

Пояснения к составлению систем дифференциальных уравнений для кинетики реакций, протекающих в реакторах идеального смешения и вытеснения

Реактор идеального смешения (Continuous Stirred Reactor)

Материальный баланс в реакторе:
$$\frac{dC_i}{dt} = W_i + C_{i0} \frac{u_0}{V} - C_i \frac{u}{V}$$

Объемная скорость потока продуктов u ($[u]=\text{м}^3/\text{с}$) на выходе реактора можно получить исходя из условия постоянства

давления в реакторе: $P(t) = \alpha \sum_i C_i(t) = \text{const}_1 \Rightarrow \sum_i C_i = \sum_i C_{i0} = \text{const}_2 \Rightarrow 0 = \sum_i W_i + \sum_i C_{i0} \left(\frac{u_0 - u}{V} \right) \Rightarrow$

$$\sum_i \frac{dC_i}{dt} = 0$$

$$\Rightarrow u = u_0 + \frac{V \sum_i W_i}{\sum_i C_{i0}}$$

Реактор идеального вытеснения (Plug Flow Reactor)

Материальный баланс для каждого вещества в тонком слое реактора перпендикулярном вектору скорости потока:

$$\overbrace{SvC}^{\text{input}} = S \overbrace{\left(v + \frac{dv}{dz} dz \right) \left(C + \frac{dC}{dz} dz \right)}^{\text{output}} - \overbrace{SWdz}^{\text{reaction}} \Rightarrow v \frac{dC_i}{dz} + C_i \frac{dv}{dz} = W_i$$

v – скорость потока v ($[v]=\text{м}/\text{с}$).

Условие постоянства давления в реакторе:

$$P(z) = \alpha \sum_i C_i(z) = \text{const} \Rightarrow \sum_i \frac{dC_i}{dz} = 0 \Rightarrow \sum_i C_i \frac{dv}{dz} = \sum_i W_i$$

Имеем:

$$\frac{dC_i}{dz} = \frac{W_i}{v} - \frac{C_i}{v} \frac{\sum_i W_i}{\sum_i C_i} \qquad \frac{dv}{dz} = \frac{\sum_i W_i}{\sum_i C_i}$$