

Úloha 5-6 Výkon vsádkového reaktoru, dokonale míchaného reaktoru a reaktoru s pístovým tokem

Racemizace opticky aktivního halidu v roztoku, **D-halid** \rightleftharpoons **L-halid**, je reakce prvního řádu v obou směrech. Rychlostní konstanta přímé reakce má stejnou hodnotu jako rychlostní konstanta reakce zpětné, $k_c = 1,9 \cdot 10^{-6} \text{ s}^{-1}$. Porovnejte výkon diskontinuálního reaktoru, ideálně promíchávaného reaktoru a reaktoru s pístovým tokem při stupni přeměny $\alpha = 0,1$. Ve všech případech reaktor na počátku obsahuje pouze D-halid.

$$[N_{\text{vsádkový}} = N_{\text{pístový}} = 0,0613 \text{ h}^{-1}, N_{\text{míchaný}} = 0,0542 \text{ h}^{-1}]$$

Řešení:

$$k_{c+} = k_{c-} = 1,9 \cdot 10^{-6} \text{ s}^{-1} \Rightarrow K_c = \frac{k_{c+}}{k_{c-}} = 1$$

$$\alpha = 0,1$$

Výkon reaktoru: $N = \frac{F_V}{V_R}$

Bilance: $c_D = c_{D0} - c_{D0} \cdot \alpha$
 $c_L = c_{D0} \cdot \alpha$

Rychlost reakce:

$$r = -\frac{dc_D}{d\tau} = +\frac{dc_L}{d\tau} = k_{c+} \cdot c_D - k_{c-} \cdot c_L = k_{c+} \cdot (c_D - c_L)$$
$$= k_{c+} \cdot [(c_{D0} - c_{D0} \cdot \alpha) - c_{D0} \cdot \alpha] = k_{c+} \cdot c_{D0} \cdot (1 - 2\alpha)$$

Vsádkový reaktor:

$$c_{D0} \cdot \frac{d\alpha}{d\tau} = k_{c+} \cdot c_{D0} \cdot (1 - 2\alpha)$$

$$\frac{d\alpha}{(1 - 2\alpha)} = k_{c+} \cdot d\tau$$

$$-\ln(1 - 2\alpha) = 2 k_{c+} \cdot \tau$$

Pro dobu setrvání náplně ve vsádkovém reaktoru platí: $\tau = \frac{V_R}{F_V} = \frac{1}{N}$

$$\ln(1 - 2\alpha) = -2 k_{c+} \cdot \frac{1}{N}$$

$$N = -\frac{2 k_{c+}}{\ln(1 - 2\alpha)} = -\frac{2 \cdot 1,9 \cdot 10^{-6}}{\ln(1 - 2 \cdot 0,1)} = 1,703 \cdot 10^{-5} \text{ s}^{-1} = 0,0613 \text{ h}^{-1}$$

Reaktor s pístovým tokem:

$$\frac{V_R}{F_V} = c_{D0} \cdot \int_0^\alpha \frac{d\alpha}{r} = c_{D0} \cdot \int_0^\alpha \frac{d\alpha}{k_{c+} \cdot c_{D0} \cdot (1 - 2\alpha)} = -\frac{1}{2 k_{c+}} \cdot \ln(1 - 2\alpha)$$

$$N \left(= \frac{F_V}{V_R} \right) = -\frac{2 k_{c+}}{\ln(1 - 2\alpha)}$$

- reaktor s pístovým tokem má stejný výkon jako reaktor vsádkový

Dokonale promíchávaný reaktor:

$$r \cdot V_R = F_V \cdot c_{D0} \cdot \alpha$$

$$N = \frac{F_V}{V_R} = \frac{r}{c_{D0} \cdot \alpha} = \frac{k_{c+} \cdot c_{D0} \cdot (1 - 2\alpha)}{c_{D0} \cdot \alpha} = \frac{1,9 \cdot 10^{-6} \cdot (1 - 2 \cdot 0,1)}{0,1} = 1,52 \cdot 10^{-4} \text{ s}^{-1} = \mathbf{0,05472 \text{ h}^{-1}}$$

Z hlediska výkonu jsou výhodnější vsádkový reaktor nebo reaktor s pístovým tokem než promíchávaný reaktor.