

УДК 662.754

Исследование влияния технологических параметров процесса пиролиза пластиковых отходов на характеристики получаемых продуктов

Д.С. Еронский, П.Н. Ивлев

Научные руководители: к.т.н., И.А. Богданов, к.т.н., К.Б. Ларионов
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050
E-mail: dse14@tpu.ru

Influence of technological parameters of the plastic waste pyrolysis process on the obtained products characteristics

D.S. Eronsky, P.N. Ivlev

Scientific Supervisors: Ph.D., I.A. Bogdanov, Ph.D., K.V. Larionov
Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050
E-mail: dse14@tpu.ru

Abstract. *The work examines the process of plastic waste pyrolysis, and studies the influence of process parameters (temperature, feedstock mass) on the physico-chemical characteristics of the obtained products. In addition, the results of the implemented process material balance are presented. It has been established that with an increase in the process temperature, as well as with a decrease in the feed rate of the feedstock, the density and viscosity of the resulting liquid products decrease, which is due to the more intense cracking reactions of the original feedstock.*

Key words: *pyrolysis, plastic, technological parameters, properties, fuel components*

Введение

Одной из наиболее острых проблем XXI века является экологическая обстановка, в особенности вопрос переработки отходов из пластика, которые оказывают негативное влияние на здоровье людей.

Некорректно переработанные пластиковые отходы превращаются в микрочастицы, которые могут накапливаться в воде, продуктах питания и воздухе. В результате чего микрочастицы пластика попадают в организм человека и накапливаются в нём. Это приводит к развитию серьёзных заболеваний, например, болезни Паркинсона [1, 2].

Ещё одной немаловажной проблемой последних десятилетий является рост потребления углеводородных источников энергии, в частности жидких моторных топлив. По данным Росстата за 2023 год только в России количество легковых автомобилей на 1000 человек составило 327 штук, т.е. каждый третий россиянин владеет легковым автомобилем.

Одним из возможных источников углеводородного сырья для получения ценных продуктов таких как углеводородные газы, компоненты жидких моторных топлив, сырьё для нефтехимических производств и т.д. как раз могут стать пластиковые отходы. Такой подход позволяет не только утилизировать опасные отходы, которые помимо всего прочего занимают значительные территории, но и получать ценные продукты для различных отраслей промышленности [3, 4].

Экспериментальная часть

Объектами исследования в работе выступили продукты процесса пиролиза (газообразные, жидкие и твердые при н.у. углеводороды), полученные из пластиковых отходов (сортированное полигонное пластиковое сырьё) в бескислородной среде на лабораторном реакторе периодического действия при технологических параметрах, представленных в табл. 1.

Таблица 1

Технологические параметры реализации пиролиза пластиковых отходов

Номер эксперимента	Температура, °С	Масса загрузки сырья, кг	Давление
1	435	0,25	Атмосферное
2	450	0,25	
3	450	0,50	
4	465	0,50	

Материальный баланс для всех проведенных испытаний представлен в табл. 2.

Таблица 2

Материальный баланс пиролиза пластиковых отходов при различных технологических параметрах процесса

Номер эксперимента	Выход газообразных продуктов	Выход жидких продуктов	Итого
		% масс.	
1	13,4	86,6	100
2	16,3	83,7	100
3	28,5	71,5	100
4	27,0	73,0	100

Для выделенной жидкой продуктовой углеводородной фракции были определены, плотность и кинематическая вязкость. Определение плотности образцов проводилось при 20 °С, согласно стандартной методике, представленной в [5]; определение вязкости образцов проводилось также при 20 °С, согласно стандартной методике, представленной в [6]. Результаты определения описанных выше параметров для жидких продуктов представлены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты определения плотности и вязкости для жидких продуктов пиролиза пластика, полученных при различных технологических параметрах процесса

Номер эксперимента	Плотность, г/см ³	Вязкость, мм ² /с
1	0,806	2,075
2	0,769	1,582
3	0,781	2,445
4	0,778	2,146

Заключение

Из полученных результатов, следует, что увеличение массы загружаемого сырья ведёт к возрастанию плотности и вязкости жидких продуктов, полученных при одинаковом температурном режиме (эксперименты под номерами 2 и 3). В свою очередь увеличение температуры при одинаковой массе сырья ведет к снижению плотности и вязкости жидких продуктов (данную закономерность позволяют проследить пары экспериментов 1 и 2, 3 и 4).

Полученные результаты согласуются с теоретическими представлениями о механизмах, протекающих в процессе пиролиза пластика химических реакций. Повышение температуры приводит в первую очередь к интенсификации протекающих реакций крекинга сырья, выход газовых продуктов растет, плотность и вязкость жидких продуктов снижаются за счет получения все более легких (с короткими углеводородными цепочками) продуктов. Кроме того, с возрастанием массы загружаемого сырья, время пребывания сырья в зоне реакции уменьшается, время на протекание реакций крекинга снижается, в результате чего получаются более тяжелые продукты – плотность и вязкость жидкого продукта растет.

Список литературы

1. Чем опасен пластик для человека и окружающей среды // АНО ДПО «СНТА»: сайт – 2024. – URL: <https://www.snta.ru/press-center/chem-opasen-plastik-dlya-cheloveka-i-okruzhayushchey-sredy/>
2. Микропластик в организме привел к болезни Паркинсона и деменции // LENTA: сайт – 2024. – URL: <https://lenta.ru/news/2023/11/20/mikroplastik-v-organizme-privel-k-bolezni-parkinsona-i-dementsii/>.
3. Сперанская О., Понизова О., Гурский Я., Цитцер О. Пластик и пластиковые отходы в России. Ситуация, проблемы и рекомендации – Текст : электронный // IPEN. – 2021. – № 1 – 92 с. – URL: https://ipen.org/sites/default/files/documents/ipen-russia-2021-epa_v1_4q-ru.pdf (дата обращения 17.03.2025).
4. Федеральная служба государственной статистики // Федеральная служба государственной статистики сайт – 2024. – URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/transport> (дата обращения 17.03.2025).
5. ГОСТ 3900-2022. Нефть и нефтепродукты. Методы определения плотности» – Москва: Изд-во ФГБУ Институт стандартизации, 2023. – 133 с.
6. ГОСТ 33-2016 «Нефтепродукты. Прозрачные и непрозрачные жидкости. Определение кинематической вязкости и расчет динамической вязкости». – Изд-во ФГБУ Институт стандартизации, 2016. – 10 с.