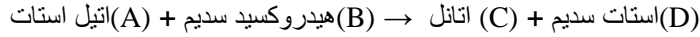


بنام خدا

تکلیف چهارم مباحث ویژه در کنترل (شبیه سازی و کنترل فرآیند)

اتیل استات در مجاورت سود سوزآور در محیط آبی تولید اتانل و استات سدیم می کند :



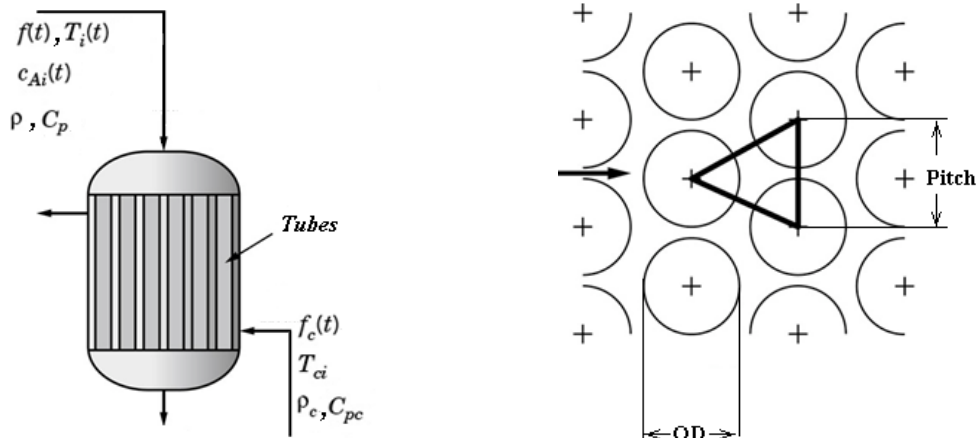
مشخصات سنتتیکی واکنش فوق بصورت زیر داده شده است:

- سرعت انجام واکنش (با فرض برابر بودن C_B و C_A): $r \left(\frac{\text{kmol}}{\text{m}^3 \cdot \text{min}} \right) = k C_A^2$, $C_A = \frac{\text{kmol}}{\text{m}^3}$
- ثابت سرعت واکنش: $k \left(\frac{\text{m}^3}{\text{kmol} \cdot \text{min}} \right) = 1.491 \times 10^8 \exp \left[\frac{-5011}{T(^{\circ}\text{K})} \right]$
- حرارت آزاد شده در اثر واکنش (واکنش گرمازا): $\Delta H_R \left(\frac{\text{J}}{\text{kmol}} \right) = -6.3 \times 10^7$

فرض کنید که خواص فیزیکی و ترمودینامیکی مخلوط فوق بصورت زیر می باشد:

$$\rho(\text{density}) = 995 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}, \quad C_p(\text{specifich heat}) = 3960 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}, \quad \mu(\text{viscosity}) = 0.054 \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{min}}$$

از یک رآکتور لوله ای برای انجام واکنش فوق استفاده شده است. مشخصات رآکتور مذکور بصورت زیر است:



- مشخصات پوسته (shell): قطر داخلی (shell ID) = 41 in ، دیواره خارجی پوسته کاملاً عایق بندی شده است.

- مشخصات لوله ها (tubes): قطر داخلی هر لوله (tube ID) = 2 in، قطر خارجی هر لوله (tube OD) = 2.2 in، تعداد لوله ها = 165، طول هر لوله = 3 m، چیدمان لوله ها = مثلثی (triangular)، فاصله مرکز دو لوله مجاور هم (pitch) = 2.5 in

- ضریب کلی انتقال حرارت با صرف نظر از مقاومت دیواره = $5400 \text{ J} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$

- خواص سیال داخل ژاکت رآکتور:

$$\rho_c = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}, \quad C_{pc} = 4000 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}, \quad \mu_c = 0.048 \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{min}}$$

- مقادیر نامی متغیرهای ورودی:

$$\bar{f} = 0.33 \frac{\text{m}^3}{\text{min}}, \quad \bar{f}_c = 0.045 \frac{\text{m}^3}{\text{min}}, \quad \bar{T}_i = 308.2 \text{ K}, \quad \bar{T}_{ci} = 303.2 \text{ K}, \quad \bar{C}_{Ai} = 0.05 \frac{\text{kmol}}{\text{m}^3}$$

الف) با محاسبه عدد رینولدز رژیم جریان سیال داخل لوله ها را محاسبه کنید (آرام و یا توربولنت).

ب) معادلات مورد نیاز برای شبیه سازی فرآیند را بدست آورید (با فرض جریان قالبی).

ج) فرآیند را بکمک نرم افزار Matlab/Simulink شبیه سازی کنید. برای حل عددی معادلات پاره ای از روش گسسته سازی تفاضل محدود بر روی مشتقات مکانی استفاده کنید.

د) پروفایل دما و غلظت را در طول رآکتور در حالت نامی بدست آورید.

ه) نحوه تغییرات گذرای دما و غلظت را در طول رآکتور به ازای یک تغییر پله ای در دما و یک تغییر پله ای در غلظت خوراک بدست آورید (پاسخ های مربوطه را در نمودارهای سه بعدی رسم کنید). نحوه تغییرات دما و غلظت محصول را نیز بر حسب زمان رسم کنید.

موفق باشید