
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТЕРМИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ: РОССИЙСКИЙ И АМЕРИКАНСКИЙ ОПЫТ

**Р.Х. Мамаджанов, С.Н. Сидоренко,
Е.Н. Латушкина**

Экологический факультет
Российский университет дружбы народов
Подольское шоссе, 8/5, Москва, Россия, 113093

В работе приведены результаты сравнительно-сопоставительного анализа экологических и технологических параметров мусоросжигательных заводов в г. Москве и в г. Чикаго. Дана оценка жизненного цикла твердых бытовых отходов с точки зрения их экологического воздействия на окружающую природную среду. Сформулированы рекомендации по снижению уровня негативного влияния на окружающую природную среду при термической переработке ТБО.

Ключевые слова: твердые бытовые отходы, термическая переработка твердых бытовых отходов, экологические воздействия, оценка жизненного цикла ТБО, мусоросжигательные заводы.

В индустриально и экономически развитых странах эффективное решение проблемы переработки твердых бытовых отходов (ТБО) является стратегическим направлением государственной экологической политики. В Отчете Агентства по охране окружающей среды [11] указано, что по показателю количества образования отходов на одного жителя США занимают лидирующую позицию. В исследовании Дж. Шайерса [8] отмечено, что за год на одного жителя США приходится около 700 кг ТБО. Такая же ситуация наблюдается в Германии и Швейцарии. В России в среднем образуется 445 кг ТБО на человека за год [3], что не намного меньше, чем во Франции и Японии, в которых этот показатель достигает 500 кг ТБО в год в пересчете на одного жителя страны.

За год в США образуется около 250 млн т ТБО, в России — 63 млн т, т.е. в России образуется почти в четыре раза меньше ТБО, чем в США. По морфологическому составу отходы обеих стран практически не отличаются (табл. 1). Из общего объема ТБО в России перерабатывается не более 4% отходов, остальная часть складывается на специализированных полигонах [6]. В США на таких полигонах захоранивается примерно 54% ТБО от общего объема образующихся отходов, 33,4% используется повторно или отправляется на компостирование, 12,5% отходов подвергается термической обработке с получением электрической и тепловой энергии [11].

Сравним два мусоросжигательных завода. Один завод расположен в России на территории г. Москвы, другой — в г. Чикаго в США [11]. Мусоросжигательный завод в Москве является одним из трех действующих заводов. Завод № 3 расположен в Южном округе. Он функционирует с 1984 г. После реконструкции, проведенной австрийской компанией, мощность завода увеличилась на 110 тыс. т (табл. 2). Преимуществом завода является то, что для сжигания не требуется сортировка ТБО.

Таблица 1

Морфологический состав ТБО в РФ и США (% вес)

Компоненты ТБО	Российская Федерация	Соединенные Штаты Америки
Бумага, картон	35	31,0
Уличный смет	—	13,2
Пищевые отходы	41	12,7
Пластик	3	12,0
Металлы	4	8,4
Резина, кожа, текстиль	5	7,9
Дерево	2	6,6
Стекло	8	4,9
Прочее	2	3,3

Таблица 2

Основные показатели, достигаемые при применении технологии термической переработки ТБО

Показатель	Мусоросжигательный завод № 3 в г. Москве	Мусоросжигательный завод Robins в г. Чикаго
Проектируемая мощность, тыс. т/год	360	500
Мощность агрегата по термической переработке, т/ч	22,5	25
Метод термической переработки	Слоевое сжигание на колосниковых решетках	Сжигание в циркулирующем кипящем слое
Сырье, поступающее на термическую переработку	Несортированные сильно увлажненные (до 50%) ТБО	Сортированные ТБО
Теплотворная способность поступающих отходов, ккал/кг	1 200—1 800	2 450
Температура в печи, °С	900—1 000	830—920
Вид отходов, образующихся в результате сжигания	Золошлаковые	Золошлаковые
Отходы, образовавшиеся в результате сжигания, % от массы ТБО	23—28	—
Загрязнение атмосферы	Не превышает нормативы	Не превышает нормативы
Загрязнение почвы	Не превышает нормативы	Не превышает нормативы
Загрязнение грунтовых вод	Отсутствует	Отсутствует

Мусоросжигательный завод Robins в Чикаго введен в эксплуатацию в 1997 г. На заводе функционируют две печи с циркулирующим кипящим слоем, в них загружаются отходы и песок — две и одна части от объема печи соответственно. Преимущество такой технологии состоит в том, что благодаря постоянной циркуляции материалов в системе «печь — циклон» поддерживается равномерная температура, при которой выбросы окислов азота уменьшаются минимум на четверть и максимум на 40% по сравнению с методом сжигания на московском заводе, а именно сжигания отходов в котлоагрегатах со стандартными решетками. На заводах применяются разные технологии, поэтому перерабатываемое сырье тоже отличается. На московском заводе используют несортированные увлажненные отходы, на американском — сортированные. Это не может не сказаться на температуре сжигания, которая на российском заводе практически на 80—100 °С выше. Следует отметить, что проектируемая мощность американского мусоросжигательного завода практически на 140 тыс. т выше, и это существенное преимущество.

Для полного сжигания ТБО, образующихся в России за год, потребуется строительство 175 мусоросжигательных заводов, в США — 500. Однако в России преобладающая часть ТБО не перерабатывается, а складывается на полигонах ТБО, поэтому для уничтожения уже образовавшихся свалочных тел методом термической переработки необходимо построить большее количество мусоросжигательных заводов, обладающих большей мощностью.

По данным Агентства по охране окружающей среды [11], в США функционирует порядка 80 предприятий, перерабатывающих ТБО с помощью высоких температур, в Германии таких предприятий 90, во Франции — 130 (рис. 1).

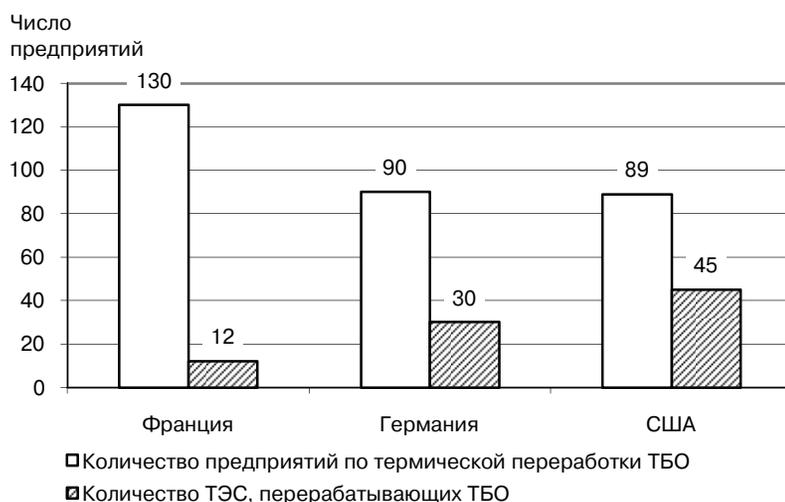


Рис. 1. Количество предприятий по термической переработке ТБО в США, Германии и Франции

В России и США на законодательном уровне запрещен выброс, захоронение и уничтожение ТБО, содержащих ценные и (или) опасные для человека и окружающей природной среды компоненты, например, отработанные масла, элементы электронного и электрического оборудования и др. Для того, чтобы утилизировать такие отходы, специалисты США разработали правила по сбору, переработке и утилизации отходом путем сжигания и получения энергии. Так, при термической переработке 1 т ТБО можно получить от 300 до 500 кВт/ч электроэнергии и от 1300 до 1700 кВт/ч тепловой энергии [9]. Это означает, что внедрение в России метода термической переработки отходов с получением электрической и (или) тепловой энергии позволит получить технологические, экономические, управленческие и экологические преимущества.

Для разработки стратегических направлений эффективного обращения с отходами оценим их жизненный цикл. Оценку проведем в соответствии с требованиями международного стандарта ISO и ГОСТ Р ИСО 14042-2001 «Управление окружающей средой. Оценка жизненного цикла. Оценка воздействия жизненного цикла».

В работах С.Е. Витковской [1], В.В. Кисиленко [4], В.К. Кулифеева, В.П. Тарасова, А.Н. Кропачева, В.В. Миклушевского [5] детально проанализированы ме-

тоды переработки и утилизации твердых бытовых отходов, в них отмечено, что жизненный цикл ТБО проходит в три основные стадии:

- первая стадия — образование ТБО;
- вторая стадия — сбор и сортировка ТБО;
- третья стадия — термическая переработка ТБО.

С нашей точки зрения, авторы допустили упущение и не указали четвертую стадию, включающую три этапа:

- первый этап — улавливание загрязняющих веществ и, следовательно, снижение негативного воздействия на атмосферный воздух;
- второй этап — утилизация фильтров путем термической переработки;
- третий этап — размещение золошлаков или их переработка. Мы полагаем, что золошлаки могут быть использованы в качестве минеральных удобрений после соответствующей обработки и проверки их качества.

Согласно материалам, приведенным в публикациях Ю.Н. Женихова [2], А.Ф. Малышевского, В.В. Хабирова [7], Т.К. Бичелдей, Е.Н. Латушкиной [10] и Л.Я. Шубова [9], при термической переработке отходов на мусоросжигательных заводах загрязнения подземных вод не происходит.

По результатам анализа опубликованных работ и собственных наблюдений составим таблицу негативных воздействий на окружающую природную среду жизненного цикла ТБО (табл. 3).

Таблица 3

**Негативные воздействия на окружающую природную среду
жизненного цикла ТБО**

Стадия	Воздействие			
	атмосферный воздух	почва	поверхностные воды	флора и фауна
1	Диоксид углерода, оксиды азота и серы, метан*	Захламление земель, биологические организмы*	Загрязнение происходит, если ТБО попадают в водоем	Отсутствует
2	Диоксид углерода, оксиды азота и серы, метан (незначительные содержания)	Загрязнение грунтов загрязняющими веществами от спецтехники	Отсутствует	Отсутствует
3	Свинец, цинк, ртуть, кадмий, полициклические ароматические углеводороды, полихлорированные бифенилы, диоксины, хлорфенолы и хлорбензолы (в пределах ПДК)	Частицы золы и шлаков, оседающие на поверхность почвы	Диоксины и фураны (в пределах ПДК)	Отсутствует
4	Все вышеозначенное	Все вышеозначенное	Все вышеозначенное	Отсутствует

* Если ТБО своевременно не удаляются с мест образования.

Результаты проведенной оценки воздействий на окружающую природную среду жизненного цикла ТБО позволяют заключить, что при соблюдении действующих требований при сборе и сортировке отходов воздействия на окружающую природную среду являются незначительными. В большей степени воздействие на окружающую среду оказывается при термической переработке ТБО, которая осуществляется с выбросами в атмосферный воздух из дымовой трубы. Для сни-

жения этого воздействия существуют методы, позволяющие уменьшить содержание загрязняющих веществ в выбросах, например установка электростатического фильтра для улавливания пыли, скруббера для удаления газообразных окислов, угольного фильтра для связывания диоксинов и пр.

В заключение отметим, что строительство предприятий, использующих метод термической переработки отходов, позволит увеличить количество перерабатываемых отходов, снизить скорости и объемы складирования ТБО на полигонах ТБО и, возможно, позволит заняться переработкой свалочных тел полигонов ТБО. Необходимо разрешить захоронение отходов на полигонах только после их сортировки, выделить специализированные зоны на полигонах для захоронения разных видов отходов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Витковская С.Е.* Твердые бытовые отходы: антропогенное звено биологического круговорота. — М.: АФИ, 2012.
- [2] *Женихов Ю.Н.* Обращение с отходами производства и потребления. — Тверь: ТвГТУ, 2013.
- [3] Инфографика. Пути отходов // *Вокруг света*. — 2012. — № 7. — С. 22.
- [4] *Кисиленко В.В.* Комплексный подход — ключ к переработке 95% отходов // *Твердые бытовые отходы*. — 2012. — № 10. — С. 26—27.
- [5] *Кулифеев В.К.* Комплексное использование сырья и отходов. Переработка техногенных отходов / В.К. Кулифеев, В.П. Тарасов, А.Н. Кропачев, В.В. Миклушевский. — М.: МИСИС, 2009.
- [6] *Латушкина Е.Н.* Биогаз с полигонов твердых бытовых отходов как экологический фактор воздействия на популяцию человека: Монография / Е.Н. Латушкина, Т.К. Бичелдей. — М.: Изд-во РУДН, 2010.
- [7] *Мальшевский А.Ф.* Обоснование выбора оптимального способа обезвреживания твердых бытовых отходов в городах России / А.Ф. Мальшевский, В.В. Хабиров. — М.: ИФЗ РАН, 2012.
- [8] *Шайерс Дж.* Рециклинг пластмасс: наука, технологии, практика / Пер. с англ. — СПб.: Научные основы и технологии, 2012.
- [9] *Шубов Л.Я.* Технология твердых бытовых отходов / Л.Я. Шубов, М.Е. Ставровский, А.В. Олейник. — М.: ИНФРА-М, 2011.
- [10] *Latushkina E.N.* Biogas emission prognosis at the landfills / Т.К. Bicheldey, E.N. Latushkina // *International Journal of Environmental Science and Technology*, Tehran, Iran. Vol. 7 (N 4). 2010. P. 623—628.
- [11] *Municipal Solid Waste in The United States: 2011 Facts and Figures. Report.* EPA, May 2013. 530-R-13-001. 169 pages.

LITERATURA

- [1] *Vitkovskaja S.E.* Tverdye bytovye othody: antropogennoe zveno biologicheskogo krugovorota. — М.: АФИ, 2012.
- [2] *Zhenihov Ju.N.* Obrashhenie s othodami proizvodstva i potreblenija. — Tver': TvGTU, 2013.
- [3] Infografika. Puti othodov // *Vokrug sveta*. — 2012. — № 7. — S. 22.
- [4] *Kisilenko V.V.* Kompleksnyj podhod — ključ k pererabotke 95% othodov // *Tverdye bytovye othody*. — 2012. — № 10. — S. 26—27.

- [5] *Kulifeev V.K. Kompleksnoe ispol'zovanie syr'ja i othodov. Pererabotka tehnogennyh othodov / V.K. Kulifeev, V.P. Tarasov, A.N. Kropachev, V.V. Miklushevskij. — M.: MISIS, 2009.*
- [6] *Latushkina E.N. Biogaz s poligonov tverdyh bytovyh othodov kak jekologicheskij faktor vozdeystvija na populjaciju cheloveka: monografija / E.N. Latushkina, T.K. Bicheldej. — M.: Izd-vo RUDN, 2010.*
- [7] *Malyshevskij A.F. Obosnovanie vybora optimal'nogo sposoba obezvrezhivaniya tverdyh bytovyh othodov v gorodah Rossii / A.F. Malyshevskij, V.V. Habirov. — M.: IFZ RAN, 2012.*
- [8] *Shajers Dzh. Recikling plastmass: nauka, tehnologii, praktika / Per. s angl. — SPb.: Nauchnye osnovy i tehnologii, 2012.*
- [9] *Shubov L.Ja. Tehnologija tverdyh bytovyh othodov / L.Ja. Shubov, M.E. Stavrovskij, A.V. Olejnik. — M.: INFRA-M, 2011.*
- [10] *Latushkina E.N. Biogas emission prognosis at the landfills / T.K. Bicheldej, E.N. Latushkina // International Journal of Environmental Science and Technology, Tehran, Iran. Vol. 7 (N 4). 2010. P. 623—628.*
- [11] *Municipal Solid Waste in The United States: 2011 Facts and Figures. Report. EPA, May 2013. 530-R-13-001. 169 pages.*

ECOLOGICAL ASPECTS OF THE INCINERATION SOLID WASTE: RUSSIAN AND AMERICAN EXPERIENCE

**R.Kh. Mamadzhanov, S.N. Sidorenko,
E.N. Latushkina**

Environmental Department
Russian Peoples' Friendship University
Podolskoye Shosse, 8/5, Moscow, Russia, 113093

The article presents the results of comparative analysis of ecological and technological parameters of the incinerators in Moscow and Chicago. The estimation of the life cycle of municipal solid waste in terms of their environmental impact on the environment. Made recommendations to reduce the negative impact on the environment by incineration of the solid waste.

Key words: municipal solid waste, incineration of the solid waste, environmental impact, life cycle of municipal solid waste, incinerators.