

طراحی راکتور پیشرفته

مرجع: طراحی راکتورهای شیمیایی، لون اشپیل

Ref.: Chemical Reaction Engineering, Levenspiel

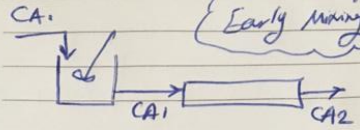
مدرس: یگانه داودبیگی

(جلسه هفتم)

با فرض واکنش درجه اول $A \rightarrow B$ و با استفاده از مفاهیم زمان اقامت در راکتورهای همزده و قالبی، غلظت نهایی را در مدل‌های Early mixing و Late mixing بدست آورده و با هم مقایسه کنید.

Subject: Year: Month: Date: ()

Early Mixing



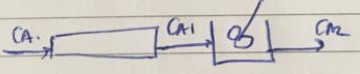
$$-r_A = K C_A$$

$$\tau_m = \frac{C_{A0} - C_{A1}}{K C_{A1}} \rightarrow C_{A1} = \frac{C_{A0}}{1 + K \tau_m}$$

$$\tau_p = \int_{C_{A1}}^{C_{A0}} \frac{dC_A}{K C_A} \rightarrow C_{A2} = C_{A1} e^{-K \tau_p}$$

↓
(از بالا به پایین)

$$\rightarrow C_{A2} = \frac{C_{A0} e^{-K \tau_p}}{1 + K \tau_m} \quad \text{I}$$



$$\tau_p = \int_{C_{A1}}^{C_{A0}} \frac{dC_A}{K C_A} = \frac{1}{K} \ln \frac{C_{A0}}{C_{A1}}$$

$$\rightarrow C_{A1} = C_{A0} e^{-K \tau_p}$$

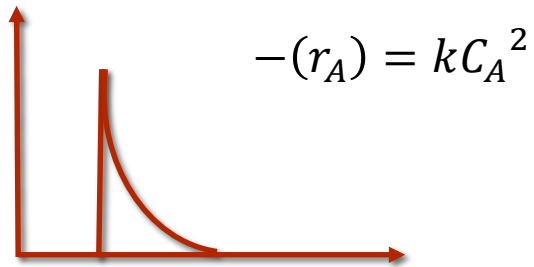
$$\tau_m = \frac{C_{A1} - C_{A2}}{K C_{A2}} \rightarrow C_{A2} = \frac{C_{A0} e^{-K \tau_p}}{1 + K \tau_m} \quad \text{II}$$

I = II

Ganjineh

حالت سوم: اگر در ظرف واکنش درجه دوم داشته باشیم (یا درجه اول نداشته باشیم):

این فرآیند غیرخطی است و با استفاده از منحنی توزیع زمان اقامت به تنهایی نمی‌توان میزان تبدیل را محاسبه کرد و نیاز به مدل خاصی برای نحوه حرکت سیال در راکتور داریم.



* نتیجه ردیاب برای هر دو مدل early mixing و Late mixing یکسان است، اما درصد تبدیل‌ها یکسان نیستند.

سوال: درصد تبدیل در کدام مدل بالاتر است؟

تعیین غلظت خروجی از راکتور (درصد تبدیل) جهت واکنش درجه اول با استفاده از نتایج حاصل از آزمایش تحریک با ردیاب و برای جریان ماکروی سیال:

جریان ماکرو (Macro Fluid): در این نوع جریان فرض می‌شود سیال بصورت مجموعه‌ای از همبسته‌هایی است که بصورت مستقل حرکت کرده و ضمن عبور از راکتور با یکدیگر ارتباط ندارند. هر یک از این همبسته‌ها یک زمان اقامت مخصوص به خود را دارند و در حین عبور از راکتور هر کدام بصورت یک راکتور Batch عمل می‌کنند.

غلظت A در هر همبسته:

$$\text{واکنش درجه اول} \quad \ln \frac{C_A}{C_{A0}} = -K \cdot t \quad \longrightarrow \quad C_A(t) = C_{A0} \cdot e^{-kt}$$

غلظت متوسط A در جریان خروجی:

$$\begin{bmatrix} \text{غلظت متوسط} \\ \text{ترکیب شونده در} \\ \text{جریان خروجی} \end{bmatrix} = \sum_{\text{تمام اجزاء جریان خروجی}} \begin{bmatrix} \text{غلظت ترکیب شونده} \\ \text{باقیمانده در جزئی با} \\ \text{زمان عمر بین } t \text{ و } t+dt \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \text{جزئی از جریان خروجی که} \\ \text{دارای زمان عمری بین } t: \\ \text{و } t+dt \text{ است.} \end{bmatrix} \longrightarrow C_{A,out} = \int_0^{\infty} C_{A0} \cdot e^{-kt} \cdot E \cdot dt$$

اگر در یک راکتور همزده یک واکنش درجه اول اتفاق بیفتند، با استفاده از مدل همبسته مولکولی $\frac{\bar{C}_A}{C_{A0}}$ را بدست آورید.

$$\frac{\bar{C}_A}{C_{A0}} = \int_0^\infty e^{-kt} \cdot E \cdot dt \quad \longrightarrow \quad \frac{\bar{C}_A}{C_{A0}} = \int_0^\infty \frac{1}{\bar{t}} e^{-\frac{t}{\bar{t}}} \cdot e^{-kt} \cdot dt \quad \longrightarrow \quad \frac{\bar{C}_A}{C_{A0}} = \frac{1}{\bar{t}} \int_0^\infty \frac{1}{t} e^{-\left(k + \frac{1}{\bar{t}}\right)t} \cdot dt$$

انتگرال گیری به عهده دانشجو \longrightarrow

$$\frac{\bar{C}_A}{C_{A0}} = \frac{1}{1 + k\bar{t}}$$