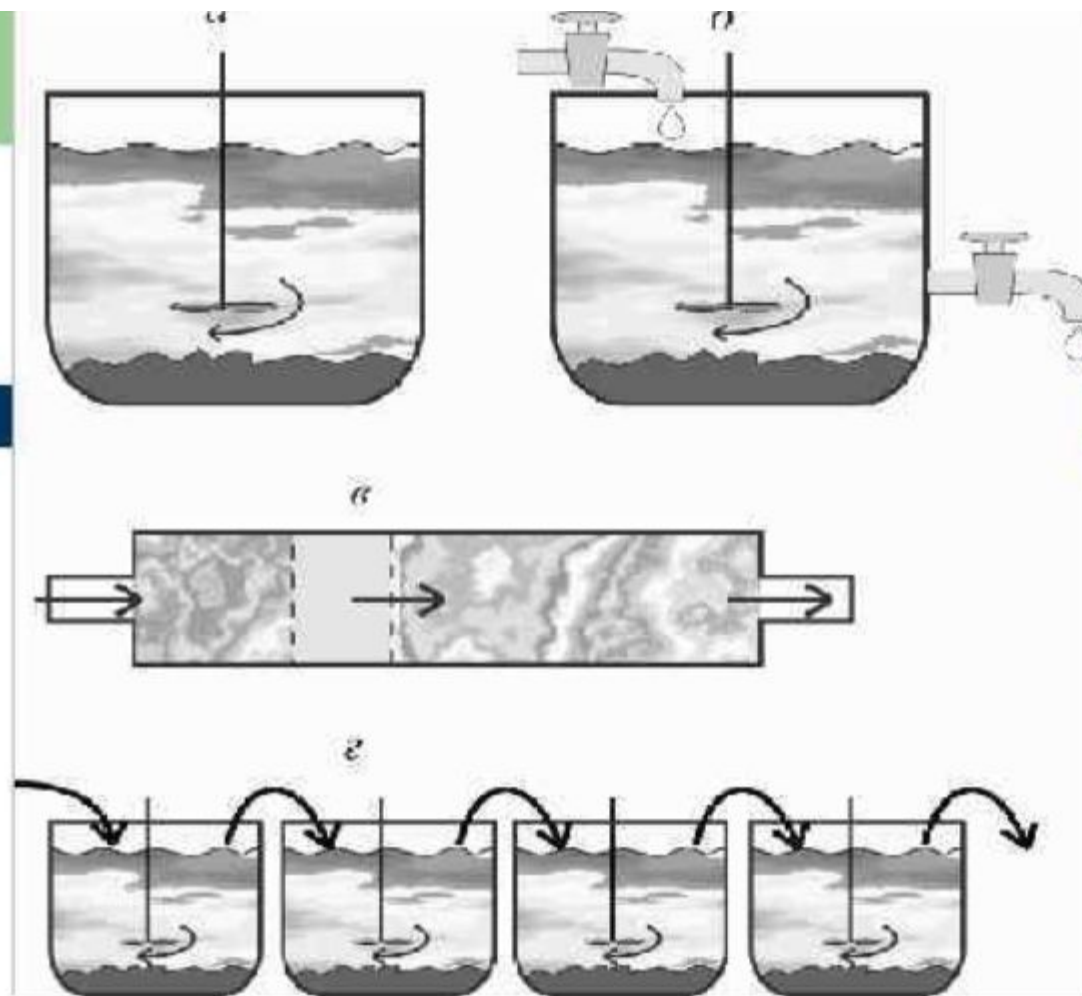


Химические реакторы

**ХР-устройство, предназначенное для
проведения в нем химических
превращений**

Классификация химических реакторов

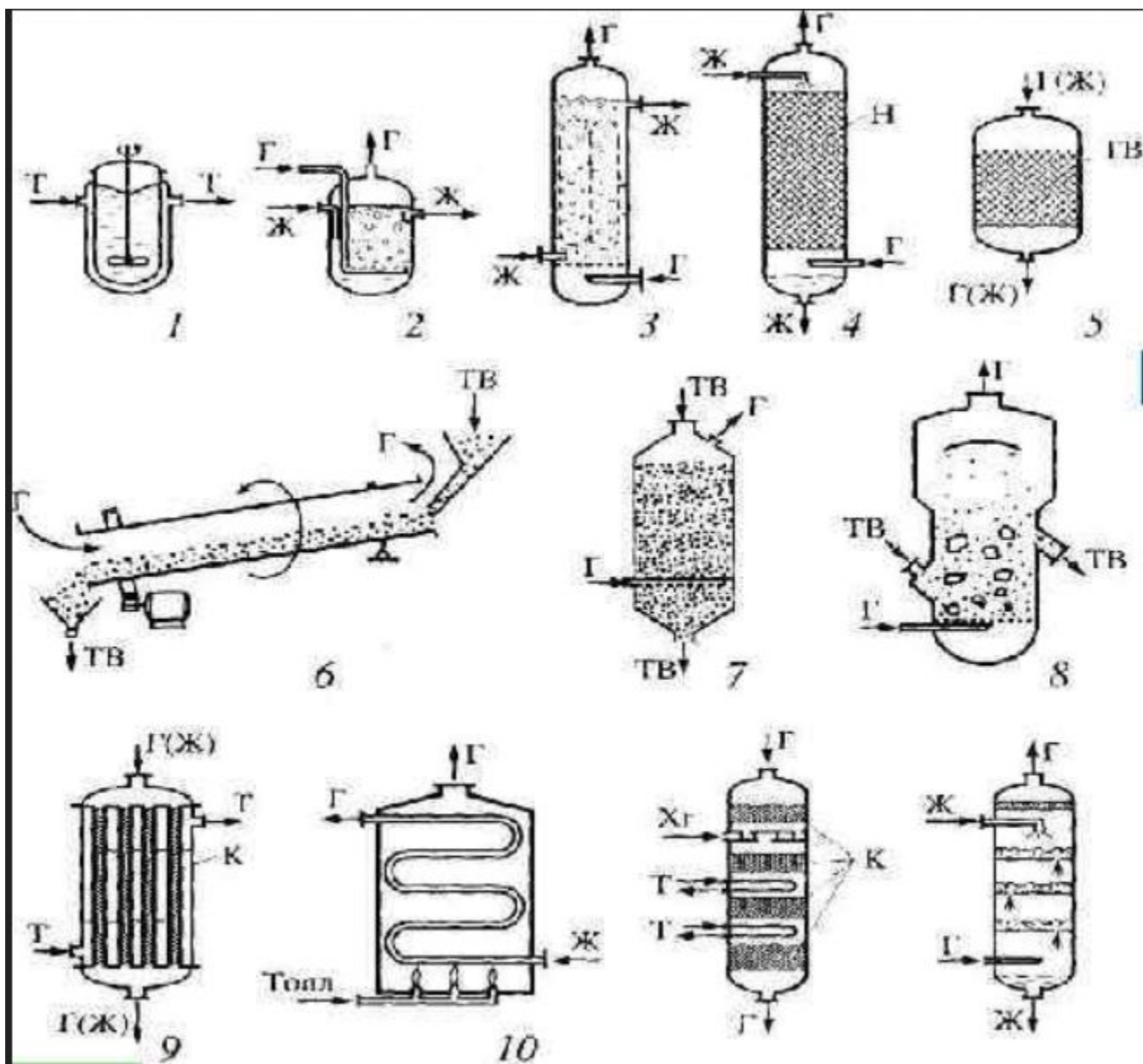
- **По принципу организации процесса** химическая реакционная аппаратура может быть разделена на три группы:
 - - непрерывного действия;
 - - периодического действия;
 - - полунепрерывного действия.
- **По гидродинамическому режиму** различают следующие типы реакторов:
 - - полного вытеснения;
 - - полного смешения;
 - - промежуточного типа (с промежуточным гидродинамическим режимом).



а) периодический реактор; б) непрерывный (проточный) реактор с идеальным смешением; в) непрерывный (проточный) реактор с идеальным вытеснением; г) Каскад реакторов (ступенчатый реактор) с идеальным смешением

Классификация химических реакторов

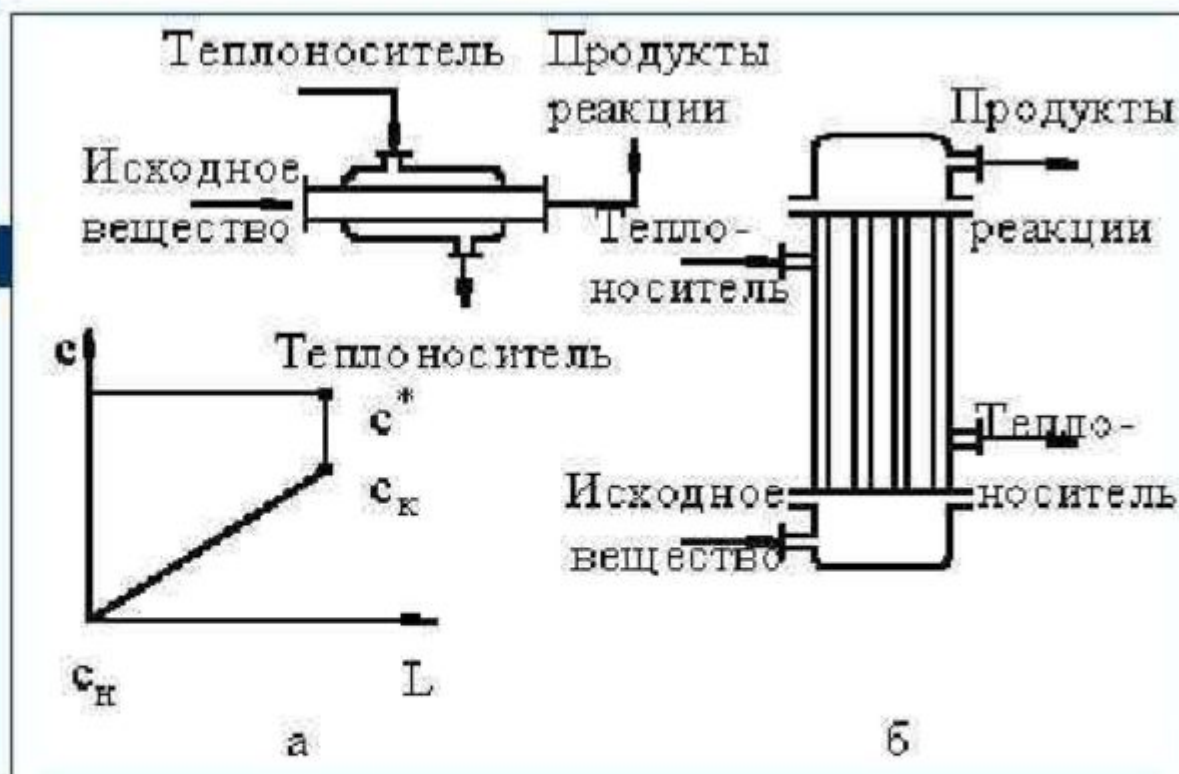
- *По тепловому режиму* работы реакторы делят на следующие типы:
 - - изотермический реактор;
 - - адиабатический реактор;
 - - реактор с программированным тепловым режимом.
- *По конструктивным особенностям* - классификация реакторов объединяет всю реакционную аппаратуру в следующие группы:
 - - типа реакционной камеры;
 - - типа колонны;
 - - типа теплообменника;
 - - типа печи.
- *По фазовому состоянию:*
 - - гомогенные;
 - - гетерогенные.



Схемы
химических
реакторов:
Г - газ;
Ж - жидкость;
Т – теплоноситель;
Н - насадка;
ТВ - твердый
реагент;
К - катализатор; Хг
– холодный газ;
Топл - топливо

Аппараты идеального вытеснения

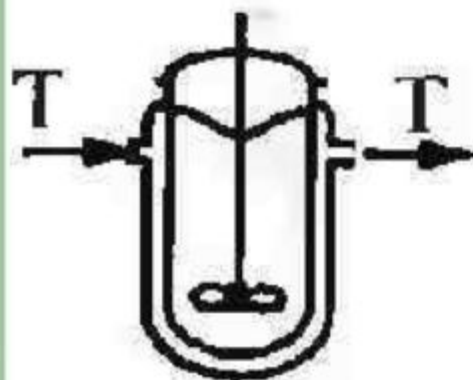
Реакторы идеального вытеснения (рисунок). Реактор идеального вытеснения характеризуется переменной концентрацией реагирующих веществ по длине аппарата, наибольшей разницей концентраций на входе и выходе из реактора и, следовательно, наибольшей средней движущей силой процесса.



Изменение концентрации в реакционном объеме носит плавный характер, так как последующие реакционные объемы реагирующих веществ не смешиваются с предыдущим, а полностью вытесняются. Практически к режиму идеального вытеснения можно приблизиться в реакторе с малым диаметром и большой длиной при относительно высоких скоростях движения реагирующих веществ. Реакторы идеального вытеснения находят широкое применение для проведения как гомогенных, так и гетерогенных каталитических процессов (например, окисления NO в NO_2 , SO_2 в SO_3 , синтеза аммиака и метилового спирта, хлорирование этилена, сульфирования пропилена и бутилена и т.д.).

Классификация реакторов по характеру операции, протекающей в реакторе

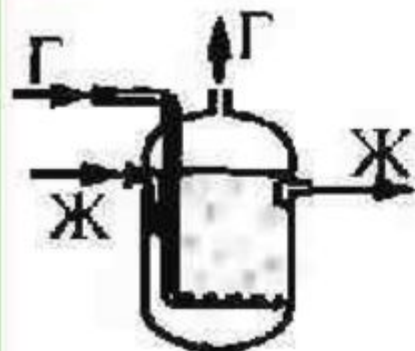
- периодические,
 - непрерывные и
 - полунепрерывные.
-
- Реакторы **непрерывные** - с непрерывной подачей реагентов и отводом продуктов, в свою очередь, делятся по характеру движения реакционной среды (т.е. по гидродинамической обстановке в реакторе) на
 - реакторы идеального вытеснения (РИВ) и
 - реакторы идеального смешения (РИС)



1

Процесс периодический.

Реактор 1 – емкостной. Реагенты (чаще жидкость, суспензия) загружают в начале рабочего цикла. Мешалка обеспечивает перемешивание реагентов. Температурный режим поддерживается с помощью теплоносителя, циркулирующего в рубашке или во встроенном теплообменнике. После проведения реакции продукты выгружают, и после очистки реактора цикл повторяется.



2

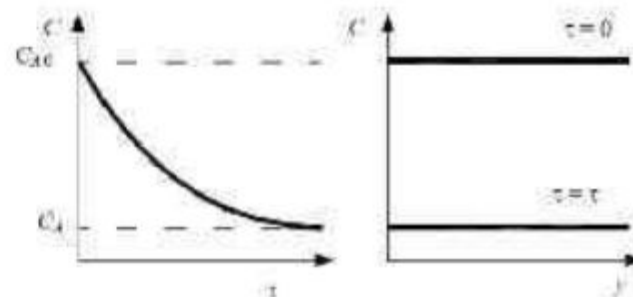
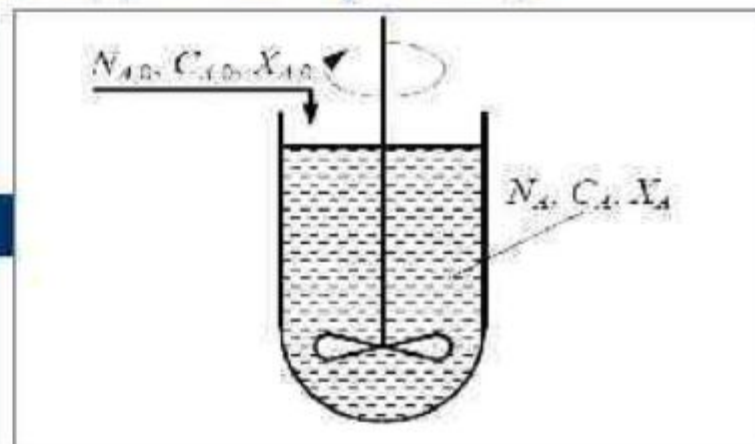
Реактор 2 – емкостной, проточный. Реагенты (чаще газ, жидкость, суспензия) непрерывно проходят через реактор. Газ барботирует через жидкость.

Реактор идеального смешения периодического действия (РИС-П)

- Реакторы периодические характеризуются единовременной загрузкой реагентов.
- При этом процесс складывается из трех стадий:
- загрузки сырья,
- его обработки (химическое превращение) и
- выгрузки готового продукта.

$$\tau_n = \tau + \tau_{всп.}$$

- где τ_n – полное время цикла;
- τ – рабочее время (затрачиваемое на проведение химической реакции);
- $\tau_{всп.}$ – вспомогательное время (загрузка реагентов и выгрузка продукта).
- После завершения последовательности этих стадий они повторяются вновь, т.е. работа реактора осуществляется циклически.
- Реактор идеального смешения периодический, РИС-П, представляет собой аппарат с мешалкой, в который периодически загружают исходные реагенты



а)

б)

Распределение концентрации реагента в РИС-П:

а) по времени

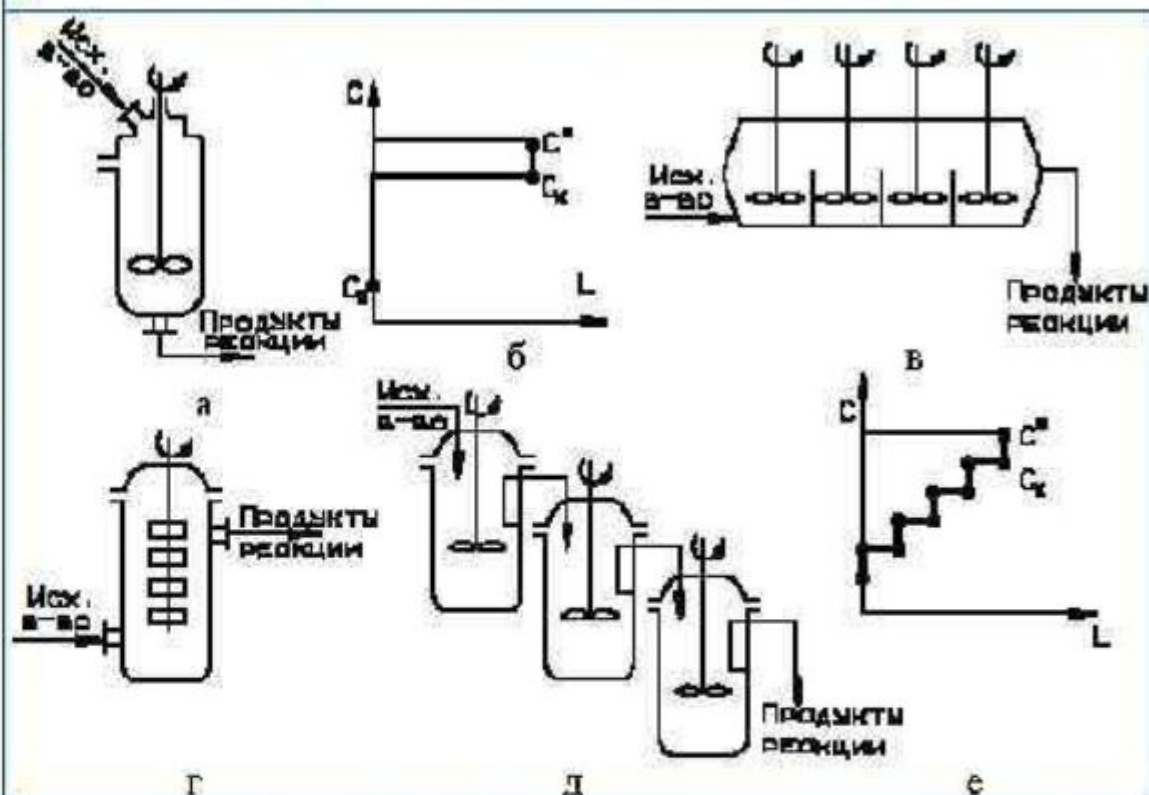
б) по месту (объему)

Реакторы идеального смешения

Реактор полного смешения обычно снабжен перемешивающим устройством и характеризуется постоянством концентрации реагирующих веществ во всем объеме реактора в данный момент времени, вследствие практически мгновенного смешения реагирующих веществ в реакционном объеме.

Поэтому изменение концентрации реагирующих веществ на входе в реактор носит скачкообразный характер. Средняя движущая сила процесса в таком аппарате будет меньше, чем в аппарате полного вытеснения.

Реакторы этого типа наиболее широко применяются для проведения таких процессов, как нитрование, сульфирование, полимеризация и т.д.



а) одноступенчатый аппарат; б) характер изменения концентрации в одноступенчатом аппарате; в) вертикальный многоступенчатый аппарат; г) многосекционный горизонтальный аппарат; д) батарея аппаратов смешения; е) характер изменения концентрации в многоступенчатом аппарате.

В некоторых случаях процесс химического превращения вещества проводится не в одном аппарате смешения, а в нескольких таких аппаратах, соединенных последовательно.

Такая система, состоящая в некоторых случаях из 20 и более аппаратов, получила название каскада реакторов (рисунок д). В каскаде реакторов изменение концентрации реагирующих веществ носит ступенчатый характер, так как продукт реакции предыдущего аппарата является исходным реагирующим веществом в последующем аппарате.