

Úloha 5-5 Jednosměrná reakce v izotermním průtočném reaktoru s pístovým tokem

Kinetika reakce $A + B = 2P$ je popsána rychlostní rovnicí

$$-\frac{dc_A}{d\tau} = k_c \cdot c_A \cdot c_B$$

Rychlostní konstanta má při dané teplotě hodnotu $k_c = 2,9 \cdot 10^{-2} \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$. Vypočtete konverzi, jaké bude dosaženo při nástřiku $1,2 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ směsi o koncentracích $c_{A0} = c_{B0} = 1,5 \text{ mol dm}^{-3}$ do reaktoru tvořeného svazkem šedesáti trubek, z nichž každá má vnitřní průměr 22 mm a délku 6 m. Předpokládejte pístový tok reagující směsi reaktorem, podélnou difuzi a tlakový spád v reaktoru zanedbejte.

$$[\alpha_A = 0,947]$$

Řešení:

$$k_c = 2,9 \cdot 10^{-2} \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1} = 2,9 \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-3} \cdot 3600 = 0,1044 \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ h}^{-1}$$

$$F_V = 1,2 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$$

$$c_{A0} = c_{B0} = 1,5 \text{ mol dm}^{-3} = 1500 \text{ mol m}^{-3}$$

$$d = 22 \text{ mm}, r = 0,011 \text{ m}, \ell = 6 \text{ m}$$

$$V_R = N \cdot \frac{\pi d^2}{4} \cdot \ell = 60 \cdot (\pi \cdot 0,011^2 \cdot 6) = 0,136848 \text{ m}^3$$

$$\frac{V_R}{F_V} = c_{A0} \cdot \int_0^{\alpha_A} \frac{d\alpha_A}{r_A}$$

$$\text{Balance:} \quad c_A = c_B = c_{A0} (1 - \alpha_A), \quad (c_{A0} = c_{B0})$$

$$c_P = 2 c_{A0} \cdot \alpha_A$$

$$\Sigma c = 2 c_{A0}$$

$$r_A = -\frac{dc_A}{d\tau} = k_c \cdot c_A \cdot c_B = k_c \cdot c_{A0}^2 \cdot (1 - \alpha_A)^2$$

$$\frac{V_R}{F_V} = c_{A0} \cdot \int_0^{\alpha_A} \frac{d\alpha_A}{k_c \cdot c_{A0}^2 \cdot (1 - \alpha_A)^2} = \frac{1}{k_c \cdot c_{A0}} \left(\frac{1}{1 - \alpha_A} - 1 \right)$$

$$\frac{1}{1 - \alpha_A} = \frac{V_R \cdot k_c \cdot c_{A0}}{F_V} + 1 = \frac{0,136848 \cdot 0,1044 \cdot 1,5}{1,2} + 1 = 18,8587$$

$$1 - \alpha_A = 0,053$$

$$\alpha_A = 0,947$$