

Определение кинетических параметров процесса каталитического крекинга

Г.Ю. Назарова, С.В. Киселева, В.И. Стебенева
Научный руководитель – д.т.н., профессор Е.Н. Ивашкина

*Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, silko_gy@tpu.ru*

Процесс каталитического крекинга направлен на переработку тяжелого нефтяного сырья (фр. 285–520 °С) с целью получения светлых нефтепродуктов. Продуктами установки каталитического крекинга являются пропан-пропиленовая, бутан-бутиленовая фракции, используемые в процессе алкилирования, бензиновая фракция – компонент товарного бензина, легкий (фр. 195–310 °С) и тяжелый газойль (фр. 310–420 °С), – компоненты дизельного топлива и сырья для производства технического углерода соответственно.

Технологическое оформление процесса реализовано в лифт-реакторе с непрерывной регенерацией отработанного катализатора. В качестве катализатора каталитического крекинга используют микросферический цеолитсодержащий катализатор.

Целью данной работы является определение кинетических параметров реакций процесса каталитического крекинга решением обратной кинетической задачи.

По результатам термодинамического анализа с учетом обратимости реакций составлена развернутая формализованная схема превращений углеводородов с участием компонентов сырья, легкого и тяжелого газойля с учетом агрегирования углеводородов в группы по химическим признакам.

На основании составленной схемы превращений углеводородов в процессе каталитического крекинга разработана кинетическая модель, представленная системой дифференциальных уравнений, описывающих изменение концентраций реагирующих веществ от времени контакта с начальными условиями: $\tau = 0$, $C_i = C_{i0}$. Выражения для констант скоростей реакций записаны согласно закону действующих масс.

Программная реализация кинетической модели выполнена в среде Pascal и используется для решения обратной кинетической задачи.

Определенные решением обратной кинетической задачи, значения кинетических параметров реакций процесса каталитического крекинга представлены в таблице 1. Значения энергий активации реакций выбраны на основании литературного поиска [1].

В таблице 1 приведены следующие сокращения: ВМ – компоненты сырья, легкого и тяжелого газойля, СМ – компоненты бензина, АУ

Таблица 1. Кинетические параметры реакций каталитического крекинга при $T = 521,4\text{ }^{\circ}\text{C}$, $P = 0,1438\text{ МПа}$

Реакция	E_a , кДж/моль	$K_{пр}$	$K_{об}$
Крекинг парафинов ВМ	40,2	0,109	
Крекинг изопарафинов ВМ	40	0,532	
Крекинг н-парафинов СМ	43,2	0,048	
Изомеризация парафинов СМ	84	$8,88 \cdot 10^{-5}$	$8,16 \cdot 10^{-5}$
Крекинг изо-парафинов СМ	40,2	0,0497	
Крекинг олефинов СМ	50,04	0,347	0,00258
Перераспределение водорода СМ	30,4	41,85	
Деалкилирование нафтен ВМ	30,4	0,418	0,00027
Деалкилирование АУ	37,6	0,250	$1,11 \cdot 10^{-5}$
Дегидрирование нафтен ВМ	50,04	0,108	
Реакции конденсации АУ	72,1	3,63	
Образование КГС (поликонденсация)	54,4	0,64	
Циклизация олефинов в нафтен СМ	41,95	0,015	0,00478
Деалкилирование МАУ	37,6	0,149	$6,61 \cdot 10^{-6}$

– ароматические углеводороды сырья, легкого и тяжелого газойля, КГС – коксогенные соединения, МАУ – моноароматические углеводороды бензиновой фракции.

Константы скоростей химических реакций, входящие в кинетическую модель, представляют собой комбинацию констант всех промежуточных стадий, полученная кинетическая модель является формализованной и квазигомогенной.

Список литературы

1. Jiang Li, Zheng-Hong Luo, Xing-Ying Lan, Chun-Ming Xu, Jin-Sen Gao // Powder Technology, 2013.– 237.– P.569–580.