

ОПТИМІЗАЦІЯ РЕАКТОРА ІДЕАЛЬНОГО ЗМІШУВАННЯ

Пріщенко О.П., Черногор Т.Т.

Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків

Кінцевою метою моделювання хіміко-технологічного процесу є його краща реалізація або його оптимізація. У реакторі ідеального змішування протікає реакція. Визначити оптимальний час перебування реагентів в реакторі, при якому досягається максимальний вихід цільового продукту В (рис. 1).

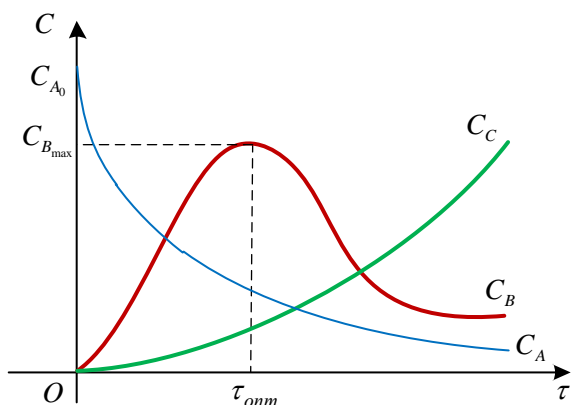


Рис. 1

Складемо математичну модель:

$$\frac{dC_A}{d\tau} = \frac{1}{\tau}(C_{A_0} - C_A) - k_1 C_A; \quad (1)$$

$$\frac{dC_B}{d\tau} = \frac{1}{\tau}(C_{B_0} - C_B) + k_1 C_A - k_2 C_B; \quad (2)$$

$$\frac{dC_C}{d\tau} = \frac{1}{\tau}(C_{C_0} - C_C) + k_2 C_B;$$

Початкові умови: при $\tau = 0, C_A(0) = C_{A_0}; C_B(0) = C_{B_0}.$

У стаціонарному режимі роботи реактора $\frac{dC_B}{d\tau} = 0.$

При $C_{B_0} = 0$ рівняння (2) прийме наступний вигляд: $C_B = \frac{k_1 C_A \cdot \tau}{1 + k_2 \cdot \tau}$ (3).

Прирівнюємо до нуля рівняння (1) $C_A = \frac{C_{A_0}}{(1 + k_1 \tau)}$. Отриманий вираз підставимо

$$\text{в (3): } C_B = \frac{k_1 C_{A_0} \tau}{(1 + k_1 \tau)(1 + k_2 \tau)} \quad (4).$$

Для визначення оптимального часу контакту (τ_{opt}), при якому досягається максимальне значення концентрації C_B , необхідно рівняння (4) продиференціювати по τ і прирівняти до нуля:

$$\frac{dF}{d\tau} = \frac{k_1 C_{A_0} (1 + k_1 \tau)(1 + k_2 \tau) - k_1 C_{A_0} \tau [k_1 (1 + k_2 \tau) + k_2 (1 + k_1 \tau)]}{[(1 + k_1 \tau)(1 + k_2 \tau)]^2} = 0.$$

Виразимо час контакту: $\tau_{opt} = \frac{1}{\sqrt{k_1 \cdot k_2}};$

$$F = C_{B_{max}} = \frac{k_1 C_{A_0} \frac{1}{\sqrt{k_1 \cdot k_2}}}{\left(1 + \frac{k_1}{\sqrt{k_1 \cdot k_2}}\right) \left(1 + \frac{k_2}{\sqrt{k_1 \cdot k_2}}\right)}.$$