

ՔԻՄԻԱԿԱՆ ԵՎ ԲՆԱՊԱՀՊԱՆԱԿԱՆ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱՆԵՐ

УДК 631.4

Ա.Ա. ԱՐԻՏԱԿԵՍՅԱՆ, Ա.Ա. ԻՏԱԿՈՎ, Գ.Օ. ԹՐՕՍՅԱՆ

ПИРОЛИТИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ПОЛИМЕРНЫХ ОТХОДОВ

Для утилизации полимерных отходов, таких как остатки пластиковых бутылок, упаковок, медицинских отходов и др., представляющих опасность для окружающей среды, предложена технология получения топлива их пиролизом. Реакцию пиролиза проводят в температурном интервале 350...600 °С при атмосферном давлении. В результате пиролиза получают различные фракции, являющиеся углеводородной смесью сложного состава, пригодной для сжигания в качестве топлива.

Ключевые слова: утилизация отходов, переработка полимеров, пиролиз, альтернативное топливо.

Введение. Известно, что нефть и газ относятся к невозобновляемым природным ресурсам. За последние 40 лет годовой объем мировой нефтедобычи возрос, и при нынешних показателях потребления её запасов хватит примерно на 50 лет, предполагаемых запасов - еще максимум на столько же [1].

Наряду с этим существует еще одно “стихийное” бедствие – антропогенные отходы. Все отходы, которые сегодня утилизируют, на 50% состоят из полимеров.

Проблема заключается в том, что пластмасса в естественных условиях разлагается очень долго - более 200 лет, накапливаясь на поверхности Земли и в водах океана, и только в среднем 7% из всех полимерных отходов подвергается вторичной переработке. Некоторые способы переработки полимерных отходов позволяют получить вторичное сырьё.

Из всех этих методов сжигание является самым дешевым и распространенным вариантом утилизации [2]. Применение такого метода заключается в термической ликвидации отходов при очень высоких температурах, которые обеспечат сжигание мусора без остатка и уничтожение ядовитых веществ. Проблема утилизации таким способом заключается в том, что продукты сжигания пагубно влияют на атмосферу. Возникает необходимость освоения альтернативных методов переработки полимерного вторичного сырья. Нами предлагается технология пиролиза для утилизации полимерных отходов в качестве альтернативы сжигания.

Пиролиз – термическое разложение сырья без доступа воздуха. Этот способ помогает уменьшить вред, наносимый окружающей среде, способствует созданию современных безотходных технологий утилизации отходов и максимально рациональному использованию природных ресурсов. Конечные продукты пиролиза представляют собой ценное сырье для выработки топлив или товарных химических веществ [3].

При пиролизе полимерные отходы подвергают обработке при высоких температурах. Процессы пиролиза могут протекать при разных температурных режимах, которые можно условно разделить на низкотемпературный (450...900 °С) и высокотемпературный (свыше 900 °С).

Продукты пиролиза экологически безопасны и могут быть использованы как топливо или для переработки в другие ценные продукты. В настоящее время существуют технологии, позволяющие после обработки использовать жидкую фазу, образующуюся при пиролизе, как синтетическое топливо для печных установок или двигателей внутреннего сгорания, а полученные газы пригодны для использования в качестве источника тепловой энергии.

Таким образом, перерабатывая полимеры с целью утилизации, можно не только добиться снижения объемов их захоронения, что решит многие экологические проблемы, но и получить экономический эффект.

Методы и результаты исследования. Эксперименты проводились на пилотной пиролизной установке, собранной в лаборатории кафедры БХ и П технологий НПУА и использованной ранее для пиролитической переработки другого сырья [4]. Схематически установка представлена на рисунке.

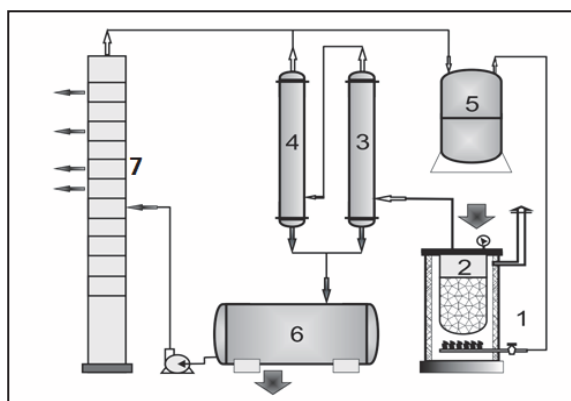


Рис. Установка пиролизной переработки полимерных отходов

Алгоритм работы установки можно описать следующим образом.

Предварительно подготовленная смесь из отходов и, при необходимости, катализатора загружается в реторту 2. В качестве реторты использована металлическая ёмкость объемом 10 литров, крышка которой оборудована отводной трубкой. Отводная трубка соединена с конденсатором 3. Реторту с загруженным сырьём помещают в пиролизную печь 1. Нагрев внутренней камеры печи осуществляется со скоростью 5...10 градусов в минуту. В слоях отходов, прилегающих к стенкам реактора, происходит нагрев сырья, и далее тепло передается в середину, где в бескислородной среде происходит термическое разложение материала. Изначально установка работает на внешних теплоносителях, а после стабилизации процесса переходит на выделяемый в результате разложения пиролизный газ.

Газы по отводной трубке попадают в конденсаторы 3 и 4, где с понижением температуры изменяют своё агрегатное состояние, переходя в жидкую фазу. В результате пиролиза полимерные соединения преобразуются в более простые парафинового, олефинового, циклического, ароматического и гетероциклического классов, которые конденсируются в сборнике 6, откуда направляются на фракционную перегонку в колонне 7. Пирогазы, а также парогазовая смесь, образующаяся при фракционировании, собираются в промежуточном сборнике газов 5, откуда подаются на дожигание в пиропечи для поддержания температуры процесса, тем самым исключая их выброс в атмосферу.

Режим пиролиза (температура, соотношение компонентов и др.) определяется в каждом конкретном случае в зависимости от состава отходов.

Основными сферами потребления полимеров являются: упаковка – 40%, строительство – 21%, автомобилестроение – 8%, электроника – 5%, остальные отрасли – 26%, вследствие чего типичные отходы полимерных материалов содержат ~ 63% полиэтилена высокой и низкой плотности, по 11% полипропилена и полистирола, 7% полиэтилентерефталата, 5% поливинилхлорида и около 2% других пластмасс [5]. Такие отходы являются в основном алифатическими и характеризуются высоким отношением Н/С, что, в принципе, благоприятно для получения жидких углеводородов.

Эти вещества имеют широкий спектр физико-химических свойств, в связи с чем их содержание в смеси по-разному влияет на температурный режим и состав конечных продуктов проводимого процесса.

Руководствуясь этими соображениями, температуру проведения пиролитической переработки полимерных отходов поддерживали на уровне 350...420 °С, при которой большая часть полимеров подвергается деструк-

ции, и лишь при наличии ощутимого количества полистирольной составляющей температуру поднимали до 600 °С.

Выход жидкой фазы при этом также зависел от компонентного состава смеси: например, полиэтилен-полипропилен-полистирол - около 55% (вес.), при преобладании полиэтилентерефталата выход снижался до 30...40%.

Внесение в состав алюмосиликатов ускоряло процесс пиролиза, а также значительно улучшало выход конечного продукта. Предположительно это связано с тем, что частицы алюмосиликата препятствуют спеканию полимеров в однородную массу, и остаются проходы для выхода парогазовой смеси продуктов деструкции, что, в свою очередь, ускоряет сам процесс. Кроме того, алюмосиликаты, являясь катализаторами, используемыми в нефтехимическом синтезе, участвуют в процессе риформинга, что приводит к “облагораживанию” конечных продуктов. Нами в качестве алюмосиликатной добавки был использован модифицированный природный клиноптилолит Ноемберянского месторождения РА в количестве 10...15% от массы отходов, при этом выход жидких продуктов в отдельных случаях достигал 72...75%.

Обобщенные данные пиролитической обработки модельных полимерных отходов приведены в таблице.

Таблица

Выходные данные пиролиза полимерных отходов

Фракция	Количество, %, от сухого исходного сырья	Средняя теплотворная способность (теплота сгорания)
Жидкая	30...70	около 28 МДж/кг
Газовая	20...60	30 МДж /м ³
Твердый высокоуглеродистый остаток	10...20	40 МДж/кг

Вакуумной дистилляцией удалось перегнать больше половины полученного пиролизата. Полученные продукты соответствуют керосино-газойлевой фракции нефти с температурой кипения в диапазоне 60...300°С, в которой основной частью являются ароматические углеводороды. Для идентификации углеводородов и определения состава жидкой фазы был проведен анализ с помощью высокоэффективного жидкостного хроматографа фирмы “Люмекс” со спектрофотометрическим детектором “Люмахром СФД 3220”,

согласно данным которого содержание ароматических углеводородов в продукте перегонки составило около 70% (по массе), содержание алифатических углеводородов (смесь насыщенных и ненасыщенных) - до 10%.

Высокое содержание в продукте ароматических веществ дает возможность получения индивидуальных ароматических углеводородов.

Выводы. Результаты проведенных исследований могут быть полезными как для химической индустрии, так и для охраны окружающей среды. Предлагаемый процесс может служить для переработки полимерных отходов, а также смешанных органических отходов. Отличительной особенностью предложенной технологии является возможность сжигания получаемого пиролизного газа и твердого остатка. Это позволит решить многие экологические задачи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <http://www.ereport.ru>
2. Технология сжигания органических топлив: Учебное пособие / **К.А. Григорьев и др.**-СПб.:Издательство СПб. политехн. ун-та, 2006. – 93 с.
3. **Ивахнюк Г.К., Гарабаджиу А.В., Козлов Г.В.** Комплекс технологий переработки бытовых отходов // Известия Санкт-петербургского государственного технологического института (технического университета).-2007.-Т. 1(27).-С. 69-72.
4. **Торосян Г.О., Исаков А.А., Давтян В.А., Аристакесян А.А.** Каталитический крекинг продуктов переработки автомобильных шин // Вестник НПУА: Сборник научных статей.- 2015.-Т. 2.-С. 674-677.
5. <https://mplast.by/novosti/2015-08-11-statistika-mirovogo-proizvodstva-i-potrebleniya-polimerov-po-dannyim-eek/> (дата обращения 10.06.2017).

Ա.Ա. ԱՐԻՍԱԿԵՍՅԱՆ, Ա.Ա. ԻՍԱԿՈՎ, Գ.Հ. ԹՈՐՈՍՅԱՆ

ՊՈԼԻՄԵՐԱՅԻՆ ԹԱՓՈՆՆԵՐԻ ՊԻՐՈԼԻՏԻԿ ՎԵՐԱՄՇԱԿՈՒՄԸ

Առաջարկված է պիրոլիզով վառելիքի ստացման տեխնոլոգիա շրջակա միջավայրի համար վտանգ ներկայացնող այնպիսի թափոններից, ինչպիսիք են պլաստիկ շշերի, փաթեթների մնացուկները, բժշկական թափոնները և այլն: Պիրոլիզի ռեակցիան իրականացվել է մթնոլորտային ճնշման տակ 350...600 °C-ում: Պիրոլիզի արդյունքում ստացվում են բարդ կառուցվածքով ածխաջրածնային խառնուրդների տարբեր ֆրակցիաներ, որոնք պիտանի են որպես վառելիք այրման համար:

Առանցքային բառեր. թափոնների վնասագերծում, պոլիմերների վերամշակում, պիրոլիզ, այլընտրանքային վառելիք:

A.A. ARISTAKESYAN, A.A. ISAKOV, G.H. TOROSYAN

PYROLYTIC RECYCLING OF POLIMER WASTES

To dispose the polymer wastes, such as plastic bottles, packages, medical waste, etc, which are hazardous to the environment, a technology has been proposed for producing fuel by pyrolysis of these polymer wastes. The pyrolysis reaction is carried out in the temperature range of 350...600 ° C, at atmospheric pressure. As a result of pyrolysis, various fractions are obtained which are a hydrocarbon mixture of a complex composition suitable for combustion as a fuel.

Keywords: waste recycling, polymer processing, pyrolysis, alternative fuel.

ՀՏԴ 504.556

Հ.Հ. ԱԼԵՔՍԱՆՅԱՆ, Ե.Կ. ԱՐՄՈՒՋՅԱՆ, Վ.Ա. ԴԱՎԹՅԱՆ, Ն.Ս. ԹՈՐՈՍՅԱՆ

ՄԱԼԱԹՈՆԻ ՈՐՈՇՈՒՄԸ ՄԱՍՍ-ՍՊԵԿՏՐԱՋԱՓԱԿԱՆ ԵՂԱՆԱԿՈՎ

Աշխատանքի նպատակն է մասս-սպեկտրաչափական մեթոդով որոշել մալաթինի առկայությունը ջրային միջավայրերում: Նշված մեթոդն ապահովում է այնպիսի փորձարկման արդյունքներ, որոնցով կարելի է ճշգրիտ և արդյունավետ որոշել ցածր կոնցենտրացիաներով ջրային լուծույթներում մալաթինի առկայությունը:

Առանցքային բառեր. մալաթին, մասս-սպեկտրաչափական մեթոդ, ջրային միջավայր, ճշգրիտ, արդյունավետ, առկայություն:

Լայնորեն կիրառվող ֆոսֆորոզանական միացությունները (ՖՕՄ)՝ կարբաֆոսներ (մալաթին), մեթաֆոս, թիոֆոս, քլորֆոս, ֆոսֆամիդ և այլն, վտանգավոր են շրջակա միջավայրի և թունավոր են մարդկանց համար [1]: Ֆոսֆորոզանական միացությունների (ՖՕՄ) գործնական կիրառումը պայմանավորված է դրանցով թունավորումների վտանգի աճով: ՖՕՄ-ի բարձր թունավորությունը և կենսաֆիզիոլոգիական ակտիվությունը հիմք են ծառայել՝ դրանք որպես թունավորող նյութեր կիրառելու համար:

Ջրում օրթոֆոսֆորական միացությունների առկայությունը անհերքելի վտանգ է ստեղծում ինչպես շրջակա միջավայրի, այնպես էլ մարդու օրգանիզմի համար: Դա պայմանավորված է ֆոսֆորոզանական միացությունների այն ունակությամբ, որ դրանք կարող են օրգանիզմում ընթացող տարբեր ռեակցիաների կենսաբանական կատալիզատորները (ակտիվարարները) քիմիապես կապել կամ ապակտիվացնել (պասսիվացնել) [2]: