

Билец Д.Ю.

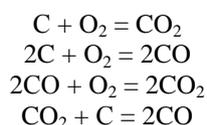
**ИССЛЕДОВАНИЯ ПО УТИЛИЗАЦИИ ЖИДКИХ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ ПУТЕМ
ОКИСЛИТЕЛЬНОГО ПИРОЛИЗА**

Известно, что на настоящий момент запасов природного газа и нефти осталось на 60 и 40 лет соответственно. Кроме того, в связи с постоянно повышающимся подорожанием их добычи все большую роль в энергетике начинают играть процессы газификации твердых топлив с получением газообразных продуктов с последующим их сжиганием [1].

Газификация – преобразование органической части твёрдого или жидкого топлива в горючие газы при высокотемпературном нагреве с окислителем (кислород, воздух, водяной пар или, чаще, их смесь).

Преимуществом газификации в сравнении с прямым сжиганием топлив является образование гораздо меньших объёмов газов, подлежащих очистке. Кроме того, в результате более полного сгорания газообразного топлива образуется значительно меньшее количество вредных для окружающей среды химических соединений (как в дымовых газах, так и в зольном остатке).

Газификация топлив, несмотря на большое разнообразие способов (непрерывные и периодические, газификация в кипящем слое, газификация угольной пыли и жидкого топлива в факеле, при атмосферном и высоком давлении и др.[2]), характеризуется одними и теми же химическими реакциями [3]:



При газификации недожог топлива сравнении со сжиганием существенно ниже, т.к. происходит почти 100 % конверсия углерода при переходе его из твёрдого в газообразное состояние. При этом можно получить топливо заданного химического состава или заданной теплоты сгорания, так как эти показатели определяются выбранной схемой газификации, а также температурой, давлением и составом применяемых газифицирующих агентов [4].

В качестве сырья для газификации могут служить практически все материалы природного и техногенного происхождения, с содержанием углерода не менее 23 %, а влажностью и зольностью не более 50 % и 60 % соответственно [5].

К сожалению, в Украине это направление практически не развито. Сегодня небольшие фирмы производят так называемые пиролизные котлы с небольшой продуктивностью, основным сырьем для которых служат, как правило, дрова. В среднем такому твердотопливному котлу на отопительный сезон требуется порядка 100 складских метров (70 м³) древесины [6]. Учитывая, что в Украине за год продается 3–4 тысячи таких котлов, можно подсчитать, какие потери несут лесные массивы.

Вследствие энергетического кризиса в качестве энергоносителей в Украине используют любые органические отходы, которые могут давать хоть какое-то тепло. При этом абсолютно не учитывается состав газообразных продуктов горения, которые, как правило, являются токсичными. Особенно это касается продуктов коксохимического производства (таких как полимеры бензольного отделения, фракции масел и т.д.). При сжигании этих продуктов образуется большое количество канцерогенных веществ, в том числе бенз(а)пирен.

На территории промышленно развитых регионов Украины появились небольшие фирмы которые занимаются переработкой пластика, в основном – пет-бутылок, шприцов и т.д. Переработка основана на пиролизе полимерного материала. При этом образуется приблизительно 20–30 % жидких продуктов пиролиза, которые впоследствии используются в качестве компонентов энергетических топлив при прямом сжигании в разных котельных, что наносит огромных вред окружающей среде и здоровью людей.

Еще одним источником органических отходов является автомобильный, железнодорожный, авиационный и водный транспорт, при эксплуатации которого образуется более 500 тыс. т. отработанного масла в год [7]. Из-за отсутствия промышленных установок по регенерации и переработке отработанных моторных масел способы их утилизации сводятся к тому, что данные отходы либо сливают в почву, либо сжигают в кустарных печах.

Для исследования возможности реализации процесса утилизации жидких органических отходов в смеси с твердым носителем с получением генераторного газа была создана установка, которая представлена на рис. 1.

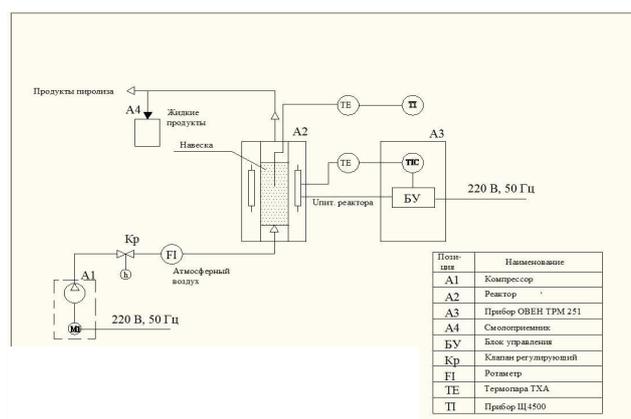


Рисунок 1 – Функциональная схема установки для пиролиза

В реактор А2, предварительно нагретый до заданной температуры с помощью прибора А3, вводится навеска в соотношении Т:Ж по массе 9:1. Снизу подается окислитель, в нашем случае – воздух, компрессором А1, расход которого составляет от 0,5 до 2 л/мин. Навеску выдерживают 40 мин. Образующиеся продукты реакции из реактора попадают в холодильник. Жидкие продукты конденсируются и остаются в смолоприемнике А4, газообразные сгорают в факеле.

В течение опыта фиксируются по времени такие показатели как:

- температура реактора;
- температура внутри навески;
- расход воздуха.

По окончании опыта, прекращается подача воздуха, достается остаток, который после охлаждения взвешивается.

Объектами для исследования были взяты:

- 1) твердое сырье – скорлупа грецкого ореха, бурый уголь Александрийского месторождения, газовый уголь (табл. 1);
- 2) жидкое сырье – отработанное моторное масло, полимеры бензольного отделения Авдеевского КХЗ, печное топливо на основе продуктов КХП.

Выбор твердого носителя был обоснован тем, что первые два обладают высокой пористостью и в смеси с жидкостью не теряют сыпучести, а кроме того термическая деструкция их начинается при низких температурах, сопоставимых с началом деструкции жидких отходов.

Таблица 1 – Свойства твердого сырья

Наименование проб	Технический анализ, %				Элементный состав, %				Высшая теплота сгорания, МДж/кг	Низшая теплота сгорания, МДж/кг
	W_t^r	A^d	S_t^d	V^{dal}	C^{dal}	H^{dal}	N^{dal}	O_d^{dal}	Q_s^{dal}	Q_i^r
Бурый уголь	9,3	8,9	4,44	61,0	68,99	5,70	0,59	20,28	$\frac{28,15}{6724}$	$\frac{22,00}{5255}$
Скорлупа ореха	7,6	2,3	0,09	79,9	52,52	5,98	0,19	41,22	$\frac{20,99}{5013}$	$\frac{17,57}{4197}$

Процесс окислительного пиролиза для скорлупы проводился при начальной температуре 400 °С, при этом совместная переработка жидких углеводородов с твердым органическим сырьем приводила к повышению температуры в реакторе на 100–300 °С, что свидетельствует о существенной активации процесса. Происходила полная конверсия органической части в газовую и паровую фазы.

В состав газовой фазы входила, в основном, окись углерода в количестве от 40 до 60 % об, в зависимости от расхода воздуха, и небольшое количество CO₂, которое составило 1,5–2 % об. Паровая фаза представляла собой смесь различных углеводородов и паров воды.

В опытах с бурым углем оптимальной температурой процесса являлась 500 °С. При внесении жидких добавок наблюдалось повышение температуры в реакторе на 100–200 °С, при этом получались примерно такие же результаты по составу газовой фазы и полной конверсии органической части.

Вывод. Работа направлена на решение актуальной проблемы утилизации жидких органических отходов с получением энергоносителей. Окислительный низкотемпературный пиролиз твердого топлива с нанесенным на его поверхность жидких отходов позволяет получить газообразное топливо с высоким содержанием СО.

Данная технология позволит обеспечить экономический эффект при использовании дешевого сырья для получения ценных продуктов, а также технология позволяет утилизировать любые тяжелые вязкие органические отходы с получением энергетически ценных компонентов.

Литература

1. Chris Higman, Maarten van der Burgt. Gasification. Gulf Professional Publishing is an imprint of Elsevier, 2010. – 391.
2. Альтшулер В.С. Газовые процессы. Получение энергетических и технологических газов, Изд. «Наука», М.: 1967. – 167 с.
3. Канторович Б.В. Введение в теорию горения и газификации твердого топлива. Металургиздат. М.: 1961. – 355 с.
4. Зубилин И.Г., Рудыка В.И. Получение синтез-газов для производства экологически чистых моторных топлив: теория и технология. – Харьков: Издат. центр Харьков. нац. университета. 2002. – 313 с.
5. Копытов В.В. Газификация конденсированных топлив: ретроспективный обзор, современное состояние дел и перспективы развития. М.: Агрорус, 2012. – 509 с.
6. Официальный сайт ОАО «Мотор Сич» <http://kotly.org.ua/priceFull.php>
7. Григоров А.Б., Наглюк И.С. Рациональное использование моторных масел. Харьков: Изд. «Точка», 2013. – 178 с.

Bibliography (transliterated)

1. Chris Higman, Maarten van der Burgt. Gasification. Gulf Professional Publishing is an imprint of Elsevier, 2010. – 391.
2. Altshuler V.S. Gazovyye protsessyy. Poluchenie energeticheskikh i tehnologicheskikh gazov, Izd. «Nauka», M.: 1967. – 167 p.
3. Kantorovich B.V. Vvedenie v teoriyu goreniya i gazifikatsii tverdogo topliva. Metalurgizdat. M.: 1961. – 355 p.
4. Zubilin I.G., Rudyka V.I. Poluchenie sintez-gazov dlya proizvodstva ekologicheskhi chistyih motornyih topliv: teoriya i tehnologiya. – Harkov: Izdat. tsentr Harkov. nats. universiteta. 2002. – 313 p.
5. Kopytov V.V. Gazifikatsiya kondensirovannyih topliv: retrospektivnyiy obzor, sovremennoe sostoyanie del i perspektivy razvitiya. M.: Agrorus, 2012. – 509 p.
6. Ofitsialnyiy sayt ОАО «Motor Sich» <http://kotly.org.ua/priceFull.php>
7. Grigorov A.B., Naglyuk I.S. Ratsionalnoe ispolzovanie motornyih masel. Harkov: Izd. «Tochka», 2013. – 178 p.

УДК 662.765

Білець Д.Ю.

ДОСЛІДЖЕННЯ З УТИЛІЗАЦІЇ РІДКИХ ОРГАНІЧНИХ ВІДХОДІВ ШЛЯХОМ ОКИСЛЮВАЛЬНОГО ПІРОЛІЗУ

Розглянуті проблеми утворення та накопичення рідких органічних відходів в Україні та методи їх утилізації. Запропоновано новий метод їх переробки шляхом окислювального низькотемпературного піролізу в корисні енергоносії. Розроблена стендова установка для його реалізації.

Bilets D.

STUDY OF THE UTILIZATION OF WASTE LIQUID OXIDATIVE BY PYROLYSIS

The problems of formation and accumulation of liquid organic waste in Ukraine and methods of disposal. A new method of processing by low-temperature oxidative pyrolysis into useful energy. A stand installation for its implementation.