



SATBAYEV
UNIVERSITY

Введение в химическую и биохимическую инженерию

Химические реакторы

лектор: доктор PhD Наурызова С.З.

Алматы 2020

Химический реактор

- устройство, аппарат для проведения химических превращений.

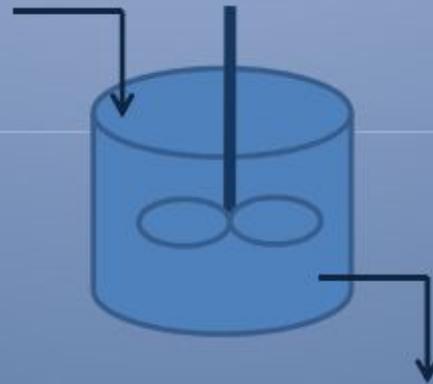
$$F_{j0} - F_j + \int_0^V r_j dV = \frac{dN_j}{dt}$$

F_{j0} – входящий поток вещества
 F_j – исходящий поток вещества
 r – скорость реакции
 V – объем реакционной смеси
 N_j – концентрация



Реактор
идеального смешения (batch)

$$\frac{dN_j}{dt} = \int_0^V r_j dV$$



Проточный реактор
смешения



Реактор
идеального вытеснения
(constant flow)

$$\frac{dF_j}{dV} = r_j$$

Тип	Плюсы	Недостатки
Идеального смешения	<ul style="list-style-type: none"> •Простота (нет необходимости контролировать поток) •Экономичность 	<ul style="list-style-type: none"> •Неравномерность перемешивания и нагрева по объему •Периодичность действия •Объемность •Затраты энергии на перемешивание •Опасность (большие объемы ЛВЖ или нестабильных веществ)
Проточный реактор смешения	<ul style="list-style-type: none"> •Простота (нет необходимости контролировать поток) •Экономичность •Легкость масштабирования •Легко организовать несколько последовательных стадий в потоке 	<ul style="list-style-type: none"> •Неравномерность перемешивания и нагрева по объему •Объемность •Затраты энергии на перемешивание •Опасность (большие объемы ЛВЖ или нестабильных веществ)
Идеального вытеснения	<ul style="list-style-type: none"> •Равномерность нагрева •Постоянный поток •Легкость масштабирования •Безопасность 	<ul style="list-style-type: none"> •Малоприменим при выпадении осадков •Необходимость обеспечить постоянство потока (аппаратное усложнение)

Схемы реакторов

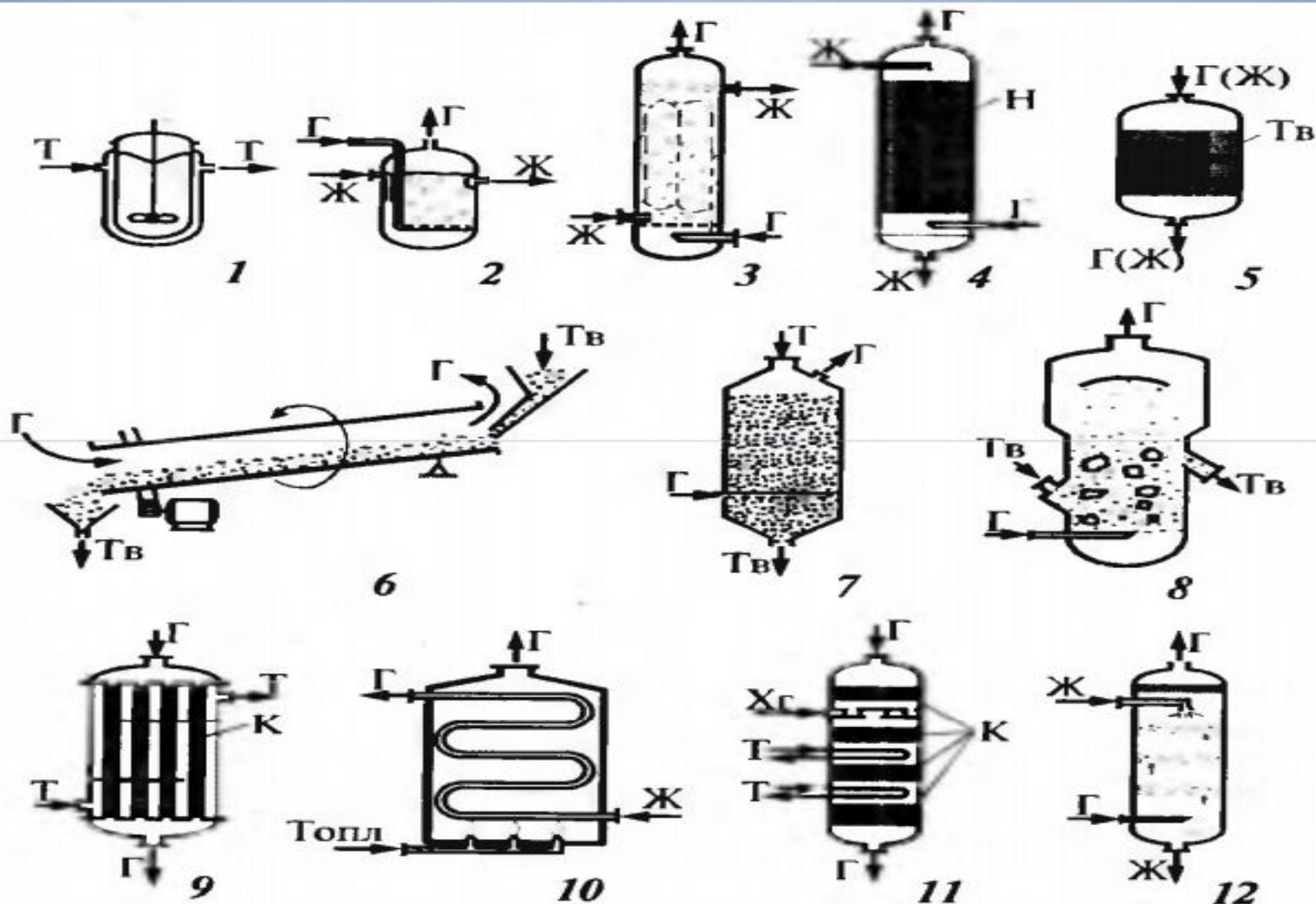


Рис. 2.1. Схемы химических реакторов:

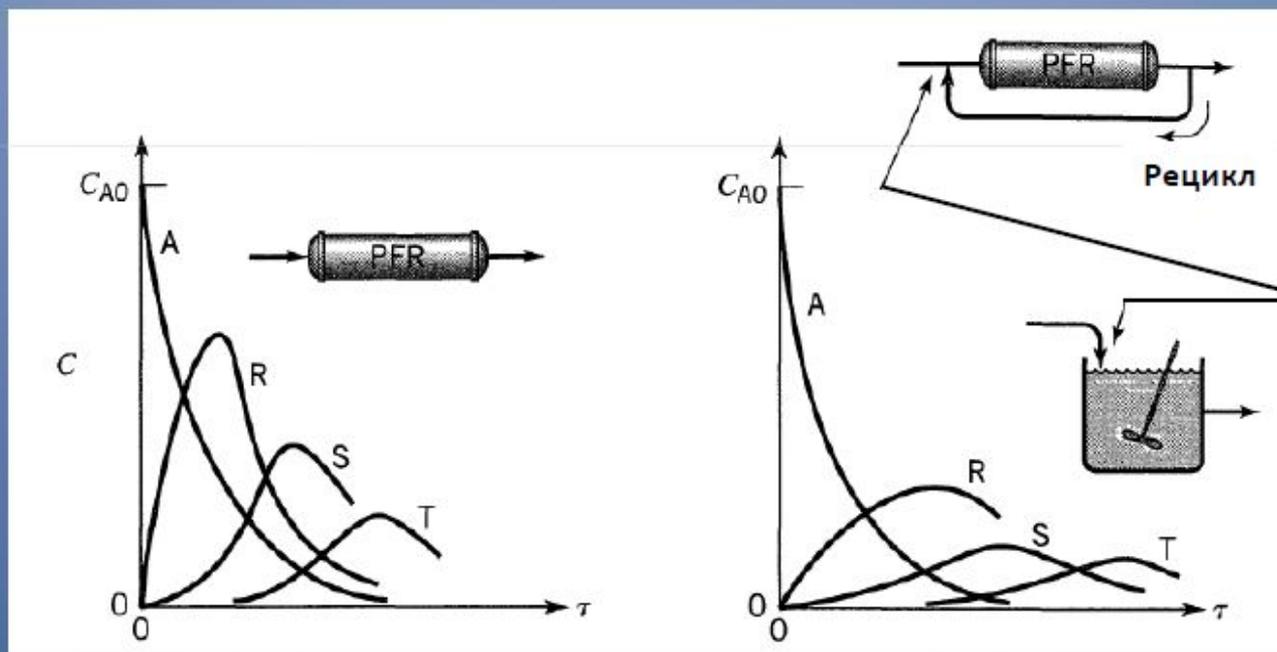
Г – газ; Ж – жидкость; Т – теплоноситель; Н – насадка; Тв – твердый реагент; К – катализатор; Хг – холодный газ

Для одной реакции.

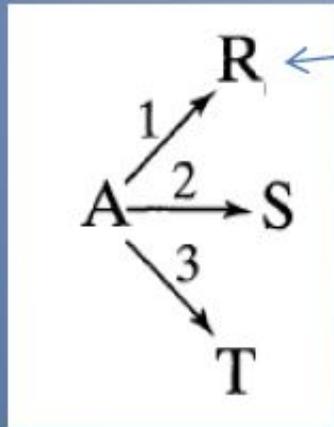
Чтобы минимизировать объем реактора, нужна как можно более высокая концентрация реагентов, порядок по которым $n > 1$. Для тех компонентов, по которым порядок $n < 1$, концентрация должна быть низкой.

Для последовательных реакций. $A \rightarrow R \rightarrow S \rightarrow T \dots$

Чтобы максимизировать выход любого из интермедиатов, не смешивайте жидкости с разными концентрациями активных ингредиентов (реагента или интермедиатов).



Для параллельных реакций.



Нужный продукт

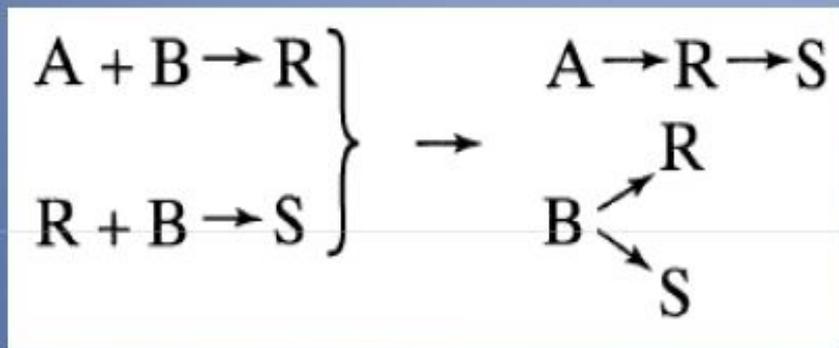
n1 – низкий порядок
n2 – средний порядок
n3 – высокий порядок

Для оптимального распределения продуктов:

- Низкая концентрация благоприятна для реакций низшего порядка
- Высокая – для высшего
- Средняя – для среднего
- Для реакций одного порядка концентрация не влияет на распределение продуктов.

Сложные реакции.

Сложные процессы могут быть сведены к простым (параллельным или последовательным).



Здесь: если R – нужный продукт, то A и R вводятся в реактор идеального вытеснения, без всяких рециклизаций. А вот B можно вводить как угодно – его концентрация не повлияет на распределение продуктов.