

Экологически чистая утилизация отходов жизнедеятельности

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»

Проанализировано современное состояние проблемы накопления отходов жизнедеятельности. Установлено, что процесс плазменной газификации обеспечивает экологически чистую переработку твердых бытовых и опасных отходов без образования смол и диоксинов. Предложено проводить метанирование генераторного газа как один из этапов полной утилизации отходов в целях получения тепловой энергии и топливных продуктов, готовых к использованию.

Ключевые слова: отходы жизнедеятельности, утилизация, плазменная газификация, метанирование, топливные продукты.

Введение

Анализ процессов, протекающих в биосфере, показывает, что хозяйственная деятельность человека должна строиться по принципу природных экосистем, которые экономно расходуют вещество и энергию и в которых отходы одних организмов служат средой обитания для других, т.е. осуществляется замкнутый кругооборот.

В стране увеличиваются объемы накопления отходов, количество полигонов и свалок, где они захоронены, ухудшается санитарное состояние населенных пунктов. По официальным данным в Украине накоплено около 36 млрд т отходов, это более 50 тыс. т на один квадратный километр территории Украины. Из этого количества утилизируется только 30 % промышленных отходов и 4 % бытовых. Площадь свалок занимает 7 % территории страны [1].

Проблема отходов является остроактуальной, поскольку ее решение связано с необходимостью обеспечения нормальной жизнедеятельности населения, санитарной очистки городов, охраны окружающей среды и ресурсосбережения.

Кроме того, в последние годы территории населенных пунктов стали подвергаться несанкционированному загрязнению медицинскими и другими опасными отходами, которые выбрасываются вместе с твердыми бытовыми отходами. Следовательно, происходит заражение компонентов окружающей среды патогенными микроорганизмами и вирусами. Такая ситуация создает напряженную эпидемиологическую обстановку. Система сбора, удаления, переработки, обезвреживания и уничтожения опасных отходов в настоящее время несовершенна.

1. Постановка задачи исследования

Рассматривая в целом проблему обращения с твердыми бытовыми и опасными отходами, следует выделить задачу идентификации опасности отходов для здоровья людей и окружающей среды. В первую очередь такая постановка научно-прикладной задачи обусловлена неправильным обращением с отходами, необоснованно недооценена или, наоборот, преувеличена их опасность.

Сжигание отходов противоречит трем принципам международного законодательства: предосторожности, предотвращению и ограничению трансграничных эффектов. Принцип предосторожности записан в OSPAR (Конвенция по защите водной среды в северо-западной части Атлантического океана), LRTAP (Конвенция по трансграничному загрязнению атмосферы), Базельской, Бамако и Стокгольмской Конвенциях, а также в Декларации Саммита в Рио-де-Жанейро [2].

Поскольку сжигание отходов является отчасти неконтролируемым процессом с выделением неизвестных побочных продуктов, многие из которых наносят вред здоровью людей, то принцип предосторожности требует избегать процесса сжигания отходов. Можно полагать, что традиционные процессы утилизации отходов исчерпали свои экологические и технологические возможности, а в связи с быстрым ростом накопления отходов ориентация на них ведет в тупик.

В настоящее время широкое распространение получили способы утилизации различного вида отходов жизнедеятельности, которые могут решить как экологические задачи, так и получить полезный эффект. Наиболее простые установки основаны на процессах сжигания или пиролиза отходов с дальнейшим использованием полученного генераторного газа или синтез-газа для производства тепловой или электрической энергии. В этой связи вопросы технологии очистки отходящих газов при газификации в целях получения топливных продуктов являются актуальными.

2. Материалы и результаты исследований

По состоянию на сегодня крупнотоннажная утилизация отходов с применением технологии плазменной газификации активно развивается как в нашей стране, так и за рубежом. В развитых странах в последние годы вводятся в эксплуатацию новые заводы с плазменной переработкой отходов. В настоящее время отсутствуют какие-либо технические средства, кроме плазмотронов, позволяющие разогреть большие количества водяного пара до плазменного состояния. Физико-технологический уровень развития плазмотронов дает основания утверждать, что создание мощных электродуговых генераторов водяной плазмы, устойчиво работающих в течение длительного времени, возможно [3].

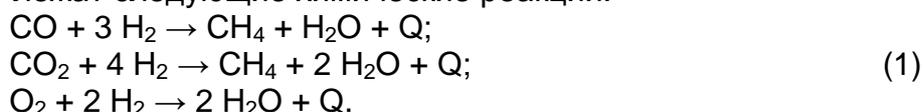
Плазменная технология утилизации отходов является альтернативой любым традиционным способам уничтожения и заключается в разложении сложных молекул веществ в простые в условиях экстремально высоких температур и при условии отсутствия свободного кислорода. Температура струи плазмы полностью разрушает различные материалы как органически, так и биологически. При этом гарантировано происходит уничтожение всех биологически опасных и токсичных веществ и соединений.

Процесс плазменной газификации обеспечивает экологически чистую переработку сырья (отходов) без образования смол и диоксинов, а также полное извлечение всего углерода из материала отходов, в то время как при всех процессах сжигания остается в твердом остатке до 30 % углерода. При этом обеспечивается высочайшая степень очистки обрабатываемых материалов до 99,99 % и выше. В связи с отсутствием процесса горения показатели выбросов в атмосферу вредных веществ ниже в несколько раз по сравнению с

мусоросжигательными заводами и полигонами для складирования отходов. Плазменная газификация не образует опасной нелетучей золы и зольной пыли [4].

Газ, образующийся в результате газификации, содержит вредные компоненты, которые должны быть очищены перед дальнейшим его использованием. В состав газа входят диоксины, а также хлороводород, сероводород и др. Важным этапом в полном цикле утилизации отходов является система очистки газа. С целью получения потоков газа, в котором концентрации кислорода, окиси и двуокиси углерода минимальны, целесообразно проводить метанирование. Использование процесса метанирования продуктов плазменной газификации дает возможность дополнительного получения сжиженного метана, сжиженного метансодержащего газа и топливного газа для целей отоплений и получения электроэнергии.

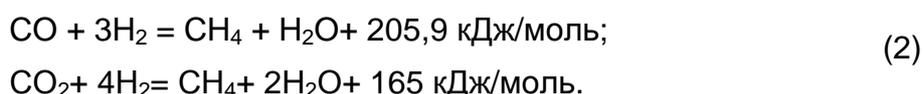
Метанирование представляет собой каталитическое гидрирование CO_2 и CO , в основе которого лежат следующие химические реакции:



Процесс осуществляют при температурах ~ 300 °С и давлении 2,8 МПа. В этих условиях указанные выше реакции практически необратимы и идут до конца с выделением большого количества тепла.

Другие компоненты, такие, как бензол, толуол, ксилол, также могут быть превращены в метан с помощью соответствующего катализатора. Реакция происходит путем введения водяного пара в присутствии катализатора. В качестве катализатора могут быть использованы промышленный катализатор метанирования «НКМ-1», а также мартеновский шлак.

Катализатор «НКМ-1» содержит 34 – 38 % NiO и не менее 48 % Al_2O_3 . Реакция метанирования экзотермична, что позволяет получить дополнительное тепло. Содержание метана увеличивается за счет реакции окиси и двуокиси углерода с водородом:



Поскольку реакция метанирования экзотермична, необходим отвод тепла либо с помощью теплообменника с циркулирующим теплоносителем, либо путем впрыска воды. Тепло можно отвести и использовать для других целей, например подогрева воды. Однако излишний отвод тепла может привести к образованию углерода (коксованию):



Образование углерода приводит к снижению эффективности реакции и активности катализатора вследствие его закоксовывания. Для подавления этих реакций вводится водяной пар. Содержание водяного пара в количестве 35,4 % в газе позволяет полностью подавить образование углерода. При этом может быть достигнут КПД 88 %. Использование в качестве катализатора более доступного мартеновского шлака повышает КПД всего на 40 % [5]. Общий вид реактора метанирования показан на рисунке.



Общий вид реактора метанирования на стенде

В результате экспериментальных исследований, выполненных на реакторе метанирования (см. рисунок), получены количественные показатели процентного содержания компонентов генераторного газа. Следует учесть, что при газификации использован водяной пар, который предотвращает образование окислов азота. В таблице представлены варианты состава генераторного газа до и после метанирования.

Составы генераторного газа до и после метанирования

Компоненты генераторного газа	До метанирования, %	После Метанирования, %
Метан (CH ₄)	6,54	42,8
Двуокись углерода (CO ₂)	10,45	34,5
Окись углерода (CO)	28,24	1,2
Водород (H ₂)	49,36	17,9
Азот (N ₂)	5,41	1,2

Как видно из таблицы, в результате процесса метанирования образуется газ, в котором резко увеличивается содержание метана. Этот газ направляется в блок низкотемпературного разделения, в котором с помощью низкотемпературных процессов происходит разделение газа с образованием полезных газообразных и сжиженных продуктов. В результате процесса разделения образуется сжиженный метан, сжиженный метансодержащий газ и топливный газ для целей отоплений и получения электроэнергии. Часть этого газа подается в термохимический газогенератор для поддержания процесса газификации.

Выводы

Плазменная газификация (высокотемпературный пиролиз) дает возможность экономически выгодно, экологически чисто и технически

относительно просто перерабатывать и уничтожать биологические и твердые бытовые отходы без их предварительной подготовки, т.е. сортировки, сушки и т.д. Это глубокая переработка всех типов отходов путем их превращения в коммерчески применимые продукты.

Список литературы

1. Укринформ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: или URb: http://www.ukrinform.ua/rus/news/v_ukraine_uvelichivayutsya_obemi_nakopleniya_othodov_minprirodi_1558648. – 19.09.2013.
2. Внедрение системы обеззараживания медицинских отходов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: или URb: <http://www.techgroup.com.ua/assets/files/price/Booklet.pdf>.
3. Моделирование процесса плазменной газификации опасных и вредных отходов [Электронный ресурс] / С. В. Петров, С. Г. Бондаренко, Е. Г. Дидык, А. А. Дидык. – Режим доступа: или URb: <http://plazer.com.ua/docs/pdf/modeling.pdf>.
4. Утилизация отходов методом плазменной газификации [Текст] / С. И. Планковский, Н. В. Нечипорук, В. Н. Кобрин, В. В. Вамболь. // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н. Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 34. – Х., 2007. – С. 208 – 211.
5. Полтавский, Е. А. Одностадийный процесс получения метана газификацией отходов переработки древесины [Электронный ресурс] / Е. А. Полтавский – Режим доступа: или URb: http://masters.donntu.edu.ua/2010/fmf/poltavskyi/my_articles/articles_3.htm.

Рецензент: д.т.н., проф., М. Л. Угрюмов, Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «ХАИ», Харьков.

Поступила в редакцию 13.12.13

Екологічно чиста утилізація відходів життєдіяльності

Проаналізовано сучасний стан проблеми накопичення відходів життєдіяльності. Встановлено, що процес плазмової газифікації забезпечує екологічно чисте перероблення твердих побутових і небезпечних відходів без утворення смол і діоксинів. Запропоновано проводити метанування генераторного газу як один з етапів повної утилізації відходів з метою отримання теплової енергії й паливних продуктів, готових до застосування.

Ключові слова: відходи життєдіяльності, утилізація, плазмова газифікація, метанування, паливні продукти.

Environmentally Friendly Waste Disposal

The current state of the problem of the accumulation of waste products. Found that plasma gasification process provides an environmentally clean processing of municipal solid and hazardous waste without the formation of dioxins and resins. Proposed spending methanation generating gas as one of the stages of complete recycling of waste to produce heat and fuel products, ready to use.

Keywords: wastes, recycling, plasma gasification, methanation, fuel products.