

Úloha 5-16 Dokonale míchaný reaktor a pístový reaktor

Jednosměrná reakce $A(l) = B(l)$, realizovaná v izotermním průtočném ideálně promíchávaném reaktoru, se řídí kinetickou rovnicí

$$r_A / (\text{mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}) = 1,2197 \cdot 10^{-3} \cdot c_A^{1,5}$$

(a) Vypočítejte nástřik (v $\text{m}^3 \text{ h}^{-1}$), při němž bude při vstupní koncentraci $c_{A0} = 0,71 \text{ mol dm}^{-3}$ v reaktoru objemu 5 m^3 dosaženo konverze 60 %.

(b) Jakého stupně přeměny by bylo dosaženo v reaktoru s pístovým tokem, který má stejný výkon jako výše uvedený míchaný reaktor?

$$[(a) F_V = 7,8 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}, (b) \alpha = 0,791]$$

Řešení:

(a) Nástřik do promíchávaného reaktoru

$$c_{A0} = 0,71 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$V_R = 5 \text{ m}^3$$

$$\alpha = 0,6$$

$$F_V = ?$$

$$r_A / (\text{mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}) = 1,2197 \cdot 10^{-3} \cdot c_A^{1,5}$$

$$r_A / (\text{mol dm}^{-3} \text{ h}^{-1}) = 3600 \cdot 1,2197 \cdot 10^{-3} \cdot c_{A0}^{1,5} = 4,391 \cdot c_{A0}^{1,5} \cdot (1 - \alpha)^{1,5}$$

$$\frac{V_{R,\text{mích}}}{F_V} = \frac{c_{A0} \cdot \alpha}{r_A}$$

$$F_V = \frac{V_{R,\text{mích}}}{\alpha} \cdot 4,391 \cdot c_{A0}^{0,5} \cdot (1 - \alpha)^{1,5} = \frac{5}{0,6} \cdot 4,391 \cdot 0,71^{0,5} \cdot (1 - 0,6)^{1,5}$$

$$\left[\text{m}^3 \cdot (\text{mol dm}^{-3} \text{ h}^{-1}) \cdot (\text{mol dm}^{-3})^{-1} = \text{m}^3 \text{ h}^{-1} \right]$$

$$F_V = 7,8 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$$

(b) Stupeň přeměny v reaktoru s pístovým tokem

$$\text{výkon } N = \left(\frac{F_V}{V_R} \right)_{\text{pístový}} = \left(\frac{F_V}{V_R} \right)_{\text{míchaný}} = \frac{7,8}{5} = 1,56 \text{ h}^{-1}$$

$$\left(\frac{V_R}{F_V} \right)_{\text{míchaný}} = \frac{1}{N} = c_{A0} \cdot \int_0^\alpha \frac{d\alpha}{r_A} = c_{A0} \cdot \int_0^\alpha \frac{d\alpha}{4,391 \cdot c_{A0}^{1,5} \cdot (1 - \alpha)^{1,5}} =$$

$$= \frac{1}{4,391 \cdot c_{A0}^{0,5}} \cdot \left(-\frac{1}{1-1,5} \cdot ((1 - \alpha)^{-0,5} - 1) \right)$$

$$\frac{1}{1,56} = \frac{(1 - \alpha)^{-0,5} - 1}{4,391 \cdot 0,71^{0,5} \cdot 0,5}$$

$$[h] \quad \left[\frac{1}{(\text{mol dm}^{-3} \text{ h}^{-1}) \cdot (\text{mol dm}^{-3})^{-1}} = h \right]$$

$$(1 - \alpha)^{-0,5} = 1 + \frac{5 \cdot 4,391 \cdot 0,71^{0,5} \cdot 0,5}{0,65} = 1 + 1,18587$$

$$1 - \alpha = 0,2092$$

$$\alpha = 0,79071$$