

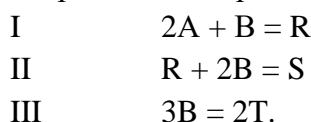


Задача 1

Промышленные реакторы могут работать в периодическом и непрерывном режиме. В первом случае происходит загрузка химического сырья в реактор, затем проводится химический процесс, по окончании которого продукты реакции выгружаются из реактора. В случае непрерывного (проточного) режима реакционная смесь непрерывно подается на вход реактора, а реакционная масса, содержащая продукты реакции, непрерывно отводится из реактора.

Производительностью химического процесса называется количество химического вещества, произведённое в единицу времени.

В проточном реакторе протекает сложный химический процесс, состоящий из следующих трёх элементарных стадий:



Начальные концентрации компонентов реакции на входе в реактор, кмоль/м³: $c_{A,0} = 0,3$; $c_{B,0} = 0,2$; $c_{R,0} = c_{S,0} = c_{T,0} = 0$. Известные концентрации компонентов реакции на выходе из реактора, кмоль/м³: $c_B = 0,016$ $c_S = 0,011$ $c_{T,0} = 0,03$. Объёмный расход реакционной смеси равен $3,4 \cdot 10^{-2}$ м³/с.

Определить концентрации компонентов A и R на выходе из реактора, а также часовую производительность по целевому продукту R.

Задание 2

В реакторе протекает газофазная реакция $2A \rightarrow R$. Получить расчетные уравнения для определения молярного равновесного состава реакционной смеси по известным значениям константы равновесия K_p , общего давления в реакторе P и начального количества реагента A в системе, выраженного в молях, $n_A, 0$.

Задание 3

Одним из важных критериев технологической эффективности сложного химического процесса, протекающего в реакторе, является селективность (избирательность). В частности, при протекании параллельных реакций в качестве критерия эффективности используют дифференциальную селективность, показывающую отношение скорости расходования реагента в целевой реакции, к скорости общего расходования данного реагента на весь процесс:

$$\varphi = \frac{w_{A, \text{цел}}}{w_A}$$

Две параллельные реакции – целевая и побочная, характеризуются следующими кинетическими уравнениями:

$$w_{A, \text{цел}} = k_1 c_A^{0,5} c_B^{1,75}, w_{A, \text{поб}} = k_2 c_A^{1,5} c_B^{0,75}$$

Проанализировать зависимость дифференциальной селективности от концентрации реагентов A и B. Какие рекомендации можно дать по выбору концентрационного режима процесса?

Задача 4

В проточном реакторе, работающем в гидродинамическом режиме идеального смешения, проводят обратимую реакцию первого порядка $A \leftrightarrow R$.

Математическая модель реактора идеального смешения имеет вид

$$\frac{V}{v} = \bar{\tau} = \frac{c_{A,0} \cdot x_A}{w_A(x_A)},$$

где V – объем реактора идеального смешения, м³; v – объёмный расход реакционной смеси, проходящей через проточный реактор, м³/с; $\bar{\tau}$ – среднее время пребывания элементарного объёма (порции) проточной реакционной смеси в пределах реактора; $c_{A,0}$ – концентрация реагента А на входе в реактор; x_A – степень превращения реагента А (доля превращенного реагента по отношению к его исходному количеству $c_{A,0}$); w_A – скорость реакции по компоненту А (кинетическое уравнение).

Определить необходимый объём реактора для достижения степени превращения, равной 75% от равновесной, если объёмный расход равен 0,01 м³/ч, константа скорости прямой реакции $k_1 = 0,18$ ч⁻¹, $k_2 = 0,24$ ч⁻¹.

Задача 5

В проточном реакторе, работающем в гидродинамическом режиме идеального вытеснения, проводят реакцию $A + 2B \rightarrow R + 2S$. Кинетическое уравнение, описывающее данную реакцию, имеет вид $w_A = k \cdot c_A^{0,25} \cdot c_B^{0,75}$.

Математическая модель реактора идеального вытеснения представляется уравнением

$$\bar{\tau} = \frac{V}{v} = c_A \int_0^{x_A} \frac{dx_A}{w_A(x_A)},$$

где V – объем реактора идеального смешения, м³; v – объёмный расход реакционной смеси, проходящей через проточный реактор, м³/с; $\bar{\tau}$ – среднее время пребывания элементарного объёма (порции) проточной реакционной смеси в пределах реактора; $c_{A,0}$ – концентрация реагента А на входе в реактор; x_A – степень превращения реагента А (доля превращенного реагента по отношению к его исходному количеству $c_{A,0}$); w_A – скорость реакции по компоненту А (кинетическое уравнение).

Определить производительность реактора по продукту R, если среднее время пребывания элемента потока в реакторе $\bar{\tau}$ равно 0,5 ч, концентрации компонентов А и В на входе в реактор соответственно равны 1 и 2 моль/л, константа скорости реакции равна 1 ч⁻¹, объём реактора равен 1 м³.