

# Лекция 2



ТОМСКИЙ  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

## Технологическое оборудование пожароопасных производств

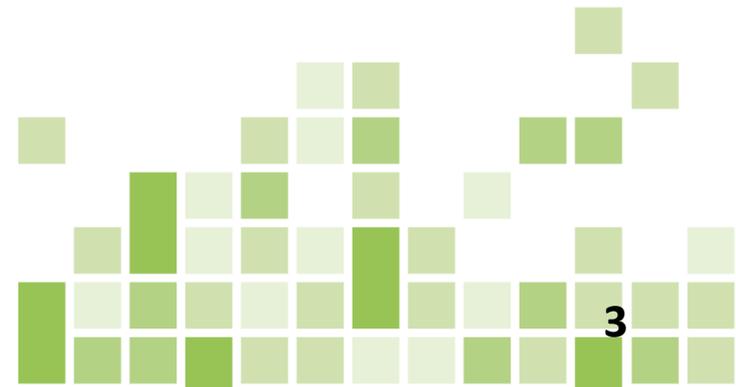


# Вопросы:

1. Основные процессы технологических производств и аппаратура, используемая в этих процессах. Общие представления.
2. Материалы, применяемые для изготовления технологического оборудования. Конструкционные материалы. Поведение конструкционных материалов при повышенных и пониженных температурах, повышенных давлениях и в агрессивных средах.

# 5 групп технологических процессов

1. Тепловые процессы;
2. Гидромеханические процессы;
3. Диффузионные (массообменные) процессы;
4. Химические процессы;
5. Механические процессы.



- Технологические аппараты это технические устройства, предназначенные для осуществления в них химических, физических или физико-химических процессов, а также для хранения или перемещения в них различных веществ.

Оборудование и аппаратура подразделяется на:

- **Основная** - относят химические реакторы, в которых реализуется процесс химического превращения сырья в готовую продукцию.
- **Вспомогательная аппаратура** - относят те аппараты, назначением которых является подготовка, перемещение и разделение веществ, участвующих в процессе.

# *Требования к устройству аппаратуры*

- Простота и дешевизна конструкции;
- Возможность реализации процесса при оптимальных условиях;
- Применение конструкционных материалов, обладающих необходимыми свойствами: коррозионной устойчивостью, термической стойкостью и механической прочностью;
- Возможность контролировать и регулировать параметры процесса.

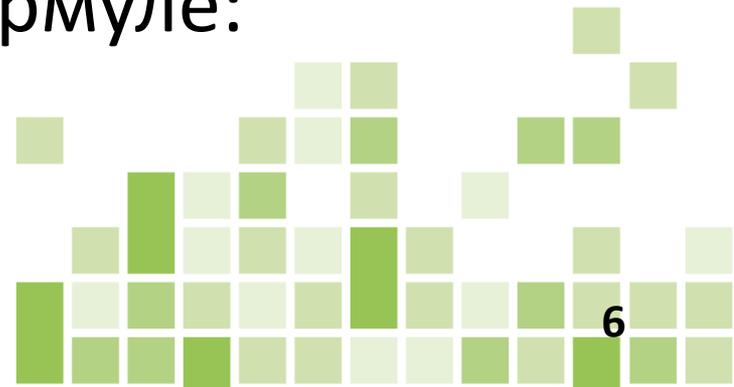


# ***Оборудование и аппараты тепловых процессов, принцип их работы.***

Основная характеристика теплового процесса – количество передаваемого тепла, по которому рассчитывается теплопередающая поверхность аппарата.

Количество передаваемого тепла в единицу времени определяется по формуле:

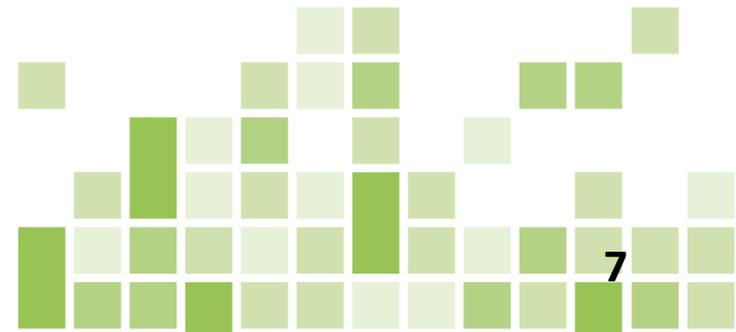
$$Q = k \cdot \Delta T \cdot F,$$



## К тепловым процессам относятся:

- *Нагревание;*
- *Охлаждение;*
- *Конденсация;*
- *Испарение и выпаривание;*
- *Теплообмен.*

Тепловые процессы протекают в различных теплообменных и огневых аппаратах, плавильных, нагревательных печах и холодильниках



**Нагревание** - процесс повышения температуры перерабатываемых материалов путем подвода к ним тепла.

Теплоносители для нагревания:

- Нагревание водяным паром;
- Нагревание топочными газами;
- Нагревание предварительно нагретыми промежуточными теплоносителями: водой, маслами, расплавами солей;
- Нагревание электрическим током.



**Охлаждение** – процесс понижения температуры перерабатываемых веществ и материалов путем отвода от них тепла. В качестве хладагентов применяются: вода, воздух, холодильные растворы.

Аппараты для охлаждения бывают:

- Косвенного контакта (холодильники)
- Непосредственного контакта (холодильные башни, скрубберы, градирни).

**Конденсация** – процесс сжижения паров вещества путем отвода от них тепла. По принципу контакта хладагента с конденсируемым паром различают следующие виды конденсации:

- Поверхностная конденсация;
- Конденсация смешением.



**Выпаривание** – процесс концентрирования растворов твердых нелетучих веществ путем удаления из них летучего растворителя в виде пара.

- Выпаривание может производиться под давлением или в вакууме, что позволяет снизить температуру процесса

Выпаривание может производиться в двух вариантах:

- Многократное выпаривание;
- Выпаривание с тепловым насосом.



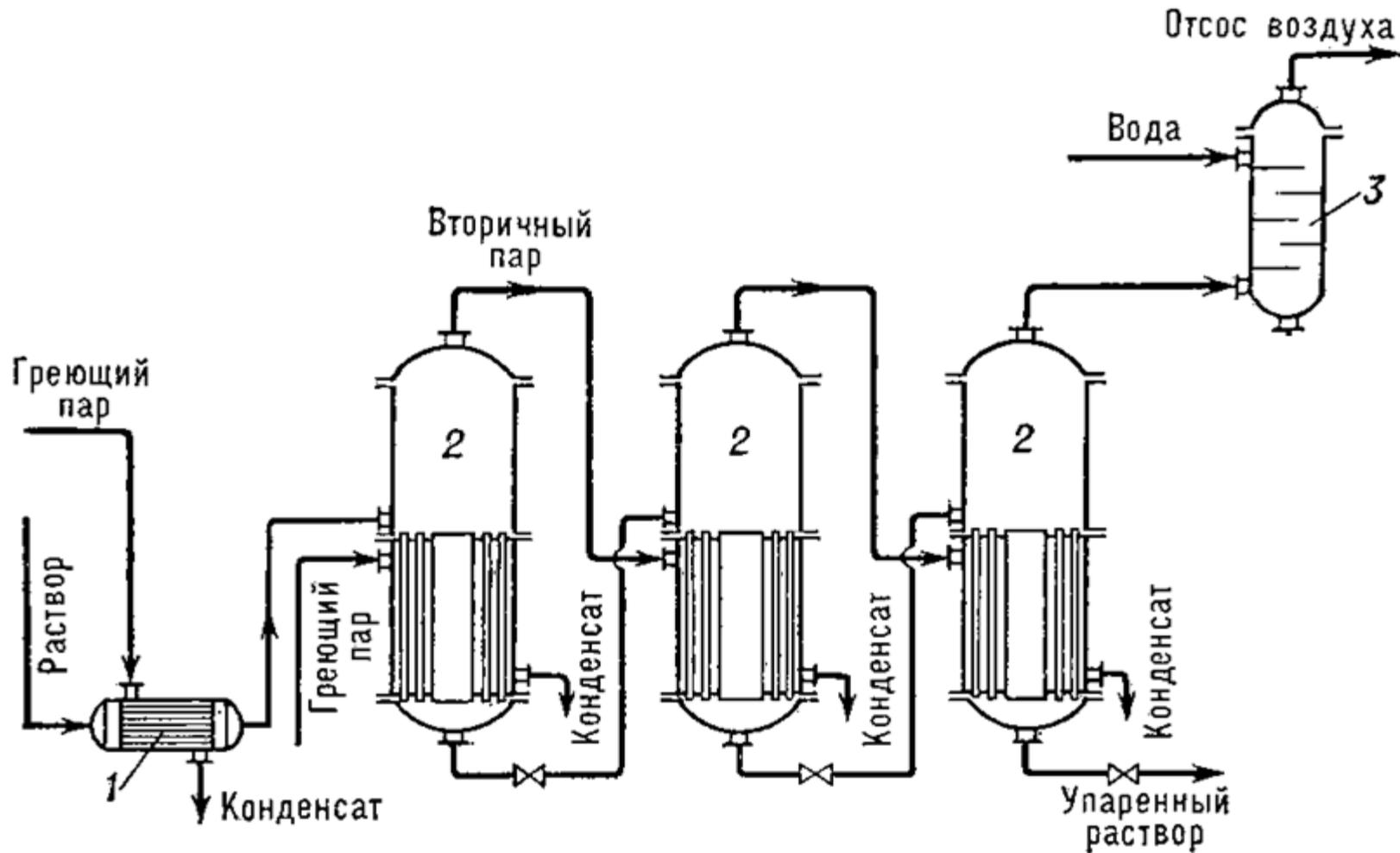


Схема прямоточной многокорпусной выпарной установки:

1 — подогреватель; 2 — выпарные аппараты;

3 — конденсатор.



# ***Оборудование и аппараты для гидромеханических и аэромеханических процессов, принцип их работы***

Используются для механического разделения неоднородных смесей жидкостей и газов, их очистки от твердых частиц.

Процессы, протекающие в гетерогенных фазах и подчиняющиеся законам гидродинамики.

К таким процессам относятся:

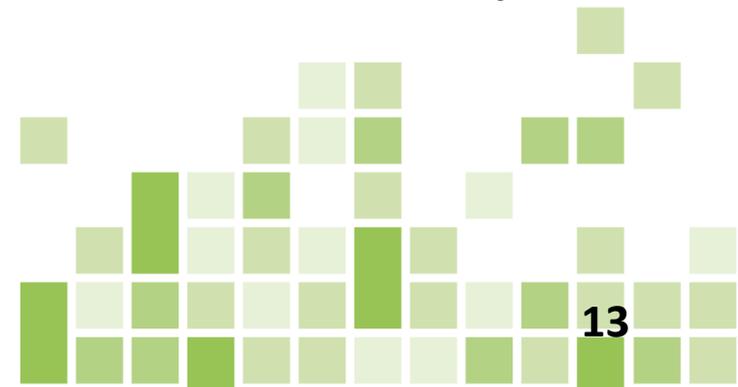
- Осаждение;
- Фильтрование;
- Псевдооживление;
- Перемешивание в жидкой фазе;
- Перемещение жидкостей и газов, их сжатие.



**Осаждение** – процесс разделения жидких или газовых неоднородных систем путем выделения из жидкой или газовой фазы твердых или жидких частиц дисперсной фазы.

Процесс проводят различными способами:

- Отстаивание (гравитационная сила);
- Центрифугирование (центробежная сила);
- Электроосаждение (электрические силы).



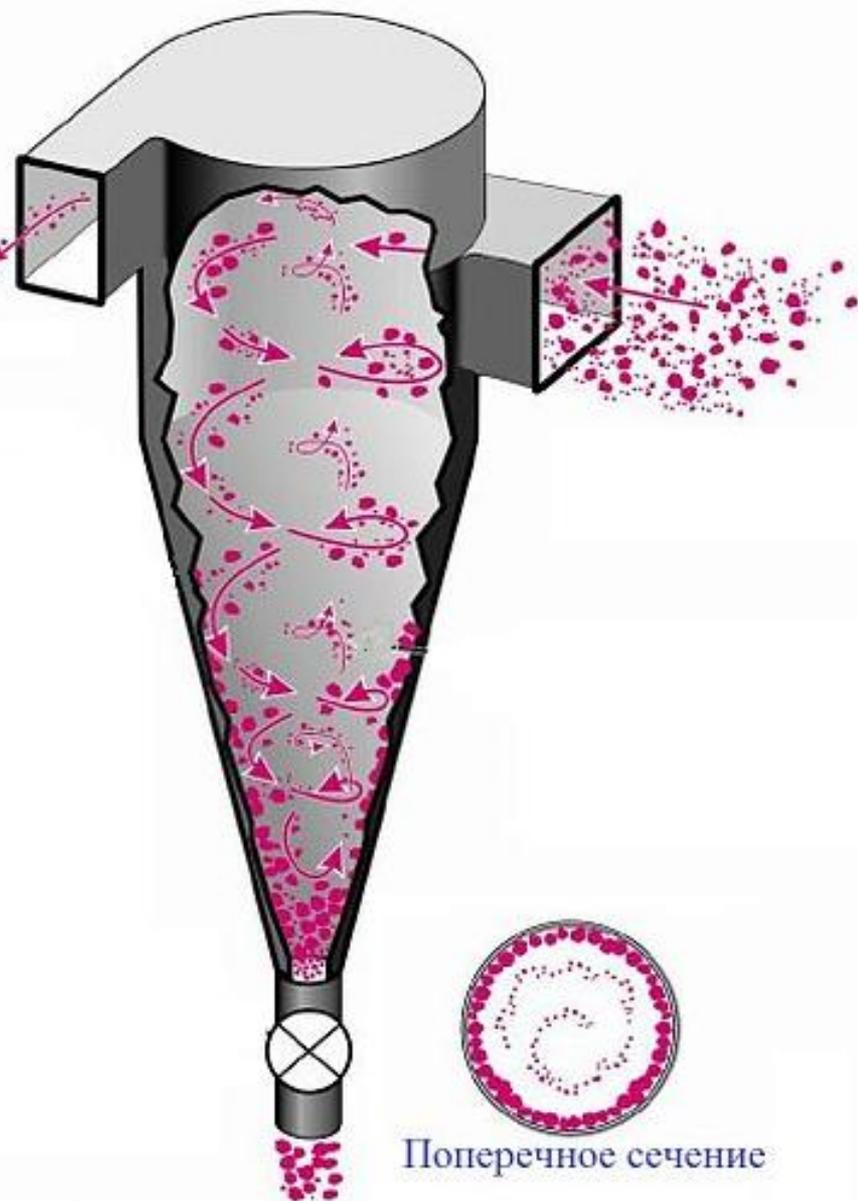
**Отстаивание** – процесс выделения из среды под действием гравитационных сил взвешенных веществ. Сооружения, в которых осуществляется этот процесс, называют отстойниками.

Для отстаивания применяются отстойники различного типа периодического и непрерывного действия, снабженные в ряде случаев гребками для удаления твердого осадка.



**Циклонирование** - процесс разделения неоднородных систем газ-твердое тело в неподвижном аппарате, производимый путем осаждения твердых частиц в поле центробежных сил.

Для циклонирования применяются аппараты-циклоны, в которых центробежная сила возникает за счет вращения потока газа или жидкости. Способ циклонирования применяется для разделения пылей.



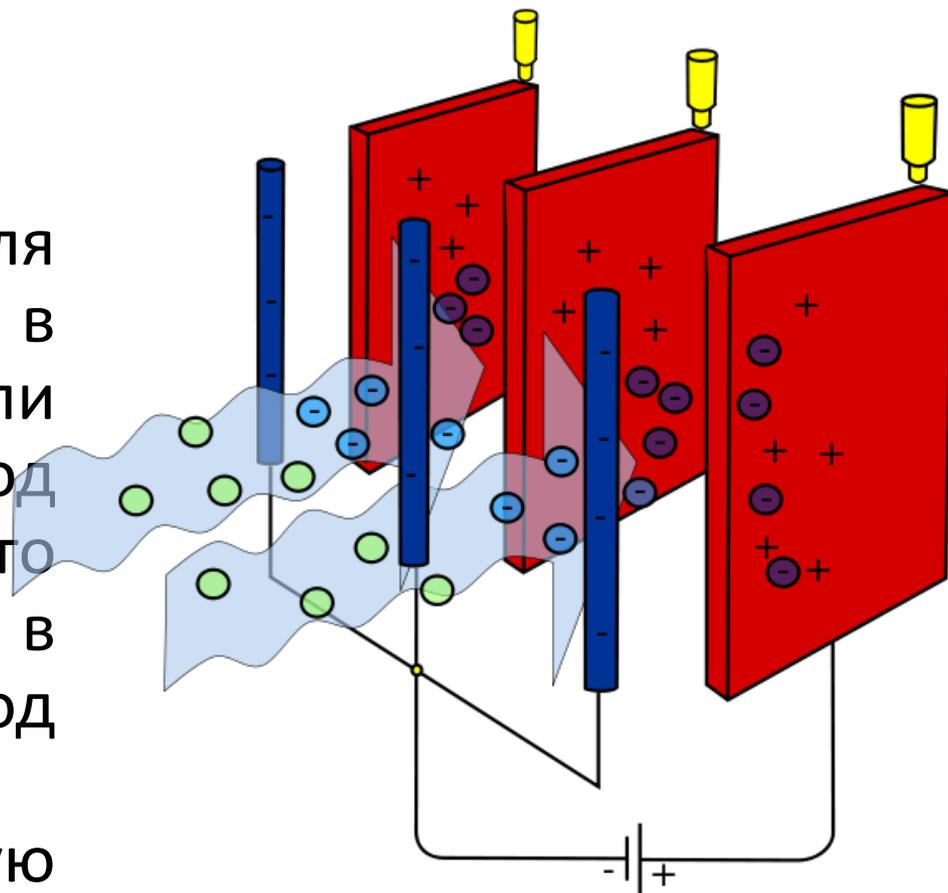
**Центрифугирование** - разделение неоднородных систем на фракции по плотности при помощи центробежных сил. Центрифугирование применяется для отделения осадка от раствора, для отделения загрязненных жидкостей. Центрифугирование используют в химической, атомной, пищевой, нефтяной промышленности.

**Для центрифугирования** используются центрифуги, в которых центробежная сила создается за счет вращения самого аппарата.



## Электроосаждение (электрофильтрация)

применяется для осаждения взвешенных в газе твердых (пыль) или жидких (туман) частиц под действием электрического тока, осуществляется в электрофильтрах. Метод электроосаждения обеспечивает высокую степень разделения и применяется для систем, содержащих частицы малого размера.



Принцип работы электрофильтра

## Требования, предъявляемые для аппаратов, используемых в процессах осаждения:

- Время пребывания частицы в аппарате должно быть равно или больше времени ее осаждения.
- Линейная скорость потока в аппарате должна быть значительно меньше скорости осаждения.



# Процесс фильтрации

**Фильтрация** это процесс разделения неоднородных систем путем пропускания их через пористую перегородку (фильтр), способную задерживать взвешенные в дисперсионной среде частицы.

**Материалы фильтров:** зернистые материалы (гравий, песок), ткань, сетки из металлических и полимерных нитей, пористую керамику и пластические массы.

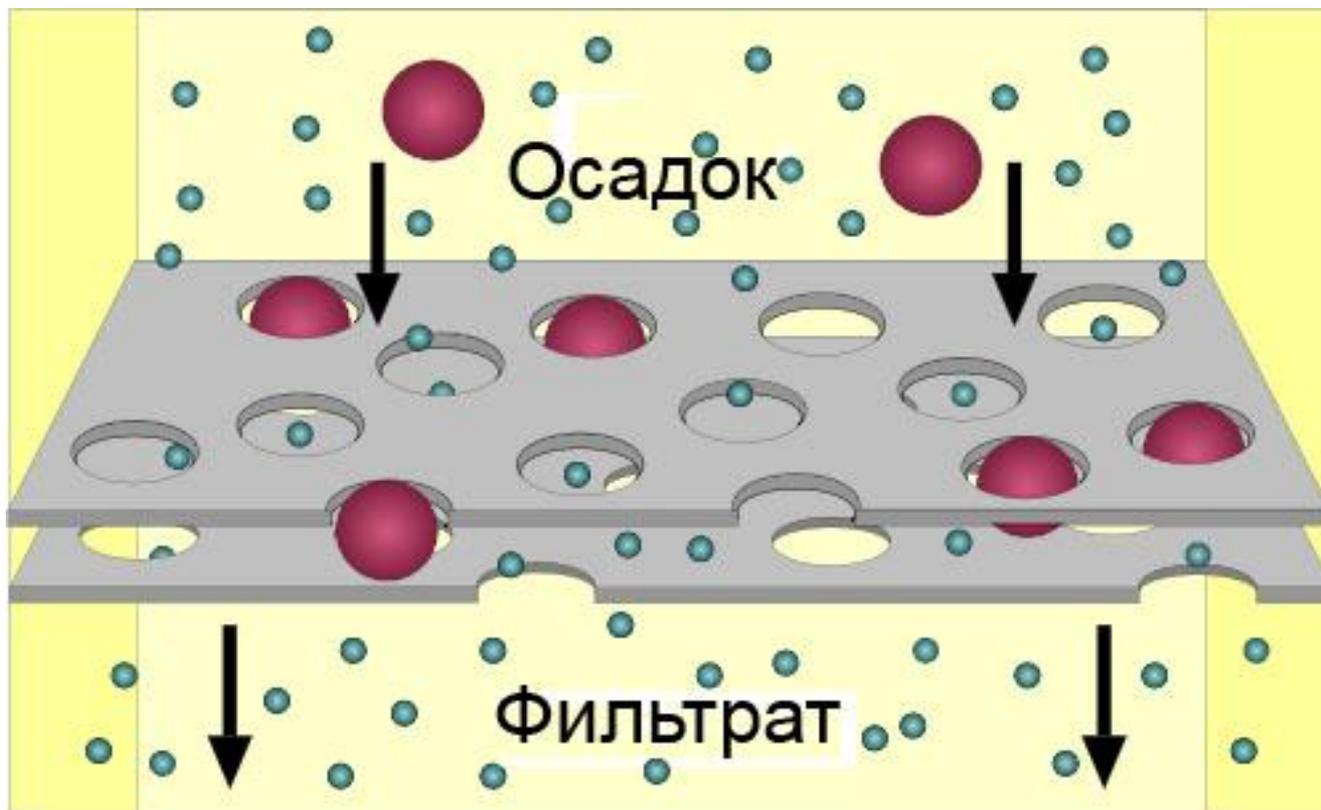
Виды фильтрации:

- **Фильтрация;**
- **Фильтрующее центрифугирование;**
- **Вакуум-фильтрация.**

Движущей силой процесса фильтрации служит разность давлений перед фильтром и после него или центробежная сила, оказывающая давление на фильтр.



# Фильтрация

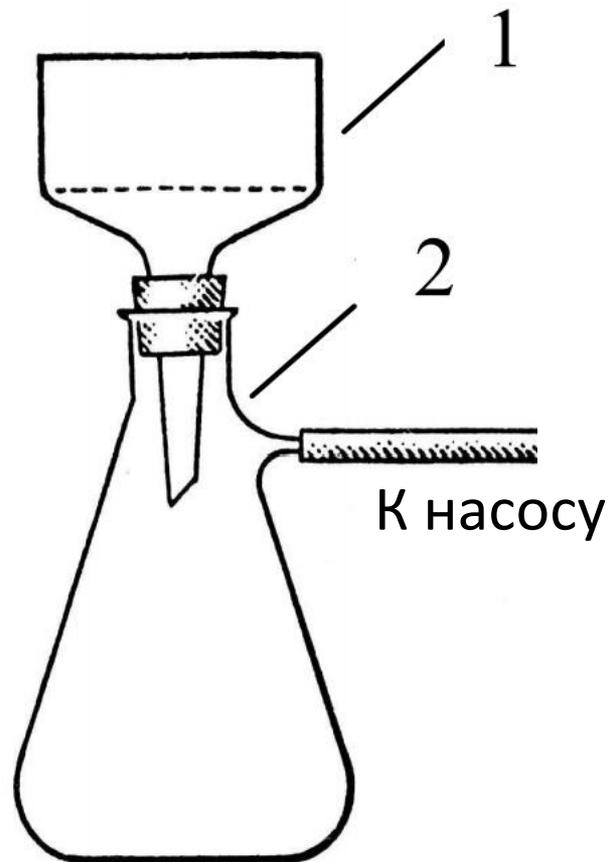


Фильтрация под действием перепада давления. Происходит за счет разности давления перед фильтром и за ним.



# Вакуум-фильтрование

Разновидность процесса фильтрования, в котором движущая сила процесса возрастает за счет создания разряжения за фильтром.



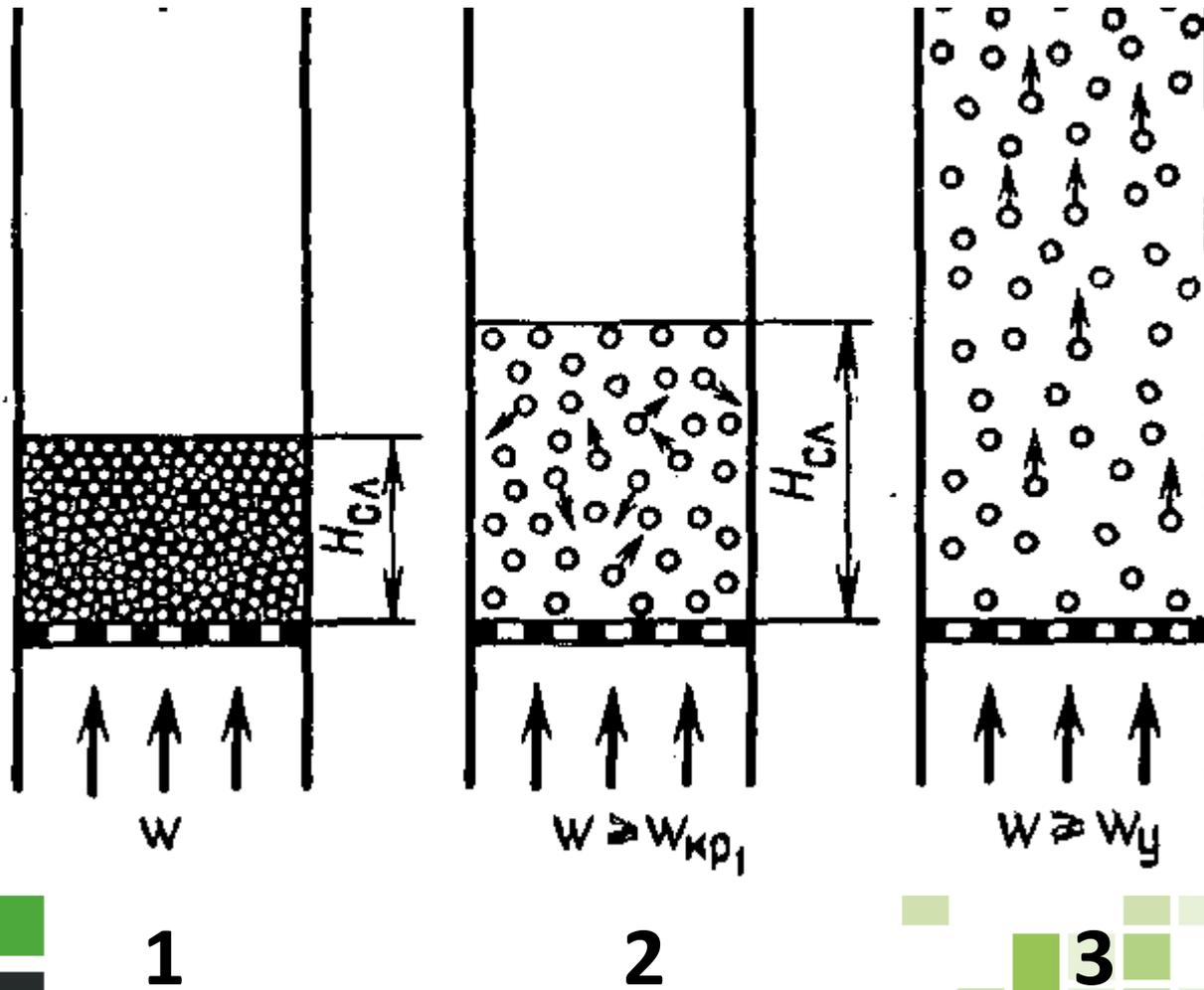
1-фильтр Шотта  
2- колба для очищенного раствора

# Процесс псевдооживления

**Псевдооживление** – процесс приведения твердого зернистого материала в состояние, при котором его свойства приближаются к свойствам жидкости.

Псевдооживленные системы способны принимать форму аппарата (емкости), перемещаться по трубопроводу, выталкивать тела меньшей плотности, обладают свойствами вязкости и текучести.

# Принцип работы



Для проведения процессов в «кипящем слое» используются аппараты различной конструкции, в которых по всей высоте аппарата обеспечивается стабильный и одинаковый гидродинамический режим.

Используется в процессах:

- химических (обжиг руд, крекинг углеводородного сырья и др.);
- физических и физико-химических (сушка, адсорбционная очистка газов, и др.);
- механических (обогащение, транспортировка сыпучих материалов и др.).



# Диффузионные процессы (массообменные) процессы

Массообменные процессы – это процесс взаимного проникновения молекул или атомов одного вещества между молекулами или атомами другого, приводящий к самопроизвольному выравниванию их концентраций по всему занимаемому объёму.

К массообменным процессам относятся:

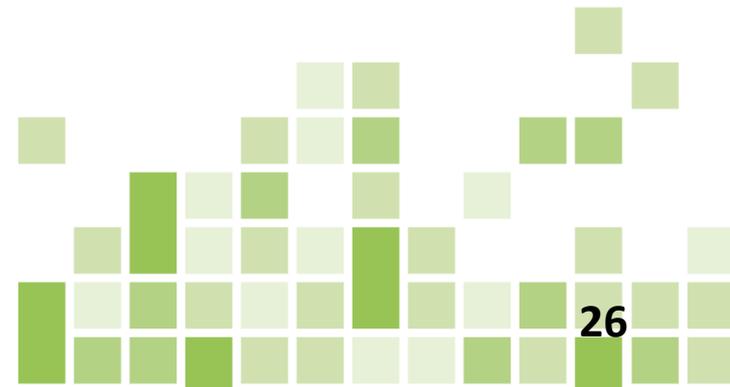
- Абсорбция;
- Адсорбция;
- Ректификация;
- Экстракция
- Сушка;
- Кристаллизация;
- Растворение.

# Абсорбция

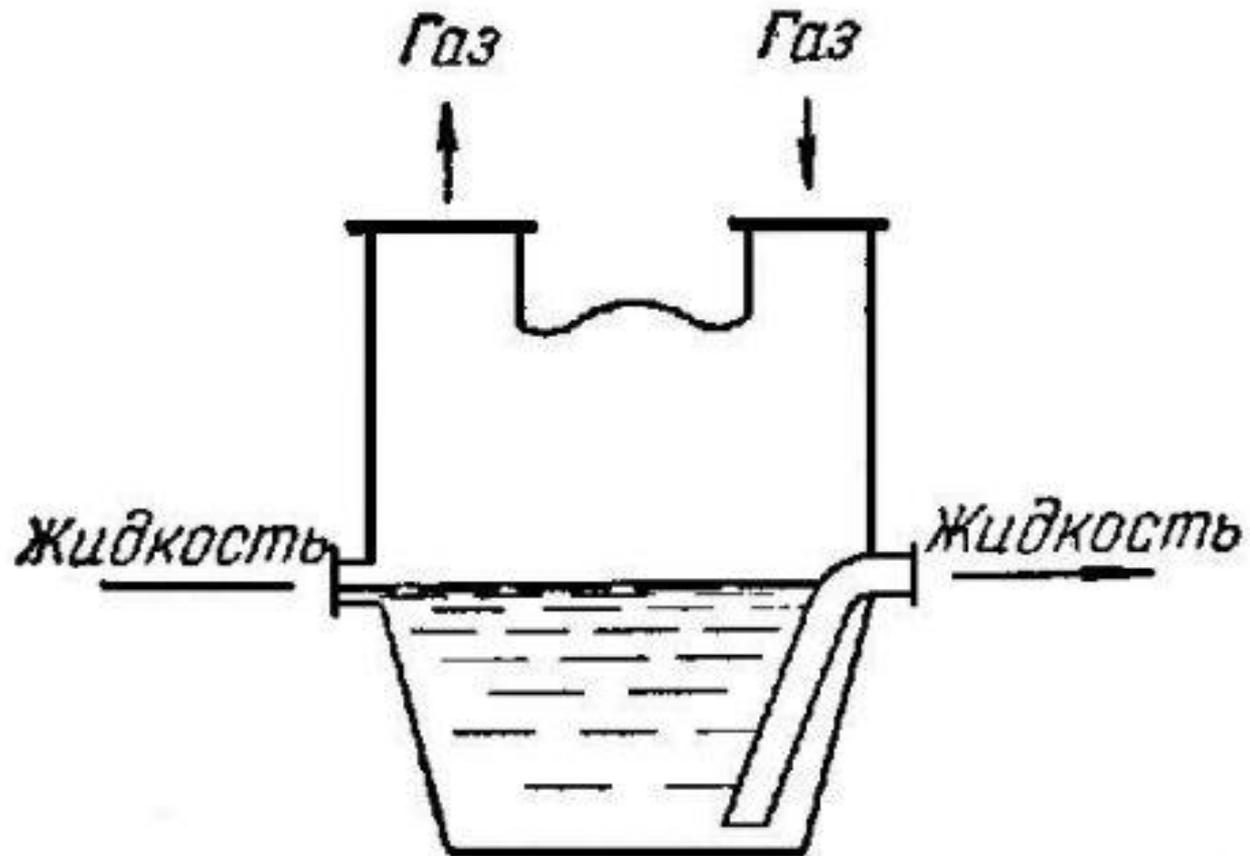
Процесс поглощения газов или паров из газовых или паровых смесей жидкими поглотителями (абсорбентами).

Аппараты для проведения абсорбции (абсорберы) делятся на три типа:

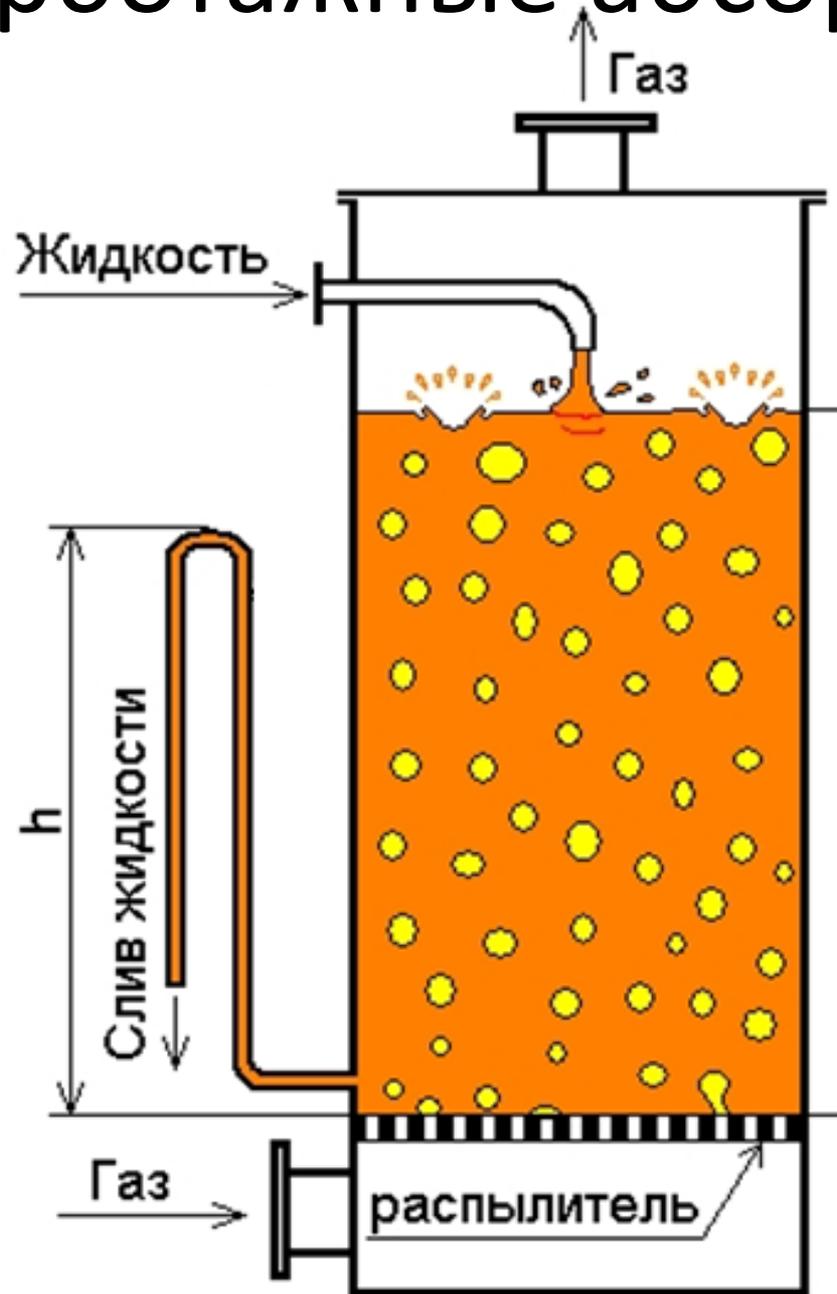
- Поверхностные абсорберы
- Барботажные абсорберы
- Распыливающие абсорберы



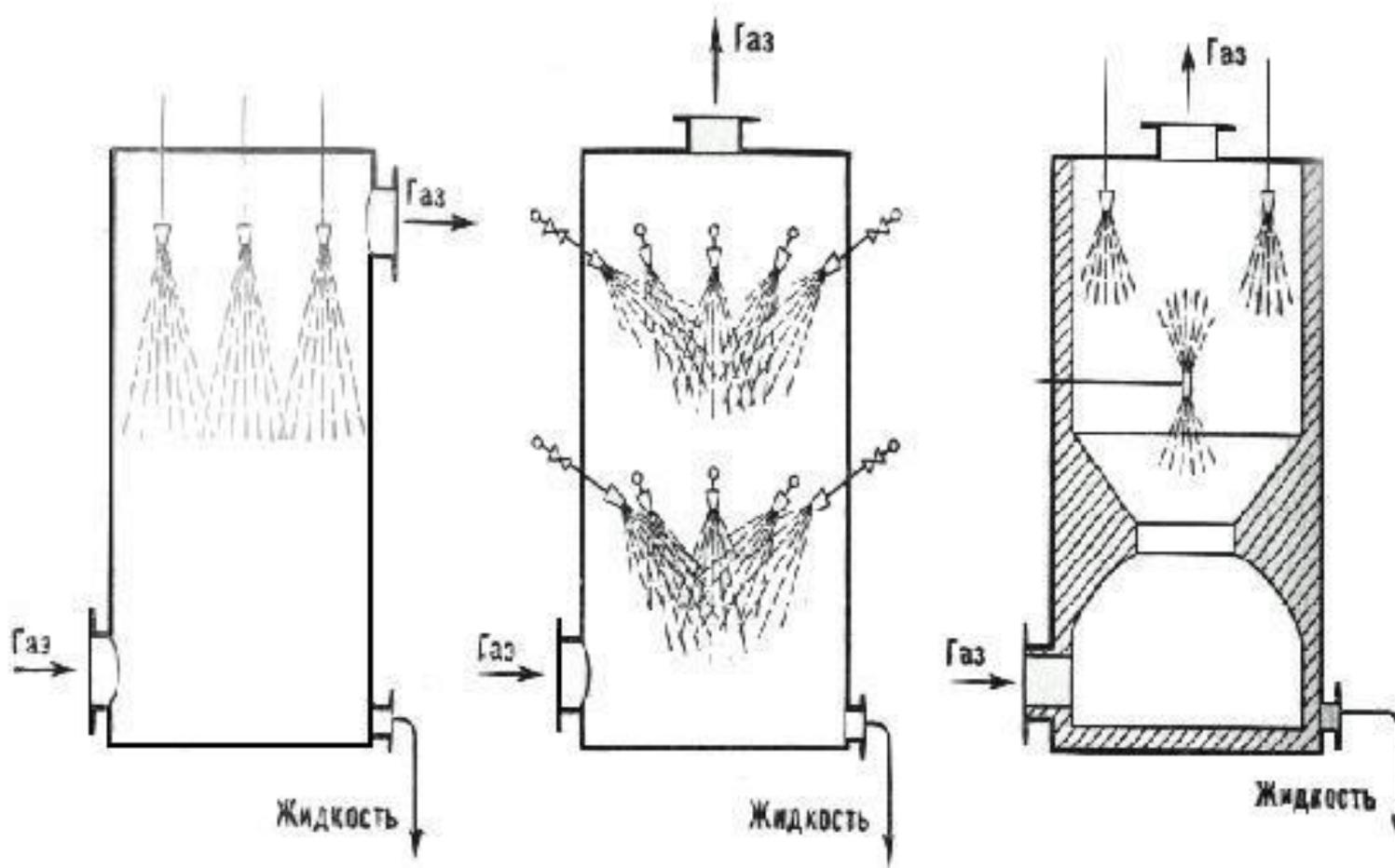
# Поверхностные абсорберы



# Барботажные абсорберы



# Распыливающие абсорберы

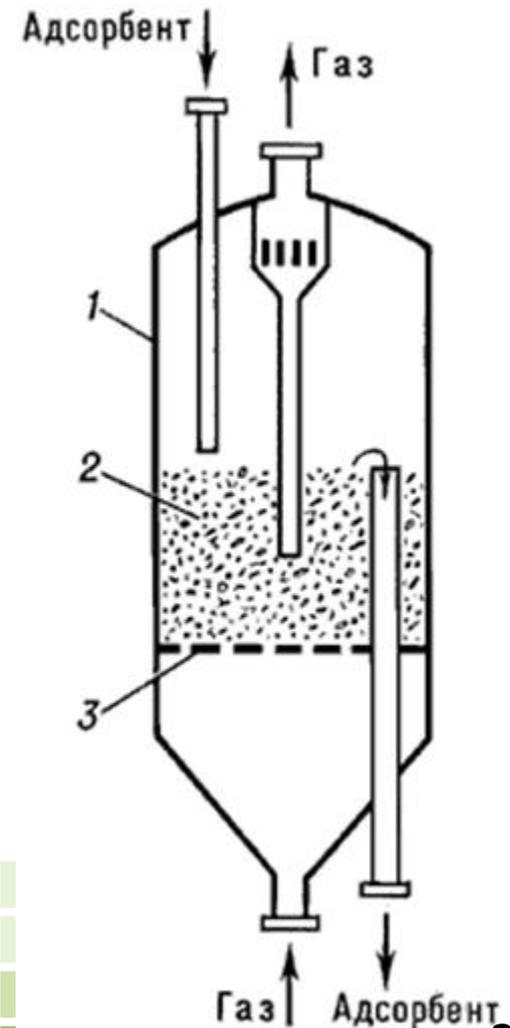


# Адсорбция

Процесс поглощения компонентов из газовых или жидких смесей твердым веществом — адсорбентом.

Чем больше поверхность адсорбента, тем больше молекул может на ней задержаться.

Адсорбция - один из важных массообменных процессов химической технологии.



# Ректификация

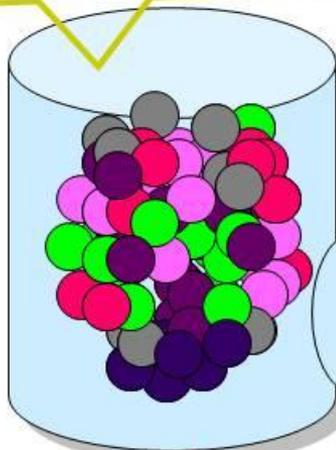
Процесс разделения жидких однородных смесей на составляющие их компоненты или группы компонентов (фракции) в результате взаимодействия паровой и жидкой фаз.

Проводят ректификацию в башенных колонных аппаратах, снабженных контактными устройствами (тарелками или насадкой).



Ректификационная колонна

Нефть – смесь углеводородов



$< 40\text{ }^{\circ}\text{C}$

$> 40\text{ }^{\circ}\text{C}$

$> 150\text{ }^{\circ}\text{C}$

$> 180\text{ }^{\circ}\text{C}$

$> 200\text{ }^{\circ}\text{C}$

$> 350\text{ }^{\circ}\text{C}$

Нефтяной газ

Бензин

Лигроин

Керосин

Газойль

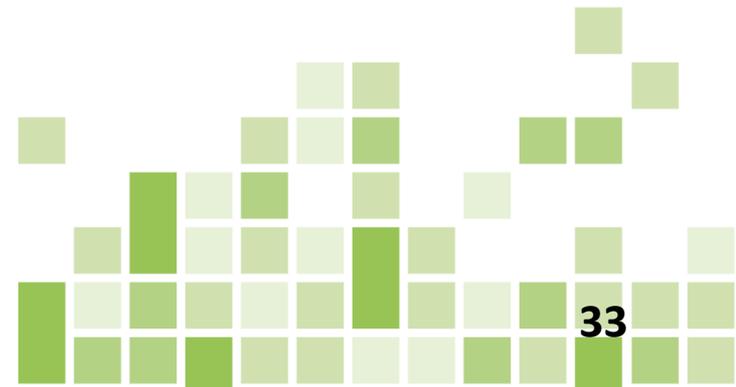
Мазут

Дистилляция  
(перегонка)

# Экстракция

Метод извлечения вещества из раствора или сухой смеси с помощью подходящего растворителя (экстрагента). Для извлечения из смеси применяются растворители, не смешивающиеся с этой смесью.

Экстракция осуществляется в аппаратах – экстракторах.



# Сушка

Процесс удаления летучего компонента (чаще всего влаги) из твердых материалов путем его испарения и отвода образующегося пара.

Варианты процесса сушки:

- Контактная сушка с нагревом материала через стенку;
- Непосредственная сушка нагретым газом или воздухом;
- Сушка нагревом токами высокой частоты;
- Радиационная сушка нагревом инфракрасным излучением.



# Кристаллизация

Это выделение вещества в виде кристаллов из растворов или расплавов. В химической технологии чаще используют кристаллизацию из растворов, для чего их охлаждают или же удаляют часть растворителя выпариванием.



# Химические процессы

К химическим процессам относятся реакции синтеза, окислительно-восстановительные реакции, реакции омыления и выщелачивания и т.д.

**Химический реактор** – это основной аппарат химико-технологической схемы. Именно в химическом реакторе протекает химический процесс, являющийся главной стадией всего химико-технологического процесса.



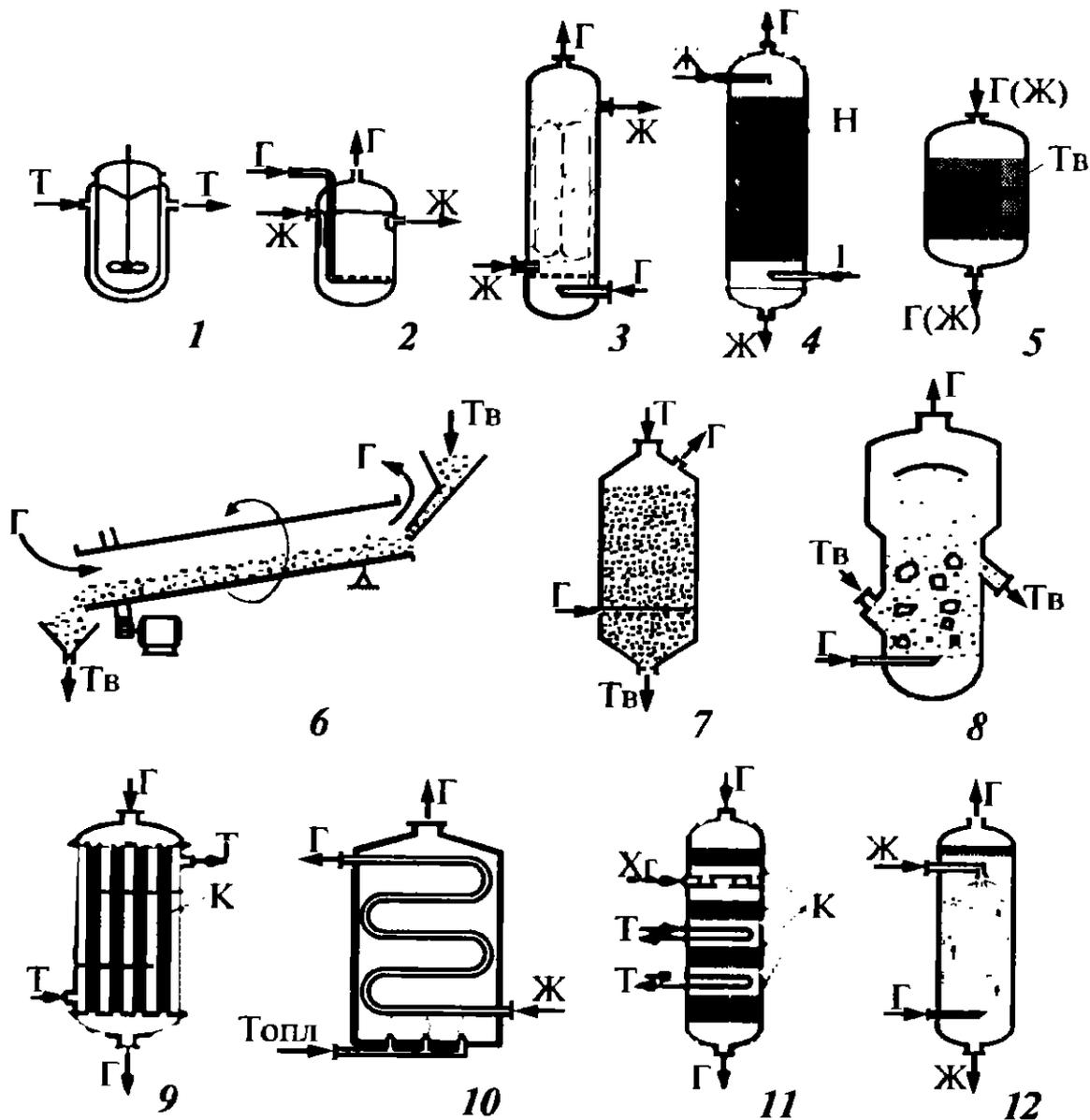
Химические реакторы подразделяются на реакторы периодического действия и реакторы непрерывного действия.

По тепловому режиму подразделяются на:

- Адиабатическим режимом;
- Изотермическим режимом;
- Политропическим режимом.



# Конструкции химических реакторов



# Механические процессы

К числу механических процессов относятся:

## Обработка металлов

- токарные, строгальные, фрезерные, шлифовальные, зуборезные, долбежные, сверлильные, сварочные и другие работы с применением соответствующего оборудования (станков и механизмов)

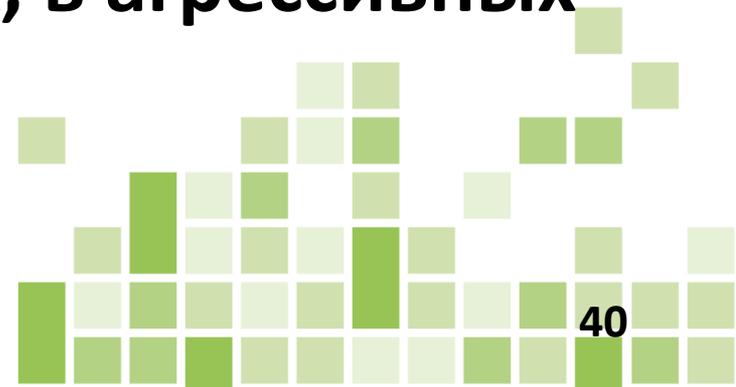
## Измельчение

- Условно подразделяют на дробление (крупное, среднее и мелкое) и измельчение (тонкое и сверхтонкое).
- Крупное дробление осуществляют в щековых и конусных дробилках.
- Для среднего и мелкого дробления применяют валковые, молотковые дробилки, а также дезинтеграторы и дисмембраторы.
- Тонкое измельчение производится в шаровых мельницах.



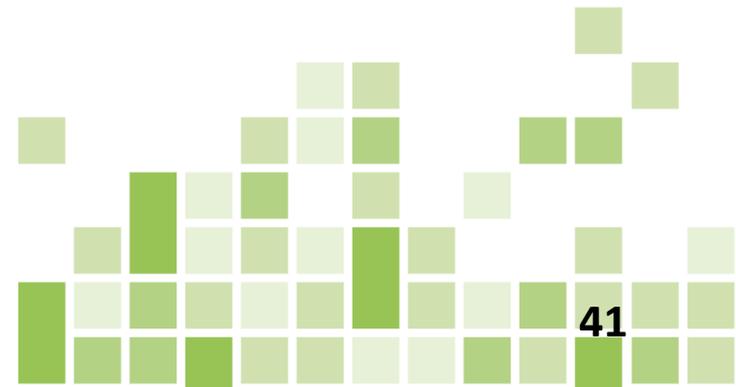
## **ВОПРОС 2**

**Материалы, применяемые для изготовления технологического оборудования. Конструкционные материалы. Поведение конструкционных материалов при повышенных и пониженных температурах, в агрессивных средах.**



В химическом машиностроении в качестве конструкционных материалов применяют:

- Черные металлы и сплавы (стали, чугуны);
- Цветные металлы и сплавы;
- Неметаллические материалы (пласт-массы, материалы на основе каучука, керамику, углеграфитовые и силикатные материалы).



# Требования к конструкционным материалам:

- Высокая химическая и коррозионная стойкость материалов в агрессивных средах;
- Высокая механическая прочность при заданных рабочих давлениях и температуре;
- Хорошая свариваемость материалов с обеспечением высоких механических свойств сварных соединений;
- Низкая стоимость и недефицитность материалов.



**Конструкционные материалы** – материалы, из которых изготавливаются детали конструкций машин, технологических аппаратов и сооружений, продолжительно воспринимающих силовую нагрузку, а также воздействие высоких температур и химически активных сред в различных режимах работы.

Определяющим параметром является:

- Механическая обрабатываемость;
- Прочность;
- Устойчивость к воздействию высоких температур.

