



**SATBAYEV
UNIVERSITY**

Введение в химическую и биохимическую инженерию

Проточные реакторы непрерывного действия

лектор: доктор PhD Наурызова С.З.

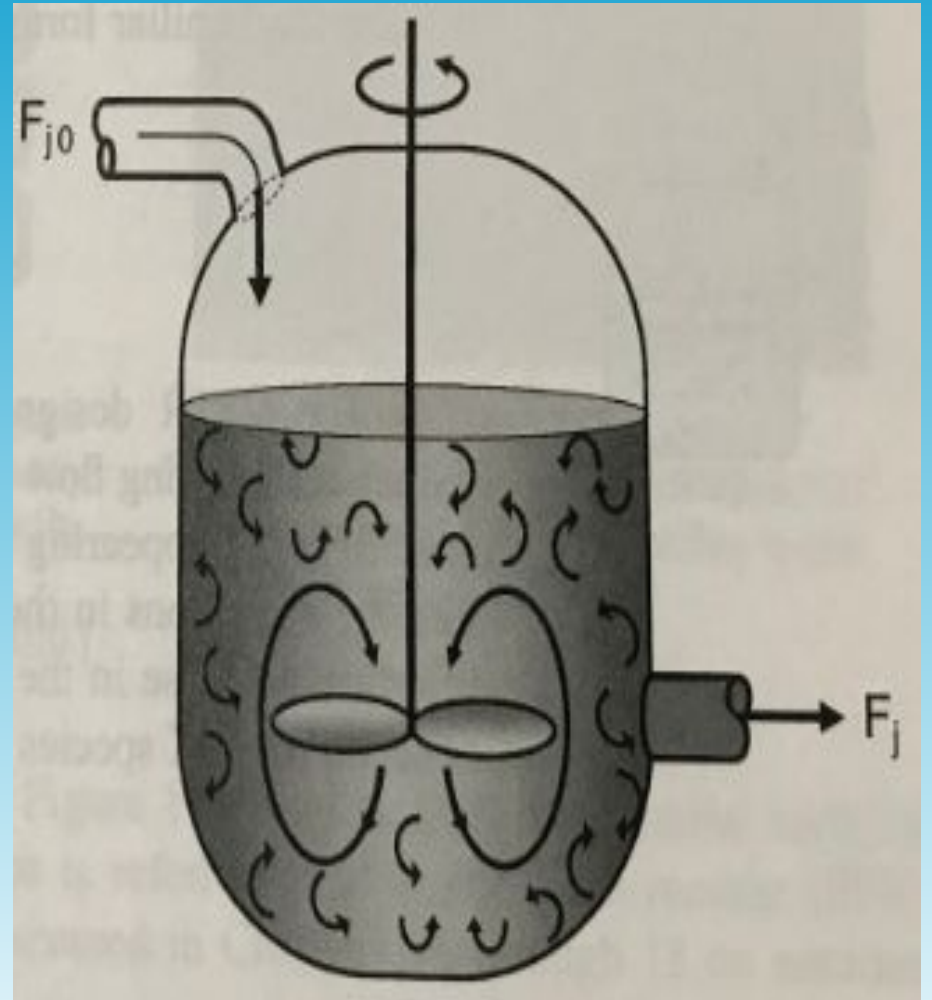
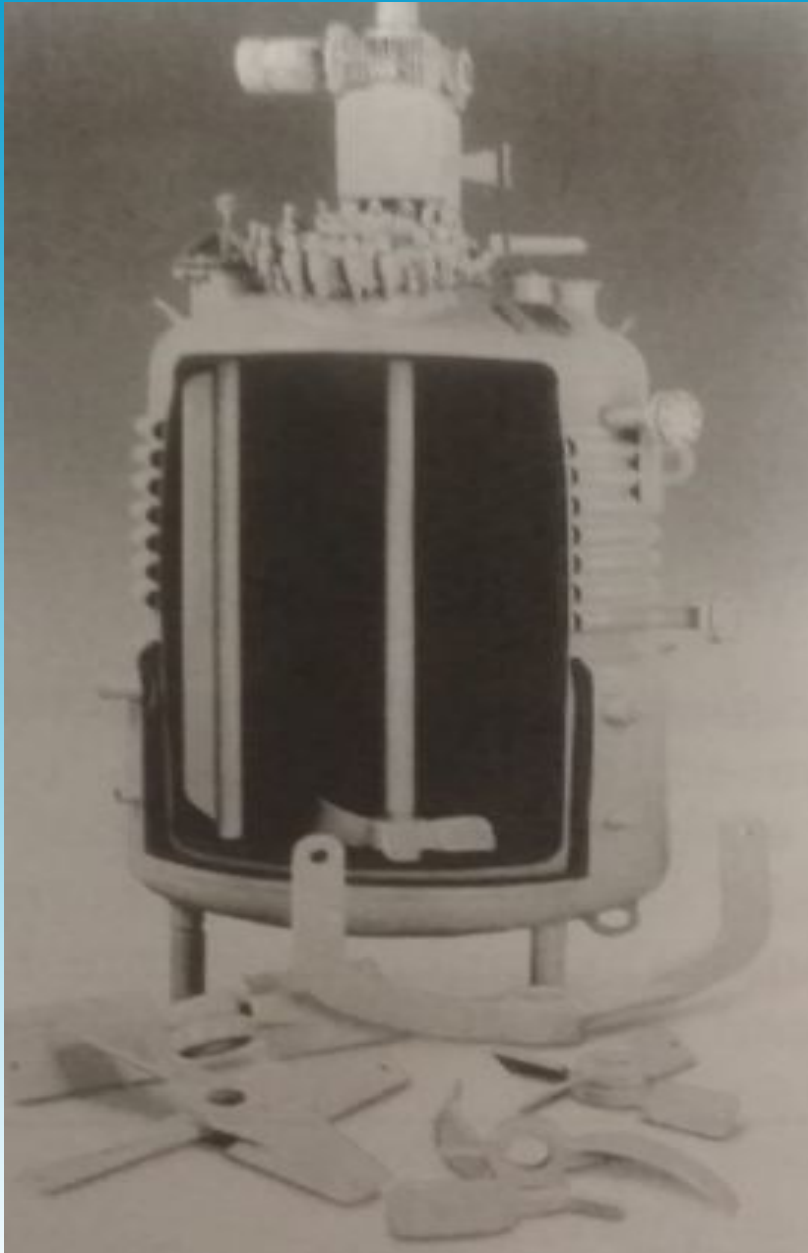
Алматы 2020

Непрерывно-проточные реакторы

почти всегда работают в стационарном режиме.

Рассмотрим три типа таких реакторов:

- реактор с идеальным перемешиванием,
- реактор идеального вытеснения с поршневым потоком,
- реактор с уплотненным слоем.



Проточный реактор идеального смешения

- используется для жидкофазных реакций,
- обычно работает в стационарном режиме,
- принимается как реактор с идеальным перемешиванием.

Следовательно, температура, концентрация или скорость реакции внутри аппарата не зависят от времени или местоположения.

Это означает, что в любой точке внутри реактора параметры будут одинаковы.

В системе, где перемешивание неидеально, чтобы получить значимые результаты, надо использовать другие моделирующие техники, такие как распределение времени пребывания.

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

$$\frac{dN_j}{dt} = 0$$

$$\int^V r_j dV = Vr_j$$

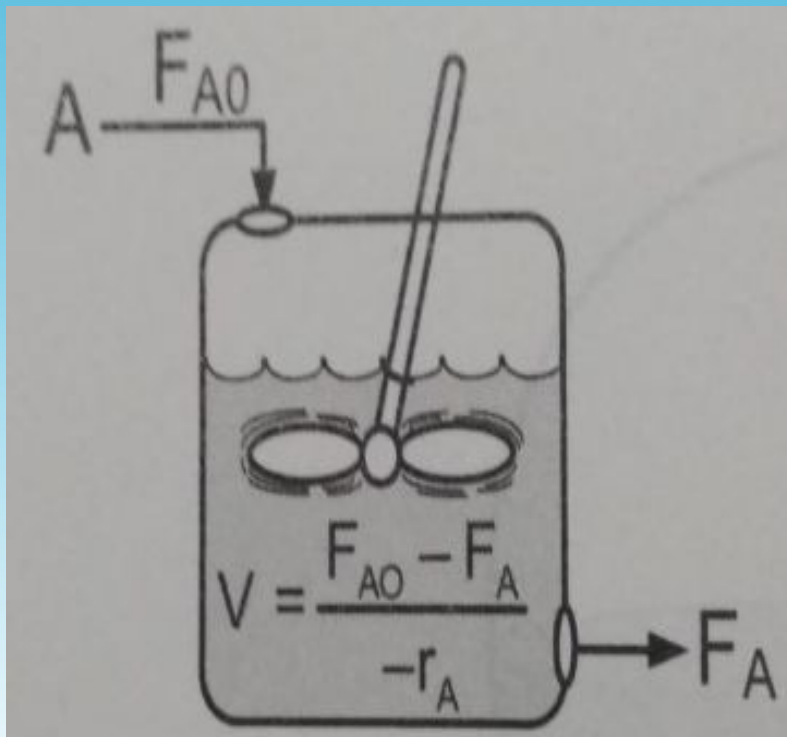
$$V = \frac{F_{j0} - F_j}{-r_j}$$

F_j - это выходящий поток вещества j , равный произведению концентрации j на объемную скорость потока v :

$$F_j = C_j \cdot v$$

Точно также можно показать для F_{j0} :

$$F_{j0} = C_{j0} \cdot v_0$$



После подстановки выражений для F_j и F_{j0} в уравнение (1) получим:

$$V = \frac{v_0 C_{A0} - v C_A}{-r_A} \quad (2)$$

(2)- уравнение мольного баланса для реактора с непрерывным перемешиванием в стационарном режиме

Реактор идеального вытеснения

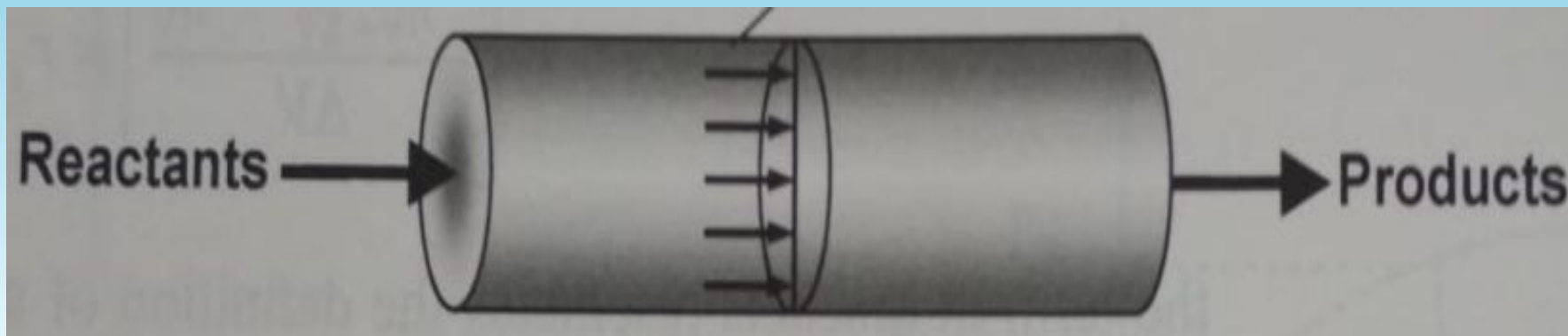
Реактор идеального вытеснения представляет собой длинный канал, через который реакционная смесь движется в поршневом режиме.

Каждый элемент потока движется через него как твердый поршень, вытесняя предыдущие элементы потока и не перемешиваясь ни с предыдущими, ни со следующими за ним элементами.

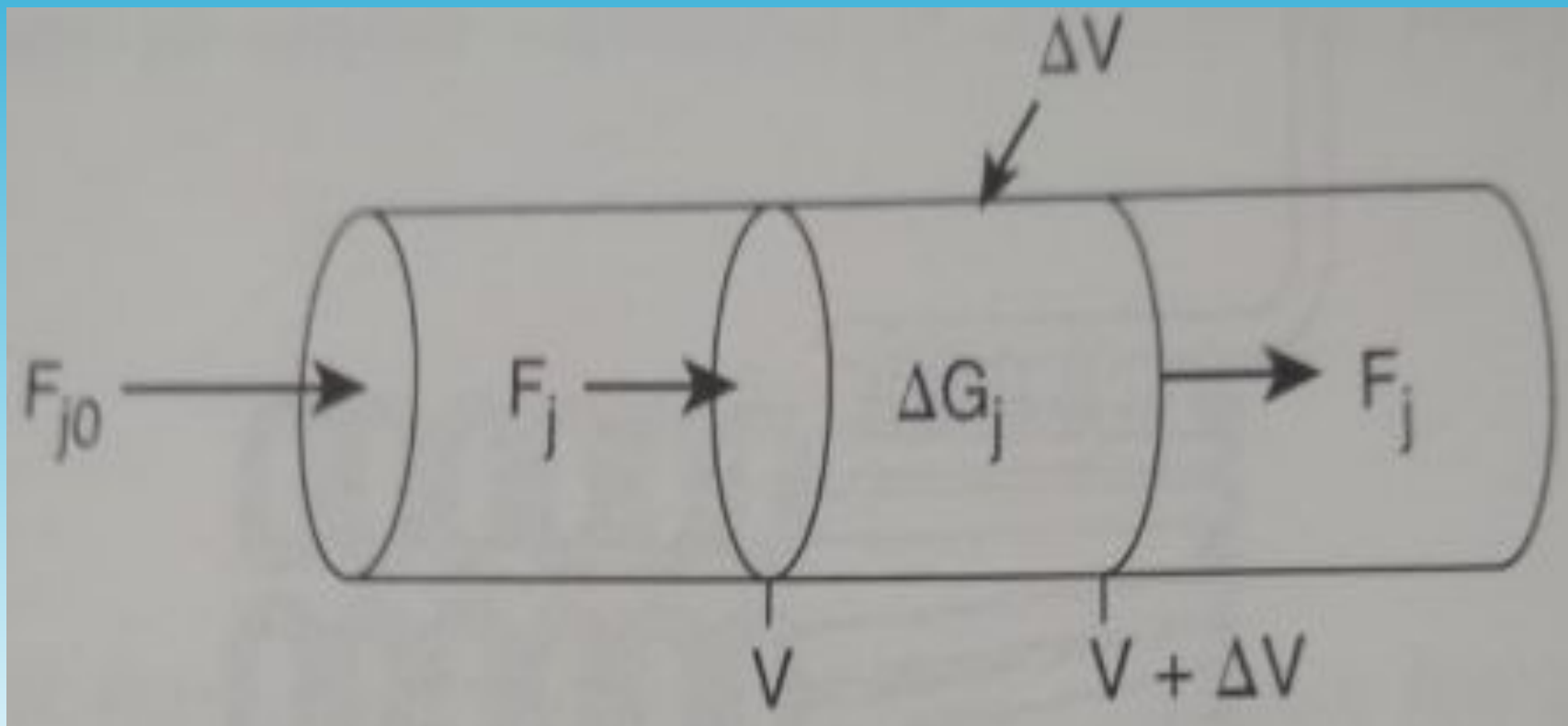
В таком реакторе скорость реакции изменяется аксиально.

Идеальное вытеснение возможно при выполнении следующих допущений:

- 1) отсутствует перемешивание в направлении оси потока;
- 2) в каждом отдельно взятом сечении, перпендикулярном оси потока, параметры процесса (концентрации, температуры и т. д.) полностью выравнены.



Возьмем элементарный объем ΔV , достаточно малый, чтобы исключить изменение скорости реакции внутри этого объема:



Тогда

$$\Delta G_j = \int^{\Delta V} r_j dV = r_j \Delta V$$

Основное уравнение мольного баланса будет иметь вид:

$$F_{j,v} - F_{j,v+\Delta v} + r_j \Delta V = 0$$

Разделим каждый член на ΔV и перегруппируем:

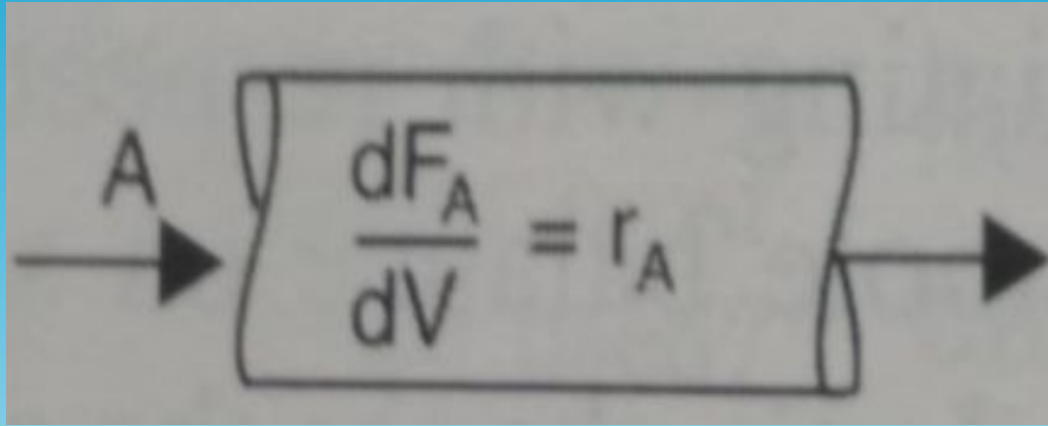
$$\frac{F_{j,v+\Delta v} - F_{j,v}}{\Delta V} = r_j$$

Для бесконечно малого изменения количества вещества j имеем:

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

дифференциальная форма уравнения
материального баланса для реактора
идеального вытеснения в стационарном режиме.

Для реакции вида $\mathbf{A} \rightarrow \mathbf{B}$,
протекающей в реакторе идеального вытеснения:



уравнение материального баланса: $\frac{dF_A}{dV} = r_A$

Отсюда $dV = \frac{dF_A}{r_A}$

После интегрирования от

$V=0$ до $V=V_1$

и от

$F_A = F_{A0}$ до $F_A = F_{A1}$

$$V_1 = \int_{F_{A0}}^{F_{A1}} \frac{dF_A}{r_A} = \int_{F_{A1}}^{F_{A0}} \frac{dF_A}{-r_A}$$

При одинаковых условиях проведения реакции для достижения равной глубины превращения среднее время пребывания реагентов в проточном реакторе идеального смешения больше, чем в реакторе идеального вытеснения.

Это объясняется характером распределения концентраций реагентов по объему реакторов. Если в проточном реакторе идеального смешения концентрации во всех точках равны конечной концентрации, то в реакторе идеального вытеснения в двух соседних точках на оси реактора концентрации реагентов отличаются.

Скорость реакции, согласно закону действующих масс, пропорциональна концентрации реагентов. Следовательно, в реакторе идеального вытеснения она всегда выше, чем в проточном реакторе идеального смешения.