

Ерофеева Л. К.
аспирант,
Рутковский А. Ю.
к.т.н., доцент

Донбасский государственный технический институт, г. Алчевск, ЛНР

МЕТОДЫ ПЛАЗМЕННОЙ ИНСИНЕРАЦИИ В ТЕХНОЛОГИЯХ УТИЛИЗАЦИИ И ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ОТХОДОВ

Загрязнение окружающей среды является значительной проблемой для всего человечества, которая стала очень актуальной в последние десятилетия. Рост объемов отходов происходит в геометрической прогрессии. Если в 1980–1990 годы на одного человека приходилось 200–230 кг отходов в год, то в настоящее время — 430–480 кг. [1]. Объемы образования мусорных отходов коррелируют с уровнем национального благосостояния стран мира. Об этом свидетельствуют данные ООН. Поэтому наибольшее влияние на проблему роста количества отходов оказывают наиболее развитые в экономическом отношении страны. На поиск высокоэффективных методов улучшения экологической обстановки путем обезвреживания и переработки отходов направлены усилия инженеров и ученых всего мира. С целью своевременной утилизации образуемых предприятиями отходов в России с 2015 года в законодательном порядке был введен экологический сбор, являющийся своего рода «штрафом» за невыполнение нормативов утилизации товаров с коротким сроком службы или содержащих токсичные материалы.

На сегодняшний день известно большое количество способов и методов переработки отходов, которые можно классифицировать по технологическому принципу на:

- термические;
- химические;
- биологические;
- механические;
- смешанные.

Главное преимущество термических технологий — это универсальность, так как обеспечивается возможность переработки отходов различного характера (жидкие, твердые, газообразные и растворимые в том числе).

Основой данного вида технологии является бесконтактная или контактная обработка вещества, подлежащего утилизации, с помощью высокотемпературного теплоносителя. Существует следующая классификация высокотемпературного теплоносителя:

- пиролизный;
- плазмохимический [2];
- газификационный;
- паротермический;
- окислительно-огневой и т. д.

Технологический процесс термической утилизации отходов зачастую состоит из следующих этапов.

1. Предварительный этап — состоит из сбора, сортировки, реагентной обработки, а также иногда низкотемпературного воздействия для того, чтобы отходы имели характеристику, необходимую для проведения высокотемпературной переработки.

2. Высокотемпературная обработка и обезвреживание.

3. Многоступенчатая очистка газов.

4. Повторное использование продуктов переработки (синтез-газа, тепла, строительных смесей, минеральных солей и т. д.).

Также одним из достоинств рассматриваемого метода считается нейтрализация, которая возникает в восстановительной или окислительной среде, сопровождается подачей кислорода воз-

духа и других газов, что позволяет контролировать параметры среды для эффективного влияния на определенное вещество, которое утилизируется (пестициды, диоксины, гербициды и т. д.).

В настоящее время в связи с ростом численности населения и развитием населенных пунктов способы переработки отходов с помощью высоких температур набирают популярность, что обуславливает увеличение количества мусоросжигающих установок и заводов, а также размещение локальных термических установок для решения местных задач (утилизации инфицированных отходов и т. п.).

Следует отметить, что мировой опыт сжигания промышленных отходов в печах мусоросжигательных заводов, построенных в конце двадцатого века, оказался негативным, так как в печах может быть создана лишь относительно невысокая температура 800–1000 °С, при которой не обеспечивается полное сгорание отходов, из-за чего в атмосферу выбрасывается большое количество диоксинов и фуранов, которые вместе с осадками попадают в почву и по пищевым цепям поступают в организм человека [3]. Поэтому функционирование крупных мусоросжигающих производств затрудняется выполнением жестких экологических требований к технологическому процессу и к процентному содержанию супертоксикантов. Многие построенные ранее предприятия применяют метод слоевого сжигания на колосниковых решетках, а также паровоздушной газификации.

В соответствии с установленными нормами утилизация отходов термическим методом осуществляется после проведения радиологического анализа. Однако при этом не производится сортировка отходов, следовательно, не исключается увеличение концентрации вредных загрязняющих веществ во вторичных продуктах переработки (металлизированных отходах, саже и т. п.), а также образование ядовитых пылегазовых выбросов.

В результате того, что на многих предприятиях и в учреждениях отсутствует система постоянного экологического мониторинга, возникает возможность образования токсичных элементов в пылегазовых выбросах. Наряду с этим оснащение промышленных объектов системами очистки пылегазовых выбросов является одним из наиболее дорогостоящих этапов организации производства. Системы очистки организованных источников выбросов включают в себя скрубберы, циклоны, механические и электромагнитные фильтры, а также адсорберы. В основном это крупногабаритные механизмы, которые занимают большую площадь, такие системы требуют систематического обслуживания и по истечению срока эксплуатации их следует утилизировать термическими методами либо же депонировать на полигонах, которые в свою очередь, также занимают большие площади земель и являются на сегодняшний день переполненными.

Современные технологии, которые позволяют достичь высокого уровня очистки пылегазовых выбросов являются дорогостоящими и не могут быть внедрены во многие технологические цепочки. Количество предприятий, где существует современная система очистки выбросов вредных загрязняющих веществ с эффективностью 90–95 % очень невелико. Однако даже такие усовершенствованные системы имеют некоторые недостатки, среди которых можно выделить их дороговизну и большие габариты. На большинстве объектов, образующих отходы, внедрены следующие системы российского производства для термической переработки отходов: «Барс», «Форган», Hurgan, УТД-2-800.

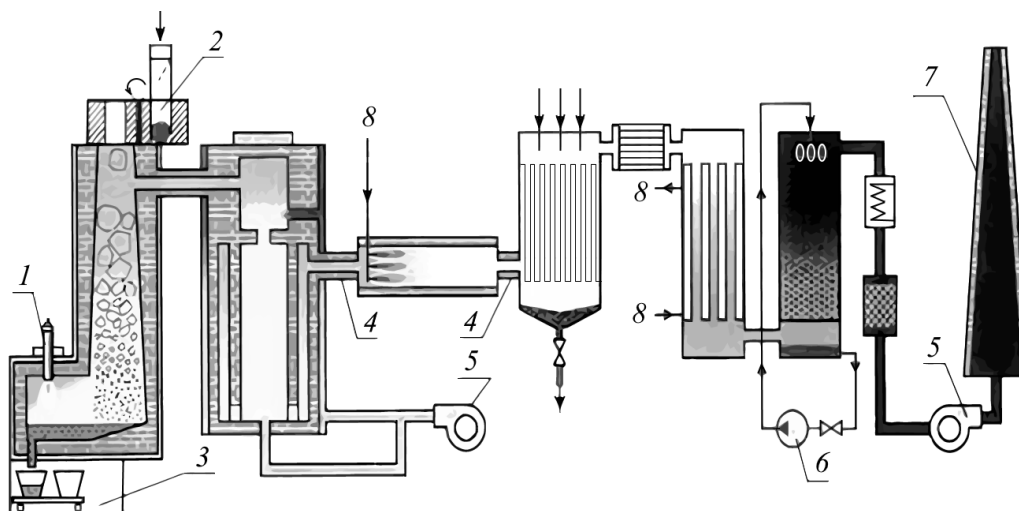
Изучив недостатки систем для утилизации отходов, следует рассмотреть высокоэффективный способ высокотемпературной утилизации, а именно плазмохимический, разработанный в девяностых годах прошлого века в Российском Курчатовском институте, в котором в результате проведенных исследований был спроектирован первый промышленный плазматрон для ТБО, один образец которого был изготовлен на Мариупольском машиностроительном заводе в 2010 году и перевезен в Израиль для запуска предприятия по переработке мусора в окрестностях города Кармиэля [3]. В 2011 году в Институте электрофизики и электроэнергетики РАН был создан прототип нового плазменного мусоросжигателя [4].

Особенность данных установок заключается в том, что газ, содержащий вредные загрязняющие материалы, является главным плазмообразующим веществом, что позволяет

нейтрализовать большинство токсичных, а в некоторых случаях и радиоактивных газов. В основе метода плазмохимической утилизации (плазменной инсинерации) лежит процесс высокоэнергетического влияния плазменной струи (температура плазмы находится в диапазоне 5000–20000 °С) на утилизируемые вещества, за счет чего происходит их расщепление до газообразных углеводородов и оксида углерода.

Среди преимуществ выделяют высокую эффективность очистки, низкое потребление энергетических ресурсов и небольшие размеры. Однако данные установки также не лишены недостатков, один из которых — это недостаточная экологическая безопасность по сравнению с классическими плазменными методами.

На рисунке 1 представлена схема плазменно-химической установки для утилизации отходов.



1 — плазменная горелка; 2 — загрузка ТБО; 3 — удаление «стекла»; 4 — изолированный газовый тракт; 5 — дымосос; 6 — насос; 7 — дымовая труба; 8 — вода

Рисунок 1 — Схема плазменно-химической установки для утилизации отходов

В струю низкотемпературной плазмы через загрузочное устройство 2 подаются утилизируемые отходы в порошковом, пастообразном или жидком виде. В плазмохимическом реакторе в результате действия высокой температуры плазменной горелки 1 вещества разлагаются на атомарные, молекулярные и ионизированные частицы, которые в дальнейшем образуют нетоксичный газ, состав которого формируется термодинамическими характеристиками процесса. Возможность регулирования состава плазмообразующего газа, высоких температур и давления, позволяет достигать эффективности переработки в 99,9 %. Данные методы используют для обезвреживания хлор-, фтор-, фосфор- и сероорганических, а также органических веществ, неорганических материалов и металлоорганики. Наибольшая эффективность указанных методов прослеживается во время утилизации трудногорючих и негорючих соединений.

Рассмотрим основные принципы работы высокотемпературных технологий.

1. Наиболее важный параметр технологии с использованием высоких температур, в том числе и плазмохимической утилизации отходов, — это этап закалки газа. Данный этап позволяет быстро снизить температуру токсичного газа, для того чтобы не образовывались нежелательные вторичные соединения. Такие технологические процессы оснащаются системами закалки, нейтрализации, регенерации и фильтрации, что обеспечивает их максимальную экологическую эффективность. В результате чего применение только плазменных способов утилизации отходов является энергозатратным. К примеру, процесс утилизации отходов медицинского характера термическим методом связан с образованием газовой смеси с высокой концентрацией вредных загрязняющих веществ, для нейтрализации кото-

рых необходимо установить специальную систему очистки, включающую дожигание в высокотемпературной плазме.

2. Расход образующихся газов напрямую зависит от состава обезвреживаемых образцов, поэтому перед сжиганием требуется проводить предварительную сортировку отходов.

3. Большая скорость протекания процессов обезвреживания органических отходов дает возможность перерабатывать большой объем отходов за минимальное количество времени.

4. Дожигание образующихся газов может происходить в плазме при минимальных давлениях, что исключает необходимость применения дополнительных аккумулирующих элементов установки (ресиверов), необходимых для поддержания определенного давления [5].

7. Внедряемые системы плазмотронных установок должны соответствовать предъявляемым к ним современным нормам охраны труда (по шуму, излучению, электробезопасности) и энергоэффективности.

8. В результате плазмохимической переработки отходов образуются горючие газы, монооксид углерода, водород, которые могут быть использованы как топливо в электростанциях для генерации электроэнергии.

Есть возможность получения дополнительной прибыли при реализации образующихся в процессе утилизации отходов шлака заинтересованным производством.

Потенциальными потребителями высокотемпературных технологий утилизации отходов являются учреждения и центры по переработке ТБО, мусоросортировочные комплексы в крупных городах, структурные подразделения МЧС (министерства по чрезвычайным ситуациям) — в местах техногенных аварий, а также лечебно-профилактические учреждения.

Список литературы

1. Буцаев, Д. П. Объем отходов удвоился за последние десятилетия из-за упаковки. [Электронный ресурс] / Д. П. Буцаев. — Режим доступа: <https://arsenalgroup.ru/news/10603>.

2. Чередниченко, В. С. Плазменные электротехнологические установки : учебник для вузов / В. С. Чередниченко, А. С. Аныпаков, М. Г. Кузьмин. — Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2011. — 602 с.

3. Плазменная технология утилизации отходов [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://news.solidwaste.ru/2020/12/plazmennaya-tehnologiya-utilizatsii-othodov/>.

4. Куцылло, К. В Институте электрофизики и электроэнергетики мусор сгорает на Земле при солнечной температуре / К. Куцылло // Коммерсантъ Наука. — 2011. — № 4 (4). — С. 34. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.kommersant.ru/doc/1677705>.

5. Пыкин, Ю. А. Эффективность и экологичность — факторы преимущества современных электроплазменных технологий / Ю. А. Пыкин, С. В. Анахов // УрФО: Строительство. ЖКК. — 2013. — № 1. — С. 16–18.