритетных задач является упорядочение системы обращения с отходами.

В Павлодаре, переживающем в настоящее время подъем экономической деятельности, проблема обращения с твердыми бытовыми отходами стоит особенно остро.

Цель исследований: разработка системы управления процессами образования, сбора, транспортировки, хранения, утилизации и ликвидации ТБО в Павлодаре.

Объектом исследования выступает система утилизации и обезвреживания ТБО в городе Павлодаре.

Научная новизна исследования. Была сформулирована и обоснована система совершенствования утилизации твердых бытовых отходов. Теоретически исследована сущность понятия твердых бытовых отходов, дана классификация методов ликвидации ТБО. На основании сравнительно-практического анализа выявлено состояние проблемы ТБО в городе Павлодар, выработаны рекомендации по совершенствованию системы утилизации твердых бытовых отходов в городе Павлодар. Изучена экологическая и экономическая эффективность предложенных технологий по утилизации ТБО. Проведены исследования действующей системы утилизации ТБО в городе Павлодар, выработаны практические советы.

Практическая значимость исследования заключается в том, что на основе теоретических положений сформулированы конкретные рекомендации, позволяющие создать систему утилизации ТБО, которая повысит эффективность этого процесса.

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей магистерской диссертации используют ссылки на следующие стандарты:

1. ГОСТ 30773-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения;
2. ГОСТ 30773-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла;
3. ГОСТ 30774-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Паспорт опасности отходов;
4. СНиП РК 3.01-02-2001 Планировка и застройка районов индивидуального жилищного строительства;
5. СН РК 1.04-15-2002 Полигоны для твердых бытовых отходов;
6. СН РК 4.05-05-2003 Мусороперегрузочные станции;
7. Методические указания по разработке физическими и юридическими лицами проектов нормативов обращения с отходами и представлению их на утверждение в уполномоченный орган в области охраны окружающей среды Республики Казахстан;
8. Методические указания по определению уровня загрязнения компонентов окружающей среды токсичными веществами отходов производства и потребления РНД 03.3.0.4.01-96;
9. Правила отнесения опасных отходов, образующихся в процессе деятельности физических и юридических лиц, к конкретному классу опасности;
10. Санитарные правила устройства и содержания полигонов для твердых бытовых отходов N 3.01.016.97;
11. Санитарно-эпидемиологические правила и нормы «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территории населенных мест» Утверждены приказом и.о. Министра здравоохранения Республики Казахстан от 24 марта 2005 года № 137;
12. Базельская конвенция о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением (Базель, 22 марта 1989 г.);
13. Соглашение о контроле за трансграничной перевозкой опасных и других отходов (Москва, 12 апреля 1996 г.);
14. Кодекс Республики Казахстан об административных правонарушениях (глава 19, статьи 240-306);
15. Экологический кодекс Республики Казахстан.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

В настоящей магистерской диссертации применяют следующие термины с соответствующими определениями:

бытовые отходы – отходы, образующиеся в населенных пунктах в результате жизнедеятельности человека;

отходы потребления – остатки веществ, материалов, предметов, изделий, товаров (продукции или изделий), частично или полностью утратившие свои первоначальные потребительские свойства для использования по прямому или косвенному назначению в результате физического или морального износа в процессах общественного или личного потребления (жизнедеятельности), использования или эксплуатации;

коммунальные отходы – твердые бытовые отходы; отходы из жилищ; отходы потребления на производстве, подобные бытовым; отходы рыночные; мусор уличный (смет); растительные отходы скверов, садов и парков;

опасные отходы – отходы, которые могут причинить вред здоровью человека окружающей среде;

сельскохозяйственные отходы – отходы животных и птиц, а также остатки минеральных удобрений;

металлолом – это отходы, состоящие из черных или цветных металлов в чистом виде либо в сплавах;

управление отходами – обращение с отходами, государственный контроль и надзор за обращением с отходами и объектами их размещения;

обращение с отходами – сбор, транспортировка, утилизация и размещение отходов;

уполномоченный орган в области обращения с отходами – центральный исполнительный орган Республики Казахстан в области охраны окружающей среды и его территориальные подразделения;

сбор отходов – накопление, сортировка и смешение отходов в целях их транспортировки для утилизации и размещения;

сортировка отходов – разделение отходов по определенным признакам в соответствии с системой классификации отходов (вторичного сырья);

обезвреживание отходов – обработка, в том числе сжигание на специализированных установках с целью исключения опасного воздействия отходов на здоровье человека и окружающую среду;

размещение отходов – действие по хранению или захоронению отходов;

хранение отходов – безопасное размещение отходов на объектах размещения отходов на определенный срок с целью последующей утилизации, обезвреживания или захоронения;

захоронение отходов - размещение отходов на объекте для их захоронения с целью надежной изоляции в течение неограниченного срока, при котором воздействие этих отходов на здоровье человека и окружающую среду не будет превышать установленных нормативов;

утилизация отходов - деятельность, связанная с использованием отходов на этапах их технологического цикла и/или обеспечение повторного (вторичного) использования или переработки списанных изделий;

ликвидация отходов - деятельность, связанная с комплексом документированных организационно-технологических процедур по утилизации обезвреженных отходов и отбросов, для получения вторичного сырья, полезной продукции и/или уничтожения и захоронения неиспользуемых в настоящее время опасных и других продуктов;

переработка отходов - деятельность, связанная с выполнением технологических процессов по обращению с отходами для обеспечения повторного использования в народном хозяйстве полученных сырья, энергии, изделий и материалов.

В настоящей магистерской диссертации применяют следующие обозначения и сокращения:

ТБО - твердые бытовые отходы;
ТОО - товарищество с ограниченной ответственностью;
СНГ - содружество независимых государств;
ЕЭС - европейский экономический союз;
МОС - министерство охраны окружающей среды;
МСЗ - мусоросжигающий завод;
МПЗ - мусороперегрузочные станции;
МСС - мусоросортировочная станция;
КСК - кооператив собственников квартир;
СН - санитарные нормы;
СНиП - санитарные нормы и правила;
ПДК - предельно-допустимые концентрации;
ПДВ - предельно-допустимые выбросы;
КАМАЗ - Камский автомобильный завод;
ГАЗ - Горьковский автомобильный завод;
ЗИЛ - Завод имени Ленина.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность проблемы. Увеличение интенсивности накопления отходов, сопровождающее процесс индустриализации и повышение уровня жизни населения, является важнейшей проблемой человечества. Не случайно в Концепции экологической безопасности РК, планируемой на 2004 - 2015 годы, одной из приоритетных задач является упорядочение системы обращения с отходами.

В Павлодаре, переживающем в настоящее время подъем экономической деятельности, проблема обращения с твердыми бытовыми отходами (ТБО) стоит особенно остро.

Как показывает опыт развитых стран ухудшение ситуации в этой сфере вызвано недостаточной осведомленностью населения, руководителей предприятий и местных администраций об истинном влиянии ТБО на состоянии окружающей среды, в результате чего данной проблеме отводится далеко не первое место при принятии решений экономического или организационного характера. Население недостаточно информировано о потенциальном вреде здоровью и экономических потерях при неправильном обращении с отходами, его не волнуют вопросы окружающей среды, а существующая мотивация оплаты услуг мало действенна. Поэтому бюджетные средства, выделяемые местными органами власти до недавнего времени, практически не предусматривали модернизацию оборудования, предоставление достойной зарплаты административному персоналу и рабочим, занятым в сфере обращения с отходами. В связи с низкими доходами данный сектор не представляется привлекательным для частного бизнеса. Представленная выше характеристика сферы обращения с ТБО характерна и для Павлодара. Острота ситуации объясняется неуклонным ростом удельного объема образования ТБО на одного жителя обусловленного повышением уровня благосостояния. Увеличение объемов образования ТБО происходит на фоне отсутствия четкой и отлаженной системы по его сбору, транспортировке, утилизации и уничтожению. Практически отсутствует отдельный сбор отходов в связи с чем значительное количество полезных веществ, которые могли быть утилизированы и использованы повторно, оказываются на свалках и полигоне ТБО. Отсутствуют мусоросортировочные комплексы. Недостаточно развита промышленность по переработке вторсырья. Имеющиеся полигоны ТБО в большинстве случаев являются обычными свалками, зачастую функционирующими без соответствующих разрешительных документов, без соблюдения правил санитарного и экологического законодательства. Практически отсутствует учет за уровнем накопления ТБО, не говоря уж об оценке его морфологического и фракционного состава. Не проводится мониторинг влияния полигонов (свалок) ТБО на объекты окружающей среды. Важной проблемой является значительное количество несанкционированных свалок. Низким является и уровень сознательности населения, что можно

объяснить отсутствием постоянной и эффективной работы с населением с привлечением всех возможных средств - обучающие программы, административное воздействие и т.д. Таким образом, сложившаяся ситуация требует принятия кардинальных мер по оптимизации всех этапов управления ТБО в городе Павлодаре.

Цель исследований: разработка системы управления процессами образования, сбора, транспортировки, хранения, утилизации и ликвидации ТБО в Павлодаре.

Объектом исследования выступает система утилизации и обезвреживания ТБО в городе Павлодаре.

Предметом исследования является система управления ТБО и технологии утилизации и обезвреживания ТБО в городе Павлодаре.

Это дало основание для выдвижения следующей гипотезы: если усовершенствовать систему утилизации ТБО, то неблагоприятная обстановка со сбором, транспортировкой, вывозом и размещением ТБО в городе Павлодар улучшится, так как внедрение новых технологий позволит утилизировать отходы наиболее экологически безопасным способом.

В соответствии с проблемой, целью, объектом и предметом, а также гипотезой исследования были поставлены следующие задачи:

- раскрыть и проанализировать сущность понятия «твердые бытовые отходы» в научной литературе;
- рассмотреть и оценить состояние системы утилизации твердых бытовых отходов в городе Павлодар;
- разработать на основе современного состояния санкционированных и несанкционированных свалок новые технологии сбора и захоронения ТБО;
- оценить эффективность технологии переработки полиэтиленотерепталата.

Теоретической и методической основой исследования являются труды отечественных и зарубежных ученых в области экологии, материалы управления природными ресурсами и регулирования природопользования, Иртышского департамента экологии, а также нормативно-правовая база Республики Казахстан в области экологии и охраны окружающей среды.

В качестве основных методов исследования применены методы статистического и экономического анализа (сравнение, абстрагирование, системный анализ, исторический анализ и т.п.).

Научная новизна исследования. Была сформулирована и обоснована система совершенствования утилизации твердых бытовых отходов. Теоретически исследована сущность понятия твердых бытовых отходов, дана классификация методов ликвидации ТБО. На основании сравнительно-практического анализа выявлено состояние проблемы ТБО в городе Павлодар, выработаны рекомендации по совершенствованию системы утилизации твердых бытовых отходов в городе Павлодар. Изучена экологическая и экономическая эффективность предложенных технологий по утилизации ТБО. Проведены исследования действующей системы утилизации ТБО в городе

Павлодар, выработаны практические советы.

Практическая значимость исследования заключается в том, что на основе теоретических положений сформулированы конкретные рекомендации, позволяющие создать систему утилизации ТБО, которая повысит эффективность этого процесса.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТВЕРДЫМИ БЫТОВЫМИ ОТХОДАМИ

1.1 Классификация и источники образования твёрдых бытовых отходов

Существует несколько классификаций отходов – как принципиальных (укрупненных), так и детальных.

Поскольку производственная деятельность человека связана в конечном итоге с удовлетворением его потребностей, все образующиеся отходы соответственно можно разделить на две большие группы – отходы производства и отходы потребления.

Отходы потребления - остатки веществ, материалов, предметов, изделий, товаров (продукции или изделий), частично или полностью утративших свои первоначальные потребительские свойства для использования по прямому или косвенному назначению в результате физического или морального износа в процессах общественного или личного потребления (жизнедеятельности), использования или эксплуатации [1].

К отходам потребления относят полуфабрикаты, изделия (продукцию) или продукты, утратившие свои потребительские свойства, установленные в сопроводительной эксплуатационной документации; твердые, порошкообразные и пастообразные отходы (мусор, стеклобой, лом, макулатуру, пищевые отходы, тряпье и др.), образующиеся в населенных пунктах в результате жизнедеятельности людей. В последние годы к отходам потребления относят не только отходы потребления от домовладений (их иногда называют твёрдыми бытовыми отходами — ТБО), но и отходы, образующиеся в офисах, торговых предприятиях, мелких промышленных объектах, школах, больницах, других учреждениях.

Отходы производства и потребления делят на используемые и неиспользуемые.

Используемые отходы – отходы, которые используют в народном хозяйстве в качестве сырья (полуфабриката) или добавки к ним для выработки вторичной продукции или топлива как на самом предприятии, где образуются используемые отходы, так и за его пределами.

Неиспользуемые отходы – отходы, которые в настоящее время не могут быть использованы в народном хозяйстве, либо их использование экономически, экологически и социально нецелесообразно.

В любой экономической системе в качестве объектов взаимоотношений выступают население, промышленные предприятия и сельское хозяйство, которое является источником образования соответствующих отходов – бытовых, промышленных и сельскохозяйственных.

Исходя из агрегатного состояния, образовавшиеся отходы можно подразделить на твёрдые, жидкие и газообразные. Твёрдое и жидкое состояние

характерно для отходов всех групп, газообразные отходы образуются преимущественно в промышленности, включая автотранспорт [2].

Классификатор отходов разработан в соответствии со статьей 17 Экологического кодекса Республики Казахстан и определяет перечень отходов, их кодов, характеристик, а также операций по обращению с отходами.

Классификатор отходов - перечень образующихся в Республике Казахстан отходов, систематизированных по совокупности приоритетных признаков:

- по происхождению отхода;
- по агрегатному и физическому состоянию;
- по опасным свойствам;
- по степени воздействия на окружающую природную среду.

Твёрдые бытовые отходы входят в раздел «Отходы домашнего хозяйства и связанные с торговлей». Номенклатура отходов данного раздела представлена в Приложении А [3].

При содержании в отходах тех или иных химических веществ в определенной концентрации их, как правило, выделяют в отдельный класс и называют опасными.

К опасным отходам относятся отходы, содержащие одно или несколько следующих веществ:

- взрывчатые вещества;
- легковоспламеняющиеся жидкости;
- легковоспламеняющиеся твёрдые вещества;
- самовозгорающиеся вещества и отходы;
- окисляющиеся вещества;
- органические пероксиды;
- ядовитые вещества;
- токсичные вещества, вызывающие затяжные и хронические заболевания;
- инфицирующие вещества;
- коррозионные вещества;
- экотоксичные вещества;
- вещества или отходы, выделяющие огнеопасные газы при контакте с водой;
- вещества или отходы, которые могут выделять токсичные газы при контакте с воздухом или водой;
- вещества и материалы, способные образовывать другие материалы, обладающие одним из вышеуказанных свойств [4, 11].

Для целей транспортировки, утилизации, хранения и захоронения устанавливаются три уровня опасности отходов в соответствии с Базельской конвенцией о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением:

- зелёный – индекс G;
- янтарный – индекс A;
- красный – индекс R [3, 5].

В ряде случаев используется классификация отходов по определенным возможностям их утилизации, причем технический прогресс обуславливает постоянное пополнение как перечня утилизируемых отходов, так и направлений их переработки и использования. Например, в Японии ТБО при организации их селективного сбора в местах образования классифицировали на горючие (направляют на сжигание), негорючие (подлежат захоронению) и ценные (направляются на переработку). До 1984 г. отработанные в быту сухие гальванические элементы (батарейки) относились ко второй категории отходов (подлежали захоронению), но затем в связи с широким обсуждением в Японии проблемы загрязнения окружающей среды ртутью, содержащейся в батарейках, их стали относить к категории ценных отходов, подлежащих регенерации.

При решении проблемы твёрдых отходов в первую очередь необходимо выделить многотоннажные отходы, поскольку именно эти отходы в наибольшей степени загрязняют окружающую среду и в то же время могут дать максимальный эффект при вовлечении в хозяйственный оборот.

Для практического решения вопросов переработки, использования и безопасного удаления многотоннажных отходов, а также для аналитической оценки их образования, твердые отходы удобно классифицировать по признаку их принципиального химического состава на четыре группы:

- содержащие преимущественно органические вещества;
- неорганические вещества;
- смешанные отходы (в состав входят как органические, так и неорганические вещества и компоненты);
- радиоактивные отходы.

Классификация приводится в Приложении Б. Как видно из таблицы в каждую группу входят отходы производства и потребления различной номенклатуры, объединенные общностью химического состава.

Как правило, даже внутри одной группы отходы являются многокомпонентными и для повышения эффективности переработки и вторичного использования требуют предварительной сортировки (ручной или механизированной) или селективного сбора.

В большинстве случаев отходы каждого вида требуют своих методов переработки, смешивание отходов, как правило, не допускается. Даже если для переработки одного и того же вида используется принципиально один и тот же метод, например, сжигание бесконтрольная термообработка допустима не всегда.

Многотоннажные неорганические металлосодержащие отходы являются дополнительным сырьевым источником получения металлов. Весьма важно образующиеся отходы этой группы складировать таким образом, чтобы в дальнейшем их было удобно вовлечь в переработку.

Группа органических отходов характеризуется возможностью использования для их переработки и ликвидации термических методов как самостоятельных процессов и в комбинации с другими процессами (на конечных стадиях технологической обработки).

В то же время многие органические отходы можно использовать по прямому назначению (часто – в месте их образования) в качестве сырьевых материалов основного производства: макулатуру – в производстве бумаги и картона; древесные отходы – для производства мебели и строительных материалов; кожевенные отходы – при выделке кож; пластмассовые отходы – для производства пластмассовых изделий; резиноотходы – для производства резины; текстильные отходы – для производства вторичного текстиля и т.д. Важное направление утилизации органических отходов – энергетическое использование (сжигание с утилизацией тепла, анаэробное сбраживание с получением биогаза и др.). Специфические свойства отходов, как пищевые и растительные, определяют их использование для получения новой товарной продукции (производство компоста, биотоплива, корма для скота, спирта и др.).

Смешанные отходы являются наиболее сложными для переработки и использования. Большинство этих отходов являются металлосодержащими и часто вовлекаются в переработку именно ради извлечения металла. Присутствие в смешанных отходах органических веществ делает потенциально возможным использование в процессах их переработки термических методов (сжигание, пиролиз). Будучи многокомпонентными смешанные отходы требуют комбинированной переработки с применением сортировки и различных методов, обеспечивающих комплексность их использования.

Основными источниками твердых бытовых отходов являются:

- а) жилые помещения;
- б) индивидуальные и многоквартирные дома;
- в) хозяйственные помещения:
 - 1) учреждения;
 - 2) магазины;
 - 3) культурные заведения;
 - 4) предприятия общепита;
 - 5) гостиницы;
 - 6) бензоколонки;
- г) коммунальные службы:
 - 1) снос и строительство зданий;
 - 2) уборка улиц;
 - 3) зеленое строительство, парки, пляжи;
 - 4) остаточные продукты мусоросжигания и мусоропереработки;
- д) учреждения:
 - 1) школы;
 - 2) больницы;
 - 3) тюрьмы;
- е) промышленность;
- ж) сельское хозяйство[6, 23, 26].

1.2 Сбор и удаление твердых бытовых отходов

В системе санитарной очистки города от ТБО можно выделить два аспекта:

- обеспечение чистоты города;
- снижение количества отходов, направляемых на захоронение (за счет их вовлечения в сортировку, переработку и утилизацию) [7].

Чистота города обеспечивается своевременным сбором и удалением ТБО из тех мест, где они образуются. Чистота, с позиций современных воззрений, является необходимым, но недостаточным показателем эффективности санитарной очистки города. Главный критерий уровня санитарной очистки любого города от ТБО (при обеспечении его необходимой чистоты) - количество отходов, вывозимых на полигон захоронения (в процентах от общего количества образующихся коммунальных отходов). Чем численное значение критерия меньше (т.е. чем больше вовлекается ТБО в переработку), тем выше уровень санитарной очистки.

Сбор ТБО осуществляется в специальные контейнеры-сборники, устанавливаемые на бетонированной или асфальтированной площадке.

Услуги по сбору и удалению ТБО в городах и населенных пунктах осуществляют коммунальные спецавтохозяйства и коммерческие предприятия в сроки, регламентируемые санитарными правилами. Режим удаления ТБО согласуется органами коммунального хозяйства с местными учреждениями санитарно-эпидемиологического надзора и утверждается на основании решений местных административных органов. Периодичность удаления ТБО с территорий домовладений и организаций составляет, как правило, не реже одного раза в три дня.

В соответствии с мировой практикой на стадии сбора ТБО должны решаться вопросы минимизации количества захораниваемых отходов – за счет выделения ресурсов, пригодных для вторичного использования.

В европейских странах, США и Японии широко практикуется отдельный сбор отходов в местах их образования, что во многом предотвращает попадание в ТБО как ценных (незагрязненная макулатура, стекло, пластмассы, металлы), так и опасных (отработанные люминесцентные лампы, аккумуляторы, батарейки) компонентов. По разным оценкам, выход селективно собранных отходов потребления составляет 25 – 35% от общего количества образующихся ТБО (иногда - до 50%).

Реализация в европейских городах селективного сбора компонентов ТБО в качестве сырья для вторичного использования основана на организации разъяснительной и информационной работы среди населения (начиная со школьных программ обучения), использовании специальных контейнеров, устанавливаемых в местах образования отходов и сортировочных комплексов для доводки и обработки вторсырья. Раздельный сбор отходов часто стимулируется снижением платы за удаление ТБО (оплачивается в основном вывоз не утилизируемой части ТБО).

В наших условиях сложно организовать повсеместно селективный сбор у населения полезных компонентов ТБО - главным образом из-за неподготовленности населения, отсутствия современных сортировочных комплексов и специальных контейнеров. Тем не менее, создание пунктов приема вторсырья и организация контейнерного сбора вторсырья - задача актуальная, причем контейнеры целесообразнее использовать для коллективно-селективного сбора отходов: в один контейнер собирать стекло, металлы, пластмассу и макулатуру. Коллективный продукт затем доставляется на объект сортировки. Возможны и другие варианты не покомпонентного, а пофракционного сбора коммунальных отходов.

По данным практики, реальная грузоподъемность собирающих мусоровозов составляет 60 – 80% от номинальной, что во многом объясняется малой эффективностью уплотнения отходов в кузове мусоровоза (из-за неоднородного состава и крупности отходов и недостаточного усилия прессования в реальных условиях эксплуатации мусоровозов; кроме того, контроль заполнения кузова отсутствует, а оценка его заполнения по числу опорожненных контейнеров неточна, так как сами контейнеры могут быть загружены не полностью).

В случае отдаленности от крупного города полигонов захоронения ТБО целесообразна организация двухстадийного удаления коммунальных отходов с использованием мусороперегрузочных станций (МПС), оснащенных стационарными уплотняющими устройствами – компакторами. Собирающие мусоровозы доставляют ТБО на МПС, расположенную в черте города, где ТБО перегружаются в воронку компактора, к которому пристыковывается специальный пресс-контейнер ёмкостью 20 - 30 м³. Полнота заполнения пресс-контейнера определяется изменением усилия прессования на прессующей плите компактора. Заполненный контейнер устанавливается на контейнеровоз - транспортное средство, оснащенное специальным устройством в виде крюка, затягивающего контейнер по направляющим роликам на платформу. Контейнеровоз осуществляет вывоз ТБО на полигон захоронения. Уплотнение ТБО в стационарных устройствах на МПС решает задачу оптимальной загрузки транспорта при вывозе ТБО на большие расстояния, позволяет уменьшить количество собирающих мусоровозов и снизить расходы на удаление ТБО.

1.3 Полигонное захоронение

Современный полигон – инженерное обустроенное сооружение, обеспечивающее реализацию технологии размещения ТБО (приём, складирование, уплотнение, захоронение) и охрану окружающей природной среды от загрязнения.

На современных полигонах стремятся ограничить контакт отходов с окружающей средой, что предотвращает ее загрязнение, но одновременно

затрудняет разложение отходов, вследствие чего они представляют собой своеобразную «бомбу замедленного действия».

При недостатке кислорода органические отходы на полигоне подвергаются анаэробному сбраживанию, что приводит к образованию так называемого «свалочного газа» - биогаза (смесь метана, углекислого газа, сероводорода и др.), создающего парниковый эффект. В недрах полигона формируется весьма токсичная жидкость – фильтрат, попадание которого в водоемы и подземные воды крайне нежелательно. Отсюда широко распространённую многовековую практику удаления отходов на свалки (полигоны) следует рассматривать как вынужденное, но малоперспективное с позиций экологии решение, тем более что для природных процессов многие отходы по своей структуре неизвестны и природа не способна справиться с накопленными и качественно измененными продуктами, созданными человеком для обеспечения своей жизнедеятельности. Учитывая также сложность выделения и обустройства земель под новые свалочные места [8, 9].

Требования к современным полигонам включают требования к выбору площадки, конструкции, эксплуатации, мониторингу, выводу из эксплуатации, а на Западе, кроме того, предоставление финансовых гарантий (страховка на случай форс-мажорных ситуаций).

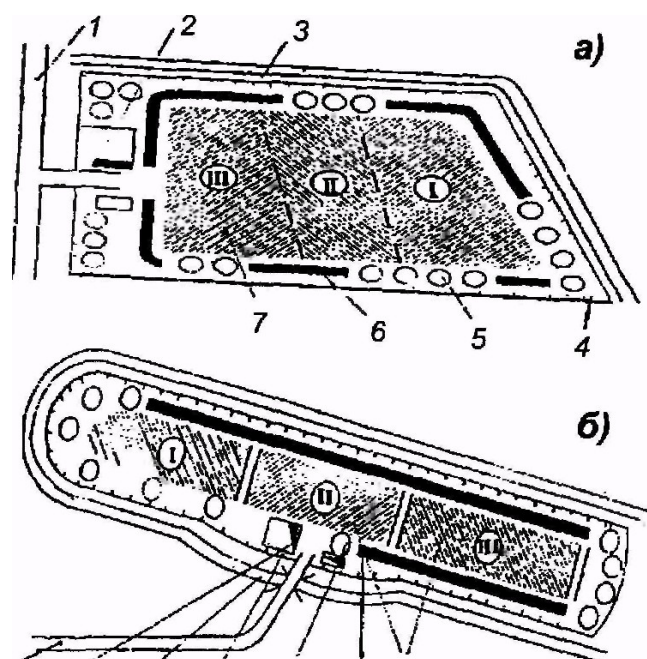
Полигоны ТБО располагаются за пределами городов. Размер санитарно-защитной зоны от жилой застройки до границы полигона 500 м, от аэропорта – 15 км.

Предпочтительнее для размещения полигона является участок, сложенный глинами или тяжёлыми суглинками (при глубине грунтовых вод не менее 2 м). Запрещается использование под полигон болот глубиной более 1 м, а также участков, затопляемых паводками водами.

Проектируемый срок эксплуатации полигона – не менее 15 – 20 лет. Необходимая при этом площадь земельного участка складирования ТБО зависит от численности обслуживаемого населения и высоты складирования ТБО. Например, для города с населением 0,5 млн. жителей требуется полигон площадью от 20 до 60 га при высоте складирования ТБО, соответственно, от 45 до 12 м. Полигоны ТБО, имеющие общую высоту более 20 м и нагрузку на площадь более 10 т/м² (100 тыс. т/га), относят к категории высоконагружаемых.

Основные элементы полигона – подъездная дорога (с двусторонним движением), участок складирования ТБО (занимает 95% площади полигона и ограничивается водоотводной канавой), хозяйственная зона (располагается на пересечении подъездной дороги с границей полигона и включает бытовые и производственные помещения), инженерные сооружения и коммуникации (водопровод, канализация, мачты электроосвещения), представлены на рисунке 1.

Участок складирования разбивается на очереди эксплуатации (с учётом рельефа местности).

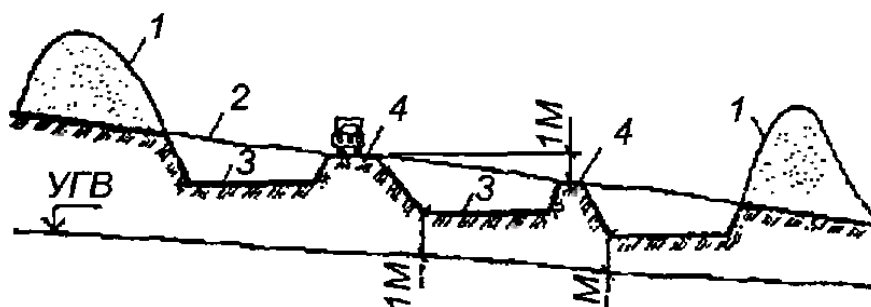


а - при соотношении длины и ширины полигона 2:1; б - при соотношении более 3:1; 1 - подъездная дорога; 2 - хозяйственная зона; 3 - нагорная канава; 4 - ограждение; 5 - зелёная зона; 6 - кавальер грунта для изоляции слоев; 7-участки складирования ТБО; I, II и III- очереди эксплуатации.

Рисунок 1. Схема размещения основных сооружений полигона

На участке складирования, в основании полигона предусматривается устройство котлована, из которого производится выемка грунта для последующей изоляции ТБО (промежуточной и окончательной). Глубина котлована зависит от уровня грунтовых вод (днище котлована должно быть на 1 м выше уровня грунтовых вод).

Учитывая рельеф местности и очередность складирования ТБО, участок разбивается на несколько котлованов; при уклоне участка более 0,5 м предусматривается каскад котлованов, представлено на рисунке 2.



1 - кавальер грунта; 2 - поверхность участка до разработки котлована; 3 - основание участка складирования; 4 – дорога

Рисунок 2. Высотное размещение котлована в основании полигона

Грунт, вынутый из котлована первой очереди, размещается в кавальерах по периметру полигона. Разность отметок оснований двух смежных котлованов – не более 1 м. Основание котлована – глина толщиной не менее 0,5 м (коэффициент фильтрации воды не более 10^{-5} см/сек). Если грунт характеризуется коэффициентом фильтрации более 10^{-5} см/сек, требуется устройство искусственных непроницаемых экранов. Цель создания противофильтрационного экрана - ограничение потока фильтрата к нижележащим грунтовым водам и предотвращение притока грунтовых вод на уровень выше основания полигона [10, 31].

В США и странах ЕС для гидроизоляции основания полигона используют полиэтилен, отличающийся высокой химической, физической и биологической стойкостью, а также устойчивостью к механическим нагрузкам. Схема устройства противофильтрационного экрана, характерного для европейской практики, представлена на рисунке 3.

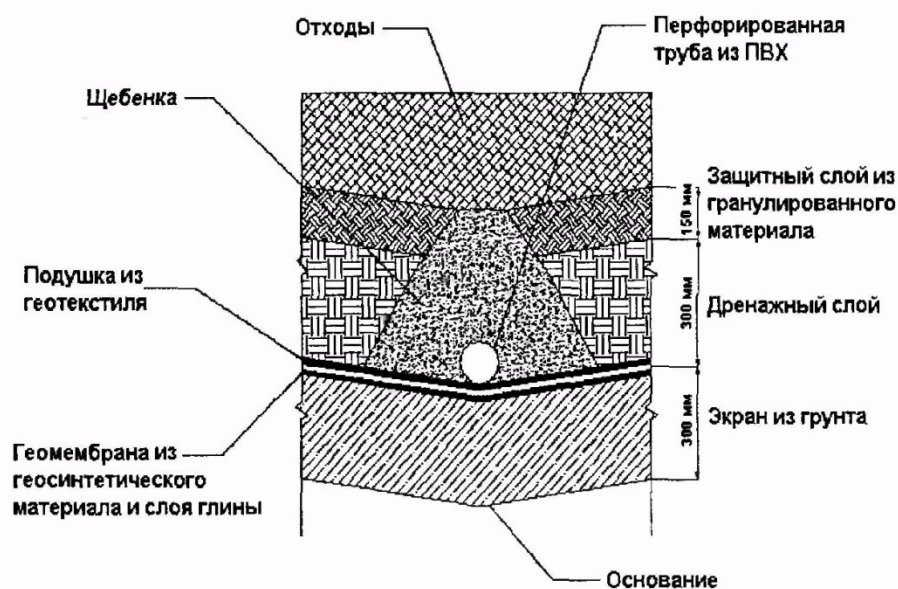


Рисунок 3. Схема устройства противофильтрационного экрана в основании полигона (европейская практика)

Складируемые на полигоне ТБО подвергаются уплотнению и изоляции.

Складируют ТБО на рабочей карте, отведенной на данные сутки. Размеры рабочей карты: длина 30 - 150 м, ширина 5 м. Мусоровозы разгружают ТБО у рабочей карты. Бульдозеры сдвигают ТБО на рабочую карту, создавая слой высотой 0,3 - 0,5 м.

По данным практики, уплотнение в три - четыре раза достигается четырёхкратным проходом бульдозера (катка) по одному месту. Уплотненный слой ТБО высотой 2 м (12 - 20 слоев) изолируют грунтом, инертными материалами (отходы строительства, шлаки); вместо грунта возможно использование полученного из ТБО компоста. Слой промежуточной изоляции -

0,15 - 0,25 м.

На европейских полигонах практикуется ежедневное изоляционное покрытие складированных ТБО. Для покрытия используют слой грунта толщиной не менее 0,15 м, либо используют химическую пену или полимерные пленки. Ежедневная изоляция препятствует рассеянию отходов, улучшает внешний вид полигона, препятствует распространению запахов и возникновению пожаров.

Элементы общей схемы полигона приведены на рисунке 4.

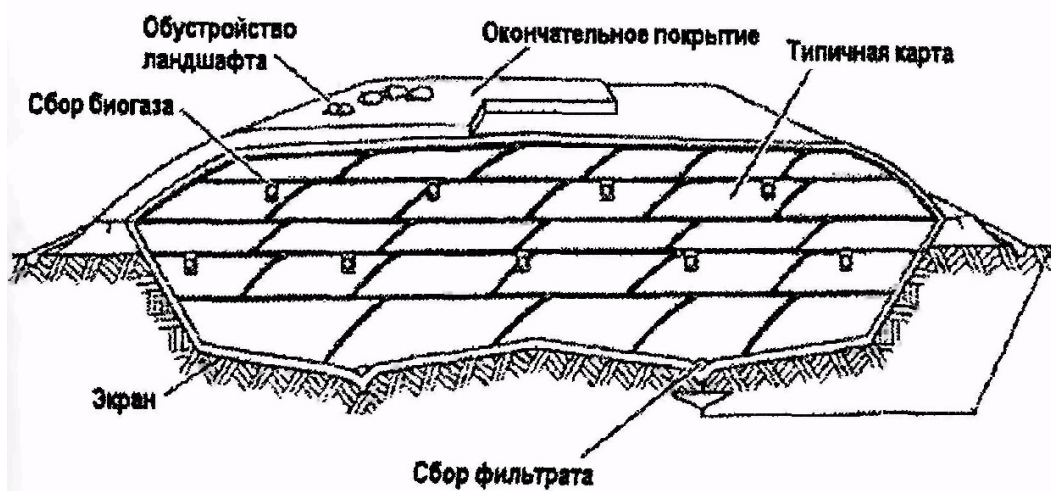


Рисунок 4. Элементы общей схемы полигона

Степень уплотнения отходов при их полигонном захоронении зависит, при прочих равных условиях, от массы уплотняющего оборудования (определяет величину давления) и от числа проходов уплотняющей техники. Для получения стабильной степени уплотнения отходов достаточно четырех - шести проходов тяжелой (массой 20 - 40 т) техники (бульдозеры, тракторы). Дальнейшее увеличение числа проходов техники и её массы существенно не влияет на уплотнение ТБО. Уплотнение отходов продлевает срок службы полигона, приводит к выравниванию площадки захоронения, облегчает укрытие отходов и дальнейшую работу. По данным зарубежной практики, четырёхкратное уплотнение каждого слоя обеспечивает плотность укладки до $1,1 \text{ т/м}^3$ (в расчете на сухую массу).

В ряде европейских стран на одном и том же полигоне, помимо ТБО, складывают на специализированных участках промышленные отходы, отходы строительства, осадки сточных вод и пр. Кроме того, на полигонах проектируются участки компостирования растительных и других биоразлагаемых органических отходов, участки сортировки отходов и хранения вторичного сырья [12, 43]

В практике на полигонах допускается размещение лишь приравненных к ТБО отходов.

В соответствии с требованиями к мониторингу полигона должны проводиться систематические наблюдения за подземными и поверхностными

водами, донными отложениями, растительностью, атмосферным воздухом. Полигон, выведенный из эксплуатации, подлежит рекультивации.

Рекультивация проводится по окончании стабилизации закрытых полигонов, когда свалочный грунт достигает устойчивого состояния. После планировки поверхности, укладки плодородного слоя и его выравнивания производится посадка многолетних трав, кустарников и деревьев.

1.4 Переработка твёрдых бытовых отходов

Основная тенденция решения проблемы ТБО в мировой практике - их вовлечение в промышленную переработку.

Несколько причин стимулируют переход к промышленной переработке ТБО:

- наличие постоянной экологической опасности от накопления больших объемов отходов;
- сложность выделения и обустройства новых свалочных мест;
- рост затрат на захоронение ТБО и их доставку к местам захоронения, которые все более удаляются от городов;
- экономия земельных ресурсов при отказе от полигонного захоронения;
- возможность масштабной утилизации коммунальных отходов при их вовлечении в промышленную переработку;
- необходимость решения экологических проблем цивилизованными методами [44].

В первую очередь ТБО вовлекаются в промышленную переработку в странах, бедных природными ресурсами и отличающихся малой площадью и высокой плотностью населения, где захоронению подвергают не более 25 – 30% ТБО (Швейцария, Япония).

В мировой практике нашли промышленное применение пять принципиальных методов переработки ТБО:

- термическая обработка (в основном - сжигание);
- биотермическая аэробная ферментация (с получением удобрения, биотоплива, топлива и др.);
- анаэробная ферментация (с получением биогаза);
- сортировка (с извлечением ценных компонентов и фракций отходов для вторичного использования);
- комплексная переработка (комбинация различных методов: ферментация – сортировка; ферментация – сортировка – термообработка; сортировка - ферментация, термообработка - сортировка, сортировка - термообработка, сортировка – термообработка - ферментация).

Наиболее распространено сжигание (слоевое и в кипящем слое), значительно реже - аэробная ферментация (на последних поколениях заводов - в бассейне выдержки, в туннеле и в боксах). Широкое распространение этих

технологий для переработки ТБО обусловлено морфологическим составом ТБО, которые содержат до 70 - 80% органической фракции.

Принципы выбора и создания рациональных методов промышленной переработки ТБО базируются на том, что проблема ТБО - это взаимосвязанная эколого-экономическая и технологическая проблема, а сами ТБО должны рассматриваться как техногенное сырье сложного органо-минерального состава. Технологию переработки ТБО следует рассматривать как метод инженерной защиты окружающей среды.

Задачами любой технологии являются:

- уменьшение объема и массы отходов, подлежащих захоронению, с перспективой перехода на безотходное производство;
- обезвреживание отходов;
- рациональная утилизация отходов (материальная и энергетическая, с выделением ценных компонентов, производством новых видов товарной продукции).

Приоритетными при выборе и создании технологии, отвечающей достижениям и тенденциям развития мировой практики, являются эколого-экономические критерии (экологическая безопасность технологии, количество и экологическая безопасность образующихся отходов, экологическая безопасность новой продукции, экономическая эффективность, капитальные и эксплуатационные затраты). Естественно, на выбор технологии существенное влияние оказывает степень её отработанности и готовности к практическому применению.

Принципиальные методы переработки ТБО реализуются с использованием десятков технологий. Как правило, любая фирма-разработчик технологии (или дилерская фирма) рекламирует свою технологию как лучшую и самую эффективную в мировой практике. Чтобы сделать правильный выбор, в рынке технологий необходимо разбираться. Практическое решение проблемы промышленной переработки ТБО связано с большими капитальными вложениями, поэтому последние должны быть ориентированы на создание наиболее прогрессивного промышленного производства.

Промышленную переработку следует рассматривать как конечную операцию в общей схеме управления ТБО, эффективность которой во многом зависит от организации работы на каждой предшествующей стадии - сбора и транспортировки (удаления) коммунальных отходов.

Исходя из гетерогенного состава коммунальных отходов, схемы управления ТБО должны представлять собой комбинацию технологических операций разделения отходов на отдельные фракции и компоненты с последующей их переработкой оптимальным методом. Стремление использовать для переработки всей массы ТБО один конкретный метод либо монотехнологию (например, сжигания) приводит к неоправданному увеличению затрат и усиливает негативное влияние технологии на окружающую среду. В наибольшей степени современным требованиям экологии, экономики и ресурсосбережения отвечает создание

комбинированного производства, обеспечивающего обезвреживание отходов, использование отходов как источника энергии и как вторичного сырья. Построение промышленной технологии по принципу комбинации различных методов переработки ТБО нивелирует недостатки каждого метода, взятого в отдельности. Именно комплексная переработка ТБО, как системная комбинация сортировки, термообработки, ферментации и других процессов, обеспечивает в совокупности малую отходность производства, его максимальную экологичность и экономичность [13, 20].

Объединяющим процессом в схеме комплексной переработки ТБО является сепарация (в том числе на основе селективного сбора), изменяющая качественный и количественный состав ТБО.

1.4.1 Характеристика твердых бытовых отходов как объекта переработки. ТБО относятся к смешанным органо-минеральным отходам потребления. Значительную часть ТБО составляют органические (горючие, биоразлагаемые) компоненты, поэтому для переработки ТБО в принципе возможно применение термических и биотермических технологий.

ТБО представляют собой гетерогенную смесь, состоящую из различных по своим свойствам и крупности компонентов, что усложняет подход к выбору технологии переработки (особенно с учетом эколого-экономических требований). В частности, необходимо учитывать, что среди компонентов ТБО, как органических, так и неорганических, присутствуют полезные для вторичного использования ингредиенты, опасные и токсичные компоненты, крупные составляющие и т.п.

Данные по составу ТБО, характеризующихся значительными сезонными колебаниями морфологического состава, приведены в таблице 1 (по данным 2003 - 2008 гг.). Основная масса ТБО приходится на фракцию - 300 мм (выход 75 – 80%). Значительная часть ТБО, поступающих в контейнеры для их сбора, затарена в мешки (чаще всего в полиэтиленовые пакеты).

Таблица 1

Типовой морфологический состав ТБО

Компоненты	Содержание, %
Бумага, картон и т.п.	10,0 - 40,0
Пищевые и растительные отходы	20,0 - 45,0
Черные металлы	3,0 - 5,2
Цветные металлы	0,5 - 0,8
Текстиль	4,0 - 7,0
Стекло	4,0 - 8,0
Пластмасса	2,0 - 8,0
Кожа, резина	0,3 - 3,5
Дерево	0,9 - 3,0
Камни, керамика	0,8 - 3,0
Кости	0,1 - 2,0
Отсев - 20 мм	7,0 - 13,0
Прочее	1,0 - 2,0

Усредненный состав ТБО, характерный для жилого сектора города и рекомендуемый для технологических расчетов материальных потоков отходов и массовых балансов, приведен в таблице 2.

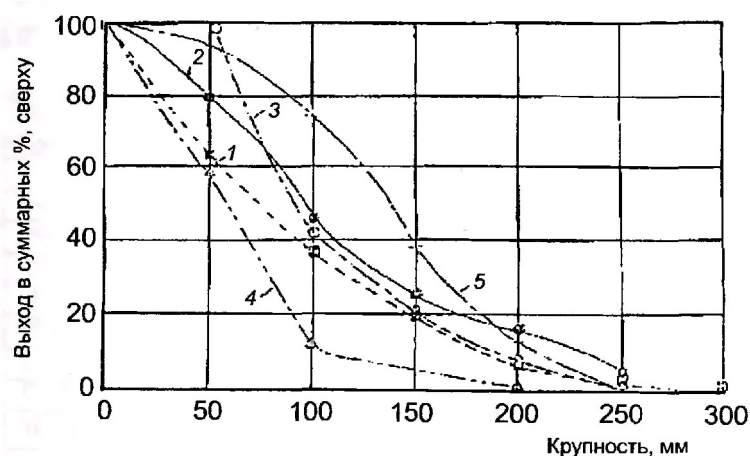
На рисунке 5 представлен график ситового анализа ТБО и некоторых их компонентов (отходы характерны для жилого сектора города). В результате анализа установлено, что основная часть отходов, образующихся у населения, приходится на класс - 150 мм (около 70 % от массы ТБО); в этом классе концентрируется около 80 % чёрного металла, около 80 % луженой тары (по уточненным данным, значительная часть оловосодержащих компонентов содержится в классе - 200 + 80 мм), более 95 % лома алюминия, более 60 % бумаги (от общего содержания этих компонентов в ТБО).

Таблица 2

Усредненный морфологический и фракционный состав ТБО

Компоненты	Общее	Содержание, %		
		Фракции, мм		
		+200	-200+80	-80
Бумага, картон и т.п.	22,0	6,6	11,4	4,0
Пищевые и растительные отходы	35,0	0,0	9,2	25,8
Чёрные металлы	4,0	1,3	2,5	0,2
Цветные металлы (алюминий)	0,7	0,0	0,7	0,0
Текстиль	5,5	3,3	2,0	0,2
Стекло	7,0	0,0	6,8	0,2
Пластмасса (высокой плотности)	2,0	0,15	1,6	0,25
Полимерная пленка	4,0	1,45	2,5	0,05
Кожа, резина	1,5	0,05	1,45	0,0
Дерево	1,5	1,3	0,2	0,0
Камни, керамика	1,5	0,75	0,55	0,2
Кости	1,0	0,0	0,3	0,7
Прочее (включая отсев -15 мм)	14,3	1,0	5,0	8,3
ИТОГО:	100,0	15,9	44,2	39,9

При обогащении ТБО стоит техническая задача селективного разделения компонентов, входящих в узкий класс крупности - 200 (- 150)+0 мм, а также отделения крупнокусковых компонентов. Некоторые усредненные характеристики отдельных компонентов ТБО приведены в таблице 3.



1 - твёрдые бытовые отходы, 2 - металлолом, 3 - лом оловосодержащих компонентов, 4 — лом алюминия, меди и их сплавов, 5 — бумага

Рисунок 5. Гранулометрическая характеристика ТБО и некоторых их компонентов

В таблице 4 приведен ориентировочный состав отходов нежилого сектора города или так называемых коммерческих отходов (отходы рынков, магазинов, учреждений, школ и т.п.). Доля коммерческих отходов в общем количестве ТБО города составляет, по разным оценкам, от 20 до 40 %. Эти отходы характеризуются повышенным содержанием макулатуры и пониженным содержанием пищевых и растительных остатков. Коммерческие отходы целесообразно подвергать сортировке на специальных объектах, если не допустить их смешивания с ТБО из жилого сектора.

Таблица 3

Некоторые усредненные характеристики отдельных компонентов ТБО

Компонент	Влажность, %	Плотность, кг/м ³	Удельная низшая теплота сгорания	
			кДж/кг	ккал/кг
Пищевые отходы	72	100	3430	820
Бумага	25	140	9490	2270
Дерево	5-20	170-180	14460	3460
Полиэтиленовая пленка	8	75	23370	5830
ПЭТФ-бутылки	8	27		
ПВХ-бутылки	8	54		
Черные металлы	1,9	78	-	-
Цветные металлы	1,9	18	-	-
Стекло	0,4	250	-	-
Текстиль	20	85	15720	3760
Кожа	5	65	25790	6170
Резина	0,75	160		
Инертные материалы	3	870	-	-
Отсев - 20 мм	20	-	4600	1 100

Таблица 4

Ориентировочный состав ТБО нежилого сектора города

Компоненты		Содержание, %
Макулатура, пригодная к отбору (крупность + 100мм)		20 - 50
Стекло		3 - 10
Пластмасса (преимущественно ПЭТФ)		2 - 6
Полимерная пленка		2 - 5
Дерево		1 - 3
Чёрный металл		1 - 2
Цветной металл (преимущественно алюминий)		0,5 - 2
Текстиль		0,5 - 2
30 - 80		
Остаточные отходы, затрудненные для ручного отбора (компоненты крупностью - 100 мм: бумага, картон, пленка, смёт, керамика, стекло, дерево, обувь, в т. ч. до 5% пищевых и растительных отходов)		70 - 20
		100,0

Плотность ТБО в весенне-летний сезон (в контейнерах) составляет 0,18 - 0,22 т/м³, в осенне-зимний период — 0,2 - 0,25 т/м³; для расчетов среднегодовое значение обычно принимают 0,2 т/м³. Средняя влажность ТБО – 40 - 55%.

При проектировании заводов необходимо учитывать технологические свойства и особенности казахстанских ТБО, которые отличаются:

- механической (структурной) связанностью за счет волокнистых фракций (текстиль, проволока и т.д.);
- абразивностью - свойством истирать при перемещении соприкасающиеся с ними поверхности за счёт наличия твёрдых балластных фракций (фарфор, стекло);
- слеживаемостью (при длительной неподвижности теряется сыпучесть и отходы уплотняются без всякого внешнего воздействия), с возможностью выделения фильтрата;
- коррозионным воздействием на металл при длительном контакте, что связано с повышенной влажностью и наличием в фильтрате растворов различных солей;
- эпизодическим попаданием в отходы тяжёлых, достаточно крупных компонентов, которые могут выводить из строя дробильное оборудование (при реализации операций дробления в технологической схеме);
- эпизодическим попаданием в исходные ТБО крупногабаритных отходов (холодильники, стиральные машины, велосипеды, матрацы и т.п.), которые должны быть удалены перед технологическим процессом;
- повышенной влажностью [14, 33].

ТБО различных стран по морфологическому составу во многом идентичны и в основном отличаются процентным содержанием различных компонентов и их влажностью. Так, например, ТБО американских городов

принципиально отличаются от ТБО других стран содержанием пищевых и растительных отходов — всего 7% в США против 25-35% в других странах (в городах США пищевые и растительные остатки в основном попадают в канализационную сеть - под мойками на кухнях в большинстве квартир установлены дробилки, измельчающие отходы, которые в виде пульпы направляются в канализацию).

1.4.2 Сепарация ТБО. При вовлечении ТБО в промышленную переработку в качестве техногенного сырья, по аналогии с комплексной переработкой многокомпонентных природных сырьевых материалов (руд, горнохимического сырья, угля и пр.), особую роль играют обогатительные процессы как подготовительные операции, позволяющие выделить те или иные ценные компоненты для вторичного использования, удалить опасные компоненты и оптимизировать состав отходов для последующих переделов переработки. Не случайно на последних международных форумах (США, Германия) по обогащению полезных ископаемых вопросам обогащения ТБО уделено серьезное внимание и посвящены заседания специальных секций.

Сепарация ТБО аналогично обогащению других сырьевых материалов (в частности, полезных ископаемых) представляет собой совокупность процессов первичной обработки сырья с целью извлечения ряда ценных компонентов, удаления опасных и балластных компонентов, выделения фракций отходов, оптимальных по составу для переработки тем или иным методом.

В отличие от обогащения полезных ископаемых, всегда связанного с загрязнением окружающей среды, сепарация ТБО как техногенного сырья имеет прямое природоохранное значение, поскольку выход хвостов сепарации всегда меньше количества исходного сырья, а состав отходов для последующих переделов переработки оптимизируется с точки зрения гомогенизации, способности к горению, снижения содержания опасных и балластных компонентов и др., что повышает экологическую безопасность промышленной переработки коммунальных отходов.

Сепарация ТБО, их обогащение является эффективной операцией перед термо- и биообработкой отходов. Так, по опубликованным данным, предварительная сортировка ТБО, удаление металлических компонентов, отработанных электробатареек и аккумуляторов, некоторых видов синтетических материалов уменьшает при сжигании выбросы ртути и мышьяка на 70 – 75%, свинца — на 40%, при этом эффективность сжигания и ферментации ТБО повышается, а состав продуктов и отходов переработки улучшается.

Принципиально возможны три взаимодополняющих друг друга направления сепарации ТБО:

- селективный покомпонентный (пофракционный) сбор отходов у населения в местах образования с последующей доводкой продуктов на специальных сортировочных установках (преимущественно методами ручной сортировки; для извлечения металлов часто применяется механизированная сепарация);

- селективный пофракционный сбор в местах образования так называемых коммерческих отходов (отходы рынков, магазинов, учреждений, школ и др.), с последующим извлечением из них ценных компонентов комбинированными методами ручной и механизированной сортировки (на специальных объектах);

- сортировка в заводских условиях комплексной переработки ТБО (преимущественно механизированная, поскольку ручная сортировка отходов жилого фонда на ленте тихоходного конвейера малоэффективна; в ряде случаев технологическая схема может включать элементы ручной сортировки крупнокусовой фракции ТБО).

Селективный сбор у населения отходов потребления (макулатура, текстиль, пластмасса, стеклотара, металлы и пр.) практикуется во многих странах, что предотвращает попадание в ТБО ряда ценных компонентов, перерабатываемых или используемых повторно, а также опасных компонентов. Вместе с тем, учитывая большие и постоянно возрастающие объёмы образования ТБО (ежегодный прирост не менее, чем на 3 – 5%), можно сделать вывод, что проблема ТБО не может быть решена непромышленными методами и сортировка всех ТБО на месте их образования, в бытовых условиях практически невозможна и не имеет смысла. Тем не менее, сбор у населения отсортированного, незагрязненного вторичного сырья не противоречит промышленной переработке ТБО и должен рассматриваться как составная часть в решении комплексной проблемы отходов города. Так, проблему попадания в городской мусор некоторых опасных отходов (отработанные люминесцентные лампы, аккумуляторы и др.) можно практически решить только организацией их селективного сбора.

В казахстанских условиях в короткие сроки сложно организовать повсеместный селективный сбор отходов потребления у населения (выход вторсырья на первом этапе следует планировать на уровне 10%). Это объясняется неподготовленностью населения, наличием в домах специфических мусоропроводов, отсутствием соответствующих бытовых условий. Предпочтителен не покомпонентный, а пофракционный сбор вторсырья (все ценные компоненты - в одну ёмкость). Главным направлением сепарации смешанных ТБО является их механизированная сортировка (покомпонентная и пофракционная) в промышленных условиях заводской практики в технологиях комплексной переработки. В то же время количество и состав образующихся коммерческих отходов, обогащенных макулатурой, определяют правомерность и целесообразность организации их селективного сбора и доставки на специальные объекты сортировки с целью извлечения ряда ценных компонентов и минимизации количества отходов, направляемых на захоронение или сжигание. Решение этой задачи представляется актуальной, поскольку в переработку может вовлекаться 25 - 30% всех ТБО, а стоимость создания объектов их сортировки относительно небольшая. При этом важно не допустить смешивания коммерческих отходов и отходов из жилого фонда. Наиболее эффективна для сепарации коммерческих

отходов комбинация ручной и механизированной сортировки, а наибольшую прибыль обеспечивает извлечение макулатуры. (Вторичное использование макулатуры имеет ярко выраженную экологическую направленность: переработка 1 млн. т макулатуры в бумагу и картон сохраняет от вырубки более 600 кв. км леса).

Процессы механизированной сепарации ТБО, использующие естественные или искусственно усиленные различия в физических свойствах разделяемых компонентов, основаны на законах движения этих компонентов в разделительной среде под воздействием сил, возникающих в зоне сепарации.

Процессы, которые могут быть использованы для покомпонентной и пофракционной сортировки ТБО, в основном известны и применяются при обогащении руд или другого минерального сырья: гравитация, флотация, магнитная и электрическая сепарация, аэросепарация и др.

При обогащении ТБО в качестве среды разделения используют воду («мокрые процессы») или преимущественно воздух («сухие процессы»). Наиболее приемлемы «сухие» способы переработки ТБО. Их преимущества - отсутствие воды и загрязненных сточных вод, очистка и удаление которых обычно решаются с трудом и требуют больших затрат; отсутствие резкого неприятного запаха; лучшее состояние бумажного волокна и меньшее его загрязнение; рентабельность транспортировки выделенных фракций отходов на дальние расстояния (при «мокром» способе разделения требуется дополнительная сушка).

Основным процессом, используемым для извлечения макулатуры (и одновременно для разделения ТБО на две фракции - легкую и тяжёлую), является аэросепарация. Чёрные металлы как сильномагнитные вещества извлекают магнитной сепарацией. Для выделения из ТБО цветных металлов используют электродинамическую сепарацию, а также флотацию и гравитацию. Полимерную пленку отделяют от макулатуры электросепарацией. Специальные методы обогащения разработаны для извлечения текстильных компонентов, для выделения из магнитного концентрата оловосодержащих компонентов и др.

Число обогатительных операций, их вид и порядок подбора в технологическую линию зависит от морфологического и гранулометрического состава, влажности отходов, определяется задачами сортировки в каждом конкретном случае и закономерностями обогащения сырьевых материалов.

Обобщение опыта промышленной практики сортировки ТБО показывает, что качество выделяемых при механизированной сортировке продуктов, за исключением металлов, ниже, чем при ручной сортировке, вследствие чего макулатура (в составе легкой фракции), стекломой и др. сбываются с трудом. С этих позиций, а также с учетом реальной ценности материала и условий рынка, в качестве основных полезных компонентов ТБО при использовании механизированной сортировки следует рассматривать в основном чёрные и цветные металлы, содержание которых в ТБО постоянно возрастает. Металлы необходимо выделять также и по той причине, что они не должны попадать в процессы сжигания и ферментации.

Исходя из этого, в общем случае рациональная схема механизированной сортировки ТБО должна предусматривать:

- извлечение в самостоятельные продукты чёрных и цветных металлов;
- разделение потока отходов на две фракции - горючую и биоразлагаемую (соответственно для термообработки, биообработки или захоронения);
- удаление опасных и части балластных компонентов.

Рациональная сортировка ТБО, покомпонентная и пофракционная, оптимизирует сопряженные производства. В этом её главное назначение; извлечение тех или иных продуктов для вторичного использования - это важная, но частная задача сортировки. Перераспределяя материальные потоки отходов, сортировка практически вдвое сокращает потребность в дорогостоящем термическом и биотермическом оборудовании. В то же время капитальные затраты на сортировку не превышают 10 - 15% от затрат на термо- и биообработку.

Технология сепарации ТБО включает, как правило, несколько операций, системно связанных между собой.

Эффективность технологии во многом зависит от определённой последовательности операций, технологического режима и установки специфических аппаратов в каждой операции.

Получаемые в результате сепарации ТБО продукты для вторичного использования (утилизации) должны удовлетворять действующим стандартам, которые гарантируют эффективность их вторичной переработки, а выделяемые полупродукты (фракции отходов) должны соответствовать требованиям конкретного производства (термического, биотермического или иного), куда они будут направлены.

Как отмечено, ТБО представляют собой гетерогенную смесь органических и неорганических компонентов сложного морфологического состава (чёрные и цветные металлы, макулатура, текстильные компоненты, стеклобой, керамика, пластмасса, пищевые и растительные отходы, камни, кости, кожа, резина, дерево, уличный смет), многие из которых, в частности, металлы, попадают в категорию отходов после разового использования.

Обогащение твердых бытовых отходов имеет свою специфику в выборе как процессов, так и аппаратов. Даже процессы, идентичные для других объектов обогащения, применительно к ТБО характеризуются своим режимом, имеют отличительные детали и особенности. В то же время некоторые устройства и технологические приемы, используемые при обогащении ТБО, могут быть применены при обогащении ископаемого сырья.

Число обогатительных операций, их вид и последовательность в технологической схеме зависит от морфологического и гранулометрического состава, влажности отходов, определяется задачами сортировки в каждом конкретном случае и закономерностями обогащения сырьевых материалов.

Обобщение опыта промышленной практики сортировки ТБО показывает, что качество выделяемых при механизированной сортировке продуктов, за исключением металлов, ниже, чем при ручной сортировке, вследствие чего

макулатура (в составе легкой фракции), стекломой и др. сбываются с трудом. С этих позиций, а также с учетом реальной ценности материала и условий рынка в качестве основных полезных компонентов ТБО при использовании механизированной сортировки следует рассматривать в основном чёрные и цветные металлы, содержание которых в ТБО постоянно возрастает. Металлы необходимо выделять также и по той причине, что они не должны попадать в процессы сжигания и ферментации.

Исходя из этого, в общем случае рациональная схема механизированной сортировки ТБО должна предусматривать:

- извлечение в самостоятельные продукты черных и цветных металлов;
- разделение потока отходов на две фракции - горючую и биоразлагаемую (соответственно для термообработки, биообработки или захоронения);
- удаление опасных и части балластных компонентов.

Сравнение и выбор технологических схем сортировки ТБО по критериальной оценке затруднены, так как не все схемы имеют одинаковое целевое назначение и не в равной степени учитывают закономерности обогащения сырьевых материалов (например, имеются единичные случаи нарушения известного в практике обогащения принципа «не дробить ничего лишнего», когда дроблению подвергают всю массу исходных ТБО, что ухудшает эффективность последующей сепарации и увеличивает затраты, не давая при этом никаких очевидных преимуществ).

В зарубежной практике сортировка ТБО наиболее часто начинается с операции грохочения; отдельные классы крупности этой операции обогащаются отдельно тем или иным методом, что в итоге дает определённый технологический эффект (повышение извлечения, чистоты разделения). В то же время опыт показывает, что установка барабанного грохота в начале процесса нецелесообразна, так как его отверстия легко забиваются текстильными и влажными компонентами.

Учитывая специфичность отечественных ТБО, механический перенос западных технологий сортировки в казахстанские условия не является оптимальным решением. Любая западная технология должна быть адаптирована к местным условиям с учетом технологических свойств ТБО, отмеченных выше.

Анализ современных зарубежных технологий сепарации ТБО показывает, что они не являются универсальными и их нецелесообразно использовать при переработке ТБО, отличающихся более сложным составом. Можно отметить, что в большинстве случаев зарубежные технологии, решая частную задачу извлечения тех или иных ценных компонентов (или смеси компонентов) для коммерческой реализации, не предусматривают создание условий, обеспечивающих полноту извлечения этих компонентов, и не решают комплексно задачу подготовки отходов к дальнейшей переработке тем или иным методом.

Как показывает анализ, практически все зарубежные технологии предусматривают регулирование потока отходов, подвергаемых сепарации, с

помощью грохочения. Очевидно, эффективность технологии сепарации должна быть выше, если для регулирования потока отходов, направляемых на сепарацию, использовать не только методы грохочения (сепарация ТБО на узкие классы крупности затруднена), но и воздушную сепарацию, разделяющую поток ТБО на легкую и тяжелую фракции. Аэросепарация основного потока ТБО является также операцией, улучшающей санитарно-гигиенические условия труда и способствующей подсушке отходов, повышению полноты извлечения металлов, отделению инертных компонентов.

Таким образом, актуальной задачей является использование при проектировании отечественных заводов работоспособной, апробированной технологии сепарации ТБО, в полной мере учитывающей их специфический состав, а также достижения мировой практики в этой области.

Построение технологической схемы обогащения ТБО в общем случае определяется из четырех основных условий:

- морфологического состава ТБО;
- числа компонентов, которые входят в состав ТБО, представляют практическую ценность в данных технико-экономических условиях и должны извлекаться как самостоятельный продукт;
- требований, предъявляемых к продуктам обогащения;
- числа компонентов, которые входят в состав ТБО, являются опасными или балластными в данных условиях и должны удаляться из процесса переработки.

При создании эффективной отечественной технологии сортировки сложных по составу ТБО за основу необходимо принять следующие положения:

- извлечение из потока ТБО цветных металлов без разделения потока на легкую и тяжелую фракции затруднено, т.к. цветной металлолом «запутывается» в легких компонентах ТБО и его трудно выделить в самостоятельный продукт; по этой же причине невозможно обеспечить и высокую степень извлечения черного металлолома;
- наиболее крупные компоненты черного металлолома, а также текстильные компоненты должны быть извлечены в начале процесса, что позволит наилучшим образом реализовать аэросепарацию для разделения ТБО на две фракции (уменьшение потока материала, ударной нагрузки на аппараты, предотвращение забивания и т.д.);
- после выделения из ТБО крупного металлолома, текстильных и полимерных материалов отходы по своему составу приближаются к ТБО европейских стран, в связи с чем принципиально возможно применение операции грохочения в барабанном грохоте;
- после удаления из ТБО легкой фракции должна быть введена операция доизвлечения черных металлов, поскольку их присутствие в потоке затрудняет применение электродинамической сепарации;
- коллективный магнитный концентрат должен подвергаться перечистой сепарации (для обеспечения соответствия содержания металла в готовом продукте действующим стандартам);

- из обогащенных фракций, направляемых на термическую и бестермическую обработку, желательно удалить отработанные электробатарейки;

- фракция ТБО, направляемая на термообработку, должна быть максимально обогащена горючими компонентами при максимально возможном удалении вредных и балластных компонентов; желательно также обеспечить подсушку легкой фракции;

- желательна, по возможности, монослойная подача материала в процесс сортировки.

Исследование сепарационных операций, изучение ТБО как объекта сепарации и анализ практики действующих предприятий позволяют обоснованно сформулировать принципы построения технологической схемы сепарации ТБО и объединения отдельных операций в единую технологию:

- выделение в голове процесса компонентов, затрудняющих последующую сепарацию (крупнокусковые и волокнистые компоненты, лом черных металлов);

- минимизация количества отходов для дробления;

- раздельная сепарация легкой и тяжелой фракции;

- реализация в схеме возможности регулирования массового потока отходов (регулирование выхода легкой и тяжелой фракции с помощью аэросепарации);

- направление на аэросепарацию и электродинамическую сепарацию фракции ТБО крупностью - 250 мм;

- наиболее полное выделение черных металлов перед электродинамической сепарацией;

- максимально возможное удаление балластных и экологически опасных компонентов из фракции ТБО, направляемой на термообработку (при максимальном обогащении этой фракции горючими компонентами) [15, 38].

Наиболее полное и селективное разделение ТБО на компоненты достигается при монослойной подаче их к сортирующим аппаратам и устройствам, когда отдельные компоненты не перекрывают друг друга и находятся в разъединенном состоянии. Монослойную подачу отходов в процесс сепарации обеспечивают их разделение на легкую и тяжелую фракции и ступенчатое увеличение скорости потока ТБО перед каждой последующей операцией обогащения по ходу технологического процесса (от 0,2 до 1,5 м/с).

1.4.3 Термическая переработка ТБО. Из различных методов переработки ТБО наиболее отработанным и часто используемым является сжигание. Возможность использования этого метода для переработки ТБО основана на морфологическом составе ТБО, которые содержат до 70 - 80% органической (горючей) фракции.

Исторически сжигание явилось первым техническим направлением, которое человечество применило на практике, вступив в фазу планомерной борьбы с коммунальными отходами: первое «мусоросжигательное заведение» было построено в 1870 г. близ Лондона. Естественно, в первую очередь такие

установки стали строить в странах с относительно малой площадью и высокой плотностью населения. В настоящее время мусоросжигание наиболее распространено в Японии, Швейцарии, Дании, Швеции, Германии, Нидерландах, Франции.

В 80-х годах количество сжигаемых отходов на душу населения составляло: в бывшем СССР, Норвегии и Испании - 0,05 кг/чел в сутки; в Великобритании, Италии, США, Канаде и Финляндии - 0,05 - 0,15; во Франции, Японии, Австрии, ФРГ, Бельгии и Нидерландах - 0,25 - 0,4; в Швеции, Швейцарии, Дании, Люксембурге и Монако - более 0,6. В настоящее время в европейских странах с применением термических методов перерабатывают 25 - 30% объема городских отходов, в Японии – 65 – 70%, в США – 15 – 20%.

Поскольку сжигание представляет собой экзотермический процесс, выделяющееся тепло может быть утилизировано.

С углублением энергетического кризиса в середине 70-х годов на ТБО стали смотреть как на энергетическое сырье. Было подсчитано, что при сжигании 1 т ТБО можно получить 1300 - 1700 кВт-ч тепловой энергии или 300 - 550 кВт-ч электроэнергии. Именно в этот период отмечается достаточно интенсивное строительство мусоросжигательных заводов с утилизацией тепла отходящих газов, а также развитие работ по получению из горючей фракции ТБО топлива в виде брикетов для использования на электростанциях в смеси с углем (доля подмешиваемых отходов - до 20%). Это топливо из отходов в разных странах получило разные названия: «RDF» - в США, «BRAM» - в Германии, «Brini Fuel» - в скандинавских странах. В настоящее время производство из ТБО брикетированного топлива для продажи сторонним потребителям потеряло актуальность и применяется редко; предпочтительным является производство энергии непосредственно на заводе по переработке ТБО с обеспечением энергетических потребностей самого завода и передачей излишков энергии потребителям [16, 41].

Подсчитано, что в Западной Европе сжигание всех образующихся отходов могло бы покрыть 5% потребной тепловой энергии для бытового сектора. В то же время, например, в Швеции вырабатываемая на мусоросжигательных заводах тепловая энергия составляет 13% потребности бытового сектора страны в тепле.

Большинство европейских мусоросжигательных заводов имеет производительность от 170 до 800 т/сут и преимущественно использует котлоагрегаты небольшой и средней производительности 5 - 15 т/час.

Техника и технология сжигания ТБО непрерывно совершенствовались.

В 30-е годы были разработаны печи для непрерывного слоевого сжигания ТБО, осуществляемого на колосниковой решетке, установленной в нижней части печи.

В начале 80-х годов стали появляться котлоагрегаты с топками с псевдоожиженным слоем (система «твёрдое - газ»), а в конце 80-х - печи с циркулирующим кипящим слоем, в большей степени отвечающие экологическим требованиям, но требующие обязательной подготовки отходов к

сжиганию.

В начале 90-х годов были проведены исследования по сжиганию ТБО в слое барботируемого шлакового расплава при температуре 1350-1500°C с применением обогащенного кислородом дутья, что в принципе позволяет снизить объем отходящих газов и получить обезвреженный шлак.

И, наконец, в последние годы были разработаны и апробированы новые комбинированные термические методы переработки ТБО, включающие процессы «пиролиз - сжигание» и «пиролиз - газификация».

Современные термические процессы являются экологически безопасными при термообработке подготовленных ТБО, при соблюдении технологических норм и при использовании современных методов газоочистки (в свою очередь, эффективность газоочистки во многом определяется реализацией так называемых первичных мероприятий в термическом процессе). В этом случае, по данным практики Германии, промышленные выбросы находятся значительно ниже пределов, регламентируемых жёстким природоохранительным законодательством.

Количество и состав дымовых газов, образующихся при термической обработке ТБО, зависят от состава отходов, применяемого оборудования и режима процесса. Так, при слоевом сжигании из 1 т ТБО образуется 4,5 - 6 тыс. м³ газов; при газификации отходов или их сжигании с использованием кислородного дутья объём отходящих газов снижается до 1000 м³/т.

Помимо отходящих газов, при сжигании 1 т ТБО образуется 700 - 1100 м³ водяного пара, 200 - 400 кг шлака и 20 - 50 кг летучей золы.

Эффективность термической переработки ТБО определяется составом отходов, технологией процесса, степенью подготовки отходов к сжиганию и стабилизацией их состава, режимом процесса (температурой процесса, временем пребывания отходящих газов в камере сжигания, температурой отходящих газов, количеством и распределением дутьевого воздуха), технологией автоматизации процесса.

Расход воздуха на сжигание в современных котлоагрегатах может поддерживаться на минимально возможном уровне (концентрация кислорода в дымовых газах не более 3% при содержании СО не более 10 мг/м³). Дутьевой воздух выполняет несколько функций: поставляет кислород для горения органических компонентов отходов, регулирует процесс сжигания неоднородного сырья, смешивает дымовые газы, охлаждает узлы котлоагрегата и дымовой газ.

В связи с тем, что дорогостоящая газоочистка ухудшает экономические показатели заводов, повышается значение прямого восстановления материалов, попадающих в отходы, обогащения отходов и реализации первичных мероприятий, облегчающих газоочистку: уменьшение потока отходов, направляемых на сжигание (за счёт селективного сбора и сортировки), стабилизация состава отходов, выделение перед сжиганием не только полезных, но и опасных компонентов и др.

В Германии, например, где традиционно преобладают термические

методы переработки ТБО и техническое развитие в этой области до последнего времени было связано именно с совершенствованием термических технологий, названные проблемы в определенной степени решаются за счет организации селективного сбора отходов в местах их образования. При этом селективным сбором охвачены не только те или иные ценные компоненты (стекло, металлы, макулатура и др.), но и опасные отходы (отработанные сухие гальваноэлементы, отработанные ртутные лампы и др.). Можно констатировать, что такие опасные отходы, как отработанные электробатарейки, в ТБО практически не попадают. Аналогичная ситуация сложилась в Японии и ряде других стран.

В Казахстане селективный сбор ТБО практически отсутствует, поэтому при выборе технологических решений необходимо учитывать различия в составе подвергаемых термической переработке отходов в западных странах и в Казахстане. Кроме того, ТБО западных стран значительно превосходят казахстанские по калорийному потенциалу.

Поскольку сжигание ТБО является эффективным способом обезвреживания отходов, необходимо определить оптимальное место мусоросжигания в системе комплексной переработки ТБО. Очевидно, что сжиганию следует подвергать не всю образующуюся массу ТБО, а преимущественно их горючую, достаточно усредненную фракцию, что существенно снизит вредное влияние газовых выбросов на окружающую среду, уменьшит потребную производительность печей и позволит выделить ценные компоненты ТБО для использования в качестве вторичного сырья.

Основная тенденция развития мусоросжигания - переход от прямого сжигания ТБО к оптимизированному сжиганию выделенной из ТБО горючей (топливной) фракции и переход от сжигания как процесса ликвидации ТБО к сжиганию как процессу, обеспечивающему, наряду с обезвреживанием отходов, получение тепловой и электрической энергии.

Основные преимущества современных методов термической переработки:

- снижение объема отходов в 10 раз;
- эффективное обезвреживание отходов;
- попутное использование энергетического потенциала органических отходов.

При энергетическом использовании отходы можно рассматривать как нетрадиционное топливо. В то же время сжигание следует оценивать, прежде всего, как метод переработки отходов, а не способ производства энергии, т.е. в качестве приоритетных считать условия, оптимальные для снижения экологической опасности технологии, а не для достижения максимально возможного производства энергии.

Для проектирования завода, удовлетворяющего эколого-экономическим требованиям, необходимо обладать достаточно фундаментальными знаниями о потенциально опасных ингредиентах, содержащихся в отходах и образующихся при их сжигании, а также их поведении в процессе сжигания.

Твёрдые бытовые отходы представляют собой гетерогенную смесь, в которой присутствуют почти все химические элементы в виде различных соединений.

Наиболее распространенными элементами являются углерод, на долю которого приходится около 30% (по массе), и водород (4% по массе), входящие в состав органических соединений; теплотворная способность отходов во многом определяется именно этими элементами. В промышленно развитых европейских регионах теплотворная способность ТБО составляет 1900 - 2400 ккал/кг, достигая в ряде случаев 3300 ккал/кг; прогнозируется дальнейший рост теплотворной способности отходов, что окажет влияние на конструктивные особенности элементов термического оборудования.

Сжигание ТБО, как правило, является окислительным процессом, и в камере сжигания преобладают окислительные реакции. Главными продуктами сгорания углерода и водорода являются, соответственно, CO_2 и H_2O ; при неполном сгорании (условия недожога) образуются нежелательные продукты - монооксид углерода CO , низкомолекулярные органические соединения, полициклические ароматические углеводороды, сажа и др.; аналогичные соединения могут быть продуктами реакций, происходящих в зоне более холодных элементов оборудования (например, на выходе из печи, на стадии газоочистки и т.п.).

При сжигании необходимо учитывать, что в ТБО присутствуют потенциально опасные элементы, характеризующиеся высокой токсичностью, высокой летучестью и повышенным содержанием: различные соединения галогенов (фтора, хлора, брома), азота, серы, тяжелых металлов (меди, цинка, свинца, кадмия, олова, ртути).

В таблице 5 приведено сравнительное содержание в ТБО и земной коре ряда опасных элементов.

Из таблицы видно, что содержание в ТБО галогенов, серы и тяжелых цветных металлов на один - два порядка выше, чем в земной коре.

В условиях сжигания ТБО галогены преимущественно находятся в форме их соединений с водородом (HCl , HBr , HF), являющихся наиболее устойчивыми продуктами сгорания.

Сера преимущественно (до 70%) переходит в нелетучие сульфаты, попадающие в шлак, и в летучий диоксид серы SO_2 .

Все летучие продукты реакций попадают в дымовые газы. В неочищенных дымовых газах примерные концентрации выбросов составляют (мг/м^3):

- HCl - 300 – 1000;
- HBr - 100 – 500;
- HF - 2 – 10;
- SO_2 - 100 - 500.

Сухие ТБО содержат около 1 % азота (по массе). Основной продукт окисления азота - монооксид азота NO , его обычная концентрация в неочищенном газе – 200 - 400 мг/м^3 .

Таблица 5

Сравнительное содержание ряда опасных элементов в ТБО и земной коре

Элементы	Содержание, г/т	
	ТБО	Земная кора
Хлор	5000 - 8000	150
Бром	30 - 200	2,4
Сера	1000 - 3000	500
Медь	200 - 1000	60
Цинк	600 - 2000	70
Свинец	400 - 1000	14
Ртуть	0,5 - 5	0,1
Кадмий	5 - 15	0,15

Некоторые содержащиеся в ТБО тяжелые металлы (железо, хром, никель) не образуют летучих продуктов при сжигании и в основном переходят в шлак.

Из тяжелых металлов свинец и кадмий образуют хлориды, уносящиеся с дымовыми газами. При охлаждении дымовых газов до 200°C они конденсируются и улавливаются вместе с золой на стадии газоочистки. В то же время один из наиболее токсичных металлов - ртуть и её соединения остаются главным образом в газовой фазе и при более низких температурах.

За последнее десятилетие содержание в ТБО тяжелых металлов резко повысилось за счет отработанных сухих гальванических элементов, аккумуляторов, ламп накаливания, люминесцентных ламп, синтетических материалов (красители, стабилизаторы), металлических покрытий кожи и др. По данным практики Германии, в 1 т ТБО в среднем содержится 300 г сухих батарей, и в ТБО города с населением 0,5 млн. человек накапливается ежегодно около 50 т лома сухих батарей. Содержание ртути в этом ломе колеблется в пределах 1 - 25%, в ломе никель-кадмиевых аккумуляторов содержится около 15% кадмия. Общее содержание кадмия в ТБО Германии составляет 10 - 15 мг/кг (основные источники кадмия - синтетические материалы и батарейки).

При сжигании ТБО 90% кадмия попадает в дымовые газы и осаждается в основном на мелких (менее 2 мкм) частицах летучей золы. Поэтому при газоочистке задача во многом сводится к максимально полному улавливанию летучей золы, которая характеризуется высоким содержанием не только кадмия, но и свинца и других металлов.

По данным практики, концентрация металлов в отходящих газах при сжигании исходных ТБО в 10 - 100 раз превосходит концентрацию металлов в отходящих газах энергетических установок, работающих на каменном угле, т.е. тяжелые металлы являются специфическими выбросами мусоросжигательных заводов.

В процессе сжигания ТБО, особенно в условиях недожога, образуются весьма токсичные соединения - полихлордибензодиоксины и полихлордибензофураны.

Существует два принципиальных механизма образования диоксинов и фуранов:

- из углерода в процессе его окисления при избытке кислорода в присутствии соединений хлора (и брома) и соединений меди как катализаторов (в реакции практически участвуют углеродсодержащие частицы летучей золы, хлориды, источником которых могут быть хлорсодержащие пластмассы типа ПВХ, бромсодержащие составы, присутствующие в электронном ломе в качестве антивоспламенителей, и соединения меди);

- из соединений, которые уже имеют похожую структуру, например, хлорбензолов и хлорфенолов (содержание, например, гексахлорбензола в ТБО невелико - 0,0005 г/т, но иногда достигает 0,014 г/т).

Можно отметить два основных пути образования диоксинов и фуранов при термической переработке ТБО:

- первичное образование в процессе сжигания ТБО при температуре 300 - 600°C;

- вторичное образование на стадии охлаждения дымовых газов, содержащих HCl, соединения меди (и железа) и углеродсодержащие частицы при температуре 250 - 450°C (реакция гетерогенного оксихлорирования частиц углерода).

Температура начала распада диоксинов - 700°C, нижний температурный предел образования диоксинов – 250 - 350°C.

Для того, чтобы обеспечить на стадии газоочистки снижение содержания диоксинов и фуранов до требуемых норм (0,1 нг/м³), при сжигании должны быть реализованы так называемые первичные мероприятия, в частности, «правило двух секунд» — геометрия печи должна обеспечить продолжительность пребывания газов не менее 2 сек. в зоне печи с температурой не менее 850°C (при концентрации кислорода не менее 6%).

Стремление к достижению при сжигании максимально высоких температур и созданию каких-либо дополнительных зон дожигания не решает полностью проблему снижения концентрации диоксинов в отходящих газах, так как не учитывает способности диоксинов к новому синтезу при понижении температуры. В то же время с увеличением температуры увеличивается выход летучих металлов и их содержание в летучей золе (особенно с увеличением содержания в сжигаемых отходах хлорорганических веществ).

Теоретически возможны два способа подавления образования диоксинов:

- связывание образующегося при сжигании ТБО HCl с помощью соды, извести, гидроксида калия;

- перевод в неактивную форму ионов меди и железа, например, связывание меди в комплексы с помощью аминов.

В настоящее время для практического использования предложены десятки вариантов термических технологий, большинство из которых рекламируются как лучшие в мировой практике. Поэтому весьма важно определить оптимальную область применения каждого метода и его реальную практическую ценность.

Критический анализ и сопоставление термических технологий невозможны без их четкой классификации.

В зависимости от температуры процесса все методы термической переработки ТБО, нашедшие промышленное применение или прошедшие опытную апробацию, можно разделить на две большие группы:

- процессы при температурах ниже температуры плавления шлака;
- процессы при температурах выше температуры плавления шлака.

В свою очередь, по принципиальному характеру процесса из этих групп можно выделить по три подгруппы, которые поддаются детальной классификации по конкретному виду применяемой технологии, представлены в Приложении В.

Основные факторы, влияющие на выбор термической технологии, - степень готовности процесса к промышленному использованию, допустимая производительность оборудования, эколого-экономические критерии (экологическое влияние, капитальные и эксплуатационные затраты), эксплуатационные критерии (кампания печи, межремонтный пробег вспомогательного оборудования, ремонтпригодность, надежность в работе, возможности автоматизации).

Для выбора оптимального метода термической обработки ТБО необходимо сравнение имеющихся технологий по следующим критериям:

- экономическим (уровень капитальных и эксплуатационных затрат);
- технологическим (уровень развития и апробации технологии, надежность оборудования, степень автоматизации процесса, эксплуатационные характеристики, требования безопасности, необходимость подготовки отходов и использования дополнительного сырья - топлива, других компонентов, производство товарной продукции);
- экологическим (количество и токсичность отходов и газовых выбросов, возможность их обезвреживания и утилизации).

Кроме этого, следует учесть возможность изготовления оборудования в Казахстане, а также квалификационные требования к обслуживающему персоналу, обусловленные особенностями той или иной технологии.

В Приложении Г приведена качественная сравнительная оценка технологий термической переработки ТБО (по методике фирм «GKW Consult» и «East Consul» - проект ТАСИС/1991/ERU 0020, 1996 г.).

Сущность методики заключается в том, что для сравнительной оценки технологий приняты критерии, каждому из которых присвоен фактор приоритета (величина от 10 до 50). Оценка в баллах определяется как произведение фактора приоритета и коэффициента (его величина меняется от -1 до +1), характеризующего достоинства или недостатки той или иной технологии с точки зрения отдельных критериев. Например, для критерия «уровень развития технологии» фактор приоритета принят равным 50; коэффициент для технологии слоевого сжигания составляет +1 (технология хорошо отработана, оборудование производится серийно). Оценка в баллах по этому критерию для технологии слоевого сжигания составляет 50 баллов.

Из приведенной в таблице Приложения Г оценки термических методов переработки отходов следует, что наиболее предпочтительными из них являются слоевое сжигание на колосниковых решетках, сжигание в кипящем

слое и технология газификации. Методы слоевого сжигания на колосниковых решетках и сжигания в кипящем слое имеют преимущество перед другими методами обработки ТБО по группе общих критериев: высокий уровень апробированности технологий, серийно выпускаемое оборудование, высокий гарантийный срок эксплуатации (не менее 15 лет), относительно низкие затраты и др.

Вместе с тем эти технологии несколько уступают высокотемпературным технологиям обработки ТБО и технологии газификации по материальным и экологическим критериям. Технология газификации выглядит предпочтительнее других методов термической обработки ТБО по стоимости оборудования, экологическим критериям, но уступает по одному из самых важных критериев - уровню промышленного развития технологии. Вместе с тем эта технология уже отработана в промышленном масштабе и является весьма перспективной (не требует подвода кислорода, не требовательна к режиму пуск - остановка, имеет более высокий энергетический КПД, экологические преимущества).

Для казахстанских условий (высокая влажность ТБО, высокое содержание инертных и экологически опасных компонентов в ТБО) предпочтительно применение методов термической переработки ТБО (слоевого сжигания, процесса газификации) в схемах комплексной переработки ТБО, когда термической обработке подвергается обогащенная горючими компонентами фракция ТБО.

Одной из наиболее сложных проблем, которые приходится решать для обеспечения экологической безопасности термических технологий переработки ТБО, является проблема очистки дымовых газов.

При сжигании одной тонны ТБО образуется 4,5 - 6 тыс. м³ дымовых газов, 700 - 1100 м³ водяного пара, 200 - 400 кг шлака и до 50 кг летучей золы. Все сопутствующие процессу сжигания материальные потоки, включая отходящие газы, золу и сточные воды, считаются опасными для окружающей среды и требуют соответствующей обработки.

Необходимо учитывать, что состав и количество дымовых газов, образующихся при термической переработке ТБО, зависит как от морфологического состава направляемых на термообработку отходов, так и от метода и режима термообработки.

Существуют три основных направления сокращения вредных выбросов при переработке ТБО, комплексная реализация которых обеспечивает экологическую безопасность производства:

- снижение содержания в отходах, направляемых в термическую переработку, потенциально опасных для окружающей среды компонентов путем сортировки ТБО в заводских условиях и селективного сбора опасных веществ в местах образования;
- совершенствование технологий термической переработки отходов, направленное на уменьшение количества образующихся в процессе вредных веществ и количества отходящих газов;

- применение эффективной газоочистки.

Газоочистка - процесс выделения примесей (твердых, жидких, газообразных) из отходящих промышленных газов.

В промышленности применяют механические, электрические и физико-химические способы газоочистки.

При выборе системы газоочистки необходимо учитывать, что до настоящего времени не существует экономичного универсального способа очистки, который обеспечивал бы одновременное удаление из дымовых газов всех вредных примесей. Удаление почти каждого из вредных компонентов дымовых газов представляет собой самостоятельную задачу, которая сводится к снижению до допустимых норм содержания в газах специфичных для ТБО вредных примесей:

- летучей золы (пыли);
- кислых примесей (HCl, HF, оксидов серы);
- оксидов азота;
- тяжелых металлов;
- полихлорированных дибензодиоксинов и дибензофуранов.

Характерный состав отходящих газов на входе очистных устройств, мг/м³:

- | | |
|-------------------|------------------------|
| - летучая зола | - 50 - 250; |
| - HCl | - 300 - 400 (до 1000); |
| - HF | - 2 - 10 (до 30); |
| - SO ₂ | - 100 - 500; |
| - NO _x | - 200 - 400; |
| - Hg | - 0,3 - 0,7; |
| - Cd | - 0,15 - 0,3 (до 1,5); |
| - Zn | - 50 - 120; |
| - Pb | - 20 - 75; |
| - Cu | - 50 - 100; |
| - Ni | - 2,5 (до 15); |
| - Cr | - 5 - 40. |

Во всех странах нормы предельно допустимых выбросов (ПДВ) в атмосферу вредных веществ периодически пересматриваются и ужесточаются.

В Казахстане, как и в бывшем СССР, работа мусоросжигательных заводов (МСЗ) увязывается с предельно допустимыми концентрациями (ПДК) вредных веществ в атмосферном воздухе; нормативы выбросов для МСЗ отсутствуют. При этом для каждого из вредных ингредиентов, содержащихся в воздухе, установлены два значения ПДК: максимально разовые ПДК_{м.р.} (определяются в пробах воздуха, отобранных в течение 20 минут) и среднесуточные ПДК_{с.с.} (определяются в течение суток). Суммарные одноименные выбросы всех источников в районе расположения проектируемого МСЗ не должны превышать ПДК загрязняющих веществ в атмосферном воздухе. Иными словами, при проектировании МСЗ должна учитываться фоновая концентрация загрязняющих веществ, обусловленная выбросами существующих предприятий, транспорта и пр. в районе строительства завода [17,29].

Необходимо отметить, что практическая реализация весьма сложных современных технологий очистки дымовых газов, обеспечивающих выполнение нормативов на выбросы вредных веществ в атмосферу, требует очень высоких капитальных затрат (от 30 до 50% и более от стоимости завода), а также эксплуатационных затрат. Поэтому в проекты новых заводов и реконструкции действующих необходимо закладывать отработанные надежные технические решения. К сожалению, в СНГ отсутствует опыт проектирования, создания и эксплуатации сложных газоочистных устройств при термической переработке ТБО: на всех действующих заводах установлены только электрофилтры для улавливания летучей золы. Поэтому представляется весьма важным изучение и обобщение передового зарубежного опыта в разработке и применении современных технологий и оборудования в области газоочистки.

1.4.4 Биотермическая переработка ТБО. Как отмечено, ТБО на 70 - 80% представлены органическими (горючими, биоразлагаемыми) веществами, поэтому для их переработки в принципе возможно применение термических и биотермических методов.

Аэробная ферментация. Из биотермических методов в практике наибольшее распространение получила аэробная ферментация, которую часто называют компостированием (по названию конечного продукта ферментации - компоста, используемого в сельском хозяйстве).

Ферментация - это биохимический процесс разложения органической части отходов микроорганизмами. В биохимических реакциях взаимодействуют органический материал, кислород и бактерии (сапрофитные аэробные микроорганизмы, присутствующие в ТБО в достаточных количествах), а выделяются диоксид углерода, вода и тепло (материал саморазогревается до 60 - 70°C). Процесс сопровождается синтезом гумуса. Размножение микроорганизмов-деструкторов отходов возможно при определенном соотношении углерода и азота.

Наилучший контакт между органическим веществом и микроорганизмами обеспечивается при перемешивании материала, в результате саморазогрева которого в процессе ферментации происходит уничтожение большинства болезнетворных микроорганизмов, яиц гельминтов, личинок мух.

По результатам исследований английских специалистов, на начальной стадии ферментации происходит минерализация смеси, о чем свидетельствует уменьшение общего содержания углерода органического вещества и гуминовых кислот. Образующаяся биомасса обладает высокой степенью полимеризации и характеризуется значительной (по сравнению с почвой) концентрацией азота. В процессе ферментации уменьшается содержание в биомассе фенольных групп и увеличивается содержание групп HOOC и C=O .

В итоге законченного процесса ферментации масса биоразлагаемого материала уменьшается вдвое и получается твердый стабилизированный продукт.

Компостирование ТБО в мировой практике развивалось как альтернатива сжиганию (первый завод в Европе по компостированию ТБО был построен в

1932 г. в Нидерландах). Экологической задачей компостирования можно считать возвращение части отходов в круговорот природы.

Наиболее интенсивно компостирование ТБО развивалось с конца 60-х до начала 80-х годов преимущественно в странах Западной Европы (Италия, Франция, Нидерланды). В Германии пик строительства заводов пришелся на вторую половину 80-х годов (в 1985 г. в компост перерабатывали 3% ТБО, в 1988 г. - около 5%). Интерес к компостированию вновь повысился в середине 90-х годов на основе вовлечения в переработку не ТБО, а селективно собранных пищевых и растительных отходов, а также отходов садово-паркового комплекса (термическая переработка этих отходов затруднена из-за большой влажности, а захоронение связано с неконтролируемым образованием фильтрата и биогаза).

В странах СНГ прямое компостирование исходных ТБО применяют на девяти заводах: в Санкт-Петербурге (первый завод в бывшем СССР, построен в 1971 г.; в конце 1994 г. в Санкт-Петербурге введен в строй второй завод), Нижнем Новгороде, Минске и Могилеве, Ташкенте, Алматы, Тбилиси и Баку (все заводы запроектированы институтом «Гипрокоммустрой», Могилевский — институтом «Белкоммунпроект»). В 1998 г. вошел в строй завод в Тольятти, на котором реализована предварительная, но малоэффективная сортировка ТБО [18, 32, 54].

Следует отметить, что из-за гетерогенного состава отходов прямое компостирование ТБО нецелесообразно, поскольку получаемый компост загрязняется стеклом и тяжелыми металлами (последние, как отмечено, содержатся в опасных бытовых отходах - отработанных гальванических элементах, люминесцентных лампах).

На первых механизированных промышленных установках ТБО наиболее часто компостировали в штабелях, периодически подвергая материал ворошению.

В настоящее время в промышленности наиболее распространены три метода аэробной ферментации:

- ферментация (компостирование) в биобарабанах;
- туннельное компостирование (ферментация);
- ферментация (компостирование) в бассейне выдержки.

На всех компостных заводах в СНГ получаемый компост имеет весьма плохой товарный вид, характеризуется низким качеством и сбывается с большим трудом, компост существенно загрязнен тяжелыми металлами.

Исследованиями, проведенными в бывшем СССР ИМГРЭ Мингео СССР, установлено, что применение выпускаемых компостными заводами удобрений (прямое компостирование исходных ТБО) связано с загрязнением почвы тяжелыми цветными металлами. Так, по сравнению с фоновыми почвами компост значительно обогащен ртутью (в 833 раза), сурьмой (в 64 раза), цинком (в 30 раз), кадмием (в 21 раз), свинцом (в 18 раз), медью (в 17 раз). При использовании компоста в сельском хозяйстве цветные металлы в избыточном количестве поступают в почву и на полях, удобренных компостом, содержание металлов оказалось выше, чем на контрольном участке.

Установлено, что для компоста бумага может являться источником токсичного тяжелого металла - свинца, присутствующего в типографской краске, а также цинка. Высокая концентрация солей, содержащихся в компосте из ТБО, также вредна для чувствительных к ним растений.

Выбор той или иной технологии определяется в каждом конкретном случае и зависит от производительности завода, целей и задач переработки ТБО и ряда других факторов.

При любом способе компостирования ТБО не удастся полностью избежать потенциальной опасности попадания в компост нежелательных для здоровья человека веществ.

Поэтому компост, полученный из ТБО или из его обогащенных фракций, рекомендуется использовать не в сельском хозяйстве, а в лесных питомниках, при озеленении, рекультивации земель (в том числе после добычи полезных ископаемых), в технологии полигонного захоронения ТБО (в качестве покрывающего материала), в качестве заполнителя для покрытия заболоченных земель, для производства этанола, в качестве подготовленного топлива для производства энергии. Отсюда термин «компостирование» в приложении к ТБО в современных условиях не совсем удачен: по существу, речь идет о ферментации, о стабилизации состава органических компонентов; стабилизированный органический продукт может быть использован не только в сельском хозяйстве (в качестве компоста), но и в других направлениях.

Для эффективного использования стабилизированной органической фракции (в качестве компоста, топлива, сырья для производства новой продукции) важно отделить содержащуюся в ТБО биологически активную фазу от инертной с помощью процессов и методов, применение которых не приводит к изменениям биологического состава отходов. С экологической точки зрения весьма важным при ферментации ТБО (как и при сжигании ТБО) является предварительное удаление опасных бытовых отходов - отработанных батареек, люминесцентных ламп, красок, ядовитых веществ, металлов. Проблема негативного влияния опасных бытовых отходов в настоящее время в основном решается их селективным сбором с последующей переработкой или удалением.

Вследствие ужесточения требований к составу используемого в качестве удобрения компоста почти во всех европейских странах для компостирования используют только получаемые при раздельном сборе фракции с высоким содержанием биоразлагаемых веществ, не содержащие экологически опасных компонентов (прежде всего металлов). Например, в Голландии от 50 до 70% биоразлагаемых отходов (1,8 млн. т/год) собирается отдельно и подвергается компостированию — преимущественно в туннеле и в бассейне выдержки (19 заводов из 26, что составляет более 80% от общего количества селективно собранных отходов).

В некоторых странах (например, в Германии) использование компоста из ТБО в качестве удобрения запрещено законодательно, в других признано нецелесообразным.

Опыт европейских стран по результатам эксплуатации установок по компостированию отходов приводит к следующим выводам:

- компостирование является приемлемым решением для стабилизации органических веществ, содержащихся в потоках отходов;
- конечный продукт (компост) хорошего качества может быть получен только в том случае, когда компостированию подвергаются отходы, сепарированные в местах образования, поскольку они не содержат загрязняющих веществ, которые могут присутствовать в исходных ТБО;
- ТБО, не сепарированные в месте их образования, не пригодны для производства качественного компоста.

К такому же выводу пришли специалисты фирмы Compost Management (США), работающей в области компостирования ТБО. По мнению фирмы, главными контролируемыми показателями компоста являются тяжелые металлы и патогенные бактерии, причем получение из ТБО компоста без предварительного обогащения не имеет смысла.

К сожалению, в Казахстане компост из ТБО используется без учета загрязнения окружающей среды, и содержащиеся в нем тяжелые металлы, попадая в почву, могут перейти затем в продукты, потребляемые человеком.

Таким образом, основная тенденция развития практики аэробной ферментации (компостирования) - переход от ферментации в биобарабанах к ферментации в бассейне выдержки и в туннеле (на последних поколениях заводов доля отходов, переработанных с использованием ферментации в биобарабанах, составляет всего 11%); сокращение производства компоста из ТБО как продукта для сельскохозяйственного использования вследствие резкого ужесточения экологических норм; отказ от прямого компостирования исходных ТБО (переход на биообработку фракции, обогащенной пищевыми и растительными отходами); расширение практики компостирования селективно собранных пищевых и растительных отходов (с получением компоста для сельскохозяйственного использования).

Намечается тенденция использования биообработки в качестве процесса ферментативной сушки обогащенной органической фракции ТБО, обеспечивающего одновременно обезвреживание, измельчение и гомогенизацию материала и получение сухого стабилизированного органического полупродукта (для использования в качестве подготовленного топлива, сырья для производства спирта, строительных материалов).

Необходимо отметить, что на европейских заводах, использующих биотермические технологии, принимаются специальные меры по борьбе с распространением запаха. В частности, отработанный воздух после процесса ферментации обязательно подвергается очистке в биофильтрах. Бункер для приема отходов должен быть закрытого типа, при ферментации в буртах фильтрационные воды должны подвергаться очистке. За счет селективного сбора пищевых и растительных отходов удастся локализовать этот сильный источник запахов в составе ТБО. Необходимость борьбы с запахами учитывается уже на стадии проектирования завода.

Анаэробная ферментация. Анаэробная ферментация - разложение органических компонентов в анаэробных условиях. Продукт ферментации - метан - генерируется с помощью анаэробных бактерий.

Анаэробная ферментация с образованием биогаза протекает естественным образом в условиях полигонного захоронения ТБО. В Германии, Бельгии, Франции и ряде других стран разработана и реализована в условиях заводской практики технологии получения биогаза из органической фракции, выделенной из ТБО при их обогащении.

Анаэробная ферментация наиболее эффективна при переработке влажных отходов с высоким содержанием органических веществ. Выход биогаза (содержит около 60 % метана) при ферментации пищевых и растительных отходов составляет 80 - 100 м³/т влажных органических отходов.

Основные факторы, влияющие на процесс анаэробной ферментации, - температура и содержание сухого вещества.

Наиболее эффективно процесс анаэробного сбраживания органических веществ протекает при температуре от 35°C (мезофильный режим) до 55°C (термофильный режим). Распад органического вещества происходит быстрее при более высокой температуре.

В зависимости от содержания сухого вещества различают жидкофазную ферментацию (содержание сухого вещества 10 - 15%) и твердофазную ферментацию (содержание сухого вещества 25 - 30%).

Продолжительность пребывания влажных органических отходов в реакторе анаэробного сбраживания - три недели [24, 30].

Хвосты анаэробного сбраживания подвергаются обезвоживанию и дозреванию. В итоге получается высококачественный компост.

Заводы, на которых реализована технология анаэробной ферментации, являются самыми дорогими среди альтернативных технологий, что связано с необходимостью применения большого числа реакторов большой емкости.

В процессах заводской анаэробной ферментации (сбраживания) в качестве полезной продукции получается не только биогаз, но и компост. Герметичность установок анаэробной переработки отходов обеспечивает соблюдение экологических и санитарных норм реализации этого процесса.

Производительность установок, использующих технологию анаэробного сбраживания, колеблется от 10 до 150 тыс. т в год. Один из наиболее крупных заводов (110 тыс. т в год) построен в г. Амьене (Франция) в 1988 г.

1.4.5 Комплексная переработка ТБО. Построение технологической схемы любого производственного процесса определяется составом и свойствами исходного сырья, а также задачами производства. Поскольку ТБО представляют собой гетерогенную смесь сложного морфологического состава, не существует, как показывает анализ, какого-либо одного универсального метода их переработки, удовлетворяющего современным требованиям экологии, экономики, ресурсосбережения и рынка. Этим требованиям, тенденциям развития мировой практики, рекомендациям международных экологических конгрессов в наибольшей степени отвечает проектирование и

строительство комбинированных мусороперерабатывающих заводов, обеспечивающих использование отходов как источника энергии и как вторичного сырья. Построение промышленной технологии по принципу комбинации различных методов переработки ТБО нивелирует недостатки каждого метода, взятого в отдельности. Именно комплексная переработка ТБО, как системная комбинация сортировки, термообработки, ферментации и других процессов, обеспечивает в совокупности малую отходность производства, его максимальную экологичность и экономичность.

Объединяющим процессом в схеме комплексной переработки ТБО является сортировка (в том числе на основе селективного сбора), изменяющая качественный и количественный состав ТБО. При этом повышается не только доля повторного использования ряда компонентов ТБО, но и во многом решаются вопросы удаления опасных бытовых отходов и балластных компонентов, оптимальной подготовки тех или иных фракций компонентов ТБО к дальнейшей переработке.

Предварительная сортировка оптимизирует сопряженные производства: улучшает и ускоряет процесс ферментации органических веществ ТБО; облегчает очистку продукта ферментации от примесей; снижает потребную производительность весьма дорогостоящего биотермического и термического оборудования; улучшает состав продукта ферментации, шлака и отходящих газов; улучшает процесс сжигания; упрощает газоочистку, т.е. технология комплексной переработки ТБО повышает экологичность и экономичность традиционной термической и биотермической обработки ТБО.

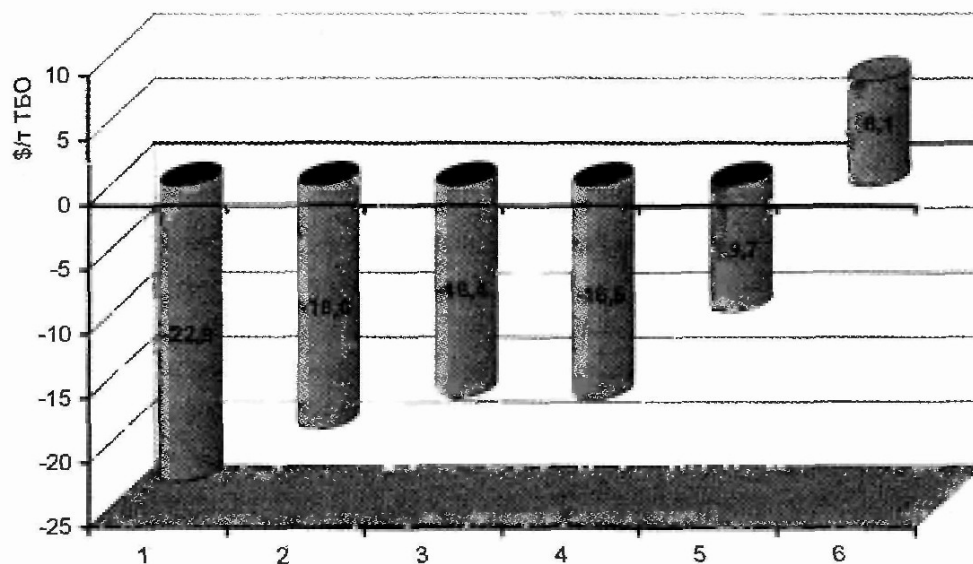
Преимущества комплексной переработки ТБО выявляет укрупненная эколого-экономическая оценка наиболее распространенных промышленных технологий переработки ТБО - слоевого сжигания, ферментации, сортировки и их комбинаций.

В качестве исходных данных для анализа технологий переработки ТБО принята условная производительность - 240 тыс. т ТБО в год (завод обслуживает около 0,8 млн. жителей).

Некоторые экономические показатели различных технологий переработки ТБО (по данным европейских фирм, дополненным расчетными данными по комплексной переработке ТБО и расчетными данными по реализации готовой продукции) приведены в Приложении Д и на рисунке 6.

Сравнительная качественная оценка принципиальных способов переработки ТБО по экономическим критериям (удельные капитальные, эксплуатационные и приведенные затраты, удельные затраты на захоронение не утилизируемой части ТБО, прибыль от реализации продукции из 1 т ТБО) показывает, что строительство заводов по технологии прямого сжигания, а также прямого компостирования ТБО экономически наименее целесообразно (практика СНГ). В экономическом плане, как следует из рисунка 6, для переработки потоков ТБО наиболее предпочтительны комбинационные технические решения, в особенности комплексная переработка ТБО (комбинация процессов сортировки, термо- и биообработки). Однако без учета

тарифов за прием ТБО все эти технологии являются убыточными. Единственной самоокупаемой является технология раздельного сбора и сортировки отходов не жилого сектора города и вторсырья (первый этап решения проблемы ТБО).



1 - сжигание; 2 — компостирование; 3 — сортировка + сжигание; 4 -сортировка + компостирование; 5 - комплексная переработка; 6 — сортировка + компактирование

Рисунок 6. Экономическая эффективность различных технологий переработки твердых бытовых отходов

Ниже в таблице 6 показано влияние процесса сортировки на перераспределение материальных потоков отходов между термическим и биотермическим переделами в случае комбинации технологий (комплексная переработка ТБО), что является технически целесообразным и обеспечивает повышение экономической и экологической эффективности производства.

Из таблицы 7 следует, что в результате механизированной сортировки исходных ТБО выход фракции, направляемой на ферментацию, составляет около 57% от исходного (137140 т/год при работе 305 дней в году), а фракции, направляемой на сжигание, - около 37% (87980 т/год при работе 340 дней в году).

После очистки продукта ферментации от примесей в отходы перейдет около 25% материала, поступившего на ферментацию, что составит 34285 т за 305 суток работы или 112.4 т/час; эти отходы направляются на сжигание.

Таблица 6

Ориентировочный материальный баланс процесса сортировки ТБО (цех работает 340 дней в году, по 12 часов в сутки, при этом поступает исходных ТБО: 240 тыс.т/год, 705 т/сут, 60 т/час)

Наименование продуктов	Содержание в	Извлечение,	Выход
------------------------	--------------	-------------	-------

	исходном, %	%			
			%	т/год	т/сут
1	2	3	4	5	6
Черный металлолом (включая оловосодержащий)	3.0	98	2.94	7056	20.75
Цветной металлолом	0.5	80	0.4	960	2.82
Легкая фракция (на сжигание)	30.0	45	13.5	32400	95.29
Текстильные компоненты (на сжигание)	6.0	80	4.8	11520	33.88
Крупногабаритные компоненты (на сжигание)	2.0	90	1.8	4320	12.7
Балластные компоненты (стеклобой, батарейки и др. отходы)	7.0	40.0	2.8	6720	17.76
Механические потери с крупногабаритной фракцией (на сжигание)	-	-	10.0	24000	70.58
Потери (влага, пыль)	-	-	0.06	144	0.42
Обогащенная органическая фракция (на ферментацию)	-	-	63.7	152880	449.64
Реальное количество обогащенной органической фракции, принимаемое цехом ферментации при работе 305 дней в году	-	-	57.14	137140	449.64
На сжигание из цеха сортировки (суммарно за 340 дней)			36.65	87980	258.76
Итого:	-	-	-	240000	705

Таким образом, в цех термообработки поступает: 87980 т/год (из цеха сортировки) и 34285 т/год (из цеха ферментации), т.е. суммарно 122265 т/год (359,6 т/сут, или около 15 т/час). Иными словами, в случае комплексной переработки на сжигание направляется около 50% от исходных ТБО (вместо 100% при использовании технологии прямого сжигания исходных ТБО). Это обуславливает сокращение потребности в весьма дорогостоящем термическом оборудовании в два раза.

Аналогично сокращается потребность в биобарабанах для установки в цехе ферментации. Так, при отсутствии сортировки для прямой ферментации исходных ТБО (практика заводов СНГ) в количестве 240 тыс. т/год (786,8 т/сут при работе в три смены 305 дней в году) потребовалась бы установка 11 биобарабанов марки КМ101А диаметром 4 м и длиной 36 м (полезный объем 300 м³).

При использовании технологии комплексной переработки на ферментацию направляется 137140 т/год обогащенной фракции ТБО и к установке требуется всего 6 биобарабанов (449,6 : 71=6), т.е. почти в два раза

меньше (даже без учета увеличения плотности обогащенной фракции по сравнению с исходными ТБО).

На примере этого простого расчета наглядно выявляется эффективность первичной сортировки как подготовительной операции в процессе комплексной переработки ТБО (по существу, технология комплексной переработки является универсальной, т.к. мало зависит от состава исходных ТБО).

Перераспределяя материальные потоки отходов, сортировка в 1,5 - 2 раза сокращает потребность в дорогостоящем термическом и биотермическом оборудовании. В то же время капитальные затраты на саму сортировку не превышают 8 - 15% от затрат на термо- и биообработку.

Для научно обоснованного выбора той или иной технологии необходимо учитывать не только экономические, но и экологические факторы, поскольку конечные продукты переработки и отходы производства не должны наносить вред окружающей среде (при этом ценные компоненты ТБО должны быть максимально использованы).

Наибольшее экологическое влияние на окружающую среду из рассматриваемых технологий оказывают технологии прямой ферментации и прямого сжигания исходных ТБО.

При применении технологии прямого сжигания исходных ТБО без какой-либо их подготовки и обработки с условием соблюдения общеевропейских требований по выбросам загрязнений в воздух, годовое количество отходящего газа при сжигании 240 тыс. т/год ТБО составит около 900 млн. м³/год, при этом выбросы пыли не превысят 20 т/год, а общее количество тяжелых металлов — 4.5 т/год.

Выбросы тяжелых металлов как основных токсичных ингредиентов можно уменьшить за счет предварительной сортировки ТБО с извлечением черных и цветных металлов. По данным зарубежных исследований, предварительная сортировка ТБО на порядок снижает содержание тяжелых металлов в отходящих газах и является важнейшим первичным мероприятием по уменьшению токсичных выбросов.

В случае комбинации процессов «сортировка + сжигание» в термообработку ориентировочно будет поступать 200 тыс. т/год отходов, при этом в дымовых газах объемом 750 млн. м³/год выбросы пыли не превысят 16 т, а выбросы тяжелых металлов — 500 кг.

При использовании технологии прямого сжигания ТБО наряду с дымовыми газами образуются также шлак (около 55 тыс. т/год) и летучая зола (около 8 тыс. т/год); ввиду повышенного содержания в шлаке тяжелых металлов его утилизация весьма затруднительна.

При использовании технологии «сортировка + сжигание» количество шлака снижается до 45 тыс.т/год, а золы - до 6,5 тыс.т/год, причем переработка шлака менее проблематична.

Основной недостаток использования технологии прямой ферментации исходных ТБО без их предварительной сортировки и подготовки - большое количество (не менее 70 тыс.т/год) отходов, подлежащих складированию на

полигоне, и весьма низкое качество готового продукта (он имеет плохой товарный вид, сбывается с трудом и отличается, по данным многочисленных исследований, повышенным содержанием тяжелых металлов). Улучшение качества продукта ферментации связано с применением технологии сортировки ТБО перед ферментацией (а также с совершенствованием технологии очистки конечного продукта от примесей) [25, 27, 28].

Недостатки каждого метода переработки ТБО нивелируются, если промышленную технологию строить по принципу комбинации отдельных методов переработки ТБО.

При использовании технологии комплексной переработки в термообработку поступают не исходные ТБО, а их обогащенная фракция, из которой в основном удалены металлы, причем масса обогащенной фракции в два раза меньше, чем исходных ТБО. Отсюда резко снижается экологическое влияние дымовых газов: их объем уменьшается до 450 млн. м³/год, а годовые выбросы пыли не превысят 10 т и тяжелых металлов - 250 кг (фактически выбросы металлов будут значительно ниже).

Количество золы, образующейся в процессе комплексной переработки ТБО при очистке дымовых газов, составляет около 4 тыс. т/год. Этот тип отходов является токсичным, но в настоящее время разрабатываются методы его обезвреживания не только с целью захоронения, но и последующей утилизации (например, путем переработки золы в инертный стекловидный остаток, который может использоваться в дорожном строительстве в качестве добавок к бетону, для струйной очистки изделий); кроме того, уже разработаны термические технологии, в которых отсутствует пылевынос (русская технология газификации).

Таким образом, по «экологичности» отходов промышленные технологии можно расположить в два параллельных ряда (качественная оценка): технологии с использованием и без использования термических методов.

Технологии, использующие термические методы, в порядке возрастания отрицательного экологического влияния располагаются в ряд:

- комплексная переработка;
- сортировка + сжигание;
- сжигание.

Соответственно, технологии, не использующие термические методы, располагаются в ряд:

- ферментация;
- сортировка + ферментация.

Сложнее совместить эти два ряда. Так, технология прямой ферментации предпочтительна с точки зрения отсутствия загрязнения атмосферы, но она связана с образованием большого количества отходов (30%). В то же время при использовании комплексной переработки ТБО количество вывозимых отходов составляет всего 3 - 8%, но теоретически существует разовая экологическая опасность от промышленных выбросов. Поэтому по воздействию на окружающую среду обе технологии условно можно расположить в один ряд,

тогда все технологии располагаются следующим образом:

- комплексная переработка и ферментация;
- сортировка + сжигание и сортировка + ферментация;
- сжигание.

С точки зрения «экологичности» готовой продукции, все технологии, за исключением технологии прямой ферментации исходных ТБО, практически равноценны.

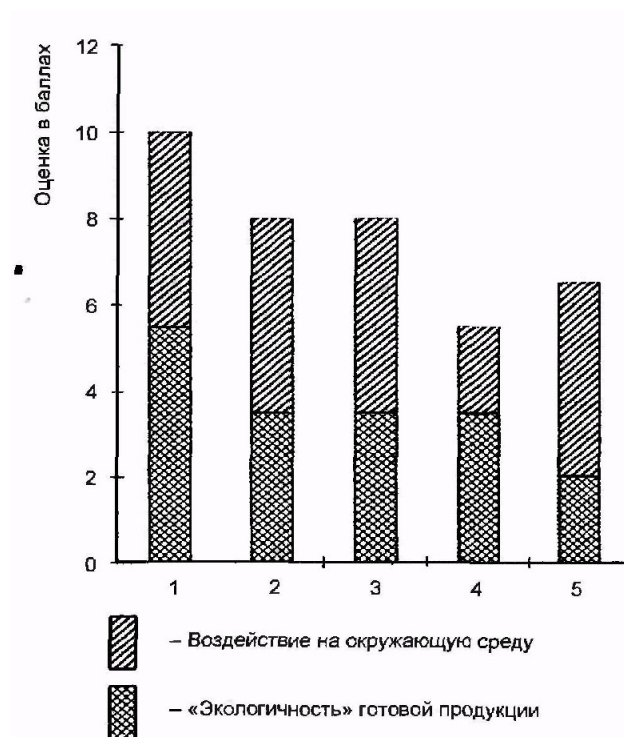
Как отмечено, по технологии прямой ферментации исходных ТБО получается продукт весьма низкого качества, вследствие чего она является наименее перспективной.

Поскольку по «экологичности» готовой продукции остальные технологии условно можно считать равноценными, все технологии можно расположить в следующий ряд:

- комплексная переработка; сортировка + ферментация; сортировка + сжигание; сжигание;
- ферментация.

Для суммарной оценки технологий переработки ТБО можно использовать шестибалльную систему (первое место - шесть баллов, второе место — пять баллов и т.д.) в обоих приведенных рядах. В случае разделения мест сумма баллов за эти места распределяется поровну (например, в случае деления первого и второго мест обе технологии получают по 5,5 балла). Суммарная оценка в баллах технологий переработки ТБО приведена на рисунке 7, из которого следует, что технологии располагаются практически в тот же ряд, что и по экономическим показателям.

Таким образом, анализ показывает, что современным экономическим и экологическим требованиям в наибольшей степени соответствует технология комплексной переработки ТБО. Стремление использовать для переработки всей массы ТБО один конкретный метод либо монотехнологию (например, сжигания) приводит к неоправданному увеличению затрат и усиливает негативное влияние технологии на окружающую среду. При этом некоторые термические технологии (газификации, сжигания в кипящем слое) могут быть реализованы только в схемах комплексной переработки ТБО, так как предъявляют определенные требования к составу, крупности и теплотворной способности сырья как объекта для переработки.



1 - комплексная переработка; 2 — сортировка + ферментация; 3 - сортировка + сжигание; 4 — ферментация; 5 - сжигание

Рисунок 7. Экологическая оценка методов переработки ТБО

Для практического вовлечения ТБО в комплексную переработку необходим обоснованный выбор комбинационных технических решений, ориентированный на использование наиболее прогрессивных разработок, и их системное объединение (исходя из характера взаимосвязей между отдельными технологическими операциями как элементами общей системы сортировки и переработки ТБО).

Твердыми отходами при комплексной переработке ТБО являются: шлак (10 - 15% от исходного по массе), летучая зола (3 - 4% от исходного, если применяется слоевое сжигание), отходы сортировки - около 5% от исходного и инертные материалы (10-15% от исходного). Строго говоря, отвальными отходами, требующими захоронения, являются летучая зола и мелкая фракция сортировки (суммарно - 8% от исходного), содержащие токсичные вещества; шлаки и инертные материалы в принципе можно рассматривать как полупродукты и использовать, например, в дорожном строительстве, при выравнивании поверхности, засыпке пустот на местности, в качестве пересыпного материала в технологии свалок и т.п. Тем не менее, учитывая все возрастающие и ужесточающиеся экологические требования и необходимость создания устойчивых рынков сбыта, целесообразно переработать технологические отходы в сертифицированные продукты, удовлетворяющие самым жестким нормам и правилам [19, 46].

Существует несколько промышленных и близких к промышленному применению технологий обезвреживания и переработки образующихся отходов, в составе которых преобладают минеральные вещества.

Наиболее универсальным методом, малозависящим от состава отходов, является электропеплав с последующим остекловыванием. В остеклованной форме токсичные вещества находятся в изолированном состоянии и не вымываются из шлака даже после его измельчения. Электрообогрев обеспечивает простоту поддержания температуры в шлаковой ванне (1400 - 1500°C). В остеклованном виде материал может найти самое различное применение. По данным ВНИИЭТО, шлаки после электроплавки отходов могут быть переработаны в высококачественный строительный материал, в частности, из шлака можно получить теплоизоляционный засыпной утеплитель с насыпной массой от 180 до 250 кг/м³ или пористый заполнитель конструкционных бетонов плотностью до 900 кг/м³ (технология производства основана на гранулировании шлакового порошка с добавками и последующем обжиге гранул во вращающейся обжиговой печи).

Традиционный недостаток применения электроплавильной технологии - большой расход электроэнергии - в условиях работы комплекса, производящего энергию из отходов, решающей роли не играет.

Потенциально для переработки летучей золы можно использовать технологию производства безобжиговых огнеупоров. Сущность технологии заключается в дроблении, измельчении и смешивании летучей золы мусоросжигательного завода с золой ГРЭС и фосфатными вяжущими (в частности, с ортофосфорной кислотой), формовании кирпичей, их термообработке при температуре 300 - 400°C и выдерживании при этой температуре в течение четырёх часов.

Технология комплексной переработки ТБО может быть практически безотходной при включении в технологическую схему завода производства строительных материалов. Работы по переработке обогащенных фракций ТБО в универсальные, экологически чистые строительные материалы проводятся в Германии и Канаде (технологии SEKU-PLAN, Hydromex). Аналогичная технология разработана и апробирована в России под руководством академика М.В. Бирюкова. Применительно к ТБО сущность технологии заключается в обработке сухой тонкоизмельченной фракции ТБО, обогащенной органическими веществами, растворами минеральных вяжущих — бишофита и магнезита - и получении формируемой массы для последующего литья под давлением, горячего прессования или штамповки. Процесс подготовки массы обеспечивает капсулирование всех частиц отходов и получение экологически чистых стройматериалов, обладающих свойствами огнестойкости и биостойкости. Получение стройматериалов на органической основе обеспечивает малую отходность (безотходность) мусороперерабатывающего комплекса.

В цех переработки отходов в стройматериалы может быть направлено около 25% ТБО, поступающих на завод.

В основе большинства схем лежит механизированная сепарация ТБО (возможно применение операции ручной сортировки крупнокусовой фракции). Отличие технологических схем сортировки связано с реализацией операции вторичного грохочения: в одной из схем эта операция может не использоваться, в двух других она осуществляется по разным классам крупности (по классу 60 мм и 100 мм), что объясняется различным целевым назначением комплексной переработки ТБО (в части выпуска готовой продукции) и экономическими соображениями (снижение капитальных затрат на дорогостоящие переделы переработки). Механизированная сортировка исходных ТБО и продуктов ферментации обеспечивает извлечение в самостоятельные продукты черных и цветных металлов, выделение горючей и биоразлагаемой фракции (последняя пригодна для ферментации и для производства строительных материалов), а также удаление опасных компонентов (фракция - 65+40 мм обогащена отработанными сухими гальваноэлементами).

Из термических технологий наиболее рационально включать в схему комплексной переработки ТБО технологию паровоздушной газификации или слоевое сжигание с использованием оборудования германских фирм. По экологическим критериям предпочтителен выбор российской технологии; германская технология, не требующая предварительного дробления отходов, может иметь преимущество в случае строительства завода большой производительности.

Из биотермических технологий предпочтителен выбор ферментации (ферментативной сушки) в туннеле. В зависимости от назначения биотермической обработки можно получать готовый для реализации продукт (стабилизированная органическая фракция для использования, например, в цветоводстве, при рекультивации земель и т.п.) или полупродукт (направляется на термическую переработку) [21, 55].

Весьма важно, что завод, запроектированный по технологии комплексной переработки ТБО, может вводиться в строй поэтапно (вначале вводятся в действие переделы сортировки и термообработки, затем остальные).

1.5 Экологические показатели, типы и критерии выбора

Реализация многих видов деятельности в области охраны окружающей среды (проектов, политики, стратегии и т.д.) сопровождается сбором и производством значительных объемов данных и информации. Как показывает опыт, не вся информация из этого объема имеет значение для достижения поставленных целей и задач. Чрезмерное количество данных может создать хаос и вызвать затруднения в реализации деятельности. Кроме того, чем больше потребность в данных, тем выше издержки в связи с ее получением.

В этой ситуации одним из решений может стать разработка и использование показателей, поскольку показатель – это средство сокращения

объема данных и представления их в упрощенной форме, сохраняющее при этом суть вопросов, на которые требуется дать ответ. Основная функция показателей - коммуникативная, т.е. они характеризуют явление, считающееся типичным или имеющее критическое значение в определении качества окружающей среды.

Экологические показатели несут в себе информацию о наиболее характерных, ключевых процессах взаимодействия между природными видами и неживыми компонентами экологических систем.

Экологические показатели описывают состояние и тенденции развития отдельных компонентов окружающей среды (воды, воздуха) и состояние различных проблемных областей (изменение климата, эвтрофикация), характеризуя, таким образом, состояние окружающей среды в совокупности. Примеры показателей, описывающих отдельные тематические области состояния окружающей среды, приведены в таблице 1.

Таблица 7

Показатели мониторинга и оценки управления твердыми бытовыми отходами

Тематическая область	Управление твердыми бытовыми отходами
Показатели	- объём производства твёрдых бытовых отходов; - объём захоронения ТБО на полигонах на душу населения; - расходы на обращение с отходами; - переработка и вторичное использование отходов; - совокупный объём захоронения ТБО.

Экологические показатели могут быть качественными и количественными. В настоящее время наиболее широко используются количественные показатели, поскольку они наиболее просты в обращении. Они позволяют измерить физическое количество или объемы в тех случаях, где такая оценка представляется объективно возможной (например, оценить процент сокращения лесопокрытой территории за пять лет, процент расходов национального экологического фонда на водоочистные мероприятия и сооружения и т.д.). Однако объективная оценка экологической эффективности организации как для внутренних целей, так и для широкой общественности, возможна только при комбинированном использовании количественных и сопутствующих качественных показателей. Так, многие учреждения, проводящие оценку своей экологической эффективности, не обязательно будут соответствовать более высоким стандартам экологического качества, установленным в определенных странах и регионах. Качественные показатели позволяют проводить оценку на основе наблюдений и суждений. Отдельно взятые, они представляют определенную проблему, поскольку добиться их стандартизации и отслеживать их изменения во времени - это очень сложная задача.

В настоящее время используется большое количество разнообразных экологических показателей. Они позволяют оценить состояние окружающей среды и отслеживать прогресс по достижению целей и задач экологических планов, стратегий и политики. Поскольку спектр экологических показателей очень широк, как впрочем, и спектр организаций, занимающихся их разработкой, для целей данного исследования все экологические показатели разделены на две условные группы по своему предназначению:

- 1) показатели состояния окружающей среды;
- 2) показатели экологической эффективности (ПЭЭ).

Показатели первой группы – это показатели, описывающие существующую ситуацию в основных проблемных экологических сферах, таких как подкисление среды и обращение с токсичными отходами. Основное предназначение таких показателей заключается в оценке состояния окружающей среды, создании возможностей для сравнения стран и регионов, прогнозировании и построении тенденций, общей характеристике конкретной проблемной сферы, обеспечении сигналов раннего оповещения и т.д.

Показатели второй группы используются для оценки экологической эффективности деятельности. Эта группа показателей позволяет сравнивать существующую ситуацию с целевыми индикаторами. ПЭЭ используются для оценки прогресса отдельного субъекта (организации) в достижении поставленных экологических целей и задач и, таким образом, для анализа улучшения (ухудшения) экологической эффективности рассматриваемой организации.

Экологические показатели могут использоваться в различных условиях: они могут применяться в разных географических масштабах (местный, национальный, региональный или международный уровень), для различных организаций, секторов (например, для сельского хозяйства) или вопросов (например, вопроса изменения климата).

Показатели оценки экологической эффективности в глобальных масштабах обычно одновременно учитывают факторы экономического и социального благосостояния. Такие показатели носят название показатели устойчивого развития.

Следует подчеркнуть, что приведенная выше классификация показателей является условной, т.е. из нее не следует, что один конкретный показатель может входить строго в одну из двух категорий. Сами по себе показатели не изменяются, но один и тот же показатель может использоваться с разной целью для оценки различных видов деятельности в различных ситуациях. Так, показатель выбросов парниковых газов, используемый в системе национального мониторинга, может служить инструментом оценки состояния окружающей среды (первая категория). Одновременно, этот же показатель может использоваться на уровне предприятия, желающего добиться определенной степени сокращения выбросов этого газа (вторая категория). Вместе с тем, выбросы углекислого газа способствуют парниковому эффекту, что, в свою очередь, негативно сказывается на здоровье людей, состоянии экономики и

социального благополучия. С этой точки зрения показатель выбросов углекислого газа (как одного из парниковых газов) используется в качестве показателя устойчивого развития.

Универсального набора показателей, который мог бы использоваться в любой ситуации на любом уровне, не существует. Как уже говорилось, выбор показателей зависит от конкретных целей деятельности, местных, национальных, региональных условий, а также от характера рассматриваемой экологической проблемы.

Многие показатели позволяют детально оценить определенные аспекты вопроса, полностью игнорируя другие. Попытка интегрирования слишком большого количества информации в одном показателе может привести к непоследовательности в приоритетах и перегруженности деталями, вызывая затруднения, как при разработке, так и при применении показателя. По этой причине при подборе показателей следует руководствоваться следующими критериями:

а) оценка данных, включающая критерии выбора, такие как высокое качество и надежность данных, доступность данных, адекватные пространственные и временные масштабы, издержки, связанные со сбором данных;

б) характеристика показателя. Соответствующие критерии выбора включают:

- 1) измеримость;
- 2) уместность;
- 3) репрезентативность;
- 4) чувствительность к изменениям;
- 5) конкретность;
- 6) четкие причинные связи;
- 7) затраты на разработку показателя;

в) полезность для пользователя. Соответствующие критерии выбора включают:

- 1) обоснованность;
- 2) ограниченность количества показателей в наборе;
- 3) четкость конструкции;
- 4) применимость;
- 5) отсутствие избыточности;
- 6) ретроспективность;
- 7) предсказуемость;

г) формирование целостной картины. [37, 39]

Экологические показатели используются для оценки всех этапов причинно-следственной цепочки взаимодействия человека с окружающей средой, включая социальную адаптацию к измененной окружающей среде.

2. АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ В Г.ПАВЛОДАРЕ

2.1 Общая схема управления процессами сбора и утилизации твердых бытовых отходов

В Республике Казахстан в настоящее время отсутствует единый документ, который бы регламентировал процедуры обращения с ТБО. Вопросы управления ТБО отражаются в Экологическом кодексе. На рассмотрении находится Закон об отходах производства и потребления, Правила ведения учета и предоставления отчетности в области обращения с отходами. Готовится ряд других документов, касающихся управления бытовыми отходами. В частности, инструкция о порядке и особенностях ведения мониторинга полигонов ТБО, правила ведения инвентаризации отходов, методические рекомендации по определению нормативов образования ТБО, методические рекомендации по соблюдению экологических требований при складировании, хранении, захоронении, утилизации и обезвреживании отходов производства и потребления.

Существующая нормативно-правовая база не раскрывает всех механизмов осуществления основных мероприятий по обращению с ТБО. Не развиты стимулирование населения в уменьшении объемов отходов и экономическая поддержка переработчиков ТБО. Не эффективна существующая система коммунального обслуживания населения, низка информированность населения в вопросах обращения с ТБО. Отсутствует единый орган, который бы контролировал потоки ТБО на всех стадиях их жизненного цикла, обеспечивал мониторинг состава ТБО, способствовал развитию программ по работе с населением, внедрению предприятий по переработке вторсырья.

В настоящее время обеспечение работы по обращению с ТБО основывается на взаимодействии нескольких структур: Отдел ЖКХ при Департаменте архитектуры аппарата Акимата области, Отдел жилищно-коммунального хозяйства, пассажирского транспорта и автомобильных дорог аппарата Акимата города, предприятий и частных лиц, занимающихся сбором и утилизацией ТБО, кооперативов собственников квартир (КСК) и населения, представленных на рисунке 8.

Основу деятельности ЖКХ как областного, так и городского уровня, при работе с ТБО составляют:

- организация нормального функционирования и развития систем инженерного обеспечения жизнедеятельности и содержания жилого фонда, включающее в себя оборудование и содержание площадок временного хранения ТБО, очистка и содержание территории от бытового и иного мусора;
- влияние на ценообразование в сфере коммунальных услуг в пределах полномочий.

Следовательно, ЖКХ являются структурой, выполняющей общее

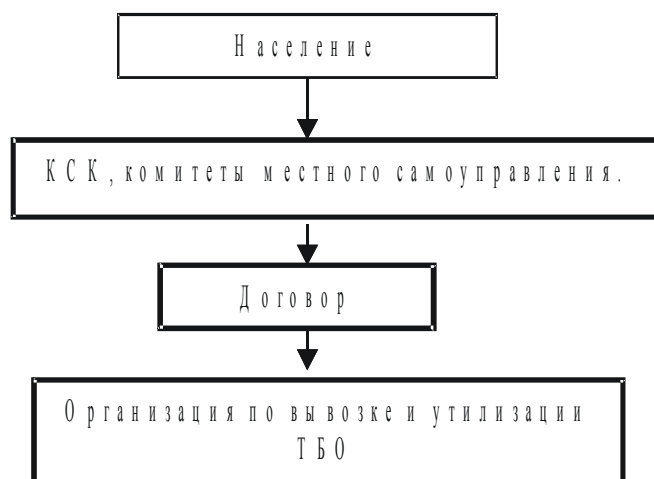


Рисунок 8. Общая схема сбора и вывоза ТБО из районов благоустроенной жилой застройки

руководство организацией всех работ по обращению с ТБО.

Кооперативы собственников квартир (КСК) - наиболее тесно взаимодействуют с жильцами и осуществляют свою деятельность на основании учредительного договора, устава, а также действующих законодательных актов Республики Казахстан, и, прежде всего, Закона Республики Казахстан (от 16 апреля 1997 года № 94-І) «О жилищных отношениях» (с изменениями, внесенными Законами РК от 20.12.04 г. № 13-ІІІ).

КСК обеспечивает контроль, в соответствии с Постановлением Государственного комитета Республики Казахстан по ценовой и антимонопольной политике от 20 декабря 1996 года N 13/1а «Об организации приборного учета коммунальных услуг, предоставляемых населению и создании базовых кооперативов собственников квартир», за содержанием жилого дома в надлежащем санитарном состоянии; самостоятельно определяет частных подрядчиков или организации для обслуживания дома, включая государственные жилищно-эксплуатационные организации, кооперативы, частные фирмы и иные хозяйствующие субъекты, заключает договоры на обслуживание и ремонт дома; может выступать Заказчиком на коммунальные услуги, заключать договоры с соответствующими предприятиями на оказание этих услуг; применяет санкции к организациям, обслуживающим дом (дома), к иным предприятиям, а также лицам, оказывающим услуги КСК, при неудовлетворительном выполнении договорных обязательств; имеет право приобретать и владеть оборудованием, инструментами, техникой и другой собственностью, необходимой для выполнения функций по содержанию жилого дома и прилегающей территории.

На основании Постановления Правительства Республики Казахстан (от 7 декабря 2000 года) «Об утверждении нормативных правовых актов в области Электроэнергетики» КСК обязаны заключать договоры со специализированными предприятиями на сбор и вывоз ТБО, содержать

помещения, где расположены камеры для приема мусора, в соответствии с правилами содержания жилища и земельных придомовых участков кооперативами собственников помещений (квартир). При заключении договоров между КСК и жильцами дома, в соответствии с правилами предоставления коммунальных услуг, на обслуживание квартир или домов в перечень услуг включается комплексное выполнение санитарной очистки территории домовладений и мусоропровода, вывоз мусора. Помимо этого, за образующиеся отходы при уборке территорий микрорайона и вывоз его на полигон, КСК платит отдельно.

Недостатком данной системы является то, что ни жильцы, ни КСК, ни организация, вывозящая ТБО, не заинтересованы в уменьшении объемов производства отходов, и стимулирование уменьшения объемов возможно только через изменение тарифов и введение точного учета производимых отходов от каждого субъекта. Что на практике достичь чрезвычайно трудно.

Согласно принятой системе управления ТБО, контроль за очисткой территории, обращением с ТБО должен осуществляться рядом органов-Отделами жилищно-коммунального хозяйства, Департаментом природных ресурсов и регулирования природопользования, Департаментом Государственного санитарно-эпидемиологического надзора, УВД. При этом каждый орган должен выполнять контрольные функции в пределах своей компетенции. В действительности все обстоит значительно сложнее. Так, при рассмотрении вопроса обращения с ТБО не всегда выдерживается принцип: «загрязнитель платит», что объясняется отсутствием четко отлаженной системы учета и контроля ТБО.

2.2 Существующая система сбора и удаления твердых бытовых отходов

Специфика организации сбора ТБО во многом определяется количеством его образования. Проведение работ, связанных с реконструкцией и модернизацией жилого фонда, активное строительство нового жилья, расширение рынка потребительских услуг и товаров, а также рост импорта товаров в различных упаковках увеличивают объемы ТБО.

Нормы накопления - это количество отходов, образующихся на расчетную единицу (человек - для жилищного фонда; одно место в гостинице; 1 м² торговой площади для магазинов и складов и т.д.) в единицу времени (день, год). Нормы накопления определяют в единицах массы (кг) или объеме (л, м³). К ТБО, входящим в норму накопления от населения и удаляемым транспортом спецавтохозяйства, относятся отходы, образующиеся в жилых и общественных зданиях (включая отходы от текущего ремонта квартир), отходы от отопительных устройств местного отопления, смет, опавшие листья, собираемые с дворовых территорий, и крупные предметы домашнего обихода

при отсутствии системы специализированного сбора крупногабаритных отходов. Нормы накопления ТБО образуются из двух источников: жилых зданий; учреждений и предприятий общественного назначения (общественного питания, учебных, зрелищных, гостиниц, детских садов и другие).

На нормы накопления и состав ТБО влияют такие факторы, как степень благоустройства жилищного фонда (наличие мусоропроводов, газа, водопровода, канализации, системы отопления), этажность, вид топлива при местном отоплении, развитие общественного питания, культура торговли, степень благосостояния населения и другие климатические условия - различная продолжительность отопительного периода (от 150 дней в южной зоне до 300 дней в северной); потребление населением овощей и фруктов и так далее. Для крупных городов нормы накопления несколько выше, чем для средних и малых городов.

В СНиП РК 3.01-02-2001 «Планировка и застройка районов индивидуального жилищного строительства» установлены ориентировочные нормативы накопления твердых бытовых отходов в зависимости от типа жилища, представленные в таблице 7. В частности определено, что от жилых зданий, оборудованных водопроводом, канализацией, централизованным отоплением и газом в среднем в год образуется 190 - 225 кг или 900 - 1000 л ТБО.

Таблица 8

Нормы накопления твёрдых бытовых отходов

Бытовые отходы	Количество бытовых отходов на 1 чел. в год	
	кг	л
Твердые:		
От жилых зданий, оборудованных водопроводом, канализацией, централизованным отоплением и газом	190 - 225	900 - 1000
От прочих жилых зданий	300 - 450	1100 - 1500
Общее количество по городу с учетом общественных зданий	280 - 300	1400 - 1500
Жидкие из выгребов (сливных станций)	-	2000 - 3500
Смет с 1 м ² твердых покрытий улиц, площадей и парков	5 - 15	8 - 20

До настоящего времени в г. Павлодар действовали дифференцированные нормы накопления ТБО от жилых зданий на одного человека в год, а также от объектов общественного назначения, торговых, культурно-бытовых учреждений и прочих предприятий, утвержденные решением Акима г. Павлодара за № 159 от 20.03.1996г. В таблице 9 приведены нормы накопления ТБО в г. Павлодаре от жилых зданий на одного человека в год.

За прошедшие десять лет произошли существенные изменения в социально-экономическом развитии общества и в уровне благосостояния граждан, что не могло не отразиться на количестве образующихся отходов в

расчете на одного жителя.

Таблица 9

Дифференцированные нормы накопления бытовых отходов от жилых зданий на одного человека в год, принятые в г.Павлодаре

Место и характер образования отхода	Количество отходов (м ³ в год)
Полностью благоустроенные жилые дома с мусоропроводом	
-без отбора пищевых отходов	0,96
- с отбором пищевых отходов	0,90
Полностью благоустроенные жилые дома без мусоропровода	
-без отбора пищевых отходов	0,83
- с отбором пищевых отходов	0,75
Неблагоустроенные жилые дома при отоплении каменным углем	1,0
Накопление золы с одной печи в году	3,0
Пищевые и кухонные отходы	0,08

В городе Павлодаре вывозом ТБО занимается предприятие ТОО «Спецмашин». Численность и квалификация сотрудников: администрация - 20 человек, ремонтный цех - 42 человека, водительский состав - 73 человека (водители с категорией В, С). Применяемая техника: ГАЗ 53 г/подъем 7,5 м³ 20 единиц, ГАЗ 53 г/подъем 7,0 м³ шесть единиц, ЗИЛ 130 г/подъем 7,0 м³ 14 единиц. На территории города установлено 2600 контейнеров, из них 2357 - в жилом секторе. За месяц вывозится в среднем 33352 м³ или 6,7 тыс. т.

В городе Павлодаре применяется планово-регулярная система сбора и удаления ТБО, которая предусматривает регулярный вывоз отходов с территорий объектов-накопителей с установленной периодичностью (без заявок). Вывоз ТБО из благоустроенных жилых массивов производится согласно графика, исключающего накопление ТБО в контейнерах. Из домовладений малоэтажной застройки ТБО вывозится по мере необходимости, но не менее трёх раз в неделю. Из объектов общественного и культурного назначения вывоз ТБО производится по мере необходимости, но не менее трёх раз в неделю.

В дальнейшем предприятие предусматривает увеличение и обновление автомобильного парка за счет приобретения новой техники.

Согласно имеющейся информации, в г.Павлодаре необходимо провести мероприятия по обеспечению современной специализированной техникой, контейнерами.

Таким образом, в Павлодаре, как и во всем мире, наблюдается процесс увеличения объемов образования ТБО. Представленные данные свидетельствуют о том, в городе Павлодар достаточно четко налажена система сбора и транспортировки отходов.

2.3 Морфологический состав твердых бытовых отходов

Морфологический состав ТБО в последние годы претерпел значительные изменения, что обусловлено возросшим уровнем благосостояния населения, значительным количеством упакованной продукции, активным проведением ремонтно-строительных работ.

Среди основных компонентов городских бытовых отходов можно указать бумагу и картон, стекло, пластмассовые изделия, тряпье, органические отходы, строительный мусор. В таблице 10 показана структура ТБО по состоянию на 2002 год.

Таблица 10

Структура ТБО, вывозимых на полигон ТБО г.Павлодара (2002г.)

Наименование	Удельный вес (%) по массе
Бумага, картон	43
Пищевые отходы	25
Дерево, листья, ветки, деревянная упаковка	3
Черные металлы	1
Цветные металлы	0,01
Кожа, резина	1
Кости	1
Текстиль	5
Бой стекла	6
Камни, керамика	0,99
Полимерные материалы	3
Фракции менее 16 мм	10
Прочие материалы	1
Итого	100

Из данной таблицы видно, что основную массу ТБО в 2002 году составляла бумага, картон и пищевые отходы, т.е. отходы, которые можно утилизировать. Важным вторсырьем являются также полимерные материалы. Было проведено исследование по определению фракционного состава ТБО, поступающего на городскую свалку г.Павлодара из районов с благоустроенной застройкой и частного сектора.

В таблицах 11 и 12 приведен фракционный состав ТБО из района благоустроенной жилой застройки.

Нетрудно заметить, что произошло увеличение удельного веса пластика и целлофана. В сравнении с отходами из благоустроенного района в отходах из неблагоустроенного жилого сектора в структуре ТБО меньше удельный вес бумаги и картона, которые используют как горючее. Значительно меньше пищевых отходов, но выше удельный вес смета, веток. Существенную долю в общем количестве отходов занимает зола.

Таблица 11

Фракционный состав отходов, поступающих на полигон ТБО г.Павлодара из районов с благоустроенной застройкой (2008 г.)

Наименование	Удельный вес (%)	
	по массе	по объему
Бумага, картон	17,37	28,46
Пищевые отходы	20,20	7,76
Смёт, ветки	26,38	5,17
Стекло	6,08	0,39
Пластик и целлофан	14,12	32,34
Металл	2,28	0,13
Строительный мусор	6,73	11,64
Текстиль	3,15	9,06
Прочие материалы	3,69	5,05
Итого	100,00	100,00

В Приложениях Е и Ж и представлена структура ТБО, поступающего из районов с благоустроенной и неблагоустроенной застройкой.

С увеличением масштабов строительства и реконструкции жилого фонда происходит рост объемов образования строительных отходов, которые не учитываются при планировании объемов и графиков вывоза ТБО из жилого фонда. Данные отходы зачастую подолгу не удаляются с территории дворовых площадок.

Таблица 12

Фракционный состав отходов, поступающих на полигон ТБО г.Павлодара из районов с неблагоустроенной застройкой (2008г.)

Наименование	Удельный вес (%)	
	по массе	по объему
Бумага, картон	8,64	9,83
Пищевые отходы	0,41	0,84
Стекло	2,06	2,25
Пластик и целлофан	10,15	9,13
Металл	1,37	2,11
Смёт, ветки	58,44	43,54
Текстиль	0,82	1,4
Зола	16,46	28,09
Прочие материалы	1,65	2,81
Итого	100,00	100,00

Нерешенной является проблема вывоза крупногабаритного мусора, который чаще всего просто выносится во двор жильцами и может подолгу захламлять территорию. С учетом того, что благосостояние населения растет, можно ожидать увеличение объемов образования крупногабаритного мусора в будущем.

Проведенное исследование свидетельствует о том, что в последние годы существенным образом изменяется фракционный состав отходов, возрастает

удельный вес полимерных материалов, бумаги; следует ожидать увеличение количества крупногабаритного мусора, строительного мусора. Представляется своевременным организация мониторинга фракционного состава ТБО, образующегося в Павлодаре для планирования методов и масштабов его захоронения и утилизации. Возрастание доли утилизируемой фракции указывает на необходимость активного внедрения систем раздельного сбора отходов.

2.4 Состояние полигона твердых бытовых отходов

В городе Павлодаре захоронение ТБО осуществляется на полигоне, который существует более 40 лет. Земельный участок, выделенный под городскую свалку ТБО, площадью 100,8 га, передан во временное природопользование ТОО «Автобаза Спецмашин». Полигон был передан без разработки проектной документации и экспертизы (ТЭО). Основными элементами полигона являются участок складирования ТБО, хозяйственная зона, подъездная дорога, инженерные сооружения и коммуникации. Подъездная дорога соединяет существующую транспортную магистраль с участками складирования ТБО. Она рассчитана на двустороннее движение. Территория свалки частично огорожена, а также имеет переносные сетчатые ограждения для задержки мелких фракций (бумаги, полиэтиленовых пакетов). По периметру всей территории полигона ТБО имеются осушительная траншея и вал. Имеются рабочая карта, план свалки, на котором отмечаются сроки проведения засыпки отдельных участков и повторных слоев.

Ежедневно ведется журнал регистрации приема ТБО. Складирование отходов осуществляется послойно с устройством котлованов в основании участка складирования. Территория хозяйственной зоны имеет твердое покрытие, освещение и въезд со стороны полигона. В ограде полигона у производственно-бытового здания имеется шлагбаум. Данный полигон принимает в среднем около 360 тыс. м³ в год, он рассчитан на срок эксплуатации более 10 лет.

На полигоне в настоящее время в течение рабочего дня задействованы один экскаватор, один бульдозер Т-170, два бульдозера ДТ-75, две поливомоечные машины. На свалке постоянно работают зам. директора (специалист с высшим образованием), диспетчер (специалист со средним специальным образованием), шесть охранников (специалисты со средним специальным образованием). Для персонала на территории свалки имеется производственно-бытовое помещение. Объем принятых и размещенных отходов за 2009 год составил 408,543 тыс. м³ в год. Производственных отходов - 2,527 тыс. м³ в год. На полигон принимаются твердые бытовые отходы, образующиеся в жилых и общественных зданиях (включая отходы от текущего ремонта), отходы от отопительных устройств местного отопления, уличный и

садово-парковый смет. По согласованию с местными органами санитарно-эпидемиологической службы принимаются бракованные продукты с просроченным сроком годности.

В летний период выявлено наличие очагов возгорания ТБО, захороненных на полигоне, что свидетельствует о недостаточном орошении водой. Для контроля воздействия полигона на объекты окружающей среды необходимо организовать мониторинг за воздействием объекта на подземные воды, почву, атмосферный воздух. На выезде из полигона необходимо установить контрольную зону с устройством железобетонной ванны для дезинфекции колес мусоровозов.

Одной из проблем существующих полигона ТБО в городе Павлодар является интенсивное замусоривание территории, прилегающей к полигону, а также расположенной вдоль трасс движения мусоровозов.

Оценка состояния проблемы обращения с ТБО в городе Павлодар была проведена посредством экспедиционного выезда и непосредственного ознакомления с процедурой обращения с ТБО на местности. В городе было изучено современное состояние процедур обращения с ТБО, а также наличие проблем в данной сфере, было проведено интервьюирование представителей местной администрации, курирующих вопросы по ТБО, а также населения.

Итак, основными проблемами захоронения ТБО для Павлодаре являются следующие:

- наличие значительных площадей, занятых под складирование ТБО;
- несоответствие имеющегося полигона ТБО нормативным требованиям;
- отсутствие средств для обустройства полигона в соответствии с санитарными, экологическими и строительными нормами;
- отсутствие четкого контроля за количеством образующихся и захороненных ТБО;
- частое самовозгорание ТБО;
- наличие значительного числа несанкционированных свалок.

2.5 Действующая система сортировки твердых бытовых отходов и переработки вторичного сырья

В настоящее время в области переработка твердых бытовых отходов и использование их в качестве вторичного сырья практически не осуществляется, так как нет мусороперерабатывающих заводов, мусоросортировочных линий, не решена проблема первичной сортировки мусора, не решены вопросы по вторичной переработке наиболее распространенных компонентов отходов, таких как макулатура, древесина, ткани, тонколистовой металл, резинотехнические и полимерные изделия и т.п.

Неотъемлемой частью утилизации твердых бытовых отходов должны стать мероприятия по сокращению количества их образования, включающие в себя

обязательное многократное использование тары, селективный сбор и сортировку отходов для извлечения из них полезных компонентов.

Абсолютное количество пластиковых отходов удваивается каждые 10 лет. Поэтому вопросы отдельного сбора отходов на уровне их образования и получение вторсырья являются своевременными и актуальными.

В настоящий момент в Павлодаре опыт отдельного сбора вторсырья и его переработки находится в зачаточном состоянии. Так, согласно полученной информации, в г.Павлодаре прием и сортировка вторсырья производится в специализированных пунктах приема. Принимаются бумага, пластиковые бутылки, стеклянные бутылки. Сбор вторсырья производится физическими лицами из контейнеров, закрепленных к жилому фонду. Удельный состав выбираемого вторсырья: пластиковые бутылки - 20%, стеклянные бутылки - 75%, бумага - 5%. Объем отсортированной бумаги за 2008 год, по данным ТОО «Автобаза спецмашин», составил 163,92 тонн, пластиковых бутылок - 6500 шт. в месяц, стеклянных бутылок - 18000 в месяц.

Бумага и картон идут на производственный цикл на АО «Алюминий Казахстана», АО «ПКРЗ», стеклянные бутылки сдаются в АО «Роса», виноводочные заводы. В настоящий момент достаточно сложно проследить объемы поставляемого вторсырья, производительность оборудования, так как официальная отчетность отсутствует.

АО «ПКРЗ» - АО «Павлодарский Картонно-Рубероидный завод» - единственный в Казахстане крупный производитель мягких кровельных материалов и картонно-бумажной продукции. Из вторичных материалов в технологии ПКРЗ используется макулатура и зола. Макулатура ввозится почти со всего Казахстана и составляет примерно 18 000 т/месяц, а зола используется в качестве наполнителя для битума, ежемесячно используется 1500 т золы. Со слов представителей завода, бумага может перерабатываться в значительно большем количестве, им не хватает этого вида сырья.

ТОО «РОСА» занимается выпуском безалкогольной и слабоалкогольной продукции: пиво, минеральная вода, и т.д. Предприятие принимает свою стеклотару для вторичного использования, если она не деформирована. Стеклотара не производится, а закупается.

Особого внимания заслуживает проблема утилизации пластиковых бутылок. В городе Павлодаре запущена линия по переработке пластиковых бутылок в гранулят.

Возможно, что с ее пуском будет сделан шаг к решению одной из актуальнейших проблем – переработке пластиковых бутылок.

Как показывает опыт развитых стран, наиболее эффективным является отдельный сбор отходов в месте их образования. Следовательно, только активная позиция и участие жителей Павлодара может обеспечить решение проблемы отдельного сбора отходов.

Для выяснения отношения жителей города к проблеме отдельного сбора отходов в рамках настоящего исследования проведено анкетирование выборочных групп жителей городов Павлодара.

Всего был опрошен 571 городской житель.

Согласно полученным данным, представленных в таблице 13, более 80% городских жителей считают, что в средствах массовой информации недостаточно освещается проблема раздельного сбора отходов. Женщины чаще, чем мужчины, высказывались за необходимость улучшения проведения разъяснительной работы в средствах массовой информации.

Таблица 13
Результаты опроса

Респонденты	Да		Нет	
	Абс.	%	Абс.	%
Оба пола	91	15,93	480	84,06
Мужчины	63	11,03	208	36,43
Женщины	28	4,9	272	47,63

Более 80% городских жителей считают, что с мусором выбрасывается много полезных вещей. Так городские жители в первую очередь отметили о недопустимости выбрасывания стеклянной посуды. Затем в качестве ценного сырья следуют пластиковые бутылки.

Определенный интерес представляет показатель доли лиц, сдающих вторсырье. Так, согласно полученным данным, стеклянную посуду сдавали 24,58%, пластиковую посуду сдавали 6,68 %.

Подавляющее большинство опрошенных высказались за открытие пунктов по сбору вторсырья.

Успех раздельного сбора отходов во многом определяется готовностью жителей участвовать в данном процессе. Как показали результаты, проведенного нами анкетирования, 74,87 % городских жителей согласны собирать вторсырье в раздельные контейнеры, представленные в таблице 14. Вместе с тем, следует обратить внимание, что почти 13% городского населения высказались категорически против раздельного сбора ТБО. Следовательно, с данным контингентом населения требуется проводить активную просветительскую и воспитательную работу.

Таблица 14
Результаты опроса

Респонденты	Да		Нет		Затруднились ответить	
	%	m	%	m	%	m
Оба пола	74,87	1,79	12,73	1,37	12,4	1,36
Мужчины	70,18	2,71	16,84	2,22	13	1,99
Женщины	79,28	2,33	8,882	1,63	11,8	1,86

В связи с тем, что в Павлодаре не сформирована программа по раздельному сбору вторсырья, имеет место такое явление, как отбор вторсырья на свалках, хотя данные действия запрещены законодательно. В процессе

выполнения исследования нам приходилось наблюдать картину разборки на полигонах ТБО г. Павлодара доставляемого мусоровозами.

Согласно заявлениям работников полигонов, никакие административные воздействия на данный контингент населения (чаще всего без определенного места жительства) не влияют. Учитывая, что данные люди подвергают свою жизнь опасности, бороться с указанным явлением можно только, предотвратив поступление на полигоны ТБО вторсырья, а также осуществив обустройство ТБО в соответствие с действующими санитарными, экологическими и строительными нормами.

Таким образом, в Павлодаре отсутствует четко отлаженная система раздельного сбора отходов. Ценное вторсырье в значительных количествах поступает на полигон ТБО (свалку). В настоящий момент нет производственных мощностей по переработке утильных компонентов ТБО. Население области считает недостаточным освещение в средствах массовой информации проблемы раздельного сбора отходов. Жители в целом позитивно оценивают свое возможное участие в раздельном сборе отходов.

3. ВЫБОР ПРИЕМЛЕМЫХ РЕШЕНИЙ ПО УПРАВЛЕНИЮ ТВЕРДЫМИ БЫТОВЫМИ ОТХОДАМИ В ГОРОДЕ ПАВЛОДАРЕ

3.1 Сбор и транспортировка отходов

Анализ существующего положения в сфере управления ТБО в Павлодаре указывает на наличие серьезных проблем, решение которых требует комплексного подхода, основанного на взаимодействии самых различных структур. Для выработки наиболее приемлемых решений по сбору, транспортировке, захоронению, утилизации и обезвреживанию ТБО в Павлодаре нами проведен анализ имеющихся подходов в странах ближнего и дальнего зарубежья, а также других регионах Республики Казахстан.

По мнению зарубежных исследователей, простых решений в проблеме муниципальных отходов не может быть, требуются комплексные подходы.

Анализ современных систем управления движением ТБО в развитых Европейских странах, США и Японии показал, что четко прослеживается тенденция перехода к новому уровню обращения с ТБО. Этот уровень обращения получил название Integrated Solid Waste Management - интегрированная система управления движением твердых отходов, основанная на концептуальных принципах минимизации образования, надежных методах обезвреживания и утилизации, захоронения конечных продуктов обезвреживания и уничтожения отходов при максимальной рекуперации полезных материалов и энергии.

ISWM предполагает использование экологически и экономически обоснованного комплекса технологий переработки, утилизации и уничтожения ТБО, включающего отдельный сбор и сортировку, биологическую переработку биоразлагаемых фракций отходов, термические методы уничтожения или минерализации опасных отходов или высококалорийных компонентов. Подбор оптимального комплекса технологий в каждом конкретном случае позволяет минимизировать эмиссию вредных веществ в окружающую среду, уменьшить заделживание земельных территорий, рекуперацию и утилизацию ценных компонентов и энергий.

Учитывая сказанное выше, можно сказать, что в Павлодаре должна быть внедрена комплексная система управления отходами. Основа концепции комплексного управления отходами состоит в том, что отходы состоят из различных компонентов, которые в идеале должны не смешиваться, а утилизироваться отдельно друг от друга наиболее экономичными и экологическими способами.

К числу других принципов комплексного управления отходами относят следующие:

- все технологии и мероприятия, включая мероприятия по сокращению количества отходов, их переработку, сжигание, захоронение должны разрабатываться в комплексе, дополняя друг друга;

- муниципальная система утилизации отходов должна разрабатываться с учетом конкретных местных проблем и решаться за счет местных ресурсов;
- местный опыт по управлению отходами должен постоянно приобретаться путем разработки и осуществления небольших программ;
- комплексный подход к переработке отходов базируется на стратегическом адаптивном планировании;
- разработка и осуществление программ должны непрерывно сопровождаться мониторингом и оценкой результатов;
- участие городских властей, а также всех групп населения (производителей мусора) – необходимый элемент любой программы.

Системы сбора отходов во многом зависят от количества образующихся отходов и их фракционного состава. Одним из направлений реализации программы по управлению ТБО в Павлодаре должно стать сокращение объемов образования отходов. То как упаковываются товары, в значительной мере зависит от потребительских предпочтений, которые в свою очередь формируются рекламой. Поэтому важнейшим направлением на данном этапе управления отходами выступают просветительские программы городских властей и общественных организаций, в которых должны быть отражены следующие рекомендации:

- избегать ненужной упаковки;
- отдавать предпочтение упаковкам многоразового использования;
- отдавать предпочтение минимальной упаковке: приобретать товары с более легкой упаковкой и товары, продающиеся большими объемами;
- отдавать предпочтение упаковке, которую можно вторично использовать или перерабатывать;
- отдавать предпочтение упаковке из вторично переработанных и/или экологически безвредных материалов. В этом случае необходимы специальные маркировки («зеленые значки») [22, 32].

Чем больше разнообразие упаковочных материалов, тем сложнее организовать программы их вторичного использования и переработки.

Важной экологической проблемой является сокращение объемов ТБО, располагаемых на свалках и полигонах, путем предварительного извлечения из них утильных компонентов. При условии изъятия всех утильных компонентов объем остаточного мусора составляет менее 30% от первоначального.

Существует несколько подходов к разделению отходов, которые расположены между двумя полюсами: техническим и социальным. В первом случае предполагается создание идеальной фабрики, на входе которой имеется не разобранный поток муниципального мусора, на выходе потоки материалов, удовлетворяющие требованиям рынка, и поток, идущий на свалку. Второй вариант - население само разделяет свои отходы, доводит материалы, годные к переработке, до нужных кондиций и доставляет их к местам сбора (реализации). Первый путь в чистом виде практически невозможен. Переработка неподготовленного потока муниципальных отходов подходит, как метод обогащения топлива для мусоросжигающих заводов.

Извлечение качественных материалов затрудняется тем, что в некоторых случаях невозможно отделить пластик от бумаги (современные упаковочные материалы), бутылочное стекло перемешано со строительным, с технической точки зрения можно добиться высокой чистоты разделения, но высокие капитальные и трудовые затраты делают этот процесс экономически бессмысленным.

Считается, что разделение отходов самим населением и другими производителями отходов более приемлемо, чем разделение на специализированных предприятиях по следующим причинам:

- в этом случае меньше суммарные издержки, налагаемые на общество;
- как правило, меньше издержки, налагаемые на городской бюджет и городские власти;
- в решении проблемы муниципальных отходов принимают непосредственное участие те, кто производит отходы – это считается морально правильным и создает стимул для уменьшения количества отходов.

Но никакая программа сбора вторсырья не будет работать сама по себе, без участия городских, региональных, национальных властей. Самое простое, что могут сделать власти – это оборудовать центр по сбору вторсырья. Такой центр может представлять собой киоск, контейнер, огороженный участок, куда гражданину предлагают сдавать или выбрасывать определенные материалы. Чтобы такой центр работал, необходимо неоднократно оповестить население о его существовании, очень четко объяснить правила пользования. Все объявления и правила пользования нужно писать или рисовать очень крупно, заметно и ярко в местах сбора отходов. Если такой центр начинает работать, то обязательное условие его существования – систематический вывоз собранных материалов, их реализация и переработка.

Эффективность такой деятельности зависит от активности населения. Существует один общий принцип поддержания активности: чем меньше усилий требуется от населения, тем больше процент его участия. Поэтому чем ближе подобные центры к населению, к постоянным маршрутам людей, тем они жизнеспособнее. Даже при невысоком участии населения такой центр способен играть определенную воспитательную роль, привлекая внимание жителей района к проблеме отходов.

В целом, участие населения в программах по раздельному сбору отходов может быть и обязательным, и добровольным, иногда собирается только один материал, а иногда – несколько. В случае нескольких материалов житель может складывать их в разные контейнеры или в один. В последнем случае материалы подвергаются дополнительной сортировке либо на специализированных заводах, либо прямо на тротуаре, теми, кто их собирает. Последний вариант более трудоемкий, но не требует капитальных вложений, на создание дополнительных мощностей по сортировке. Важнейшим экономическим стимулом является введение дифференцированной платы за вывоз (утилизацию) мусора, зависящей от его количества. Положительный эффект от платы состоит не в том, что формируются бюджетные средства для утилизации

мусора и не в некой «справедливости» (кто меньше производит, тот меньше и платит). Дифференцированная плата реализует фундаментальное право и обязанность гражданина – «право знать». В данном случае «это экономический канал», дающий информацию гражданину, какие издержки накладывает на общество потребительское поведение гражданина. Формы практической реализации дифференциальной платы весьма разнообразны.

Очень важно отметить, что экономические стимулы и законы не заменяют стимулов моральных и не отменяют необходимости работы с общественностью. Даже обязательная программа, чтобы она смогла работать, должна быть признана общественностью как разумная и осмысленная.

Именно привлечение населения является особенно трудной задачей. Обеспечение активного участия населения в сборе вторсырья требует следования некоторым принципам:

а) программы по сбору вторсырья необходимо начинать с небольших проектов, чтобы набрать опыт и обкатать организационную схему. Механизм применения населением любого новшества примерно одинаков. Сначала новшество принимает относительно небольшая группа лидеров (активистов), а затем втягиваются широкие круги населения. Если возможно, лучше, чтобы в несложном проекте приняли участие именно активисты:

б) лучше небольшое количество заинтересованных человек с разных концов города, а не такое же количество человек в квартале;

в) население должно быть информировано уже в процессе применения решений и выборе альтернатив по переработке муниципальных отходов в населенном пункте. Рекомендуемый срок начало распространения информации в конкретном проекте по сбору вторсырья – два - три месяца до его начала или даже раньше;

г) использование общественных организаций и четко позитивных обращений, которые могут найти ответ на вопросы:

- 1) зачем нужна вторичная переработка;
- 2) какую пользу она принесет жителю, его микрорайону;
- 3) где и когда будет собираться вторсырье;
- 4) как приготовить материал к сбору;

д) организация четко регулярной работы служб вывоза, сбыта и переработки, потому что любые сбои и нарушения расписания дискредитируют программу;

е) работа с общественностью и воспитательные программы для детей - процесс непрерывный.

Важным каналом влияния на общественность являются детские учреждения. Дети более восприимчивы к новым идеям и затем способны передать их родителям. Организовать сбор вторсырья в учреждениях и организациях легче, чем вводить дифференцированную плату, проще применять законодательные инструменты, поощряющие отдельный сбор вторсырья. В учреждениях чаще всего формируется большое количество однотипных отходов. Однако принципы, используемые для привлечения населения должны

применяться и для работы с предприятиями [34, 35].

На основании описанных выше подходов к организации сбора ТБО, а также учитывая региональные особенности, можно выделить следующие основные направления, касающиеся оптимизации сбора отходов в Павлодаре:

- необходимо создать административные механизмы, направленные на обеспечение контроля и учета собираемого мусора, а также на внедрение системы раздельного сбора ТБО в городе (в первую очередь в школах, административных учреждениях);

- разработать программы санитарной очистки территорий с четко прописанными правами и обязанностями всех субъектов, участвующих в процессе сбора отходов;

- программы по сбору вторсырья следует начинать с небольших проектов, чтобы набрать опыт и обкатать организационную схему;

- необходимо разработать обучающие программы для населения различных возрастных и социальных групп;

- шире использовать возможности НПО в управлении сбором ТБО;

- предусмотреть гибкий подход к организации способов раздельного сбора отходов в зависимости от реальных особенностей каждого населенного пункта и даже отдельных его районов;

- разработать регионально адаптированные нормативы накопления ТБО;

- предусмотреть меры по контролю за образованием стихийных свалок, активнее использовать механизмы административного и экономического воздействия на лиц, нарушающих установленные нормативы в сфере обращения с отходами

- провести замену устаревших мусоросборников на современные образцы с учетом внедряемой системы сбора отходов.

В промышленно развитых странах для вывоза ТБО используется современная специализированная техника, позволяющая опорожнять все контейнеры одним мусоровозом

В крупных городах и городских агломерациях используются различные системы удаления ТБО от мест образования до объектов по их переработке, уничтожению и размещению. Наиболее часто используются две системы – одноэтапная и двухэтапная.

Одноэтапная подразумевает прямой вывоз ТБО от мест образования к объектам по их переработке, уничтожению и размещению.

Двухэтапная – вывоз ТБО при использовании мусороперегрузочных станций (МПС) или промежуточных пунктов сбора отходов (ПСО).

Основными факторами, влияющими на выбор системы удаления ТБО, являются: условия образования отходов, система сбора, удаленность мест образования отходов от объектов по их переработке, уничтожению и размещению; экологическая обстановка, экономические возможности.

Сравнительный анализ эффективности одноэтапной (прямой) и двухэтапной систем удаления ТБО в крупных городах показал, что прямая перевозка эффективна при малой удаленности мест образования сбора отходов

от объектов по их переработке. В этом случае собирающие мусоровозы используются так же как транспортные.

Недостатками этой системы являются:

- увеличение числа транспортных расходов за счет использования в качестве транспортных средств собирающих мусоровозов малой и средней грузоподъемности;
- перегрузка транспортной сети города; удлинение порожних пробегов мусоровозов;
- большая эмиссия загрязняющих веществ в атмосферный воздух за счет использования большего числа автомашин (большого удельного расхода топлива на т/км);
- невозможность использования высокопроизводительной уплотнительной техники для уменьшения объемов перевозимых отходов.

Двухэтапная система с применением МПС более эффективна в экономическом и экологическом отношении. Для выбора той или иной схемы двухэтапной транспортировки ТБО для каждого конкретного города анализируются основные элементы этой схемы и выбирается оптимальная конфигурация по экономическим, экологическим и технологическим критериям.

Учитывая приведенную выше информацию о существующих способах транспортировки ТБО, принимая во внимание географические и социально-экономические условия Павлодара, вряд ли целесообразно на данном этапе развивать двухэтапную систему транспортировки ТБО. Таким образом, система вывоза может оставаться одноэтапной, но парк машин требует существенной замены и модернизации.

3.2 Ликвидация отходов

Согласно межгосударственного стандарта ГОСТ 30773-2001 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения», ликвидация отходов - это деятельность, связанная с комплексом документированных организационно-технологических процедур по утилизации обезвреженных отходов и отбросов, для получения вторичного сырья, полезной продукции и/или уничтожения и захоронения неиспользуемых в настоящее время опасных и других продуктов.

3.2.1 Утилизация отходов. Утилизацией отходов называют деятельность, связанную с использованием отходов на этапах их технологического цикла и/или обеспечение повторного (вторичного) использования или переработки списанных изделий. В процессе утилизации можно выделить несколько видов деятельности: сортировку отходов, переработку вторсырья, в том числе переработку биоразлагаемых фракций.

Использование мусоросортировочных комплексов. Существует два

направления по сортировке отходов. Первый, когда население само сортирует отходы и доставляет их к местам дальнейшего использования, а второй - когда строится мусороперерабатывающий завод, где производится выбор утильных компонентов, а неиспользуемый остаток отправляется на свалку. Как показывает анализ литературных источников, на практике, оба этих направления должны идти параллельно. Так как, несмотря на приоритетность первичной сортировки ТБО населением, чаще всего, все равно требуется досортировывать продукт. А понимая невозможность вовлечения абсолютно всего населения в процесс добросовестной сортировки ТБО даже в экономически развитых странах, мусоросортировочным комплексам придается большое значение.

По данным российских исследователей, проводивших сравнение анализа необходимых затрат использования различных методов обращения с ТБО в различных регионах страны, наиболее экономически и экологически оправданным для внедрения является метод сортировки ТБО и КГМ с прессованием и захоронением неделовой части отходов. Данная технология позволяет реализовать утильные компоненты отходов (экономический эффект) и сократить общий объем отходов, подлежащий захоронению (экологический эффект).

Мусоросортировочная станция – необходимый набор взаимосвязанных узлов и агрегатов (основного технологического и вспомогательного технологического оборудования МСС), расположенных в определенной последовательности в соответствии с этапами технологического процесса сортировки без сохранения общего направления подачи/движения отходов на этих этапах, и позволяющий добиться разделения общей массы отходов на утилизируемые компоненты, подлежащие последующей обработке, реализации и/или переработке, и не утилизируемый остаток с последующим его захоронением (прессованием и захоронением).

Мусоросортировочные станции классифицируются по следующим основным показателям:

- количество сортировочных линий;
- уровень расположения фундаментов основных элементов МСС;
- наличие систем раздельного удаления отсева и не утилизируемого остатка;
- расположение основного технологического оборудования МСК в общей компоновочной схеме (направление подачи/движения сортируемого материала, отсева и не утилизируемого остатка).

Количественно сортировочные линии бывают:

- одномодульная;
- двухмодульная;
- трехмодульная;
- четырехмодульная;

Не целесообразна установка более четырех сортировочных линий в составе одного МСС.

Предлагаемый технологический процесс включает в себя следующие

этапы:

- 1) Выгрузка нераздельно собираемых отходов к месту сортировки.
- 2) Первичный прием/подача отходов (от мусоровозной техники до сепараторной установки).
- 3) Механическая сепарация отходов.
- 4) Удаление отсева.
- 5) Сортировка отходов с отбором утильных компонентов.
- 6) Магнитная сепарация отходов.
- 7) Удаление вторсырья (от сортировочного поста к прессам и измельчителям, от магнитного сепаратора к прессам).
- 8) Удаление не утилизируемого остатка.
- 9) Прессование утильных компонентов для дальнейшей реализации и/или переработки на собственных или привлеченных мощностях.
- 10) Прессование не утилизируемой части отходов.
- 11) Вывоз и захоронение не утилизируемой части отходов на захоронение.
- 12) Вывоз и транспортировка однородных утильных компонентов отходов (вторсырья) в адрес их потребителя.

Первый этап осуществляется мусоровозами на базе существующего парка мусоровозной техники.

Выполнение этапов со второго по восьмой осуществляется непосредственно основным технологическим оборудованием МСС.

Девятый этап обеспечивается применением прессового оборудования низкой автоматизации или прессового оборудования высокой автоматизации с автоматической обвязкой.

Десятый этап обеспечивается применением современного прессового оборудования, позволяющего обеспечить уплотнение отходов в пять - шесть раз и получить в результате компактный продукт с объемным весом 1,1 – 1,3 тонн, подлежащий длительному хранению или захоронению на полигоне по высотной схеме.

Одиннадцатый этап обеспечивается применением автопогрузчиков, существующего мусоровозного парка или большегрузных седельных тягачей (длинномеров).

Двенадцатый этап обеспечивается применением большегрузных седельных тягачей (длинномеров) и автопогрузчиков.

Предлагаемая технология практически не оказывает отрицательного воздействия на экологическую ситуацию: “объект” работает “с колес”, скоплений ТБО и КГМ не образуется, температурный режим – обычный, сверхнормативного газовыделения не происходит, образующийся при прессовании фильтрат по своему составу имеет лучшие экологические характеристики, чем фекальные стоки и может сбрасываться в городскую канализационную сеть.

Исходя из этого, основным требованием к охране окружающей среды является соблюдение при проектировании и строительстве комплекса

санитарно-защитной зоны для объекта данной категории (в пределах 500 м от зоны жилой застройки).

Размещение (компоновка) основных элементов МСС внутри здания/сооружения производится с учетом наиболее рационального использования его площади, планировки, коммуникационных систем, подъездных путей и т.д.

Для жизнеобеспечения МСС необходима система (подъездные пути, площадки маневрирования, склады, внутренняя система вентиляции, пожаротушения и пр. коммуникационные системы), которая формирует мусоросортировочный комплекс (МСК).

Компоновочная схема, проектная документация и количество устанавливаемых линий зависят от объема образующихся в городе отходов и месторасположения МСК: вблизи полигона – выбор легко возводимой конструкции и привязка оборудования к ней и имеющимся коммуникациям, в промышленной зоне – привязка оборудования к предлагаемому помещению и имеющимся коммуникациям.

Как показывает опыт, весьма эффективно организовывать комплекс по переработке и утилизации отходов (КПУ) – объединение в виде двух организационно-правовых единиц с единым административно-управленческим персоналом МСК и полигона ТБО.

По технологическому процессу первым этапом является сортировка однородных утильных компонентов. Процесс сортировки частично механизирован, частично осуществляется с применением ручного труда.

Чаще всего механизированы:

- дробление крупногабаритных отходов (предметы интерьера, мебели, домашнего обихода, куски кирпичной кладки, плиты и др.) с помощью дробилки крупногабаритных отходов;
- ворошение отходов, их сепарация и порционная подача сепараторными установками;
- прием/подача массы отходов к месту сортировки, прохождение ТБО через сортировочный пост осуществляется пластинчатыми, ленточными и скребковыми конвейерами;
- удаление отсева, вторсырья, не утилизируемого остатка осуществляется системами пластинчатых, ленточных конвейеров и секторных поворотных бункеров;
- отбор черных металлов методом магнитной сепарации (электромагнит);
- прессование (паковка) подготовленного однородного компонента (алюминиевые банки, бумага и др.) и не утилизируемой части (остатка) отходов с помощью компакторов (прессов);
- дробление отобранной массы строительных отходов (кирпич, дерево, стеновые блоки) с помощью дробилки строительных материалов.

Ручной труд используется непосредственно на сортировочном посту, с соблюдением всех санитарных норм и техники безопасности, для отбора однородных компонентов (стекло, алюминиевые банки, пластмассы и т.д.).

Для последующей переработки обычно отбираются из общей массы отходов следующие компоненты:

- стекло и изделия из него – пивные, вино-водочные и другие бутылки, вне зависимости от цвета и форм; хрусталь; оконное, витринное и дверное стекло, стеклопосуда; другая стеклянная тара и стеклобой;
- дерево и изделия из него – деревянные панели; половая доска и обрешетка; двери и косяки; плиты ДВП; конструкции мебели, садово-парковый спил и отходы древесины;
- отходы полимерной продукции – пластиковые бутылки и банки, пластиковую тару, флаконы из-под шампуней и косметических средств; полиэтиленовые пленки, а также все многообразие одноразовой упаковки;
- алюминиевая упаковочная тара – одноразовые пивные банки; банки для различных газированных и прохладительных напитков; консервные банки; упаковка лакокрасочных и строительных материалов и др.;
- отходы черных металлов – металлоконструкций; металлический лом, части станков, машин и оборудования;
- лом железобетонных конструкций и кирпича – лом стеновых панелей; куски кирпича; шпаклевка и штукатурка; кафель и плитка; а также иной строительный лом, образующийся при разборке домов и перепланировки помещений;
- бумага и отходы из нее – писчая и газетная бумага; упаковочная тара и картон; листовая и рулонная бумага и др.;
- ветошь;
- изделия из кожи и резины.

Подготовленные однородные компоненты (алюминиевые банки, бумага и др.) и не утилизируемая часть подвергаются прессованию.

Современные прессы для брикетирования промышленных и твердых бытовых отходов (ТБО), например, прессы фирмы MACPRESSE оборудованы системой сбора фильтрата и органических остатков, образующихся в результате прессования ТБО, что гарантирует безопасную и чистую рабочую зону вокруг прессы. Технология прессов обновляется каждые три - пять лет.

Все отсортированные компоненты отходов можно условно разделить на три группы:

- первая группа – компоненты, подготовленные к транспортировке для реализации потребителям вторичного сырья, таким как “Вторчермет”, “Цветмет”, стекольные и картонно-рубероидные заводы, и другим заинтересованным организациям;
- вторая группа – компоненты, планируемые к переработке на собственных мощностях по собственной или привлеченной технологии (постепенное разворачивание собственных мини-производств);
- третья группа – не утильный остаток (с низкой степенью опасности), не идущий в переработку, такой как пищевые отходы, отсев и шлак, прессованный и подготовленный к захоронению на полигоне.

Стоимость создания мусоросортировочного комплекса состоит из

совокупности стоимости следующих видов работ:

- сбор, обработка и анализ исходных данных;
- разработка региональной «Концепции обращения с отходами потребления» и «Программы развития и модернизации системы и инфраструктуры переработки отходов» с учетом последующего ввода в эксплуатацию МСК, разработка новой схемы санитарной очистки, совершенствование существующих нормативно-правовых документов, связанных с обращением с отходами потребления и защитой окружающей природной среды;
- предпроектные работы (разработка ТЭО проекта);
- изготовление Рабочего проекта;
- разработка рабочей конструкторской и эксплуатационной документации основного технологического оборудования;
- изготовление основного технологического оборудования;
- приобретение вспомогательного технологического оборудования;
- «Работы с помещением» и на прилегающей к нему территории;
- поставка и монтаж основного технологического и вспомогательного оборудования;
- комплектация ремонтной базы и ЗИП, оборудование рабочих мест;
- ввод МСК в эксплуатацию.

К «работам с помещением» относятся: перевод помещения и прилегающей территории в муниципальную собственность, строительных работ, строительно-монтажных работ, работ по подводу и обустройству инженерных коммуникаций, отделочных работ и т.д., а также работы по обустройству и благоустройству прилегающей к нему территории. Наличие «стоимостной дельты» объясняется спецификой и «сложностью» помещения, в которое необходимо «вписать» и расположить заданное количество модулей и вспомогательное оборудование.

Таблица 15

Общие стоимостные показатели МСК без учета показателей «работ с помещением»

Тип МСС	Стоимость МСК на 01.07.2009г. в млн. тенге. В зависимости от комплектации вспомогательного технологического оборудования			
	минимальная	средняя	полная	максимальная
одномодульная	15 - 20	20 - 25	25 - 30	95 - 105
двухмодульная	20 - 25	25 - 30	30 - 35	105 - 115
трехмодульная	25 - 30	30 - 35	35 - 40	125 - 135
четыремодульная	30 - 35	35 - 40	40 - 45	160 - 185

Учитывая значительные объемы образующихся в Павлодаре ТБО, внедрение мусоросортировочных комплексов является острой необходимостью.

Разработанные процессы первичной сортировки ТБО, а также ручного или механизированного разделения на предприятиях по их переработке

позволяют выделить такие ценные компоненты отходов, как черный и цветной металл, пластмасса, стекло, и превратить основную массу ТБО в органическое удобрение, тепловую энергию, строительные материалы.

Таким образом, уже на сегодняшнем уровне технологии утилизации имеется возможность практического использования более 70 % ТБО. Проблема подготовки утильных фракций и превращения их во вторичное сырье не всегда решается просто и эффективно. Отходы черного и цветного металла после отделения от основной массы ТБО прессуются и пакетируются, что обеспечивает их готовность к отправке на соответствующие литейные производства.

Довольно многие компоненты отходов могут быть переработаны в полезные продукты. Все предлагаемые ниже технологии по непосредственной переработке вторичного сырья и отсортированных компонентов отходов ориентируются на выпуск конечной, пользующейся спросом и конкурентоспособной продукции непосредственно на нужды городского и пригородного хозяйственного комплекса, предприятий различных форм собственности.

На практике реально существуют и апробируются следующие технологии переработки содержащихся в отходах компонентов.

Отходы стекла. Данные отходы могут быть использованы для переработки в изделия из технического стекла, например, для строительства, где чистота стекла не имеет определяющего значения.

Стекло и изделия из него идут на производство пеностекла, являющегося в настоящее время наиболее перспективным теплоизоляционным материалом – экологически чистым и совершенно негорючим, обладающим высокой степенью акустической изоляции. Такой материал предназначен для строительства жилья и объектов нежилого фонда, соответствует мировым нормам, предъявляемым к строительным объектам по тепло- и энергосбережению. Данный материал превосходит все применяемые материалы по совокупности таких параметров как:

- плотность на сжатие 4 – 6 кг/см² против 0,5 до 2 кг/см²;
- максимальная температура применения 450°C против 100 – 200°C;
- возгораемость – является абсолютно невозгораемым по сравнению с такими материалами как пенопласт или плиты из минеральной ваты;
- экологическая безвредность и др.

По данным сайта «строительство и недвижимость», в настоящее время существует достаточно большое количество технологий по переработке стекла. Все они отличаются друг от друга по различным параметрам, но имеют одно общее свойство - в долевого отношении приблизительно одна четверть от объема стекла, подлежащего утилизации, преобразуется в новые изделия. Три четверти от объема при переработке отбрасываются.

Отходы дерева и изделий из него. Дерево и изделия из него, проходя через дробилки (череду дробилок), измельчается до мелкой однородной массы и складываются на открытом подготовленном пространстве где хранятся в

течение от трёх месяцев до одного года вплоть до получения высококлассного удобрения (компоста), идущего на нужды городского хозяйства.

Отходы полимерной продукции. Отходы полимерной продукции потребляются в качестве связующего для изготовления термопластбетонной черепицы. Данная черепица, составляющими которой являются песок, краситель, отходы полимерной продукции, является прочным, экологически чистым, стойким к различным климатическим условиям материалом. Имеет малый вес, долговечность, широкую цветовую гамму и великолепный внешний вид.

Переработка пластика сложный и дорогой процесс, Из некоторых видов пластика (РЕТ – бутылки для прохладительных напитков) можно получить высококачественный пластик тех же свойств. Другие (ПВХ) после переработки используются только как строительные материалы.

Основные трудности вторичного использования полимерных материалов обусловлены двумя факторами: загрязнением и несоответствием свойств вторичного полимера свойствам исходного сырья (гранул для переработки из расплава). Оценка стоимости переработки вторичной полимерной тары в те же изделия показывает, что этот процесс невыгоден – предматериал требуемой чистоты получается дороже исходного и потому неконкурентоспособен.

Анализ применения вторичной пластмассы ориентирует ее рынок прежде всего на неполимерные области, например на производство древесно-полимерных плит, бетона и т.п. Для этих целей не требуется столь высокой степени очистки и сортировки вторичных полимеров. Однако и в этом случае процессы их сбора, подготовки и переработки должны осуществляться под строгим контролем.

Особое место среди полимерных отходов занимают бутылки для напитков из полиэтилентерефталата (ПЭТ). Пищевой ПЭТ поступает из-за границы. Поэтому проблема вторичного использования бутылок стоит крайне остро. Регенерированный ПЭТ может быть использован для изготовления полиэфирного штапельного волокна-наполнителя утепленных изделий (курток, пальто и т.п.), для ковровых изделий, контейнеров, лотков и поддонов для непищевых продуктов, бамперов, решеток и дверных панелей автомобилей и т.п.[49, 52].

В настоящее время в городе Павлодаре запущена линия по переработке ПЭТ бутылок в гранулят.

Процесс производства на рисунке 9 представляет собой использование оборудования по переработке ПЭТ бутылок и содержит следующие стадии: ручная сортировка, дробление, динамическая центрифуга, горячая мойка, холодная мойка, промывка - ополаскивание, удаление воды - динамическая центрифуга, сушка и грануляция. В результате непрерывного производственного процесса получают готовые к использованию гранулы ПЭТ.

Качество, а соответственно и стоимость конечного продукта во многом зависит от качества и чистоты исходного сырья (ПЭТ бутылок). Таким образом,

оптимальная переработка по критериям производительности, качества, чистоты и, следовательно, рентабельности является результатом организации системы сбора, эффективной предварительной подготовки и сортировки сырья.

Бутылки собираются уже в отсортированном виде, не смешанные с другими пластиками и загрязняющими объектами. ПЭТ бутылки поступают на переработку в виде собранных бутылок в загрузочный бункер. Далее по загрузочному ленточному конвейеру бутылки попадают в моющую дробилку. В дробилке бутылки измельчаются до крошки, отделяются этикетки и бумага.

Далее крошка попадет в бункер из нержавеющей стали, в котором происходит отделение измельченных крышек из ПЭ и ПП и этикеток из ПЭ ВД. Крошка подается с помощью винтового питателя под уровень воды. Предусмотрено специальное устройство для перемешивания поступающей крошки с целью обеспечения лучшего разделения крошки по плотности.

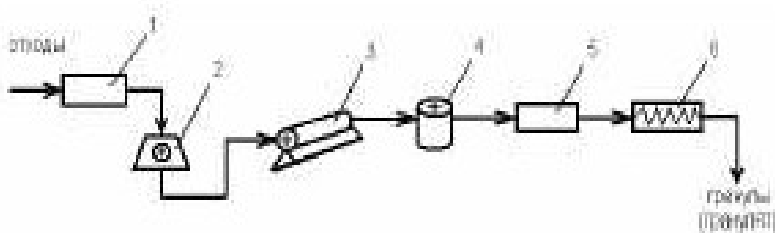
Осаждающаяся на дно бункера крошка подается с потоком воды, создаваемым специальным насосом, в шнековый транспортер, где происходит удаление воды, и крошка поступает в следующий агрегат горячей мойки.

Затем следует двухстадийная сушильная камера, предназначенная для окончательной очистки от остаточной грязи.

Крошка поступает в камеру через циклон с двойным выходным отверстием (из двух измельчителей), тяжелые крошки ПЭТ падают на дно бункера, легкие этикетки уносятся потоком воздуха через отдельный циклон в фильтрационные мешки.

Готовая ПЭТФ крошка при помощи одночервячного дозатора подается в экструдер оснащенный гидравлическим автоматом смены фильтров.

После охлаждения в ванной, выполненной из нержавеющей стали, стренги поступают в режущий гранулятор. Нарезанная гранула при помощи пневмотранспортера подается в бункер накопитель готовой гранул [47, 51].



1 – узел сортировки отходов; 2 – дробилка; 3 – моечная машина;
4 – сушильная камера; 5 – циклон; 6 - экструдер

Рисунок 9. Схема вторичной переработки ПЭТ в гранулят

Однако, не смотря на единичные примеры, развитый рынок вторичных материалов в Казахстане, как и в других странах СНГ, в настоящее время отсутствует. Вместе с тем, анализ деятельности фирм, работающих на рынке вторичных материалов, позволяет сделать следующие выводы:

Во-первых, цены вторичных материалов на рынке определяются

степенью их подготовки к переработке в изделия. Можно рассмотреть уровень цен на вторичные материалы на примере наиболее распространенного продукта на рынке Казахстана - пленки полиэтилена низкой плотности. Цена чистой измельченной подготовленной к переработке полиэтиленовой пленки составляет от 8 до 13 % стоимости первичного полимера. Цена агломерата полиэтиленовой пленки составляет от 20 до 30 % стоимости первичного полимера. Цена гранулята полиэтиленовой пленки составляет от 45 до 60 % стоимости первичного полимера.

Во-вторых, цена большинства гранулированных вторичных полимеров, усредненных по составу, составляет от 45 до 70 % цены первичных полимеров.

В-третьих, цена вторичных полимеров сильно зависит от их цвета, т.е. от предварительной сортировки полимерных отходов по цветам. Разница в цене вторичных полимеров чистых цветов и смешанных по цветам может достигать 10 – 20 %.

В-четвертых, цены на изделия, полученные из первичных и вторичных полимеров, как правило, практически одинаковы, что делает использование вторичных полимеров в производстве исключительно выгодным.

Лом железобетонных конструкций и кирпича. Данный вид отходов может применяться, после дробления, в зависимости от диаметра фракций:

- на засыпку оснований дорожного покрытия, превосходя по качеству традиционно используемые материалы – при достаточно крупном диаметре фракций (щебень).

- на изготовление (существующими методами) бордюрного камня, тротуарных плит, а также конструкций блоков мостовой – при вторичном измельчении щебня до более мелкой фракции (песок и мельче). Данное сырье может также использоваться как частичный или полный заменитель песка при изготовлении термопластбетонной черепицы.

Макулатура. Рост доли макулатуры в ТБО не привел к увеличению использования ее в промышленном секторе экономики. Объем макулатуры в производстве продукции за пять последних лет упал в 16,5 раза, однако уровень использования макулатуры по отношению к объемам ее образования снизился в целом с 22,6 до 3,3 %.

Снижение доли использованной макулатуры вызывает необходимость включить в оборот целлюлозно-бумажного комплекса свыше 10 млн. куб. м древесины. В настоящее время потребность макулатуры в таких отраслях, как строительная, упаковочная, тепло- и электроизоляционная, составляет шесть - восемь млн. т. Несмотря на рост производства синтетических полимеров и изделий из них, природные полимеры, и в первую очередь целлюлоза, еще продолжительное время будут иметь преобладание в общем объеме производства полимерных материалов технического и бытового назначения.

В настоящее время в Казахстане годовое производство только двух видов продукции – бумаги и волокна на основе целлюлозного сырья – в пять - шесть раз превышает объем выпуска синтетических полимерных материалов. то соотношение увеличивается еще больше при учете использования целлюлозных

материалов в строительстве.

Следовательно, количество макулатуры в отходах будет увеличиваться, что подтверждают данные исследований за последние десять лет. Поскольку целлюлозный материал универсален, он широко применяется для изготовления полиграфической продукции, упаковки, тепло- и электроизоляции и т.п. Однако необходимо учитывать, что на характеристики отходов целлюлозного материала оказывают влияние фактор времени, соли тяжелых металлов, влага, загрязненность гидрофобизирующими пропитками и ряд других факторов.

Автопокрышки, резинотехнические изделия. Наиболее проблематичными компонентами отходов с точки зрения их реализации в качестве вторичного сырья являются резинотехнические изделия.

Учитывая увеличивающееся с каждым годом число владельцев личного автотранспорта в Павлодаре, можно ожидать рост в регионе такого вида отходов как автопокрышки. Утилизация непрерывно накапливаемых автомобильных, сельскохозяйственных и других видов шин – острая экологическая проблема в большинстве стран. Эти изделия не подвергаются естественному разложению, при сжигании они выделяют ядовитые сернистые соединения, складирование их создает дополнительные трудности:

- большие территории используются под свалки;
- на свалках возникают гнездовые места для грызунов и вредных насекомых – возбудителей и переносчиков опасных заболеваний;
- свалки старых шин являются пожароопасными областями;
- невозможность использования ценного материала, содержащегося в изношенных шинах, для производства новых товаров;

Переработка покрышек использует самые различные технологические процессы – сжигание, термический и каталитический крекинг и пиролиз, регенерацию и разложение резины под воздействием кислорода, водорода и других химических реагентов, деполяризацию, измельчение и другие.

Отличительной особенностью этих технологических процессов переработки является то, что они происходят при высокой температуре, требуют значительных энергозатрат, что приводит к существенному удорожанию получаемых продуктов и создает неблагоприятный экологический фон.

Криогенная технология измельчения покрышек основывается на одновременном использовании физических явлений, способствующих более эффективному протеканию процесса – ослабление связей между металлическим кордом и резиной за счет различия их коэффициентов термического расширения, что приводит к растрескиванию и частичному отделению резины от металла.

К достоинствам криогенной технологии переработки отходов относятся:

- высокая степень разделения отходов на компоненты;
- снижение энергозатрат на дробление;
- возможность получения высококачественных материалов;
- улучшение условий пожаробезопасности;

-улучшение условий труда и др.

Экологически чистая технологическая линия переработки изношенных шин с применением низкотемпературного охлаждения обеспечивает получение высококачественной резиновой крошки. Результаты испытаний показали, что дробление при низких температурах значительно уменьшает энергозатраты на дробление, улучшает отделение металла и текстиля от резины, повышает выход резиновой крошки.

Другой тип оборудования предлагает, например, Южно-Уральская промышленная компания. В комплекс по переработке изношенных автопокрышек и пластмасс входит: установка-реактор и ножницы для измельчения автопокрышек. Данная установка-реактор способна переработать исходного сырья (изношенные автопокрышки) - 5 тонн/сутки.

Производительность установки (в сутки) составляет:

- | | |
|------------------------------------|--------------------|
| - жидкое топливо | - 2,0 тонн/сутки; |
| -углеродсодержащий твердый остаток | - 1,5 тонн/сутки; |
| - металлокорд | - 0,5 тонны/сутки; |
| - газ | - 1,0 тонны/сутки. |

Стоимость комплекта оборудования - 980 000 рублей.

Зола. Учитывая значительный объем золы, образующийся в Павлодаре, нами проанализированы основные направления переработки данного вида отходов. Зола, в первую очередь, может использоваться в качестве наполнителя при производстве шлакоблоков.

Для значительного увеличения объемов переработки и использования вторичного сырья совершенно необходимо проведение комплекса организационных мероприятий, которые позволили бы создать эффективно действующий рынок отходов, вторичного сырья и изделий из вторичного сырья. При этом в настоящее время нет необходимости в приобретении специализированного оборудования и комплексных линий для переработки вторичного сырья в изделия и комплексных линий по переработке большей части отходов во вторичные материалы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основная цель исследования заключается в улучшении состояния окружающей среды в Павлодаре на основании разработки оптимальной системы управления процессами образования, сбора, хранения и ликвидации твердых бытовых отходов.

Реализация исследования должна решить следующие задачи:

- сокращение отходов у источников их образования;
- сортировку ТБО и максимальную переработку утильных компонентов;
- решение проблем по захоронению неиспользуемой части отходов позволяющее максимально исключить воздействие на окружающую среду.

Для решения поставленных выше задач необходимо выполнение следующих мероприятий:

а) усовершенствование нормативно-правовой базы в частности:

- 1) внесении дополнений и изменений в законодательство РК касательно твердых бытовых отходов;
- 2) совершенствование нормативно-правовой базы на местном уровне;

б) организация мест складирования твердых бытовых отходов:

- 1) проектирование и строительство новых полигонов ТБО в городах и районах области;
- 2) проведение инвентаризации, реабилитация или рекультивация существующих свалок;

в) внедрение новых технологий сортировки и переработке ТБО:

- 1) мусоросортировочные комплексы;
- 2) заводы и мини-установки по переработке утильных компонентов;
- 3) формирование рынка вторичного сырья;

г) проведение информационной и обучающей компании:

- 1) разработка и реализация специальных программ обращения с ТБО среди населения;
- 2) проведение информационной компании в СМИ.

В рамках комплексного управления отходами в Павлодаре подходы к решению проблемы ТБО выбирались в зависимости от местных условий, ресурсов и морфологического состава ТБО. Так, при разработке данных рекомендаций учитывались административные, географические, социологические, экономические, культурные и другие особенности территории.

В основу исследования положены принципы системности, научно-обоснованного сочетания экологических, санитарных и экономических интересов города Павлодара, комплексности и взаимной увязки отдельных мероприятий с мероприятиями других программ, приоритетности благополучия населения.

Изучение и анализ всех перечисленных условий формирует мероприятия

для города, имеющего свою специфику состава ТБО и наиболее развитую инфраструктуру сбора, транспортировки их, а также отработанные схемы складирования и хранения.

Исходя из территориальных и климатических особенностей, расположения относительно дорог общего пользования, объемов производимых отходов в городе Павлодаре целесообразно строительство заводов по сортировке и утилизации твердых бытовых отходов с одновременным развитием производств по переработке вторичного сырья.

Предложенная схема позволит достаточно полно извлекать утилизируемую часть ТБО, а оставшуюся часть захоранивать с минимальным риском для объектов окружающей среды и здоровья населения.

В заключении следует подчеркнуть, что никакая, даже самая совершенная схема управления ТБО не будет работать, если помимо соответствующего финансирования и адекватных административных мер, не произойдет перелом в сознании людей, не будет сформировано новое отношение жителей города к проблеме твердых бытовых отходов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 30772-2001. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения. // Информационно-справочная система «Юрист».
2. Шубов Л.Я., Ставровский М.Е., Шехирев Д.В. Технологии отходов (Технологические процессы в сервисе): Учебник:– М.: ГОУВПО «МГУС», 2006. – 489 с.
3. Приказ №169-п от 31 мая 2007 года «Об утверждении Классификатора отходов» // Юридическая газета. 15 августа 2007, № 24. с.4-6.
4. Гринин А.С., Новиков В.Н. Промышленные и бытовые отходы: Хранение, утилизация, переработка. – М.: ФАИР-ПРЕСС, 2002. – 336 с.
5. Базельская конвенция о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением (Базель, 22 марта 1989 г.) // Информационно-справочная система «Юрист».
6. Варфоломеев Ю.М., Орлов В.А. Санитарно-техническое оборудование зданий / Под общ. редакцией профессора Ю.М. Варфоломеева. – М.: ИНФРА-М, 2007. - 249 с.
7. Санитарно-эпидемиологические правила и нормы «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территории населенных мест» Утверждены приказом и.о. Министра здравоохранения Республики Казахстан от 24 марта 2005 года № 137.) // Информационно-справочная система «Юрист».
8. Жаппарова Ж.М. Правовые аспекты системы управления фильтрационными водами полигонов твердых бытовых отходов // Промышленность Казахстана. №6 (51) – 1 (52) 2008/2009. с. 50-51.
9. Жаппарова Ж.М. Сбор фильтрационных вод полигонов захоронения твердых бытовых отходов // Вестник Национальной инженерной академии Республики Казахстан №1 2009. с 132 – 136.
10. СН РК 1.04-15-2002 Полигоны для твердых бытовых отходов // Информационно-справочная система «Юрист»
11. Экологический кодекс Республики Казахстан. – Алматы: ЮРИСТ, 2007. – 172 с.
12. Виллевалд Р.С., Беньямовский Д.Н. Проектирование и эксплуатация мусоросжигательных заводов. – М.: Стройиздат, 1982. – 52 с.
13. Биомасса как источник энергии: Пер. с англ. / Под ред. С. Соуфера, О. Заборски. – М.: Мир, 1985. – 368 с.
14. Гасанова Л.Г., Тепляков В.В. Топливные газы из органических отходов // Экономика. Техника. Экология. №1 2007. с. 30 – 37.
15. Нажметдинова Г.Т., Сажина Е.А. К проблеме нормирования утилизации и безопасного захоронения промышленных отходов // Экология и промышленность. №3/11. 2006. С.36-38.
16. Кушербаева А.Е. Расчёт выбросов метана на Карасайском полигоне ТБО в г.Алматы с учётом будущих периодов // Экология и промышленность Казахстана. №2//11, 2006. С.50-52.

17. Мусабекова А.А. Проблемы реализации требований Экологического кодекса по вопросам отходов // Экология и промышленность Казахстана. №2 (14), 2007. С.41-43.
18. Мусабекова А.А. Формирование системы управления отходами производства и потребления для устойчивого развития // Экология и промышленность Казахстана. №3 (15), 2007. С. 52-55.
19. Молдагалиева Т. Комплексный объект утилизации отходов «ТШО» - уникальный проект // Экология и промышленность Казахстана. №4(12), 2006. С. 10-11.
20. Семенов В.Н., Рынейский В.А. Современный комплекс для переработки промышленных и бытовых отходов // Технология машиностроения. №1, 2005. С. 78-81.
21. Дуденков С.В. Экономика, организация и планирование заготовки и переработки вторичного сырья: Учебное пособие. – М.: Экономика, 1990. – 240 с.
22. Власов С.В., Марков А.В., Кулезнев В.Н., Кандырин Л.Б. Основы технологии переработки пластмасс: Учебник для вузов / Под ред. В.Н. Кулезнева, В.К. Гусева. – М.: Мир, 2006. – 600 с.
23. Голицын А.Н. Основы промышленной экологии: Учебник. – М.: Академия, 2002. – 240 с.
24. Бобович Б.Б., Девяткин В.В. Переработка отходов производства и потребления: Справ. издание. – М.: Интермет инжиниринг, 2000. - 496 с.
25. Сато С., Кумамото Х. Реинжиниринг окружающей среды / Пер. с англ. Е.Д. Соложенцева; Под ред. Б.В. Ивченко. – СПб.: Бизнес-план, 2002. – 240 с.
26. Мягков М.И., Ольшанецкий В.А., Алексеев Г.М. Твердые бытовые отходы города. – Л.: Стройиздат, 1978. – 168 с.
27. Утилизация твердых отходов: В 2-х т. / Под ред. Д.Вилсона; Пер. с англ. Э.Г. Тетерина, А.С. Скотникова; Под ред. А.П. Цыганова. – М.: Стройиздат, 1982. – 348 с.
28. Симонов В.А., Заверовская Н.А., Нехорошева Е.В. Анализ воздушной среды при переработке полимерных материалов. – Л.: Химия, 2002. – 224 с.
29. Мирный А.Н., Абрамов Н.Ф., Беньямовский Д.Н., Букреев Е.М. Никогосов Х.Н. Санитарная очистка и уборка населенных мест: Справочник. – М.: Стройиздат, 1985. – 246 с.
30. База данных альтернативных сжиганию технологий обращения с отходами: CD. – М.: Дизайн, 2007.
31. Бартоломей А.А. Основы проектирования и строительства хранилищ отходов. – М.: АСВ, 2004. – 144с.
32. Дарулис П.В. Отходы областного города. Сбор и утилизация. – Смоленск: Смядынь, 2000. - 520 с.
33. Инженерная защита окружающей среды: Очистка вод. Утилизация отходов / Под ред. Ю.А. Бирмана, Н.Г. Вурдовой. – М.: Изд-во АСВ, 2002. – 296 с.
34. www.solidwaste.ru

35. <http://ekoman.narod.ru/othod.html>
36. Ресурсосберегающие технологии переработки твердых отходов жилищно-коммунального хозяйства, обеспечивающие безопасность жизнедеятельности / В.С. Артамонов и др. – СПб., 2008. – 192 с.
37. www.ecoguild.ru
38. Шубов Л.Я., Ройзман В.Я., Дуденков С.В. Обогащение твердых бытовых отходов. – М.: Недра, 1987. – 238 с.
39. www.parlam.kz
40. Реестр экологических проблем Республики Казахстан. Утвержден приказом Министра охраны окружающей среды Республики Казахстан Н. Исакова от 4 февраля 2008 года № 15-е. // Информационно-справочная система «Юрист».
41. Сметанин В.И. Защита окружающей среды от отходов производства и потребления. – М.: КолосС, 2003. – 230 с.
42. Тимонин А.С. Инженерно-экологический справочник. Т.3. – Калуга: Издательство Н.Бочкаревой, 2003. – 1024 с.
43. Матросов А.С. Управление отходами. – М.: Гардарики, 1999. – 480 с.
44. Родионов А.И., Клушин В.Н., Систер В.Г. Технологические процессы экологической безопасности. Учеб. для вузов по спец. «Охрана окружающей среды». – 3-е изд. – Калуга, 2000. – 799 с.
45. Лотош В.Е. Экология природопользования. – Екатеринбург: Полиграфист, 2001. – 540 с.
46. Лотош В.Е. Переработка отходов природопользования. – Екатеринбург: Изд.-во УРГУПС, 2002. – 463 с.
47. Пальгунов П.П., Сумароков М.В. Утилизация промышленных отходов. – М.: Стройиздат, 1990. – 352 с.
48. Научно-прикладные исследования в области охраны окружающей среды. Сборник научных трудов Министерства охраны окружающей среды Республики Казахстан. – Алматы: Издательство ЦОЗиЭП, 2006. – 280с.
49. Сборник статей по опыту управления муниципальными отходами [сост. Составители: Т. Филкова, Т. Рогожин, О. Элеманов, М. Ильязов]. – Бишкек, 2006. 248 с.
50. Дрейер А.А., Сачков А.Н., Никольский К.С., Маринин Ю.И., Миронов А.В. Твёрдые промышленные и бытовые отходы, их свойства и переработка. – М., 1997. - 97 с.
51. Лобачева Г.К., Желтобрюхов В.Ф., Прокопов И.И., Фоменко А.П. Состояние вопроса об отходах и современных способах их переработки: Учеб. пособие. – Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2005. – 176 с.
52. Клинков А.С., Беяев П.С., Соколов М.В. Утилизация и вторичная переработка полимерных материалов: Учеб. пособие. - Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2005. – 80 с.
53. Перечни отходов для размещения на полигонах различных классов. Утверждены приказом Министра охраны окружающей среды Республики Казахстан от 2 августа 2007 года № 244-п. // Информационно-справочная

система «Юрист».

54. Европейская практика обращения с отходами: проблемы, решения, перспективы. – СПб., 2005. – 77с.

55. Концепция экологической безопасности Республики Казахстан на 2004-2015 годы. Одобрена Указом Президента Республики Казахстан от 3 декабря 2003 года № 1241. // Информационно-справочная система «Юрист».

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Номенклатура отходов

№ п/п	Группа	Под- групп а	Пози- ция	Наименование отхода
1	2	3	4	5
79 5	20	0	0	Отходы домашнего хозяйства и связанные с торговлей
79 6	20	1	0	Твёрдые бытовые отходы
79 7	20	1	1	Бумага и картон, отдельно накопленные обрывками
79 8	20	1	2	Стекло, отдельно накопленные осколки
79 9	20	1	3	Пластмасса, отдельные кусочки
80 0	20	1	4	Небольшие металлические отходы, балки, отдельные кусочки, обломки
80 1	20	1	5	Уплотняемые (компостируемые) отходы, отдельно накопленные частицы
80 2	20	1	6	Тряпье
80 3	20	1	7	Смешанные обыкновенные бытовые отходы
80 4	20	2	0	Садовые отходы
80 5	20	2	1	Компостные отходы
80 6	20	2	2	Почва и камни (незагрязненные)
80	20	3	0	Объёмные отходы и бытовое схожее оборудование

7				
80 8	20	3	1	Холодильники (содержащие фреоны), отдельные комплектующие детали
80 9	20	3	2	Печатные машинки
81 0	20	3	3	Электронные оборудование, отдельные комплектующие детали
811	20	3	4	Медь, бронза, латунь (объёмные), отдельно накопленные куски, части
81 2	20	3	5	Алюминий (объёмный), отдельно накопленные куски, части
81 3	20	3	6	Свинец (объёмный), отдельно накопленные куски, части
81 4	20	3	7	Цинк (объёмный), отдельно накопленные куски, части
81 5	20	3	8	Железо и сталь (объёмные, отдельно накопленные куски, части)
81 6	20	3	9	Смешанные металлы (объёмные, отдельно накопленные куски, части)
81 7	20	3	10	Поливинилхлорид (объёмный), отдельно накопленные куски, части
81 8	20	3	11	Полиэтилен и полипропилен (объёмный), отдельно накопленные куски части
81 9	20	3	12	Полиэфир (объёмный), отдельно накопленные куски, части
82 0	20	3	13	Полистирол (объёмный), отдельно накопленные куски, части

Продолжение Приложения А

1	2	3	4	5
82 1	20	3	14	Каучук, (объёмный), отдельно накопленные куски, части
82 2	20	3	15	Другие смешанные пластмассы и каучуки (объёмный), отдельно накопленные куски, части
82 3	20	3	16	Текстиль (объёмный), отдельно накопленные куски, части

82 4	20	3	17	Лес, отдельно накопленные куски, части
82 5	20	3	18	Флуоресцентные и другие ртутьсодержащие отходы
82 6	20	3	19	Отходы сноса зданий, не загрязнённые асбестом
82 7	20	3	20	Смешанные объёмные отходы
82 8	20	4	0	Списанные сухопутные транспортные средства, их остатки
82 9	20	4	1	Сухопутные транспортные средства
83 0	20	4	2	Использованные шины
83 1	20	4	3	Частичные остатки сухопутных транспортных средств
83 2	20	5	0	Батареи
83 3	20	5	1	Отходы перезарядки свинцовых батарей
83 4	20	5	2	Отходы кислотных батарей
83 5	20	5	3	Батареи на Ni-Cd сухих элементах
83 6	20	5	4	Батареи на сухих ртутных элементах
83 7	20	5	5	Другие батареи на сухих элементах
83 8	20	6	0	Опасные отходы домашнего хозяйства и мелкой торговли, коммерции, производства, промышленности, отдельно собранные и не определяемые иначе
83 9	20	6	1	Краски, чернила, клеи, смолы, отдельные части
84 0	20	6	2	Масло и жир, отдельные части

84 1	20	6	3	Растворители, отдельные части
84 2	20	6	4	Кислоты, отдельные части
84 3	20	6	5	Щелочные отходы, отдельные компоненты
84 4	20	6	6	Моющие средства, отдельные компоненты
84 5	20	6	7	Фотохимикаты, отдельные компоненты
84 6	20	6	8	Медикаменты, отдельные компоненты
84 7	20	6	9	Пестициды, отдельные компоненты
84 8	20	6	10	Отходы сноса зданий, загрязнённых асбестом
84 9	20	6	11	Смешанные опасные отходы
85 0	20	7	0	Другие бытовые отходы

Окончание ПРИЛОЖЕНИЯ А

1	2	3	4	5
85 1	20	7	1	Отходы парков (включая отходы кладбищ)
85 2	20	7	2	Отходы от очистки улиц
85 3	20	7	3	Шламы из отстойников
85 4	20	7	4	Канализационные шламы
55	20	7	99	Другие отходы группы, не определенные иначе

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Классификация и номенклатура наиболее распространенных многотоннажных твёрдых отходов

Неорганические		Органические	Смешанные	Радиоактивные		
металлосодержащие	неметаллические			низкоактивные	среднеактивные	высокоактивные
отходы добычи металлоруд; хвосты обогащения металлоруд ; шлаки металлургические; klinker металлургический; кеки металлургические; металлолом; отработанные катализаторы; отработанные электролампы; золы; пиритные огарки.	отходы добычи неметаллических полезных ископаемых; хвосты обогащения неметаллических полезных ископаемых; шлаки топливные; золы; химические отходы; стеклобой и керамика; лом огнеупорный; земли формовочные; строительные отходы; асфальтобетон.	Бумажные отходы и макулатура; Древесные отходы; Кожевные отходы; Пластмассовые отходы; Резиноотходы (без металлокорда); Текстильные отходы; биомасса; Отработанные сорбенты	Хвосты углеобогащения; Бытовые отходы; Автолом; Электронный лом; Электрокабельный лом; Аккумуляторный лом; Отработанные сухие гальваноэлементы (батарейки); Резиноотходы с металлокордом; Отходы от носителей магнитной записи; Отходы кинофотоплёнки; Отходы лакокрасочных материалов.	Отходы научно- исследовательских и медицинских учреждений; Отработанные ионообменные смолы; Отходы АЭС.	Отходы добычи радиоактивных руд; Хвосты обогащения радиоактивных руд; Отработанные контейнеры для хранения и транспортировки радиоактивных материалов; Отработанные ТВЭЛы	Отработанное ядерное топливо; Отходы производства ядерного топлива.

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Классификация методов термической переработки ТБО

№ п/п	Группа (температура процесса)	Подгруппа (принципиальный характер процесса)	Вид (применяемая технология)
1	Термические процессы при температурах ниже температуры плавления шлака	1. Слоеое сжигание с принудительным перемешиванием и перемещением материала	а) на переталкивающих решётках; б) на валковых решетках; в) во вращающихся барабанных печах.
		2. Сжигание в кипящем слое	а) в стационарном кипящем слое; б) в вихревом кипящем слое; в) в циркулирующем кипящем слое.
		3. Сжигание – газификации в плотном слое кускового материала без принудительного перемешивания и перемещения материала	а) паро-воздушная газификация (процесс Института проблем химической физики РАН в Черногловке)
2	Термические процессы при температурах выше температуры шлака	1. Сжигание в слое шлакового расплава	а) с использованием обогащенного кислородом дутья (процесс Ванюкова); б) с использованием в качестве дутья природного газа (фьюминг-процесс); в) с использованием электрошлакового расплава.
		2. Сжигание в плотном слое кускового материала и шлаковом расплаве без принудительного перемешивания и перемещения	а) доменный процесс (с использованием подогретого до 1000°С воздуха).
		3. Комбинированные процессы	а) пиролиз –сжигание пирогаза и отсепарированного углеродистого остатка с использованием необогащенного дутья (процесс “Siemens”); б) пиролиз – газификация (получение синтез-газа при совместной термообработке пирогаза, отсепарированного от металлов углеродистого остатка и минеральных компонентов) с использованием обогащенного

			кислородом дутья; в) пиролиз – газификация (получение синтез-газа при совместной термообработке пирогаза, углеродистого остатка и минеральной фракции) с использованием обогащенного кислородом дутья
--	--	--	--

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Сравнительная оценка технологий термической переработки ТБО

№	Критерии оценки	Макс. возм. сумма баллов	Термические технологии					
			слоевое сжигание	кипящий слой	шлаковый расплав	Электрошлаковый расплав	Пиролиз +сжигание (“Siemens”)	газификация
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Общие критерии, в том числе	265	235	150	-125	-90	35	80
	- уровень развития технологии	50	50	40	-50	-50	0	0
	- гарант, срок эксплуатации	30	30	30	0	0	30	30
	- относительная суммарная стоимость оборудования	30	0	0	-30	-30	-30	15
	- необходимость подготовки ТБО	30	30	-15	30	30	-30	-30
	- необходимость дополнительного топлива (при теплотв. Способности ТБО 6250 кДж/кг)	20	20	20	20	20	20	20
	- необходимость дополнительных компонентов (флюсов, теплоносителей)	25	25	-5	-25	-25	-10	-10
	- пусковой период	20	20	20	-20	-20	20	20
	- ремонтпригодность	25	25	25	-25	-25	0	0
	- взрыво-, пожаробезопасность	25	25	25	-25	0	25	25
	- диапазон рабочих нагрузок	10	10	10	0	10	10	10
2	Производство энергии и материалов, в том числе:	115	75	75	35	20	105	85
	- производство тепловой энергии	20	20	20	20	20	20	20
	- соответствие ГОСТ «Котлы паровые	10	10	10	10	10	10	10

	стационарные для сжигания ТБО»							
	- производство электрической энергии	15	15	15	15	0	15	15
	- разность между производимой и потребляемой энергией	30	30	30	-30	-30	30	30

Окончание Приложения Г

	- дополнительное производство энергоносителей в производственном цикле	20	0	0	0	0	10	10
	- получение товарной продукции	20	0	0	20	20	20	0
3	Экологические критерии, в том числе:-	185	20	45	140	127,5	105	115
	- наличие отдельных систем сбора и удаления шлака и золы	15	-15	-15	15	15	15	15
	- возможность утилизации шлака	15	15	15	15	15	15	15
	- возможность обезвреживания золы	20	-20	-20	20	20	20	20
	- удельный объем дымовых газов	25	0	10	25	12,5	15	20
	- возможность подавления вредных примесей	90	20	35	45	45	20	25
	- утечка запаха	20	20	20	20	20	20	20
4	Прочие критерии, в том числе:	35	10	10	5	5	10	20
	- дополнительные требования к персоналу	15	0	0	-15	-15	0	0
	- возможность изготовления оборудования в Казахстане	20	10	10	20	20	10	20
	Итого	600	340	280	55	62,5	255	300

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Экономическая эффективность различных технологий переработки ТБО

Показатели	Технологии					
	1	2	3	4	5	6
	Сжигание	Компостирование	Сортировка + сжигание	Сортировка + компостирование	Комплексная переработка	Сортировка + компактирование
Удельные капитальные вложения (на 1 т ТБО), дол./т	280	90	330	100	240	44
Удельные эксплуатационные затраты (на 1 т ТБО), дол ./т	9,6	10	12,8	8,7	13,5	3,5
Неутилизируемая фракция (подлежит захоронению),%	30	30	15	55	8	60
Удельные затраты на захоронение неутилизируемой фракции, дол./т **	9	9	4,5	16,5	2,4	18
Норма амортизационных отчислений,% ***	10	10	10	10	10	10
Приведенные капитальные затраты, дол./т	28	9	33	10	24	4,4
Общие удельные затраты, дол./т	46,6	28	50,3	35,2	39,9	25,9
Суммарная реализация продукции из 1 т ТБО, дол ./т	23,7	9,2	33,9	18,7	30,2	34
Экономическая эффективность технологий, дол./т	-22,9	-18,8	-16,4	-16,5	-9,7	8,1

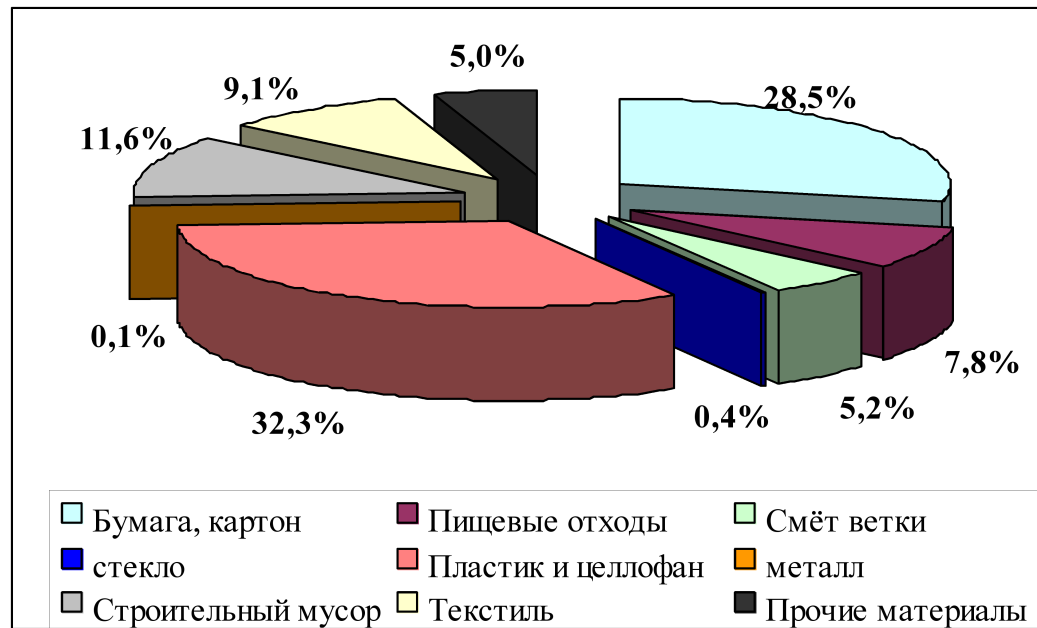
* Технология «сортировка+компактирование» рассчитана на вовлечение в переработку только отходов нежилого сектора города.

** Удельные затраты на захоронение ТБО приняты 30 дол/т.

*** Норма амортизационных отчислений условно принята 10% (для всех технологий).

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Фракционный состав ТБО из благоустроенного сектора (в % по объему)



ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Фракционный состав ТБО из неблагоустроенного сектора (в % по объему)

