

Встановлення первинної кінетичної моделі термічної деструкції органічних відходів

УДК 628.475

Автори: С. С. Рижков, д-р техн. наук, професор; Л. М. Маркіна, канд. техн. наук, доцент; М. С. Крива, магістр

Національний університет кораблебудування, м. Миколаїв

Кінетика термічних реакцій деструкції визначає хімічний процес та відкриває можливість свідомого управління промисловим процесом утилізації відходів за технологією БЦП, а також дозволяє вирішувати питання про його інтенсифікацію. У зв'язку з цим встановлення кінетичних закономірностей є необхідною умовою при розробці новітньої технології БЦП та при його подальшому управлінні.

Кінетична модель термічної деструкції в реакторі БЦП являє собою сукупність елементарних стадій та реакцій деструкції [3], що характеризується залежністю швидкості хімічного перетворення від концентрацій реагуючих компонентів [1, 2]. Для визначення кінетичних характеристик термічного розкладання відходів з полімерною структурою було використано дані диференціального термогравіметричного аналізу, при якому реєструвалася зміна маси зразка в залежності від часу при різних температурах [4, 5].

Розрахунок кінетичних параметрів термічної деструкції оснований на кінетичному рівнянні, що описує кінетику термічного розкладання твердих речовин, а саме рівняння швидкості зміни маси відходів:

$$R = \frac{dm_B}{dtV} = -km_B^n \quad (1)$$

де m_B – маса відходів, що піддаються деструкції; k – константа швидкості реакції; n – порядок реакції; t – час деструкції.

Термічна деструкція суміші органічних відходів, що піддаються утилізації за технологією БЦП математично описується системами диференціальних кінетичних рівнянь, кількість яких залежить від кількості компонентів суміші відходів.

$$\begin{cases} R_T = \frac{dC_T}{dt} = -k_1 C_T; \\ R_P = \frac{dC_P}{dt} = -k_1 C_T - (k_2 + k_3) C_P; \\ R_{\Gamma} = \frac{dC_{\Gamma}}{dt} = k_2 C_P; \\ R_{T.3.} = \frac{dC_{T.3.}}{dt} = k_3 C_P \end{cases} \quad (2)$$

де R_T - швидкість деструкції твердої маси відходів; R_P - швидкість накопичування розплаву реакційної суміші; R_{Γ} - швидкість утворення парогазової суміші; $R_{T.3.}$ - швидкість утворення твердого залишку. C – концентрація відповідних компонентів.

Представлена кінетична модель деструкції в реакторі БЦП дає можливість обчислити основні кінетичні та активаційні параметри процесу термодеструкції полімерних відходів.

Розв'язання даної системи диференціальних рівнянь приводить до визначення значення констант швидкостей всіх стадій. Значення середнього часу перебування не впливає на константи швидкості.

Для визначення значень ефективних енергії активації та предекспоненціальних множників використовується рівняння Арреніуса, яке приводиться до лінійного вигляду:

$$\ln k_i = \ln A_i - \frac{E_i}{RT} \quad (3)$$

де A - предекспоненціальний множник, що описує число зіткнень частинок, с^{-1} ; E - енергія активації, Дж/моль; T - температура, $^{\circ}\text{C}$; $R = 8,31$ Дж / моль – універсальна газова стала, індекс i вказує значення для окремого етапу деструкції.

Таким чином, встановлена первинна кінетична модель термічного розкладання органічних відходів, яка визначає активаційні параметри термічної деструкції в реакторі БЦП.

Отримана система диференціальних рівнянь швидкості перетворення органічної сировини є ключовими рівняннями кінетичної моделі, які створюють підстави для подальшої розробки математичної моделі процесу конденсації багатоконпонентної парорідинної суміші в системі БЦП.

Список використаної літератури

1. Василевич, С. В. Исследование термохимической конверсии биомассы для получения различных видов топлив [Текст] / С. В. Василевич, Г.М. Дмитриев, В. Н. Кожурин, М. В. Малько. International conference “Energy of Moldov-2012. Regional aspects of development” October 4-6, 2012 - Кишенев, республика Молдова. С 324-330.

2. **Вейлас, С.** Химическая кинетика. Расчеты промышленных реакторов [Текст] / С. Вейлас. Издательство «Химия». М., 1964. 432 с.
3. **Рижков, С. С.** Аналіз особливостей фізико-хімічних процесів багатоконтурного циркуляційного піролізу органічних відходів [Текст] / С. С. Рижков, Л. М. Маркіна, М. С. Крива // Зб. наук. праць НУК. – 2012. – № 5-6. – С. 117-123.
4. **Рижков, С. С.** Дослідження раціональних технологічних параметрів роботи установки ЕУ БЦП-14 [Електронний ресурс] / С. С. Рижков, Л. М. Маркіна, М. В. Рудюк, М. І. Філатова. Електронне видання «Вісник НУК». – Миколаїв, НУК, 2011. № 4. – Режим доступу: <http://ev.nuos.edu.ua/ua/publication;jsessionid=f027491e9199cdf304cad0ec4173?publicationId=1625>
1
5. **Duncan M. Price**, Thermogravimetry of Polymers [Text] / Duncan M. Price, Douglas J. Hourston, and Fabrice Dumont. Encyclopedia of Analytical Chemistry R.A. Meyers (Ed.) John Wiley & Sons Ltd, Chichester, 2000. pp. 8094–8105