

Магистрант ФЭА Ж.К.Мирзохонова,  
науч. рук., к. ф.-м.н. Х.Махмудов, Тош ГТУ

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ

*В статье рассматривается об экологической и экономической важности комплексной переработки отходов. О том какой большой вред наносят мусорные свалки и не санкционированные полигоны на экологию, на здоровье человека а также на экономику страны. Отмечена целесообразность систематического управления отходами. Определялось суммарная макроэкономическая эффективность переработки твердых бытовых отходов промышленным способом.*

*Мақолада чиқиндиларни комплекс қайта ишлашни йўлга қўйиши, уларни систематик тарзда бошқаришининг экологик ва иқтисодий томондан мақсадга мувофиқлиги, чиқинди полигонларининг инсон саломатлиги, атроф муҳит шу жумладан мамлакат иқтисодиётига зарари ҳамда қаттиқ маъиший чиқиндиларни қайта ишлашининг макроиқтисодий самарадорлиги ҳақида ёзилган.*

*There are information about ecological and economic importance of composite revision of waste. And about how the landfills and authorized landfills harm the environment, the health of people, and the economy of the country. The expediency of systematic management has been marked by waste. The total macroeconomic efficiency of the processing of municipal solid waste was calculated by industry.*

Как показывает практика стран с развитой рыночной экономикой, проблемы утилизации отходов и их вторичное использование остается нерешаемой до тех пор, пока эта сфера деятельности не включается в сферу рыночных отношений. Сегодня экономические стимулы для комплексной переработки отходов попросту отсутствуют. Большая часть из накопленных в Узбекистане 33,4 млн. тонн отходов [2] не имеет собственника, т.е. захоронена нелегально. Вывезенные на специальные полигоны отходы не воспринимаются региональными властями в качестве актива.

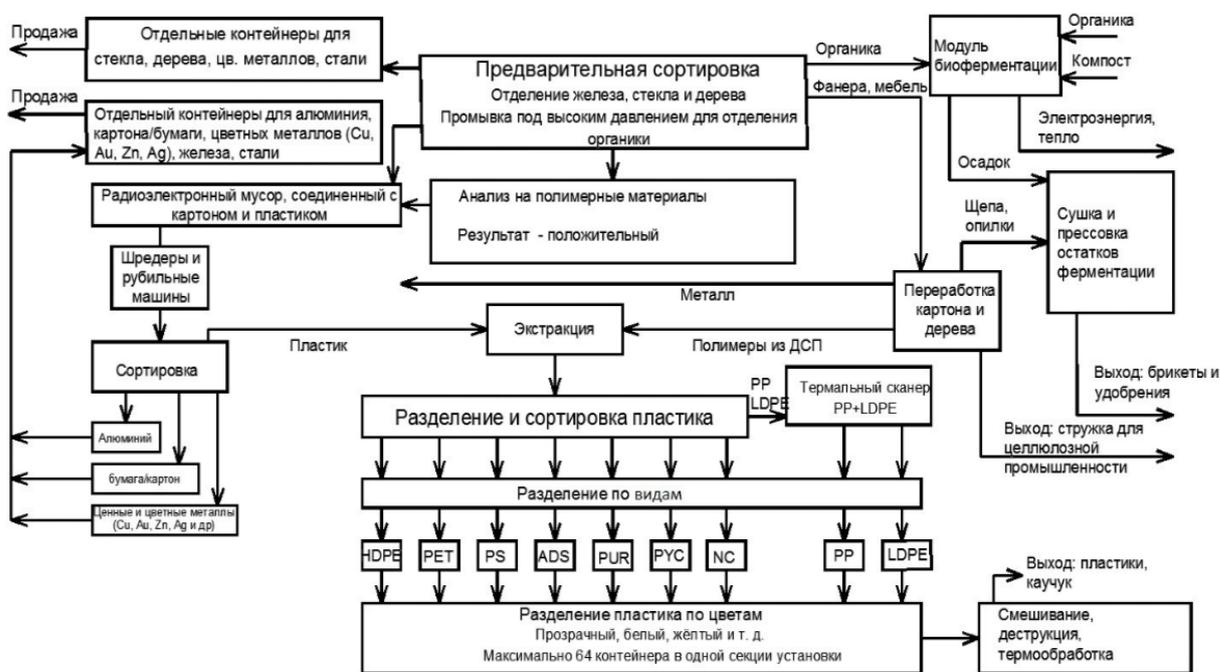
В Узбекистане ежегодно накапливается порядка 750 000 тонн отходов [2], из которых на переработку идет не больше четверти. Подавляющая часть вывозится далеко за пределы городов и складировается на свалках, тем самым оказывается вред окружающей среде. Существующие в ряде городов заводы по обезвреживанию и переработке принимают лишь незначительную часть всех отходов. Но и традиционная ориентация на переработку в городской черте показало свою несостоятельность. За последние десятилетия резко сместились акценты. Если раньше проблема сводилась к установке качественных фильтров на трубы мусоросжигательных заводов, т.е. к чисто экологическому аспекту, то сегодня речь идет о качестве жизни горожан. Люди не хотят мириться с фактом существования подобных заводов в городе. Кроме того, важнейшим фактором сегодняшней жизни является цена на недвижимость. Одни лишь слухи о строительстве заводов могут негативно сказаться на динамике цен.

Нецелесообразно также размещение больших мусоросжигательных и мусороперерабатывающих заводов в непосредственной близости от городов. В условиях, когда городские территории стремительно увеличивают свое предложение в виде многочисленных коттеджных поселков, торговых и развлекательных центров, любые

попытки вклинить в подобные предприятия несостоятельны, так как не способствуют формированию комфортной среды обитания. От улучшения городской и пригородной среды напрямую зависит инвестиционная привлекательность территории и в целом регионе.

Эффективное обращение с отходами, предполагающее максимально возможное использование всех выделенных фракций невозможно в условиях рассредоточения заводов по переработке и обезвреживанию отходов по значительной территории. Необходимо формировать центры комплексного обслуживания всей поступающей массы отходов. Разработанные маршруты специализированного транспорта, перевозящего бытовые и промышленные отходы, должны заканчиваться у начала технологической цепочки на месте прежнего полигона: мусоросортировочный – мусороперерабатывающий- мусоросжигательный завод- захоронение не переработанного остатка.

Таким образом, говоря о комплексной переработке отходов, имеется в виду создание на месте существующих полигонов заводов, образующих технологическую цепочку, позволяющую максимально извлекать из отходов все полезные составляющие и реализовать их на рынке. В рис.-1 приведена схема одного из таких заводов.



**Рис. 1. Схема завода по комплексной переработке отходов**

Размещение комплекса заводов в районе существующих крупных полигонов целесообразно по ряду причин. Так, по санитарным нормам вокруг полигонов уже существует полоса отчуждения и, следовательно, строительство заводов не вызывает раздражение населения и не приведет к снижению цены на недвижимость. Кроме того, заводы включаются автоматически в уже сложившуюся логистическую цепочку доставки отходов с той лишь разницей, что теперь они не будут подвергаться захоронению, а поступать сразу на переработку. Территория полигона в этом случае консервируется и может быть использована под другие цели после установленного нормативного срока разложения отходов.

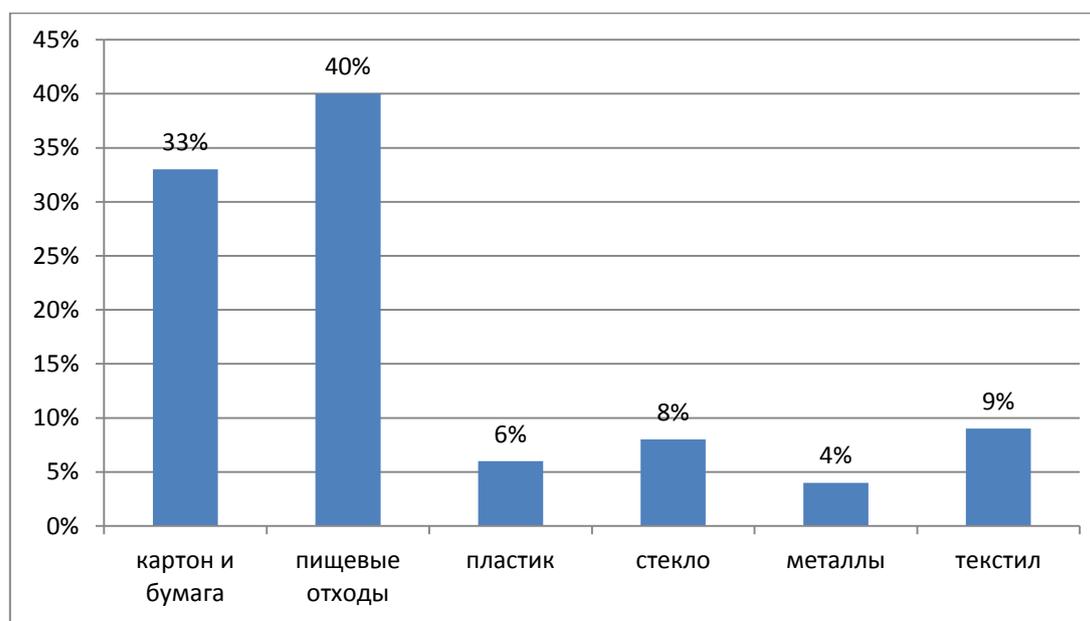
Проблема удаления и использования отходов является не муниципальной, а региональной. Земля под центрами комплексной переработки-региональная, сами заводы при этом могут быть любой формы собственности. Выстраивается полноценная система

регулирования (включающая набор рыночных и административных инструментов), в которой субъектами рыночных отношений будут региональная власть, муниципалитеты городов-накопителей отходов, транспортные организации, заводы технологического комплекса, покупатели вторичного сырья.

Муниципалитет оплачивает услугу транспортных организаций по удалению и доставке отходов, в свою очередь с него будет взиматься плата по прибытии мусоровозов на место переработки. Плата, взимаемая владельцами заводов с владельцев транспортных организаций и организаций-покупателей вторсырья, должна обеспечивать им соответствующую для данного региона и отрасли норму прибыли. Административные инструменты должны содействовать обеспечению правильного режима накопления и хранения отходов, проведению соответствующих процедур по выбору транспортных компаний, эффективной работе с заводами - арендаторами земельных участков и препятствовать образованию несанкционированных свалок, нарушению технологии переработки с целью обеспечения безопасности граждан.

Рост накопления бытовых отходов приводит к ежегодному приросту объемов работ по санитарной очистке городов. Для решения проблем санитарной очистки необходим комплексный подход к определению наиболее эффективного способа переработки ТБО (твердых бытовых отходов) в городах с учетом местных особенностей. При оценке возможности ТБО следует руководствоваться результатами специально выполненных экономических расчетов, основанных на рациональном сочетании различных способов переработки отходов с получением ценных компонентов вторичного сырья, исходя из потребностей города.

Как уже было сказано, одной из важных задач охраны окружающей среды является скорейшее удаление продуктов бытовой деятельности населения с городских территорий и их нейтрализация. Наименее совершенным в технологическом и санитарном отношении и наиболее распространенным на сегодняшний день способом обезвреживания ТБО является складирование отходов на свалках и полигонах. Обостряющийся дефицит земельных участков вблизи урбанизированных зон, повышение затрат на транспортировку, практически полная не утильность отходов позволяет рассматривать свалки и полигоны как нерациональный способ обезвреживания.



**Рис. 2. Показатель состава отходов**

Вместе с тем ТБО являются важным потенциальным источником получения вторичного сырья. Во всех крупнейших городах страны, в том числе и в Ташкенте,

основная доля мусора приходится на бумагу и пищевые отходы. На рис.-2 видна тенденция изменения состава отходов которая состоит в повышении содержания пищевых отходов, бумаги, текстиля, металла, стекла [2]. Наличие в бытовых отходах большого количества вторичного сырья и увеличение его содержания в перспективе указывает на целесообразность утилизации отходов и промышленной переработки с последующим использованием в отраслях экономики. На сегодняшний день в Ташкенте заводским путем перерабатывается только 14 процентов бытовых отходов [2]. Дальнейшее вовлечение ТБО в хозяйственный оборот позволит обеспечить снижение уровня загрязнения окружающей среды и производство дополнительных видов продукции из вторичного сырья.

Существует целый ряд промышленных способов переработки ТБО, таких как биотермические, термические, химические, физико-механические [4]. В Узбекистане и за рубежом наибольшее распространение получили ускоренная биотермическая переработка отходов в компост и мусорожигание из-за наличия апробированных технологических схем, высокой производственной мощности, почти полной механизации. Для очистки выбросов в атмосферу заводы оборудованы электростатическими фильтрами с коэффициентом полезного действия 0,96-0,98 [3]. Перспективным считается способ мусоросортировки, основанный на комплексной переработке ТБО с извлечением ряда компонентов, представляющих ценное вторичное сырье. На мусоросортировочных заводах утилизация отходов достигается в результате сложного цикла производственных процессов-сортировки с применением магнитной сепарации и дробления, биологической переработки, пиролиза органических веществ, сжигания не утилизируемых частей для получения пара или энергии.

При решении задачи о целесообразности применения в конкретных условиях крупного города различных способов обезвреживания и переработки ТБО следует руководствоваться методами оценки их эффективности, позволяющими получить большой экономический эффект. Комплекс мероприятий по переработке и обезвреживанию ТБО, предназначен для предупреждения отрицательного воздействия на экологию. Поэтому задача оценки экономической эффективности переработки ТБО и определение эффекта от ее проведения приобретает все большее значение. В существующих методиках по выбору способа обезвреживания или переработки отходов [3;4] дается подробный перечень технико-экономических показателей оценки способов обезвреживания ТБО и ряд рекомендаций по их применению. Интегрирующим показателем сравнения способов обезвреживания в данных методиках выступает показатель приведенных затрат, который является недостаточным для оценки эффективности всего комплекса мероприятий по удалению и последующему использованию утилизируемых отходов в случае переработки ТБО промышленными способами.

В качестве основных критериев оценки эффективности инвестиций в переработку ТБО рекомендуются критерии суммарного макроэкономического эффекта и годового экономического эффекта от переработки отходов промышленным способом вместо складирования на полигоне. Эти критерии легли в основу экономико-математических моделей оценки эффективности переработки отходов города оптимальным количеством заводов по указанным способам и мощностям, которые позволят переработать весь объем отходов в короткие сроки с получением заданного ассортимента вторичного сырья, исходя из потребностей города, включая состояние экологии.

В основе оценки экономической эффективности способов переработки лежит расчет сравнительного экономического эффекта, т.е. выявления преимуществ, которые обеспечивает каждый промышленный способ по сравнению с базовым (полигонами). Обязательным условием сравнения эффективности инвестиций со способами промышленной переработки является одинаковый уровень снижения (предупреждения) загрязнения окружающей среды. Суммарный макроэкономический эффект переработки

ТБО промышленным способом определяется относительно затрат на переработку бытовых отходов на полигонах. Он равен:

$$\mathcal{E}_{ij} = \sum \mathcal{E}_{ijL}, (1)$$

где  $\mathcal{E}_{ij}$  – суммарный макроэкономический эффект от переработки отходов заводом  $i$ -го способа  $j$ -й мощности;  $L$ -число составляющих суммарного макроэкономического эффекта от промышленной переработки ТБО.

Основными составляющими суммарного макроэкономического эффекта переработки ТБО промышленным способом являются:

- экономия на транспортировке ТБО ( $\mathcal{E}_m$ )
- условная экономия от сокращения площади земли при уменьшении потребности в полигонах ( $\mathcal{E}_3$ )
- экономический эффект от утилизации отходов ( $\mathcal{E}_y$ )
- экономический эффект от сокращения расходов на сооружения и содержание полигонов ( $\mathcal{E}_n$ ).

Рассматриваемые элементы макроэкономического эффекта предлагается рассчитывать по следующим формулам:

$$\mathcal{E}_T = (T_1 + T_2 - T_3) \cdot V, (2)$$

где  $T_1, T_2$  - тариф за 1 м<sup>3</sup> транспортировки отходов по типом спецмашин соответственно до перегрузочной станции и до полигона, руб.;  $T_3$  - тариф за 1 м<sup>3</sup> транспортировки отходов до завода, руб.;  $V$  - объем отходов, вывозимых соответствующим видом спецмашин, м<sup>3</sup>.

$$\mathcal{E}_3 = \frac{(S_n K_{ед1} - S_3 K_{ед2})}{n}, (3)$$

Где  $S_n$  - площадь земли, необходимая для полигона, га;  $S_3$  - площадь земельного участка под заводом, га;  $K_{ед1}$  - оценка единицы площади земли, находящейся под полигоном, млн. сум/га;  $K_{ед2}$  - оценка единицы площади земли, находящейся под заводом, млн. сум/га;  $n$  - срок службы полигона.

$$\mathcal{E}_y = \sum_{i=1}^n (C_i - C_i) Q_i, (4)$$

где  $Q_i$  - годовой объем получаемого  $i$ -го вторичного сырья в результате утилизации отходов, т;  $C_i$  - оптовая цена единицы  $i$ -го вторичного сырья, полученного в результате утилизации отходов, сум./т;  $C_i$  - затраты на утилизацию отходов и получение  $i$ -го вида вторичного сырья, сум./т:

$$\mathcal{E}_n = (C + E_n K), (5)$$

где  $(C + E_n K)$  - приведенные затраты по полигону.

Ожидаемый годовой экономический эффект от переработки ТБО промышленным способом предлагается рассчитывать как разность между величиной суммарного макроэкономического эффекта от проведения данного природоохранного мероприятия и величиной приведенных затрат по формуле:

$$\mathcal{Z}_{ij} = \sum l \mathcal{E}_{ijl} - (C_{ij} + E_n K_{ij}), (6)$$

где  $(C_{ij} + E_n K_{ij})$  - приведенные затраты по заводу  $i$ -го способа  $j$ -й мощности.

Предложенные математические зависимости (1)-(6) позволяют сравнить различные способы обезвреживания и переработки отходов. Следующим этапом предлагаемой методики является решения проблемы рационального обезвреживания ТБО города с

учетом его особенностей: объема накапливающихся отходов, их состава и свойств, потребности в утилизации отходов с целью получения вторичного сырья (компоста, металла, тепла), наличия свободных земельных территорий, которые могут быть выделены под строительство заводов. В статье отражен комплексный подход к проблеме обезвреживания ТБО города, заключающийся в максимизации величины экономического эффекта от использования способов переработки всей массы отходов с учетом условий рассматриваемого города.

Таким образом, существование ряда способов обезвреживания ТБО, пригодных для переработки отходов в промышленных масштабах и наличие по каждому из них заводов различных мощностей предполагает многовариантов возможных решений и необходимость их объективного сопоставления. При этом обезвреживание ТБО города необходимо проводить так, чтобы величина экономического эффекта была максимальной. Задача переработки всего количества отходов, накапливающихся в городе, в результате выбросов предприятий и ТБО населения с учетом местных особенностей относится к задачам оптимизации и решается методом линейного программирования.

### Литература

1. ГОСТ 30772-2001. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения.
2. Исламова Л., Сулайманова С. Мусорные проблемы большого города Экология.- 2017.С.15-19.
3. Черп О.М., Виниченко В.Н. Проблема твёрдых отходов: Комплексный подход М.: Регион 2015.С.45-54.
4. Голубин А.К., Максимович В.Г. Как решать проблему отходов // Экология и жизнь.- 2016-№2(111).С.22-26.

**Ж.К.Мирзохонома, Х.Махмудов Чикиндиларни комплекс қайта ишлашнинг самарадорлиги (Тош ДТУ)**

**J.K.Mirzokhonova, X.Maxmudov Efficiency of complex waste processing(TSTU)**