

УДК 504

А.Н. Одинцов, доцент, канд. техн. наук*Севастопольский национальный технический университет,**ул. Университетская, 33, г. Севастополь, 99053, Украина**E-mail: peot1@mail.ru***О ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА ПЛАЗМЕННОЙ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ**

Анализируется возможность и целесообразность использования высокотемпературного (плазменного) метода уничтожения любых видов отходов, обеспечивающего минимальное негативное воздействие на окружающую среду.

Ключевые слова: отходы, пиролиз, высокотемпературная (плазменная) утилизация.

Деятельность любых живых существ обитающих в биосфере всегда сопровождается появлением отходов их жизнедеятельности. Еще в прошлом веке, выдающийся мыслитель академик Вернадский высказал мысль о том что «... ни один вид живых существ не может существовать в созданных им отходах» [1]. Данное определение в полной мере относится и к человеку.

За предшествующие миллиарды лет природа научилась естественным путем преобразовывать естественные отходы одних живых существ в пищу других, образуя сбалансированные трофические звенья различной длины.

Если до 19 века влияние антропогенной нагрузки на окружающую среду было практически незаметно, то к концу 20 века потенциальная мощность средств такого воздействия на природу стала сопоставима с геологическими процессами земли. Антропогенные опасности во многом определяются наличием отходов, неизбежно возникающих при любом виде деятельности человека в соответствии с законом о неустранимости отходов (или) побочных воздействий производств [2]: «В любом хозяйственном цикле образуются отходы и побочные эффекты, они неустранимы и могут быть переведены из одной физико-химической формы в другую или перемещены в пространстве».

В соответствии с принятой в [3, 4] терминологией, отходы – это любые вещества, материалы и предметы, которые образуются в процессе человеческой деятельности и не имеют дальнейшего использования по месту образования или выявления и от которых их владелец избавляется, намерен или должен избавиться путем утилизации или удаления.

В [3] также сформулировано достаточно точное определение твердых бытовых отходов (ТБО) – которые образуются в процессе жизнедеятельности человека в жилых домах, учреждениях соцкультбыта, общественных, учебных, лечебных, торговых и других учреждениях. К ним относят: пищевые отходы, макулатуру, стекло, металлы, пластмассы, полимерные материалы и т.п.

Здесь следует отметить, что в настоящее время большая часть отходов попросту «перемещается в пространстве», т.е. складывается на специальных полигонах ТБО и несанкционированных свалках; лишь незначительная часть «переводится из одной физико-химической формы в другую», например, за счет создания специальных условий для получения биогаза либо путем простого сжигания части мусора в технологических печах (пиролиз). При этом рост антропогенного негативного влияния на среду обитания не всегда ограничивается нарастанием только опасностей прямого действия, например, ростом концентраций токсичных примесей в атмосфере. При определенных условиях возможно появление вторичных негативных воздействий, возникающих на региональном или глобальном уровнях и оказывающих негативное влияние на регионы биосферы и значительные группы людей [1].

Образующиеся в результате деятельности человека отходы можно разделить на две большие группы: бытовые отходы и отходы производства. Каждый вид отходов может находиться в газообразном, жидком или твердом состоянии. Отходы в газообразном (пыле и парообразном) состоянии, как правило, рассеиваются в атмосфере, жидкие отходы в большинстве случаев сливают в канализацию напрямую либо с предварительным осаждением, дезинфекцией и очисткой. Твердые отходы, приходится накапливать в местах их возникновения и затем доставлять к местам переработки и складирования (захоронения).

Нельзя оставить без внимания и так называемую третью группу отходов – опасные отходы. В [3, 4] к этой группе относят отходы, имеющие такие физические, химические, биологические или другие опасные свойства, которые создают или могут создать значительную опасность для окружающей природной среды и здоровья человека, требуют специальных методов и средств обращения с ними.

Данная группа отходов может присутствовать как в промышленных, так и в бытовых отходах, при этом выявить их наличие без применения специальных средств контроля практически невозможно. Так, например, в бытовых отходах могут присутствовать ртутьсодержащие приборы – термометры, люминесцентные лампы, батарейки и т.д. с разрушенными оболочками, которые будут представлять серьезную опасность для человека и окружающей среды с момента их попадания в контейнеры с ТБО, а

также в процессе перевалки, транспортировки и сортировки отходов. Но даже после попадания на полигон ТБО их негативное воздействие не прекращается, а в ряде случаев может даже усиливаться, поскольку они могут вступать в химические реакции с другими компонентами полигона образуя еще более токсичные соединения, просачиваться в грунтовые воды и загрязнять воздушную среду.

Состав и структура бытовых отходов чрезвычайно разнообразны и зависят не только от страны и местности, но и от времени года и целого ряда других факторов. Бумага и картон составляют наиболее значительную часть ТБО (до 40 % в развитых странах). Вторая по величине категория – это так называемые органические, в т.ч. пищевые отходы (до 20-30 %). Количество муниципальных отходов в Украине увеличивается, а их состав, особенно в крупных городах приближается к составу ТБО характерных для западных стран с относительно большой долей бумажных отходов и пластика. Характерное распределение и примерное процентное соотношение ТБО для Украины и стран СНГ представлено на рисунке 1.

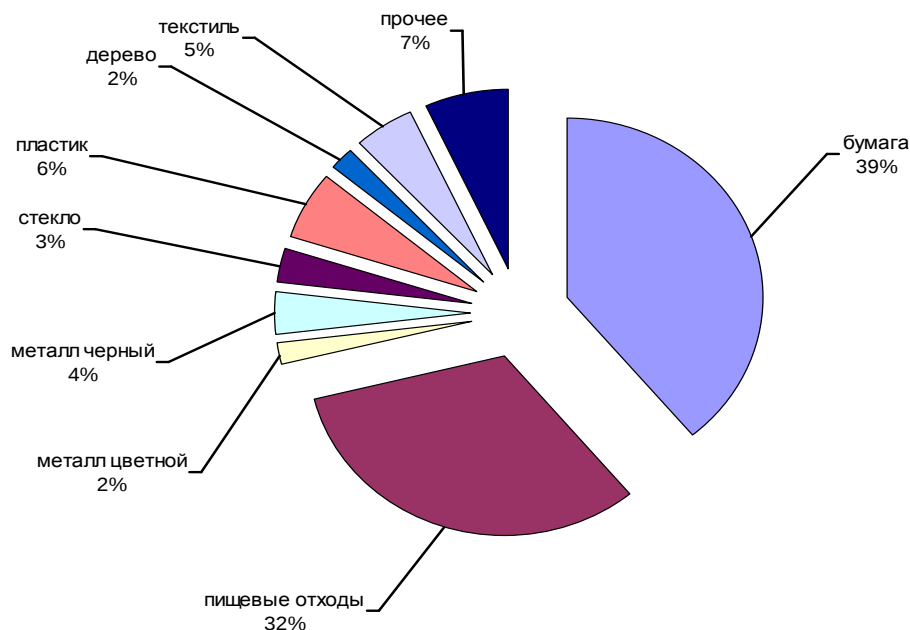


Рисунок 1 – Процентное соотношение основных компонентов в структуре ТБО, характерное для Украины и стран СНГ

Отходы производства можно разделить на следующие основные группы: промышленные; строительные; отходы транспортного комплекса; медицинские; биологические; радиоактивные.

Три последних вида можно в полной мере отнести к категории «опасных отходов», которые в соответствии с [3] требуют специальных методов и средств обращения с ними. Так, например, уничтожение медицинских и биологических отходов требует создания специальных высокотемпературных печей или могильников со сложной системой предварительной дезинфекции и захоронения. Территории таких могильников должны располагаться в удаленных безлюдных местах со специально охраняемой территорией. Аналогичные требования предъявляются и к утилизации радиоактивных отходов.

Сложность и разнообразие существующих методов борьбы с отходами вынуждает человечество искать новые пути решения данной проблемы. Существующие методы термической утилизации мусора путем его простого сжигания, например, применения технологии низко ($700-800^{\circ}\text{C}$) и высокотемпературного ($1300-1600^{\circ}\text{C}$) пиролиза не решает проблемы в целом, поскольку после сжигания образуется целый букет токсичных газообразных соединений (диоксины, фураны, и т.д.), и, кроме того, остается необходимость утилизации образующихся в результате горения шлаков, которые по причине своей токсичности не могут быть использованы в строительной индустрии.

Особое внимание в этом случае заслуживает технология плазменной утилизации отходов с рабочей температурой более 5000°C [5]. При ее использовании происходит принципиально иное преобразование («перетраживание») атомарной структуры любых, в том числе веществ и химических соединений I–II классов опасности, которые могут содержаться в отходах, на совершенно ином, субатомарном энергетическом уровне. Как видно из рисунка 1, большая часть ТБО (в совокупности до 85 % – это бумага, пищевые отходы, пластик, резина, дерево и текстиль) по сути, являются органическими соединениями.

Как известно, при нагревании любого вещества до температуры более чем 5000°C в атоме происходит потеря одного или нескольких электронов с внешней орбиты и атом по сути превращается в положительный ион. В данном случае происходит газификация (возгонка) большей части ТБО с переходом веществ из одной физико-химической формы в состояние нейтральной или квазинейтральной плазмы. По мере охлаждения плазмы свободные электроны вновь присоединяются к ионам, образуя отдельные элементарные атомы (H, C, O, N, Cl и др.), которые в дальнейшем вступают в химические реакции с образованием простых химических соединений. Обеспечивая поддержание определенных условий и вводя соответствующие катализаторы, можно добиваться протекания химических реакций в требуемом направлении с получением на выходе заданных химических соединений, например синтез-газа, состоящего на 85 % из метана (CH_4), оксида углерода (CO) и небольшого количества других соединений.

На сегодняшний день не существует технических препятствий для получения температуры более 5000°C . По приведенным в [5] сведениям существующие плазмотроны способны генерировать температуру плазменной струи до 10^5°C , то есть имеют двадцатикратный запас по температуре для расплавления и испарения любого вещества, переведя его в газообразное (плазмообразное) состояние. Мощность плазмотрона зависит от целого ряда факторов: конструктивных особенностей, мощности дуги, особенностей электродов, состава продуваемого газа и т.д. Мощности промышленно выпускаемых плазмотронов обычно находятся в диапазоне от сотен Вт до 100 кВт, хотя известны разработки плазмотронов, например, фирмы Westinghouse [5] мощность которых может достигать 10 МВт.

На практике, опираясь на данные [5], для обеспечения полного разложения и газификации ТБО вполне достаточно иметь температуру струи плазмы порядка 6...9 тыс. $^{\circ}\text{C}$, а мощность плазмотрона будет определяться количеством ТБО, которое необходимо утилизировать в единицу времени.

На сегодняшний день в США, Японии и ряде других стран уже созданы первые заводы по высокотемпературной плазменной утилизации ТБО и промышленных отходов, которые доказали свою эффективность и работоспособность. На рисунке 2 представлена обобщенная схема завода по утилизации ТБО.

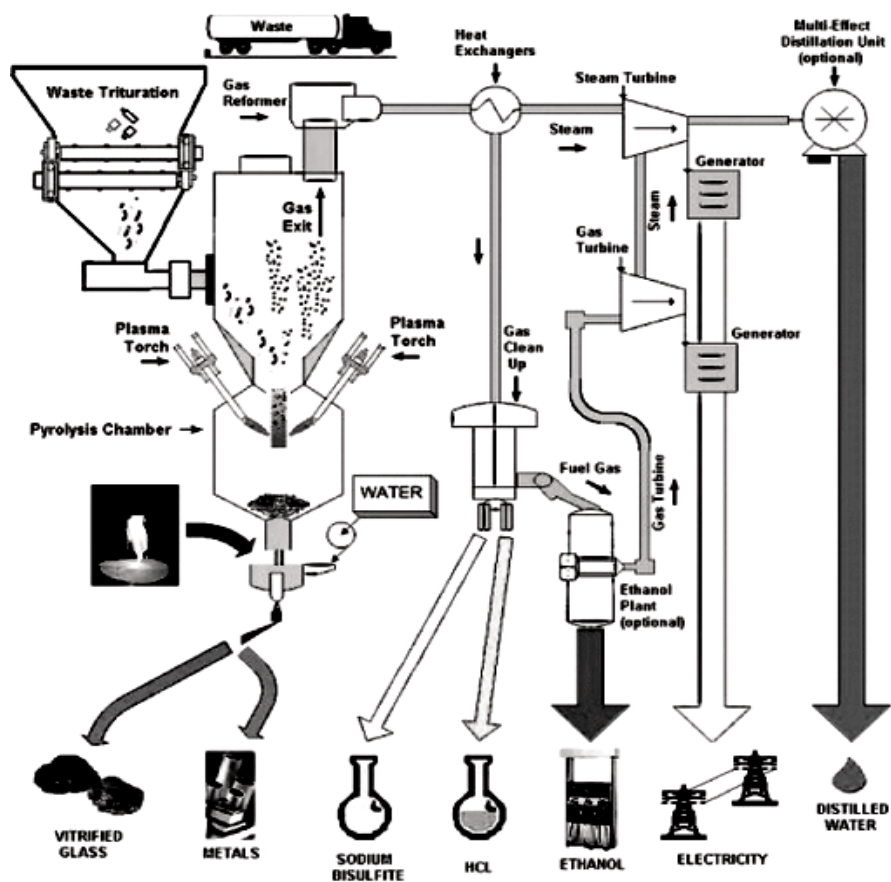


Рисунок 2 – Принципиальная схема завода с использованием метода плазменной утилизации ТБО с последующей выработкой электрической энергии [5]

Как видно из рисунка 2, при применении метода плазменной утилизации мусора практически не образуется отходов и отпадает необходимость в строительстве полигона для захоронения остаточных отходов, например шлака. При использовании данного метода образуется высокопрочный стекловидный шлак, (Vitrified glass)[5], состоящий в основном из неорганических компонентов ТБО, который в свою очередь может эффективно использоваться в строительной индустрии (производство плитки, наполнители дорожного полотна и т.д.). Тяжелые металлы, радиоактивные изотопы и другие вредные вещества, находящиеся в стекловидной массе, оказываются надежно «упакованными» в ней на достаточно длительное время (более 100 лет) и практически не представляют опасности для окружающей среды.

С каждым годом проблема твердых бытовых отходов становится все более серьезной. Так, например, в России ежегодно образуется около 130 млн.м³ твердых бытовых отходов. Из этого количества промышленной переработке подвергается не более 3%, остальное вывозится на свалки и полигоны для захоронения. Подобная ситуация наблюдается и в Украине, где количество отходов по разным оценкам составляет 38–40 млн.м³ в год и по удельным показателям на душу населения практически не отстает от средневропейского уровня.

Выводы

1. Любые виды отходов представляют собой серьезный источник загрязнения, однако при правильной организации управления отходами они могут являться практически неиссякаемым и возобновляемым источником энергетических ресурсов.

2. Применение метода плазменной утилизации может обеспечить практически «нулевой» уровень загрязнения окружающей среды, к тому же при его использовании отпадает необходимость в создании дорогостоящих систем раздельного сбора, накопления и транспортировки ТБО, а также их предварительной сортировки перед подачей в плазменный реактор.

Задачей дальнейших исследований является поиск новых технических решений и анализ существующих технологических приемов по плазменной газификации ТБО, оценка общего энергетического баланса при его применении.

Библиографический список использованной литературы

1. Безопасность жизнедеятельности: учеб. для студ. вузов / С.В. Белов [и др.]; под ред. С.В. Белова. — М.: Высшая школа, 2005. — 606 с.
2. Реймерс Н.Ф. Надежды на выживание человечества. Концептуальная экология / Н.Ф. Реймерс. — М.: Изд-во ИЦ «Молодая гвардия» – Экология, 1992. — 327 с.
3. ДБН В.2.4-2-2005 Полигоны твердых бытовых отходов / Государственный комитет Украины по строительству и архитектуре. — Киев: Изд-во "Укрархбудинформ", 2005. — 33 с.
4. Закон Украины «Про отходы» // Відомості Верховної Ради (ВВР). — 1998. — № 36-37. — С. 242.
5. Плазменная обработка твердых бытовых отходов [Электронный ресурс]. — Электрон. текстовые, граф., данные (4,76 Mbytes). — Режим доступа: http://login.siplasma.com/wp-content/uploads/2010/04/Plasma-Gasification-of-Waste_Dodge.pdf 02.07.2010 19:32:27

Поступила в редакцию 18.09.2010 г.

Одінцов О.М. Про доцільність застосування методу плазмової утилізації відходів

Аналізується можливість і доцільність використання високотемпературного (плазмового) методу знищення будь-яких видів відходів, що забезпечує мінімальний негативний вплив на довкілля.

Ключові слова: відходи, піроліз, високотемпературна (плазмова) утилізація.

Odintsov A.N. About the expediency of applying the method of plasmic utilization of wastes

Possibility and expedience of the use of high-temperature (plasmic) method of elimination of any types of wastes, providing the minimum negative influence on the environment are analyzed.

Keywords: wastes, pyrolysis, high-temperature (plasmic) utilization.