

ВЛИЯНИЕ ДИСПЕРСНОСТИ ОТХОДОВ НА ПРОЦЕСС СОВМЕСТНОГО ПИРОЛИЗА

А.С. Горшков, К.Б. Ларионов, В.Е. Губин

Томский политехнический университет,
ИШЭ, НОЦ И.Н. Бутакова, гр. А2-46

Научный руководитель: В.Е. Губин, к.т.н., доцент НОЦ И.Н. Бутакова ИШЭ ТПУ

Проблематика обращения с отходами является общемировой и не привязана к конкретным регионам, меняются лишь тип и количество потенциально полезного материала, который можно повторно вовлекать в хозяйственную деятельность. Пиролиз является одним из возможных подходов по обращению с различными отходами, среди которых коммунальные отходы, биомасса, резинотехнические изделия и пластики [1].

Процесс инертного термического разложения можно реализовывать с использованием разных температурных режимов, с различными параметрами инертной среды, что обеспечивает высокую вариативность в получаемом продукте. Обеспечивающим высокую маневренность процесса методом является также и совместный пиролиз. В зависимости от требований к конечному продукту можно варьировать виды, формы и массовые отношения используемых компонентов. Кроме того, зачастую в процессе совместного пиролиза наблюдаются синергетические эффекты, которые выражаются в свойствах конечного продукта или возможности изменения технологических условий протекания процесса. Кроме того, как указывают некоторые авторы [2], конечные продукты со-пиролиза могут отличаться от того, что получается при смешении продуктов двух отдельно реализованных процессов.

Для исследования влияния дисперсности отходов на процесс пиролиза применялись распространённые в нашем регионе материалы. Использовались резиновая крошка крупногабаритных шин, берёзовые опилки и их 1:1 смесь. Варьировались четыре размера фракции 10–5, 5–1, 1–0,5 и 0,5–0,2 мм. Как и во многих схожих случаях больший размер фракции предпочтителен, так как обеспечение такой дисперсности менее затратно. Пиролиз выполнялся в небольшом реакторе, обогреваемом внешними электрическими нагревателями, через реакционную зону проходил азот с постоянным расходом 3 мл/мин. Масса обрабатываемого образца – 1 г. Температура процесса – 500 °С, процесс оканчивался по завершению выхода летучих.

Для оценки динамики и кинетики процесса разложения может применяться термический анализ. В данной работе термический анализ проводился в STA 449 C Jupiter (Netzsch, Германия) в присутствии аргона. Масса образца составляла около 10 мг, расход среды 20 мл/мин, диапазон температур 35–1000 °С, скорость нагрева 2,5/5/10/20 °С/мин.

Применять простые кинетические модели и методики по определению констант для разложения многокомпонентных материалов и их смесей не валидно, поэтому для описания конкурирующих и одновременных реакций применяют разложение на отдельные кривые с использованием статистических функций [3]. Широкое применение получили Гауссовская функция, кривая Лоренца, распределение Вейбулла [4, 5].

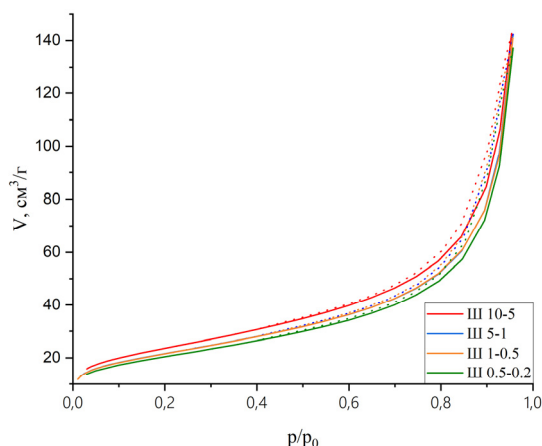


Рис. 1. Изотерма адсорбции-десорбции азота

Текстурные характеристики твердого углеродного остатка необходимы для оценки применимости и ценности данного материала. Анализ удельной поверхности и размера пор выполнялся с использованием Sync 420A (3P Instruments, Германия).

Типичные кривые адсорбции-десорбции азота для углерода из шин представлены на рис. 1. Отчетливо видно, что при пиролизе резиновой крошки различной дисперсности характерный вид кривых сохраняется. Но более крупный материал позволяет получить более высокие величины текстурных характеристик (табл. 1).

Таблица 1. Текстурные характеристики некоторых образцов углеродного остатка

Образец	Удельная поверхность, м ² /г	Объем пор, м ³ /г	Средний размер пор, нм
Ш 10-5	83,5	0,221	10,6
Ш 5-1	77	0,220	11,4
Ш 1-0.5	76,9	0,218	11,3
Ш 0.5-0.2	72	0,212	11,8

Наблюдается тенденция на увеличение площади поверхности и объема пор при увеличении размера фракции, что может быть вызвано меньшей площадью контакта материала в процессе пиролиза, что обеспечивает большую площадь взаимодействия с инертным агентом и более полный выход летучих соединений.

Исследование выполнено за счет средств проекта Государственное задание высшим учебным заведениям РФ FSWW-2022-0018.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Insights into biochar and hydrochar production and applications: A review / Z. Zhang, Z. Zhu, B. Shen, L. Liu // Energy. – 2019. – V. 171. – P. 581–598.
2. Insight into the co-pyrolysis of different blended feedstocks to biochar for the adsorption of organic and inorganic pollutants: A review / M.J. Ahmed, B.H. Hameed // Journal of Cleaner Production. – 2020. – V. 265. – P. 121762.
3. Kinetic Analysis of Complex Solid-State Reactions. A New Deconvolution Procedure / A. Perejón, P.E. Sánchez-Jiménez, J.M. Criado, L.A. Pérez-Maqueda // The Journal of Physical Chemistry B. – 2011. – V. 115 (8). – P. 1780–1791.
4. A theoretical method for resolving overlapping peaks in differential scanning calorimetry / C. Wagner, J. Vázquez, P. Villares, R. Jiménez-Garay // Materials Letters. – 1994. – V. 18 (5–6). – P. 280–285.
5. Kinetic and Kinetic Model Study of Epoxidized Natural Rubber / I.M. Alwaan, A. Hassan // Progress in Rubber, Plastics and Recycling Technology. – 2014. – V. 30 (3). – P. 153–168.

УТИЛИЗАЦИЯ ПИРОГЕНЕТИЧЕСКОЙ ЖИДКОСТИ В СОСТАВЕ ВОДОУГОЛЬНОГО ТОПЛИВА

А.Ж. Калтаев, К.Б. Ларионов, В.Е. Губин

*Томский политехнический университет,
ИШЭ, НОЦ И.Н. Бутакова, гр. А1-46*

Научный руководитель: В.Е. Губин, к.т.н., доцент НОЦ И.Н. Бутакова ИШЭ ТПУ

Проблема утилизация отходов углеобогажительных фабрик (фильтр-кек) возникла в восьмидесятых годах прошлого века и усугублялась ввиду активной электро- и теплофикации регионов. Фильтр-кек имеет консистенцию тяжелой глины с высокой влажностью (до 40 %) и высокой зольностью (до 45 %). По различным оценкам объем фильтр-кека составляет порядка 120 млн т [1]. Такое количество отходов занимает большое количество территории и