РАЗДЕЛ XI. РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Дарчиева Н.А., Ильина С.И., Грачев Д.Ю.

Плазменная переработка отходов

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева

(Россия, Москва)

doi: 10.18411/sr-10-08-2020-20

idsp: sciencerussia-10-08-2020-20

С каждым днем проблема, связанная с увеличением производительности человечеством мусора, становится все более актуальной. По приблизительным подсчетам люди в день производят около 60 тонн отходов, и это число постоянно увеличивается. С целью утилизации такого огромного количества отходов создаются все новые методы и технологии переработки. В настоящий момент мы имеем порядка 20 способов переработки твердых отходов. Все они имеют как свои преимущества, так и недостатки [1]. Одним из передовых методов является плазменная утилизация отходов. Она появилась в результате взаимодействия научных работников из России, Израиля и Украины. Местом рождения можно считать институт атомной технологии имени Курчатова, а его изобретателем – академика Евгения Велихова. Открытие первого завода, основанного на плазменной технологии утилизации отходов, произошло в Израиле, вблизи города Кармиэль. В России же торжественное открытие завода состоялось в 2010 году. Данная утилизация на сегодняшний день является самой передовой и на 100% экологически безопасной [2].

Суть процесса

Ранее плазменную утилизацию применяли для газификации дерева, гудрона, сланца, кокса и других видов твердого топлива.

Если говорить о сути процесса, в первую очередь следует сказать, что это процесс, при котором происходит термическое разложение отходов с неполным окислением. Термолизу вещества подвергаются под воздействием давления, кислорода и водяного пара. Результатом переработки является синтез-газ. Он включает в себя монооксид углерода, водород и другие горючие газы [3].

Данная субстанция является не только топливом для вырабатывающих электричество станций, но еще и сырьем для производства таких продуктов как:

- Горючее;
- Синтетическое моторное масло;
- Азотные удобрения;
- Аммиак;
- Высшие спирты;
- Метанол.

Одной из важных особенностей плазменной утилизации является то, что благодаря ей можно не только решить экологические проблемы, но также и получить полезную энергию. Все дело в замкнутости экологического процесса, в ходе которого выделяется газ, который не выпускается в атмосферу, а используется для собственного потребления. При этом вырабатываемую энергию можно реализовывать на сторону, заменяя обычный газ, мазут или уголь [5].

Можно выделить основные преимущества плазменной утилизации отходов:

- производство работает на энергии, получаемой от выброса мусора;
- для работы необходимо минимальное количество обслуживающего персонала;

- ТБО (твердые бытовые отходы) не требуют предутилизационной подготовки: сушки, сортировки;
- готовый «продукт» не требует последующего обеззараживания и дополнительной обработки;
- вещество, полученное после, можно использовать в строительстве;
- мобильность плазменных установок;
- быстрый запуск (остановка) и выход на технологический режим [2].

Помимо очевидных плюсов стоит сказать о главном недостатке, которым является стоимость и недостаточно большой ресурс работы генераторов низкотемпературной плазмы - плазмотронов. На первый взгляд можно предположить, что рассматриваемая технология с экономической точки зрения должна иметь отрицательное значение или, другими словами, быть затратной. Однако в конечном счете упрощения стадий переработки и снижения капитальных затрат в целом, по итогу стоимость утилизации отходов снижается. Относительно других видов утилизации, плазменную особенно выгодно применять при переработке токсичных отходов. Все дело в их дороговизне хранения и экологической опасности [4]. Как правило, речь идет об опасных отходах, к которым можно отнести:

- радиоактивные отходы низкого и среднего уровня активности;
- медицинские и биологические отходы;
- отходы, содержащие радионуклиды, токсичные компоненты и многие другие опасные элементы.

Технология процесса

В общем можно выделить пять основных стадий переработки (технологическая схема процесса работы представлена на рисунке 1).

- 1) Подготовка изначального сырья к обработке, в ходе которого оно измельчается, обезвоживается, доизмельчается и подается в реактор.
- 2) Для поддержания в реакторе требуемого температурного режима, запускается электрический плазмотрон.
- 3) Под воздействием высоких температур органика газифицируется и делится на отдельные молекулы. Неорганические вещества образуют шлак.
- 4) Сигаз проходит стадию очищения от примесей и охлаждения, после чего направляется на газопоршневую электростанцию для обеспечения работы плазменной печи.
- 5) Полученный шлак используют для производства плит для теплоизоляции, а также для газобетона [3].

Рис. 1. Плазменная переработка мусора — схема процесса [2].

Фактически производство можно условно разбить на основные составные части (см. рис. 2). Далее разберем более подробно каждую стадию процесса.

Рис. 2. Схема процесса плазменной переработки [7].

Загрузочный узел

Из-за того, что отходы могут находиться в различном агрегатном состоянии, ему необходима тщательная проработка. Для удержания тепла в газификационной зоне реактора чаще всего, как теплоизоляционная подстилка, используется кокс.

Плазменный реактор-газификатор (ПРГ)

Именно здесь происходит преобразование смеси органических компонентов опасных отходов в сизгаз. Он выходит через верхнюю часть колонны, в то же время через нижнюю часть вытекает расплавленный шлак, полученный при превращении неорганических компонентов. Далее этот шлак, благодаря высоким температурам, плавится, в ходе данного процесса происходит поглощение кислорода и водяного пара. Также за счет такой высокой температуры неорганические вещества сплавляются между собой. Конструкция плазменной печи представляет собой вертикальную шахтную печь.

Система плазменных горелок

Сама по себе горелка состоит из двух concentрично расположенных трубок. Плазменный поток движется по внутренней, а разогретый газ – по внешней. Именно внешний поток обеспечивает точность реза и защиту ближайших зон от окисления [6].

Установка разделения воздуха

Для проведения более полной газификации необходимо обдувать реакторы воздухом с концентрацией кислорода порядка 95%. Для того, чтобы получить такой чистый кислород, используется установка разделения воздуха. В ходе которой охлажденный под давлением воздух сжижается и далее в ректификационной колонне от него отделяется газообразный азот. В ходе данного процесса побочным продуктом является аргон.

Охлаждение газа, очистка от пыли и хлороводорода

Первым делом синтез-газ отправляется в скруббер Вентури, затем в колонну с распылительным орошением для дальнейшего охлаждения, а также очистки от нежелательных примесей. Уже очищенный газ проходя через верхнюю колонну попадает в мокрый электрофильтр. Это необходимо для более качественной очистки от пыли.

Паротурбинный генератор и воздушный конденсатор

В паровой турбине из-за снижения давления газ сжимается и уже в виде воды попадает обратно в котел. Энергия, которая образуется в ходе процесса конденсации преобразуется в электрическую для дальнейшего использования.

Удаление ртути

Полученный охлажденный и сжатый синаз пропускается через фильтр с активированным углем. Здесь ртуть может быть удалена до 99%. Очищенный от ртути газ подвергается сероочистке.

Гидролиз карбонилсульфида и сероочистка

Синтез-газ проходит через слой катализаторов. В процессе гидролиза вся сера превращается в сероводород. После этого уже в блоке сероочистки и он удаляется. Получаемая элементарная сера может также служить сырьем для других технологических процессов.

Мокрый электрофильтр

Он применяется для очищения газа от частиц, которые имеют размер меньше микрона. Синтез-газ входит в электрофильтр, где равномерно распределяется по пучку трубок. В коллекторных трубках входящие частицы получают значительный отрицательный заряд от коронного разряда большой мощности, производимого высоковольтными электродами. По мере продвижения заряженных частиц в трубках электрическое поле заставляет их перемещаться в сторону заземлённых трубчатых стенок, где они и оседают. Протекающая внутри трубок водяная плёнка смывает собранные частицы в слив, ведущий к месту водоочистки.

Переработка сточных вод

Вода, которая отходит от различных установок, поступает в резервуар для сточных вод, где удаляются тяжелые металлы и другие токсичные отходы. Очищенная вода хранится в отдельном резервуаре [7].

Заключение

Плазменная утилизация – это экологически безопасная, наиболее эффективная и экономически выгодная технология по обезвреживанию и утилизации опасных отходов. В разных странах, в частности, в США, Китае, Великобритании, Индии, Японии, Канаде, уже построено несколько десятков предприятий, использующих плазменный метод [8]. В России же сжигание мусора все еще остается на первом месте в качестве утилизации. Все больше законов принимается для повышения качества переработки в нашей стране. В том числе в сторону плазменной утилизации. Власти Москвы планируют построить вокруг столицы 8 заводов, работающих по технологии плазменной газификации мусора [9].

1. <https://musor.moscow/blog/plazmennaja-pererabotka-musora/>
2. <https://promzn.ru/utilizatsiya-i-pererabotka/musora-plazmennym-metodom.html>
3. <https://othodovnet.com/>
4. <https://allrefrs.ru/3-7453.html>
5. <https://betosteel.ru/articles/plazmennaya-texnologiya-utilizacii-otxodov.html>
6. <https://proinstrumentinfo.ru/plazmotron-dlya-lazernoj-rezki-r80-rt31-p2180/>
7. http://www.cleandex.ru/articles/2016/03/07/zavody_po_pererabotke_othodov_proizvodstva_i_potrebleniya_v_elektroenergiyu
8. <https://plagas.ru/>
9. <https://newizv.ru/news/tech/04-12-2019/otechestvennyy-metod-plazmennoy-utilizatsii-musora-ostalsya-v-rossii-ne-vostrebovannym>