

УДК 628.475.7

Конец Ю. В.

(ИСА и ЖКХ ЛГУ им. В. Даля, г. Луганск, ЛНР, Yura\_87-87@mail.ru)

## ПРОЦЕСС И УСТАНОВКА ДЛЯ ПИРОЛИЗНОЙ УТИЛИЗАЦИИ ТВЕРДЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ

В статье рассмотрена такая схема обращения с твердыми коммунальными отходами, как пиролиз. Предложен пиролиз с использованием электродугового нагревателя. Разработан испытательный стенд, предназначенный для исследований утилизации органических отходов. Особое внимание в работе уделяется схеме его устройства и устройству реторты, а также принципу работы.

**Ключевые слова:** схема обращения с ТКО, пиролиз, пиролизная установка, органические отходы, испытательный стенд.

Потребность в использовании экономичных видов топлива растет с каждым годом. Одним из альтернативных направлений использования отходов является их утилизация методом пиролиза с целью получения горючего газа. Его дальнейшее сжигание в качестве топливного компонента позволяет получить достаточно экологически чистый выброс, не наносящий вред окружающей среде.

**Цель работы** — исследовать пиролизный метод утилизации органических отходов.

### Задачи исследований:

1. Рассмотреть пиролизный метод утилизации ТКО.
2. Разработать испытательный стенд для исследования утилизации органических отходов.
3. Предложить пиролизную установку с использованием электродугового нагревателя.

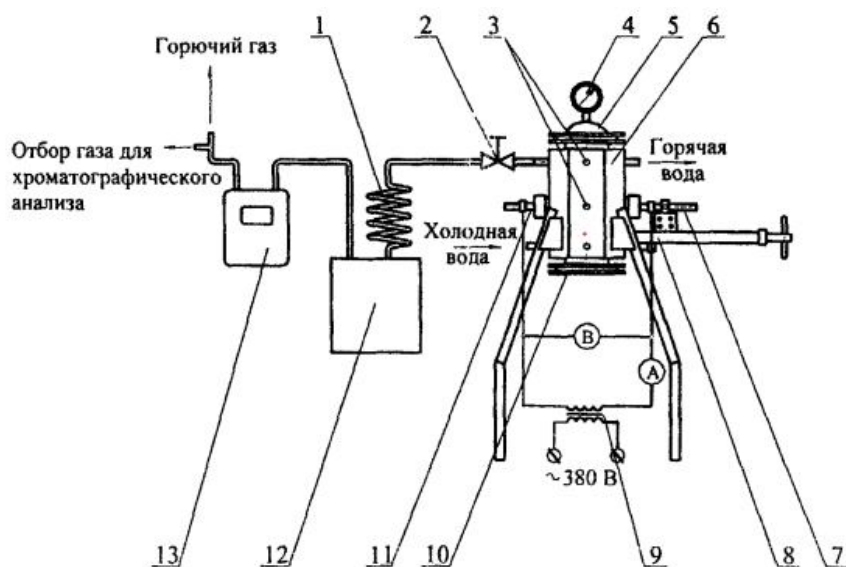
Достижение высоких температур для разложения углеродосодержащих отходов в существующих пиролизных установках обеспечивается за счет сжигания дополнительного топлива либо за счет непосредственного сжигания части самих органических отходов. Однако это негативно отражается на качестве получаемых горючих газов, особенно на их теплотворных способностях. Частичное сжигание увеличивает также объем отходящих газов, требующих дорогостоящих систем очистки.

В работе предложен один из возможных путей решения этой проблемы — в качестве источника высокой температуры в реакторе пиролизной установки для поддержания процесса пиролиза рекомендовано использовать электрическую дугу постоянного или переменного тока. Разработан испытательный стенд, предназначенный для исследований утилизации органических отходов (рис. 1).

Характерной особенностью этого способа является то, что дуга возникает между горизонтальными электродами 7, 11. Тепло дуги передается утилизируемому материалу за счет излучения, конвекции и теплопроводности. Внутренняя структура пиролизного реактора (реторты) 6 (электродуговая печь косвенного действия) лабораторного стенда показана на рисунке 2.

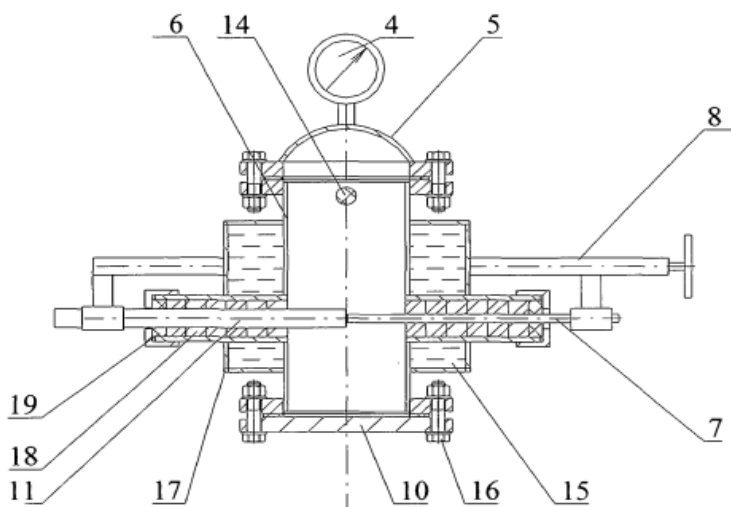
Реторта выполнена в виде герметичного металлического цилиндра 6, в верхней части которого имеется люк загрузки отходов 5 с манометром 4, а в нижней части люк для выгрузки зольного остатка 10. Крышки люков съемные, их герметичное закрытие осуществляется с помощью резьбовых соединений 16. Реторта имеет водяную рубашку охлаждения 17, предназначенную для поддержания внутри него температуры, необходимой для протекания реакционного процесса [1]. Циркуляция воды 15 в системе охлаждения осуществляется насосом термостата по водопроводным трубам.

ГЕОЭКОЛОГИЯ



1 — холодильник, 2 — кран шаровый, 3 — температурные датчики, 4 — манометр, 5 — люк загрузочный, 6 — реторта, 7 — электрод малый, 8 — устройство подачи, 9 — питающий трансформатор, 10 — люк разгрузки, 11 — электрод большой, 12 — конденсатосборник, 13 — газовый счётчик

Рисунок 1 Схема испытательного стенда



4 — манометр, 5 — люк загрузочный, 6 — корпус реактора, 7 — электрод малый, 8 — устройство подачи малого электрода, 10 — нижний (разгрузочный) люк, 11 — электрод большой, 14 — механический фильтр грубой очистки, 15 — охлаждающая жидкость, 16 — болтовые соединения, 17 — рубашка охлаждения, 18 — кольца изоляционные диэлектрические, 19 — уплотняющее устройство

Рисунок 2 Устройство реторты

Внутри реторты установлены два электрода 7 и 11, которые подключены к выходу сварочного трансформатора, с помощью которого инициируется процесс пиролиза. Электроды помещены в изолирующие диэлектрические кольца 18 и снабжены герме-

тизирующими устройствами 19, что позволяет проводить эксперименты при избыточном давлении в установке. Электроды подаются вручную через дозирующий шнек 8. Внутри реактора установлен механический фильтр грубой очистки 14. Снаружи газ проходит

через газоотводный регулятор 2, выполненный в виде шарового крана, проходит по газопроводам к конденсатосборнику 12, где осаждается жидкая фаза и газосчетчик на факельную горелку, где он сгорает. Давление системы обеспечивается с помощью пиролизного газа путем перекрывания регулятора выхода газа 2 в начале процесса.

По высоте стенки реторты имеются гнезда для установки датчиков температуры 3. Для определения значений температуры используется первая термопара, расположенная в центральной части установки на высоте 155 мм от нижней точки реторты в зоне реакции; вторая — на высоте 300 мм — служит для контроля отходящих газов пиролиза. Температуру можно измерить в радиальном направлении, перемещая термопары в гнезде.

С помощью этого испытательного стенда можно проводить исследования по изучению физико-химических процессов при утилизации отходов. В предлагаемом способе в качестве высокотемпературного источника используется электрическая дуга. Выбор теплогенератора определяется максимальной эффективностью преобразования электрической энергии в тепловую [3], обеспечиваемой дугой постоянного тока. В установке используются графитовые электроды, подключаемые к выводам сварочного трансформатора, способного регулировать ток в диапазоне от 50 до 250 А [2].

Графитовые электроды представляют собой стержни (7,11) диаметром  $d = 14$  мм и

$D = 30$  мм. Различные диаметры обусловлены сроком службы электродов и выполнения движения только одним электродом 11. Электрод 7 большого диаметра неподвижен. Увеличение срока службы и обеспечение постоянства расположения дуги достигается увеличением геометрических размеров электродов [4]. Площади сечений электродов определяются экспериментально исходя из их оптимального расхода.

Параметры электрического тока, подаваемого на этот тип электродов, позволяют достигать высоких температур, порядка 3000 К. Это позволяет избежать образования высокотоксичных соединений и снизить воздействие отходящих газов пиролиза на атмосферу.

#### **Выводы:**

1. Пиролизный метод утилизации твердых коммунальных отходов решает проблему не только освобождения земель от загрязнения. Продукты сгорания, образующиеся в ходе процесса, являются альтернативными источниками энергии, не наносящими вред окружающей среде.

2. Разработанный испытательный стенд позволяет исследовать физико-химические процессы, происходящие при утилизации органических отходов.

3. В предложенной пиролизной установке в роли высокотемпературного источника выступает электрическая дуга постоянного или переменного тока. Такой способ является экологичным и минимизирует выбросы газа в атмосферу.

#### **Библиографический список**

1. Багрянцев, Г. И. Термическое обезвреживание и переработка промышленных отходов и бытового мусора [Текст] / Г. И. Багрянцев, В. М. Малахов, В. Е. Черников // *Экология и промышленность России*. — № 3. — 2001. — С. 35–39.
2. Торховский, В. Н. Пиролиз углеводородного сырья [Текст] : методические указания для выполнения лабораторных работ / В. Н. Торховский, А. И. Николаев, А. К. Бухаркин. — М. : МИТХТ им. М. В. Ломоносова, 2004. — 68 с.
3. Мухина, Т. Н. Пиролиз углеводородного сырья [Текст] / Т. Н. Мухина. — М. : Книга по Требованию, 2019. — 237 с.
4. Косивцов, Ю. Ю. Технологии пиролиза органических материалов [Текст] / Ю. Ю. Косивцов, Э. М. Сульман. — Тверь : ТГТУ, 2010. — 124 с.

© Копец Ю. В.

*Рекомендована к печати к.т.н., доц. каф. вентиляции, теплогазо и водоснабжения,  
директором ИСАиЖКХ ЛГУ им. В. Даля Богатыревой Л. Ю.,  
к.т.н., зав. каф. городского строительства и хозяйства ДонНАСА Яковенко К. А.*

*Статья поступила в редакцию 11.03.2023.*

**Kopets Yu. V.** (*Institute of Civil Engineering and Architecture and Housing and Communal Services,  
V. Dahl Lugansk State University, Lugansk, LPR, Yura\_87-87@mail.ru*)

**PROCESS AND A PLANT FOR PYROLYSIS RECYCLING OF SOLID ORGANIC WASTE**

*The paper considers such a scheme for handling municipal solid waste as pyrolysis. The pyrolysis using an electric arc heater has been proposed. A test bench has been developed to study the organic waste recycling process. Special attention has been paid to its design scheme and the retort, as well as the principle of operation.*

**Key words:** *MSW management scheme, pyrolysis, pyrolysis plant, organic waste, test bench.*