

О.В. Карманова, А.А. Маслов // Проблемы шин, РТИ и эластомерных композитов: Сб. трудов XXVII Международного симпозиума. – М.: ООО НПКЦ ВЕСКОМ, – 2016. – С. 405-413.

3. Холева, Е.Э. Решение прямой задачи теплопроводности для стержня в условиях зависимости параметров теплоемкости от температуры / Идеи и проекты молодежи России. В мире исследований: сб. Всероссийской научно-практической конференции и Международного форума студенческой и учащейся молодежи — Чебоксары: Экспертно-методический центр, 2016. С. 31-33

УДК 661.715.332

Студ. В.С. Кирьянова

Науч. рук. проф. С.Г. Тихомиров

(кафедра информационных и управляющих систем, ВГУИТ)

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ПРОЦЕССА ПИРОЛИЗА С ЦЕЛЬЮ РЕГУЛИРОВАНИЯ

Сформирована пополняемая база данных кинетических параметров с использованием радикально-цепного механизма еепостроения. Нелинейные дифференциальные уравнения материального баланса, записанные на ее основе, дополнены балансовыми уравнениями тепловой и механической энергии, учитывающими конструктивные особенности печи пиролиза:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dF_k}{dL} = \left[\sum_i (s_{i,k} \cdot r(T)_i) \right] S_{TP}(L) \\ \frac{dT}{dL} = \frac{\chi \cdot \alpha(F, T) \cdot \pi \cdot d_T(L) \cdot (T_z(L) - T(L)) - \sum_{k=1}^{N_k} \left[\left(\frac{dF_k}{dL} \right) \cdot \Delta H_k(T) \right]}{F_{H_2O} \cdot C_p(T)_{H_2O} + \sum_{k=1}^{N_k} F_k \cdot C_p(T)_k} \\ \frac{dP}{dL} = \frac{R \cdot T(L) \cdot P(L) \cdot v_{mas}(L) \left[\frac{dV(F)}{dL} \cdot M_{sum}(F) + \left(\frac{1}{T(L)} \cdot \frac{dT}{dL} + \theta(T) \right) \right]}{R \cdot T(L) \cdot v_{mas}(L) - M_{sum}(F) \cdot P^2(L)} \end{array} \right. , \quad (1)$$

где $k = 1..N_k$, $i = 1..N_r$, N_k —количество участвующих реагентов, N_r —количество реакций в кинетической схеме, $s_{i,k}$ —стехиометрический коэффициент k-ого компонента i-ой реакции, F_k —мольный расход компонентов пирогаза (моль/с), L —текущий участок змеевика, $r(T)_i$ —скорость i-ой реакции (c^{-1} для реакций первого порядка, $m^3/(mоль \cdot c)$ для реакций второго порядка), $S_{TP}(L)$ —площадь змеевика в текущей точке (m^2), χ —коэффициент неравномерности обогрева, $\alpha(F, T)$ —коэффициент теплоотдачи от стенки змеевика к потоку ($Дж/(c \cdot K \cdot m^2)$), $C_p(T)_k$ —теплоемкость k-ого компонента реакционной смеси ($Дж/(кг \cdot K)$), $C_p(T)_{H_2O}$ —

теплоемкость пара (Дж/(кг*К)), F_{H_2O} —мольный расход пара (моль/с), $T_z(L)$ —температура стенки змеевика в текущей точке (К), $\Delta H_k(T)$ —теплота образования k-ого компонента реакции (Дж/кг), $\theta(T)$ —коэффициент гидравлического трения потока о стенки змеевика, $M_{sum}(F)$ —молекулярная масса пирогаза (кг/моль), $v_{mas}(L)$ —массовая скорость пирогаза в текущей точке змеевика (кг/(с*м²)), $V(F)$ —объем пирогаза (м³/кг).

Результатами математического моделирования являются профили изменения концентраций компонентов пирогаза по длине змеевика, профили изменения температуры и давления.

С повышением температуры процесса происходит увеличение выхода этилена. Сравнение результатов моделирования с экспериментальными значениями приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Оценка результатов математического моделирования процесса пиролиза этан-этиленовой смеси

Продукт (Параметр)	Экспериментальные значения параметров	Расчетные значения параметров	Значения параметров после идентификации	Относительная погрешность по компонентам и параметрам пирогаза (%)	Средняя погрешность (%)	Расход топливного газа (т/ч)
Концентрация компонентов (%)						
H ₂	2,75	3,11	3,62	31,64	3,73	1,15
CH ₄	3,76	3,18	3,94	4,79		
C ₂ H ₂	0,26	0,19	0,26	-		
C ₂ H ₄	49,95	42,71	49,37	1,16		
C ₂ H ₆	39,12	47,42	38,65	1,2		
C ₃ H ₄	0,04	0,04	0,04	-		
C ₃ H ₆	1,17	1,1	1,17	-		
C ₃ H ₈	0,11	0,13	0,11	-		
C ₄ H ₆	1,29	1,06	1,29	-		
C ₄ H ₈	0,27	0,21	0,27	-		
C ₄ H ₁₀	0,25	0,27	0,25	-		
C ₅ H ₁₀	1,03	0,57	1,03	-		
Температура пирогаза (К)						
T	1093		1093,02	0,01		
Давление пирогаза (Па)						
P	202650		207716	2,5		

Заключение. Прделанная работа на основании применения математического моделирования позволяет прогнозировать свойства заранее на основании математических экспериментов.