

# КОНЦЕПЦИЯ ЭКОЛОГИЗАЦИИ И ЭНЕРГОРЕСУРСО- СБЕРЕЖЕНИЯ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ОТХОДАМИ МЕГАПОЛИСА

**В. Н. Бабаев**

Первый заместитель главы Харьковской областной государственной администрации  
Доктор наук государственного управления, профессор  
Харьковская национальная академия городского хозяйства  
г. Харьков, Украина  
Контактный тел.: (057) 700-22-71

**Н. П. Горюх**

Начальник отдела науки и инноваций  
Производственно-технического департамента КП КХ  
«Харьковкоммуночиствод»  
Доцент  
Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет  
г. Харьков, Украина  
Контактный тел.: (057) 707-57-95

**И. В. Коринько**

Генеральный директор КП КХ  
«Харьковкоммуночиствод»  
Доктор технических наук, профессор  
Харьковская национальная академия городского хозяйства  
г. Харьков, Украина  
Контактный тел.: (057) 706-35-65  
E-mail: office.hkov@city.kharkov.ua

*Розглядаються основні напрямки стратегії і тактики комплексного вирішення сучасної методології енергоресурсозбереження, взаємопов'язаної з методологією екологізації в системі управління відходами мегаполісу. Обґрунтовані пріоритетні напрямки оптимізації стратегії і реалізації програми ресурсозбереження у сфері поводження з відходами мегаполісу*

*Ключові слова: екологізація, енергозбереження, ресурсозбереження, споживання відходів, системний підхід, критерій, оптимізація, сталий розвиток*

*Рассматриваются основные направления стратегии и тактики комплексного решения современной методологии энергоресурсосбережения, взаимосвязанной с методологией экологизации в системе управления отходами мегаполиса. Обоснованы приоритетные направления оптимизации стратегии и реализации программы ресурсосбережения в сфере обращения с отходами мегаполиса*

*Ключевые слова: экологизация, энергосбережение, ресурсосбережение, отходы потребления, системный подход, критерий, оптимизация, устойчивое развитие*

*The basic directions of strategy and tactics of the complex decision of modern methodology energy-resources-saving, interconnected with ecologization methodology in a control system of megacity waste are considered. Priority directions of strategy optimization and realization of the resources-saving program in sphere of the megacity waste treatment are proved*

*Keywords: ecologization, energy-saving, resources-saving, consumption residue, system approach, criterion, optimization, steady development*

## 1. Актуальность проблемы и анализ ситуации

Проблема твердых бытовых отходов (ТБО) является весьма актуальной, поскольку ее решение связано с необходимостью обеспечения нормальной жизнедеятельности населения, санитарной очистки городов, охраны окружающей среды и ресурсосбережения.

Существующие противоречия между прогрессирующим накоплением ресурсно-сырьевых компонентов в составе муниципальных отходов и недостаточности эколого-экономических и технологических решений, направленных на предотвращение или минимизацию их образования, анализ научно-технической информации, а также современные требования к бытовым отхо-

дам как потенциальным сырьевым источникам ископаемых регионов определяются концепцией на основании принятого компромиссного критерия, при котором необходимо решить как минимум четыре задачи:

- экологическую;
- технологическую;
- техническую;
- экономическую.

Проблема муниципальных отходов характерна для каждого города, но особенно острой она является для такого крупного мегаполиса как Харьковский регион, где ежедневно образуется и вывозится на полигоны 1,8-2,0 млн. м<sup>3</sup>/год бытовых отходов.

Точную цифру накопления отходов в Украине назвать трудно. Сегодня, по экспертным оценкам, ежегодно образуется свыше 10 млн. тонн бытовых отходов, занимающих площадь свыше 160 тыс. га земли, что составляет более 0,3% всей территории Украины (6 тыс. полигонов и свыше 3 тыс. стихийных свалок). По прогнозируемым оценкам в Украине только за один год образуется более 750 тыс. т отходов полимерной тары и упаковки, наиболее энергоресурсоемкой составляющей ТБО (рис. 1.1).

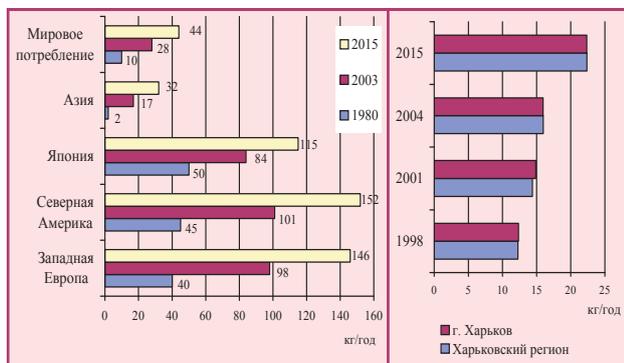


Рис. 1.1. Потребление полимерных материалов на душу населения по регионам мира, Харьковскому региону и г. Харькову

темпы ежегодного прироста количества тары и упаковки из полимерных материалов в Украине составляют 5-6%. В Европе ежегодный прирост количества упаковочных отходов в среднем на 5%. Настораживает прогрессирующий рост отходов из полиэтилен-терефталата (ПЭТФ), который составляет 0,8-1% по массе, а по объему – до 8-10%, так как экологизация монотехнологии по эффективной переработке отходов ПЭТ-бутылки в Украине еще не нашли широкого распространения.

Важнейшим критерием эффективности переработки отходов экологически безопасными технологиями является экологический фактор. Таким образом, часть материальных элементов экологической системы, в т.ч. и элементов среды обитания человека, должна использоваться как ресурс экономической системы.

При этом главным объектом реализации стратегии экологизации экономики и главной структурной ячейкой экономики должна стать эколого-экономическая система.

Переработке муниципальных отходов в Украине подвергается не более 5-8%. Перерабатываются, в основном, технологические отходы производства.

Бытовые отходы утилизируются выборочно до 3% от общего количества их накопления.

Отходы потребления – тяжело утилизируемые, сильно загрязнены, практически загрязненность их составляет 32-37%. Сбор и переработка таких отходов не может быть рентабельной. По этой причине в Украине их практически не собирают и не перерабатывают.

Для покрытия затрат на утилизацию таких отходов необходимы финансовые ресурсы (налоговые льготы, целевые вклады, субсидии) и внешнеэкономические источники финансирования.

Необходимо признать, что в Украине нет ни государственной, ни муниципальной системы первичного сбора ресурсно-сырьевых компонентов в составе ТБО, особенно их финансового стимулирования.

## 2. Концепция управления муниципальными отходами

Актуальная задача – создание эффективной системы управления потоком отходов, тем более, что сбор и удаление ТБО – это вид коммунальных услуг, оплачиваемых населением. Естественно, минимальная оплата коммунальных услуг базируется на создании эффективной системы управления ТБО.

По мнению некоторых экспертов, основная причина сложившейся ситуации с накоплением ТБО – нерентабельность деятельности по их вывозу и утилизации. К примеру, житель Европы платит за вывоз тонны мусора в среднем \$ 100, а Украины – менее 50 грн.

Сейчас рынок вывоза и захоронения мусора не такой уж и емкий. По данным Минстроя, в 2005 году объем предоставленных на нем услуг составил 177,3 млн. грн. (оплатили же из них менее 150 млн. грн.), а средний тариф на перевозку и захоронение ТБО составил 13-17 грн. за м<sup>3</sup> в зависимости от категории потребителя. С другой стороны, механическое повышение тарифов тоже не даст результатов. Украинские чиновники давно отмечают отсутствие системы мероприятий, направленных на модернизацию и создание новых мощностей по сбору, переработке и утилизации ТБО. Почти везде пока отсутствует система раздельного сбора отходов, 50% из них (полиэтилен, ПЭТ-бутылка, резина, стекло, металлы, древесина) утилизируется без переработки. Иначе потребовались бы дополнительные площади для хранения и расходы энергии для сжигания. К тому же у населения нет соответствующей культуры по обращению с мусором. По оценкам экспертов, ежегодно свалки Украины поглощают 2 млн. т макулатуры, 600 тыс. т различных полимеров, 800 тыс. т стекла, 500 тыс. т текстиля, 150 тыс. т резины (преимущественно изношенных автошин). В украинских условиях в ближайшие 5-10 лет сложно организовать повсеместно селективный сбор отходов потребления у населения. Это объясняется неподготовленностью населения, отсутствием технического обеспечения и наличием в жилых домах специфических мусоропроводов, большими затратами и др. поэтому в реальных условиях г. Харькова предпочтителен не покомпонентный, а пофракционный сбор муниципальных отходов, с направлением обогащенных фракций на специализированные мусороперерабатывающие комплексы (МПК) по сортировке и переработке отходов.

«Типичный» мусороперерабатывающий завод состоит из двух основных технологических линий – со-

ртировочной (для фракций размеров свыше 100 мм, которые перерабатывать более или менее выгодно) и линии для компактирования органической составляющей смешанных ТБО от жилого и нежилого сектора города. Производительность такого «типичного» завода, например мощностью 300 тыс. т ТБО в год такая: 10-15 тыс. т вторичного сырья и 80-120 тыс. т токсичного компоста (содержание тяжелых металлов, превышающих нормы ПДК). Эксплуатационные расходы такого предприятия достаточно высоки, а выход вторичного сырья и его стоимость – сравнительно малы.

Эффективность управления в сфере обращения с муниципальными отходами, существенно повышается при регулировании входящих в систему потоков отходов нежилого сектора города (коммерческие отходы) и несмешивающихся потоков муниципальных отходов жилого сектора.

Принципиально возможны три взаимодополняющих друг друга направления сепарации ТБО:

- селективный покомпонентный сбор отходов у населения в местах образования с последующей сепарацией (глубоким отбором) ресурсно-сырьевых компонентов ТБО на специальных механизированных линиях сортировки;

- селективный пофракционный сбор в местах образования нежилого сектора (коммерческие отходы), с последующим извлечением из них ценных компонентов комбинированными методами ручной и механической сортировки;

- сортировка в заводских (производственных) 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 крупнокусковой фракции ТБО).

В то же время актуальна организация пунктов приема вторсырья от населения, а также организация, в порядке эксперимента, контейнерного сбора отдельных компонентов у населения. В итоге одновременно обеспечивается получение ценной, пользующейся

спросом, продукции и сокращение количества отходов, направляемых на захоронение или сжигание.

Сортировке на специальных объектах должны подвергаться исключительно отходы нежилого сектора города (торговые и коммерческие предприятия, административные учреждения, учебные заведения и т.п.), характеризующиеся повышенным содержанием незагрязненной макулатуры, металлов, пластмассы и низким содержанием пищевых и растительных остатков. Таким образом, оптимальный состав ТБО, вовлекаемых в масштабную переработку для получения ценных продуктов, должен подбираться за счет централизованной организации в городе несмешивающихся потоков муниципальных отходов, часть которых, обогащенная ценными компонентами, направляется на комплексы по сортировке и переработке ТБО. Необходимое условие самоокупаемости таких комплексов – направление на сортировку отходов, достаточно обогащенных ценными компонентами: по расчетам (рис. 2.1), доходы от реализации вторичного сырья превышают расходы на сортировку при выходе полезной продукции более 8% (от исходного).



Рис. 2.1. Зависимость срока окупаемости сортировочного комплекса от выхода полезной продукции (с учетом расходов)

Таблица 2.1

Усредненный состав отходов жилого и нежилого сектора г. Харькова

№ п/п	Сырьевые компоненты	Содержание от жилого сектора (%)	Планируемое извлечение (%)	Содержание от нежилого (коммерческие) сектора (%)	Планируемое извлечение (%)
1.	Макулатура (бумага, картон)	22,0	90/19,8	53	95/50,35
2.	Полимерные отходы, в т.ч. ПЭТФ	11,2	95/10,1	12,8	100/12,8
3.	Черные металлы	2,2	100/2,2	2,7	100/2,7
4.	Цветные металлы	0,5	100/0,5	0,5	100/0,5
5.	Текстиль	4,5	85/3,83	3,0	90/2,7
6.	Древесина	1,0	70/0,7	1,0	85/0,85
7.	Кожа, резина	1,8	85/1,53	1,2	90/1,1
8.	Стекло	3,5	90/3,2	5,0	90/4,5
9.	Пищевые, растительные отходы	39,0	Полигонное захоронение	4,5	Полигонное захоронение
10.	Прочие (уличный смет, в т.ч. фракции до 30 мм)	14,3		19,0	
Итого:		100		100	
Прогнозируемый отбор объема сырьевых ресурсов, пригодных для переработки во вторичное сырье			51,86		73,5

Таким условиям отвечает вовлечение в сортировку отходов нежилого сектора города, состав которых приведен в табл. 2.1 (из Программы обращения с ТБО г. Харькова 2003-2013 гг.). при выходе полезной продукции около 40% (от исходного) и производительности механизированного комплекса 90 тыс. т/год срок окупаемости составляет 3-3,5 года.

Эффективность управления любой системой, в том числе ТБО – многотоннажного отхода потребления, существенно повышается при регулировании входящих в систему потоков.

Управление качеством и количеством образующихся ТБО на основе их разделения на несколько несмешивающихся потоков (раздельный сбор отходов жилого и нежилого сектора, опасных компонентов, вторичного сырья у населения) позволяет создать систему обращения с отходами, отвечающую совре-

менным требованиям экологии, экономики и ресурсосбережения.

На стадии сбора и удаления ТБО во многом определяется эффективность и безопасность их дальнейшей переработки и захоронения. Подвергая до 40% образующихся отходов сортировке, обеспечивается сокращение потока отходов, направляемых на объекты их переработки и захоронения, на 20% (при извлечении ценных компонентов на уровне 50%).

### 3. Укрупненная эколого-экономическая оценка промышленных технологий переработки ТБО

В расчетах использованы усредненные данные по компонентного и фракционного состава бытовых отходов г. Харькова (табл. 2.1).

Таблица 3.1

Экономическая эффективность различных технологий переработки ТБО

№ п/п	Показатели	Технологии ТБО					
		Сжигание	Компостирование	Сортировка + сжигание	Сортировка + компостирование	Комплексная переработка	Сортировка + компактирование
1.	Удельные капитальные вложения (на 1 т ТБО), грн./т	2240	720	2640	800	1920	352
2.	Удельные эксплуатационные затраты (на 1 т ТБО), грн./т	77	80	102	70	108	28
3.	Неутилизируемая фракция (подлежит захоронению), %	30	30	15	55	8	60
4.	Удельные затраты на захоронение неутилизируемой фракции, грн./т	72	72	36	132	19	144
5.	Норма амортизационных отчислений (% – условно)	10	10	10	10	10	10
6.	Приведенные капитальные затраты, грн./т	224	72	264	80	192	35
7.	Общие удельные затраты, грн./т	372	224	402	252	320	208
8.	Суммарная реализация продукции из 1 т ТБО, грн./т	192	74	320	152	240	272
9.	Экономическая эффективность технологий ТБО, грн./т	- 183	- 150	- 131	- 132	- 78	+ 65

Таблица 3.2

Характеристика вторичного сырья, получаемого при сортировке ТБО нежилого сектора города (производительность завода – 240 тыс.т/год)

№ п/п	Наименование вторсырья	Количество отбора (т/год)	Стоимость от реализации (грн./год)	Годовой доход от реализации (тыс. грн.)
1.	Макулатура (бумага, картон)	120840	350,0	98000
2.	Полимерные отходы, в т.ч. ПЭТФ	30720	850,0	26112
3.	Черные металлы	6480	400,0	2560
4.	Цветные металлы	1200	1100,0	1320
5.	Текстиль	6480	250,0	1620
6.	Древесина	2040	200,0	408
7.	Кожа, резина	2640	200,0	528
8.	Стекло	10800	200,0	2160
Итого:		181120		132708

Примечание: Тарифы цен на сырьевые компоненты утверждены Постановлением КМ Украины № 1084 от 26.07.2002 г.

Для анализа выбраны современные технологии, которые могут представить технико-технологический интерес для Харьковского мегаполиса: сжигание, сортировка, ферментация и их комбинации комплексной утилизации.

В качестве исходных данных для анализа технологий переработки ТБО принята условная производительность мусороперерабатывающего комплекса (МПК) – 240 тыс. т ТБО в год (МПК обслуживает до 1 млн. жителей).

Для справки: в г. Харькове ежегодно образуется 1,8-2,1 млн. м<sup>3</sup> ТБО, что с учетом коэффициента плотности  $k = 1,18-0,23 \text{ т/м}^3$  составит 360-420 тыс. т ТБО в год.

Экономические показатели различных технологий переработки ТБО, апробированных данных европейских фирм и России: Умвельт – Техник (Германия), ORFA (Швейцария), ERM (Великобритания), Мусороперерабатывающие комплексы г.г. Москва, Белгород, Ростов-на-Дону (Россия) приведены в табл. 3.1, 3.2, на рис. 3.1.

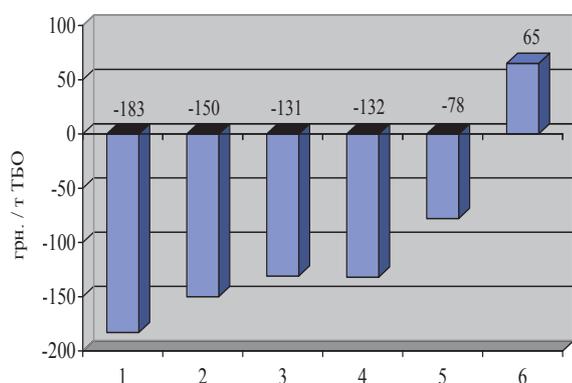


Рис. 3.1. Экономическая эффективность технологий переработки ТБО: 1 – сжигание, 2 – компостирование; 3 – сортировка + сжигание; 4 – сортировка + компостирование; 5 – комплексная переработка; 6 – сортировка + компактирование

Комплексная переработка отходов как минимум включает набор трех технологий – механизированная (ручная) сортировка, ферментация (компостирование), сжигание (сжигание «хвостов» сортировки). Выполненные расчеты дают объективную качественную оценку различным технологиям, которые возможно использовать только в рамках поставленной задачи – для сопоставления различных методов переработки ТБО.

Как следует из приведенных данных, ни одна из технологий, за исключением сортировки (включая и селективный сбор отходов нежилого сектора), не обеспечивает рентабельности производства. Как показывает мировая практика, основной доходной статьей является плата (тариф) за приемку заводом ТБО на переработку, которую обеспечивают налогоплательщики как плату за вид коммунальных услуг (400-480 грн./т ТБО).

Из приведенных данных следует, что строительство заводов по технологии прямого сжигания и компостирования ТБО экономически наименее целесообразно, что касается технологии сортировки ТБО,

то ее применение как самостоятельной операции, в отрыве от других технологий имеет смысл только для переработки отходов нежилого сектора (коммерческие отходы).

В экономическом плане для переработки неразделенных 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 нежилого сектора (рис. 3.1).

### 3.1. Экологическая оценка технологий переработки ТБО

Для научно-обоснованного выбора той или иной технологии отходов необходимо учитывать не только экономические факторы, но и экологические факторы, поскольку конечные продукты переработки и отходы производства не должны наносить вред окружающей среде (при этом ресурсно-ценные компоненты ТБО должны быть максимально использованы, табл. 3.2).

Наибольшее экологическое влияние на окружающую среду оказывает технология прямого сжигания и компостирования (ферментации) исходных ТБО.

При применении технологии прямого сжигания исходных бытовых отходов, без предварительной сортировки, с условием соблюдения общеевропейских требований по выбросам загрязнений в атмосферу, годовое количество газообразных выбросов при сжигании 240 тыс. т/год ТБО составит около 900 млн. м<sup>3</sup>/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 (фирма «ORFA» (Швейцария), «Спецкоммунтехника» (г. Москва, РФ)), предварительная сортировка бытовых отходов 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 будут поступать 200 тыс. т/год отходов, при этом в дымовых газах объемом 750 млн. м<sup>3</sup> выбросы пыли не превысят 16 т, а выбросы тяжелых металлов – 500 кг.

Основной недостаток использования технологии прямого компостирования 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 – компоста (компост имеет плохой товарный вид, сбывается с трудом и отличается, по данным многочисленных исследований, повышенным содержанием тяжелых металлов). Улучшение качества компоста связано с применением технологии сортировки ТБО перед компостированием (а также с совершенствованием технологии доочистки компоста от примесей).

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

ботки ТБО. Объединяющим процессом при этом является сортировка (в том числе на основе селективного сбора), изменяющая качественный и количественный состав 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. м<sup>3</sup>/год, а годовые выбросы пыли не превысят 10 т и тяжелых металлов – 250 кг (фактически выбросы металлов будут значительно ниже).

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

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

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

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

- сортировка + компостирование;
- компостирование;

Сложнее совместить эти два ряда. Так, технология прямого компостирования 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 3-8%, но теоретически (хотя и маловероятно) существует разовая экологическая опасность от промышленных выбросов (долговременная экологическая опасность исключена). Поэтому, по воздействию на окружающую среду обе технологии условно можно расположить в один ряд, тогда все технологии располагаются следующим образом:

1–2) комплексная переработка и компостирование;

3–4) сортировка + сжигание и сортировка + компостирование;

5) сжигание.

С точки зрения «экологичности» готовой продукции все технологии, за исключением технологии прямого компостирования исходных ТБО, практически равноценны, т.к. удовлетворяют требованиям действующих стандартов (как отмечено, по технологии прямого компостирования исходных ТБО получается компост весьма низкого качества).

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

- 1–4) комплексная переработка;
- сортировка + компостирование;
- сортировка + сжигание;
- сжигание.
- 5) компостирование.

для суммарной оценки технологии переработки ТБО были оценены по шестибальной системе (1-е место – 6 баллов, 2-е место – 5 баллов и т. д.) в обоих приведенных рядах. В случае разделения мест сумма баллов за эти места распределялась поровну (например, в случае деления 1-го и 2-го мест обе технологии получают по 5,5 балла). Суммарная оценка в баллах технологий переработки ТБО приведена на рисунке 3.2, из которого следует, что технологии располагаются практически в тот же ряд, что и по экономическим показателям.

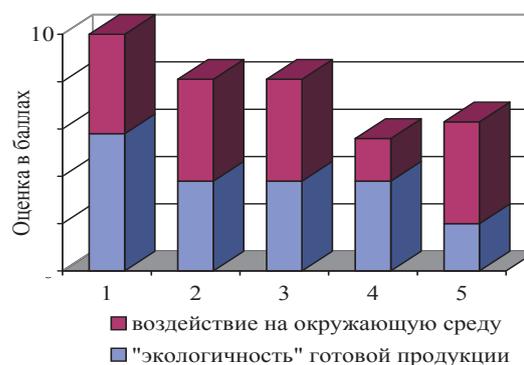


Рис. 3.2. Экологическая оценка методов переработки ТБО: 1 – комплексная переработка; 2 – сортировка + ферментация; 3 – сортировка + сжигание; 4 – ферментация; 5 – сжигание

Таким образом, анализ показывает, что современным экономическим и экологическим требованиям в наибольшей степени соответствует технология комплексной переработки ТБО (комбинация процессов сортировки, термо- и биообработки).

#### 4. Обоснование выбора оптимальных технологий для проектирования и строительства перерабатывающих центров по комплексной переработке ТБО

Как показывает аналитическая и эколого-экономическая оценка, оптимальными для переработки всей массы образующихся ТБО (без разделения потоков жилого и нежилого сектора) являются комбинационные технические решения (комплексная переработка). для реализации планомерной научно-обоснованной технической, организационной и экономической политики создания заводов по комплексной переработке ТБО необходимо выбрать оптимальные комбинационные технические решения для проектирования и строительства каждого завода, исходя из уровня мировой техники, маркетинговых условий, стоимостных показателей, степени отработанности и готовности технологии к промышленному применению и возможности их адаптации к украинским условиям.

На выбор рациональной технологии переработки ТБО влияют следующие факторы:

- финансовые возможности заказчика;
- заданная производительность;
- морфологический состав ТБО;
- число компонентов, входящих в состав ТБО, которые в данных технико-экономических условиях

представляют практическую ценность и должны извлекаться в самостоятельный продукт (очевидно, это, в первую очередь, черный металлолом, оловосодержащий лом, лом алюминия), наличие потребителей этой продукции;

- требования, предъявляемые к продуктам переработки;

- число компонентов, которые являются опасными и должны быть удалены из ТБО либо по экологическим соображениям, либо исходя из требований процессов дальнейшей обработки (к опасным компонентам относятся в первую очередь отработанные люминесцентные лампы и сухие гальвано-элементы – батарейки);

- требования по соблюдению экологических и санитарно-гигиенических норм;

- размер промплощадки, выделяемой под застройку.

Поскольку проект нового завода должен учитывать все лучшие мировые достижения в области переработки отходов, на основе тщательного изучения мировой практики и разработок ведущих фирм необходимо выбрать последние поколения различных технологических процессов как составной части комбинированной технологии.

Таким образом, реализация в мегаполисе стратегии управления ТБО уже на первом этапе представляет решение важнейшей городской задачи: предприятие, связанное с санитарной очисткой города, доход с оборота вторсырья использует по прямому назначению – для решения задач санитарной очистки города. Задача заключается в организации централизованного сбора этих отходов в нежилом секторе города (25-40% образующихся ТБО) и их доставке на сортирующий комплекс (в масштабе именно административных районов города количество образующихся подходящих отходов достаточно для загрузки одного современного сортировочного комплекса). Если же вопрос сортировки ТБО будет решаться стихийно, с возникновением многих мелких фирм, проблема ТБО в интересах города будет решаться плохо, создать современный комплекс цивилизованной, технологически безопасной сортировки невозможно, а коммерческая реализация вторичного сырья принесет прибыль частной фирме, не связанной с санитарной очисткой города.

#### 4.1. Основы комплексного управления ТБО

Основная задача комплексного решения практических вопросов управления в городе потоком ТБО – организация рационального управления отходами, отвечающего современным эколого-экономическим и ресурсным требованиям.

Комплексное управление ТБО включает в себя технологические операции их сбора, удаления (транспортировки), переработки и захоронения, а также реализацию мероприятий по уменьшению количества отходов, направляемых на переработку и захоронение.

Стратегия управления ТБО базируется на решении следующих основных задач:

- минимизация количества отходов, направляемых на объекты санитарной очистки города (обезвреживания и захоронения);

- изыскание и применение экологически безопасных методов переработки отходов с наименьшими экономическими затратами;

- максимально возможное вовлечение отходов в хозяйственный оборот и их материально-энергетическая утилизация как техногенного сырья;

- постепенный переход от полигонного захоронения ТБО к их промышленной переработке.

Объединяющим процессом в схеме комплексного управления ТБО является сепарация, изменяющая качественный и количественный состав ТБО.

Постепенный переход от полигонного захоронения к промышленной переработке является основной тенденцией решения проблемы ТБО в мировой практике. Вовлечение ТБО в промышленную переработку во многом снимает противоречие между городом, где образуется большое количество отходов, и пригородом, где отходы должны быть размещены.

В мировой практике стратегия уменьшения количества ТБО, направляемых на объекты санитарной очистки города, базируется на реализации программ ресурсосбережения. Эти программы предусматривают использование методов сортировки для выделения из части ТБО ценных компонентов до их складирования на полигоне или обезвреживания на спецзаводе. При этом может предусматриваться выделение из ТБО не только ценных, но и опасных компонентов (для улучшения характеристик отходов, направляемых на захоронение и обезвреживание).

По разным оценкам, выход селективно собранных отходов потребления составляет 25-35% от общего количества образующихся ТБО (в отдельных европейских городах до 40-50%). Как правило, продукты селективного сбора подвергаются доводке на специальных сортировочных установках (преимущественно методами ручной сортировки; для извлечения металлов иногда применяется механизированная сепарация).

Реализация программы ресурсосбережения – это первый этап в решении проблемы ТБО. Этот этап, реализация которого базируется на оптимизации управления качеством и количеством образующихся ТБО на основе их разделения на несколько несмешивающихся потоков, предусматривает два момента (рис. 4.1):

- организация отдельного сбора отходов жилого и нежилого сектора города и транспортировки несмешивающихся потоков отходов на разные объекты. Отходы нежилого сектора города (на их долю приходится 25-30% от общего количества ТБО), в которых сосредоточено большое количество незагрязненных, легко извлекаемых ценных компонентов, подвергаются масштабной, технологически безопасной сортировке на специально создаваемых комплексах. Производительность одного комплекса – до 150 тыс. т/год, срок окупаемости 2-3 года;

- организация контейнерного сбора вторсырья у населения (все ценные компоненты в один контейнер), с доставкой на сортировочный комплекс.

Первый этап решения проблемы ТБО является самокупаемым и характеризуется низкими удельными капиталовложениями – 30-40 долл./т ТБО. Реализация этапа позволит на 25-30% сократить поток отходов, направляемых на захоронение и обезвреживание (т.е. выйти на уровень мировой практики).

На втором этапе (или на совмещенном первом и втором этапе) создается участок для термической переработки «хвостов» сортировки отходов нежило-

го фонда и вторсырья (с утилизацией энергии на основе применения обоснованных прогрессивных технологий). При вовлечении «хвостов» сортировки в термическую переработку (одна из прогрессивных технологий) удельные капитальные затраты составят – 100-200 долл./т ТБО (суммарно сортировка + термообработка). Реализация второго этапа в целом по городу позволит на 40% уменьшить количество отходов направляемых на захоронение, что равноценно строительству традиционного мусоросжигательного завода (МСЗ) с удельными капзатратами не менее 600 долл./т ТБО (сжигание общей массы несортированных ТБО г. Харькова 360-420 тыс. т/год).

На следующем этапе (см. рис. 4.1) в переработку вовлекаются отходы жилого сектора города. При недостатке средств этот этап разбивается на два подэтапа. Вначале строится цех механизированной сортировки ТБО, обеспечивающий извлечение в самостоятельные продукты черных и цветных металлов, выделение горючей фракции и биоразлагаемой фракции (в принципе, из крупно-кусовой фракции ТБО жилого сектора города возможно частичное извлечение упаковочных отходов). Горючая фракция подвергается термической переработке с утилизацией энергии (аналогично «хвостам» сортировки отходов нежилого сектора). Биоразлагаемая фракция вначале подвергается захоронению (ее выход составляет 20-25% от исходных ТБО жилого сектора), а затем также вовлекается в переработку с применением оптимальной технологии. Применяемое оборудование – преимущественно отечественное. Оптимальная производительность завода для переработки отходов жилого сектора города с населением 1 млн. жителей – 250

тыс. т/год, удельные капвложения – 200-300 долл./т ТБО. Весьма важно, что реализация принципов ресурсосбережения и утилизации отходов приводит к развитию рынка обращения с отходами, созданию основ рыночной экономики в системе санитарной очистки города. В частности, формированию конкурентных отношений способствует баланс интересов всех взаимодействующих сторон – муниципальных властей, домовладений, предприятий по удалению и переработке отходов, населения (коммунальные платежи сводятся к минимуму).

Не менее важно, что вовлечение отходов в масштабную сортировку и переработку создает новые условия, обеспечивающие частным фирмам, занятым в сфере санитарной очистки города, прибыльную деятельность и возможность развиваться.

Таким образом, при решении вопросов оптимизации системы управления муниципальными отходами на стадии их сбора и удаления в качестве критерия оптимальности следует принимать степень утилизации ТБО (количество отходов, выделенных для вторичного использования на основе их отдельного сбора в жилом и нежилом секторе города и сортировки отходов, обогащенных полезными компонентами) и затраты на сбор и транспортировку ТБО (экономические критерии).

Конечной операцией в общей схеме управления ТБО, эффективность которой во многом зависит от организации работы на предшествующих стадиях сбора и удаления муниципальных отходов, является промышленная переработка, решающая в совокупности вопросы обезвреживания, ликвидации и утилизации ТБО. Переход от полигонного захороне-

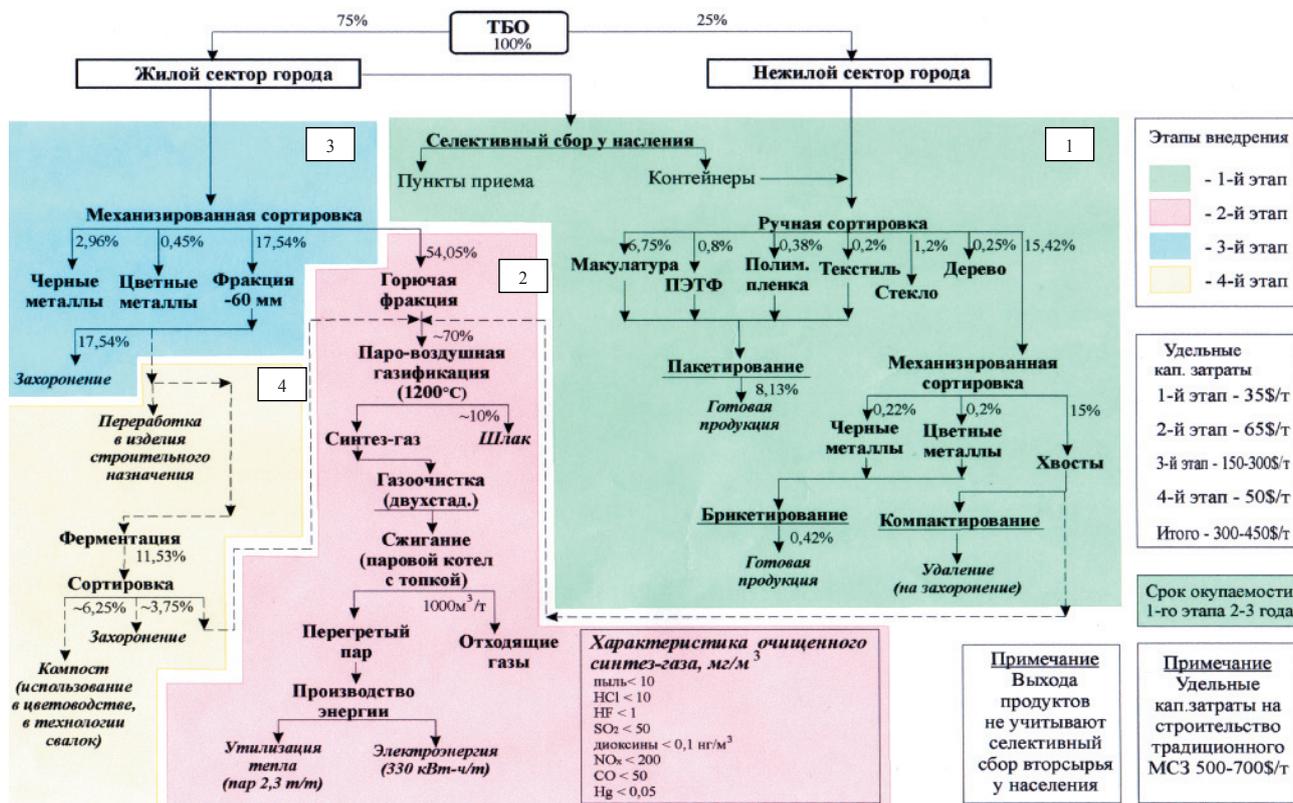


Рис. 4.1. Принципиальная схема комплексного управления ТБО (поэтапное вовлечение отходов в переработку)

ния ТБО к их промышленной переработке является долгосрочной стратегией кардинального решения проблемы ТБО.

### 5. Общие выводы

1. Твердые бытовые отходы представляют собой гетерогенную смесь сложного морфологического состава, содержат ценные ресурсно-сырьевые компоненты, являющиеся потенциальным энергетическим источником, дополняющим ископаемые регионов Украины.

2. Для обеспечения эффективного управления муниципальными отходами мегаполиса необходима разработка научно-обоснованной концепции системы сбора, удаления, переработки и захоронения отходов. Концепция является обоснованием создания наиболее прогрессивной модели управления отходами и решает проблемы ТБО, ориентируясь на использование резервов повышения экономической эффективности отрасли коммунального хозяйства города.

3. Схемы управления ТБО на всех стадиях обращения с отходами должны представлять собой комбинацию технологических операций разделения отходов на отдельные фракции и компоненты с последующей их переработкой оптимальным методом.

4. Основной тенденцией в решении проблемы ТБО является оптимизация системы их сбора и вовлечения в промышленную переработку на основе применения интенсивных ресурсосберегающих малоотходных технологий с минимизацией негативного экологического влияния.

5. 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 рецикла 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.

6. Технология комплексной переработки ТБО является малоотходной и в перспективе станет безотходной, что резко повышает уровень и значимость промышленной переработки ТБО. Таким образом, комплексное управление муниципальными отходами, базирующееся на использовании научно-обоснованного подхода к решению проблемы ТБО, рассматривает во взаимосвязи все технологические аспекты обращения с отходами (с позиций экологии, экономики и ресурсосбережения).

7. Исходя из реальной экономической ситуации в стране, целесообразно поэтапное решение проблемы

ТБО. Для правильного выбора технической и экономической политики в системе управления муниципальными отходами необходимо объективно изучить состояние проблемы отходов на данный период с учетом экологической ситуации региона и недостатков существующей системы управления ТБО. Необходимо оценить научно-практическую обоснованность проблем отхоодообращения концептуально с определением основных направлений развития системы управления муниципальными отходами городов Украины (особенно крупных), сконцентрированных по основным принципам:

I. Программное обеспечение.

II. Временные параметры решения задач.

III. Организационно-управленческий механизм.

IV. Основные мероприятия и объекты по санитарной очистке города и переработке муниципальных отходов.

Таким образом, поэтапный, технически и научно-обоснованный переход от полигонного захоронения к промышленной переработке ТБО путем разработки пилотных проектов и создания мусороперерабатывающих центров (МПЦ) – основная тенденция решения проблемы комплексной утилизации муниципальных отходов на региональном уровне.

### Литература

1. В.С. Міщенко, Г.П. Виговська. Організаційно-економічний механізм поводження з відходами в Україні та шляхи його вдосконалення. Монографія. – Київ: Наукова думка, 2009. – 295 с.
2. Научные и технические аспекты охраны окружающей среды. // Обзорная информация. – Москва: ВИНТИ, выпуск № 6, 2001. – 120 с.
3. А.В. Гриценко, Н.П. Горюх, И.В. Коринько и др. Технологические основы промышленной переработки отходов мегаполиса: Учебное пособие. – Харьков: ХНАДУ, 2005. – 340 с.
4. Концепция комплексного улучшения санитарно-эпидемиологического состояния г. Харькова по направлениям работы КП КХ «Харьковкоммуночиствод». – Харьков: КП КХ «ХКОВ», 1999. – 80 с.
5. В.Н. Бабаев, Н.П. Горюх, И.В. Коринько и др. Полимерные отходы в коммунальном хозяйстве города. Учебное пособие. – Харьков: ХНАГХ, 2004. – 376 с.
6. зеленый мир (Общероссийская некоммерческая научно-публицистическая и информационно методическая газета). – Москва: № 19, 2000. – 40 с.
7. Л.Я. Шубов, М.Е. Ставровский, Д.В. Шехирев. Технологии отходов (Технологические процессы в сервисе). Учебник. – ГОУВПО «МГУС». – М., 2006. – 410 с.