

# Сорбционные процессы

Содержание лекции

- 1 Абсорбция. Сущность процесса и область применения
- 2 Материальный баланс и расход абсорбента
- 3 Устройство абсорбционных аппаратов
- 4 Адсорбция. Общие сведения
- 5 Требования к промышленным адсорбентам
- 6 Равновесие при адсорбции и материальный баланс
- 7 Аппараты для проведения процесса адсорбции

# Сущность процесса и область применения

Абсорбцией называется процесс поглощения газов или паров из газовых или парогазовых смесей жидким поглотителями (абсорбентами).

При физической абсорбции поглощаемый газ **(абсорбтив)**

не взаимодействует химически с абсорбентом.

Если же абсорбтив образует с абсорбентом химическое соединение, то процесс называется **хемосорбцией**.

Физическая абсорбция в большинстве случаев обратима.

Абсорбционные процессы обычно сопровождаются тепловыми процессами.

# Закон Генри

Зависимость между растворимостью газа и парциальным давлением выражается **законом Генри**, в соответствии с которым растворимость газа при данной температуре прямо пропорциональна парциальному давлению газа над жидкостью:

$$X = \psi \cdot p \quad (1)$$

где  $X$  – количество растворенного газа, отнесенное к поглощающей жидкости, моль/м<sup>3</sup>;

$\psi$  – коэффициент пропорциональности, зависящий от свойств абсорбента и температуры;

$p$  – парциальное давление абсорбтива (поглощаемого газа), Па.

В соответствии с **законом Дальтона** в газовой смеси парциальное давление какого-либо компонента можно выразить уравнением:

$$p = y p_{\text{общ}} \quad (2)$$

где  $y$  – доля рассматриваемого компонента (абсорбтива) в газовой смеси;

$p_{\text{общ}}$  – общее давление газовой смеси, Па.

Из выражений (1) и (2) следует:

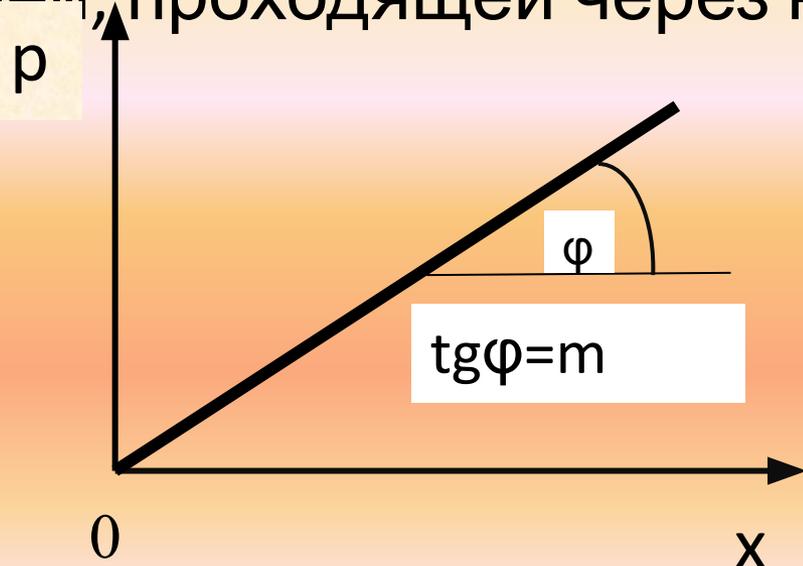
$$y = \frac{x}{\psi \cdot P_{\text{ОБЩ}}}$$

Обозначив отношение

$$\frac{1}{\psi \cdot P_{\text{ОБЩ}}}$$

через  $H$ , получим уравнение фазового равновесия  $y = Hx$ , (4)  
где  $H$  – константа фазового равновесия.

Уравнение  $y=H \cdot x$  показывает, что зависимость между  
между концентрацией данного в газовой смеси и в  
равновесной с ней жидкости выражается прямой  
линией, проходящей через начало координат.



Линия  
равновесия  
процесса  
абсорбции

Численные значения  $m$  зависят от температуры и давления: уменьшаются с увеличением давления и снижением температуры. Растворимость газа в жидкости увеличивается с повышением давления и снижением температуры.

# Материальный баланс и расход абсорбента

Примем расходы фаз по высоте аппарата постоянными и выразим содержание поглощаемого газа в относительных мольных концентрациях.

Обозначим:  $G$  – расход инертного газа, кмоль/с;

$Y_H$  и  $Y_K$  – начальная и конечная концентрации абсорбтива в газовой смеси, кмоль/кмоль инертного газа;

$L$  – расход абсорбента, кмоль/сек;

$X_H$  и  $X_K$  – начальная и конечная концентрации поглощаемого газа в абсорбенте, кмоль/кмоль абсорбента.

Тогда уравнение материального баланса будет:

$$G(y_H - y_K) = L(x_K - x_H) = M \quad (5)$$

где  $M$  – количество компонента, перешедшее из одной фазы в другую, кмоль/с.

# Материальный баланс и расход абсорбента

Отсюда общий расход абсорбента  
(в кмоль/с):

$$L = G(y_H - y_K) / (x_K - x_H) \quad (6)$$

а его удельный расход (в кмоль/кмоль  
инертного газа):

$$l = L/G = (y_H - y_K) / (x_K - x_H) \quad (7)$$

# устройство абсорбционных аппаратов

Абсорбция протекает на поверхности раздела фаз. Поэтому абсорберы должны иметь развитую поверхность контакта фаз между жидкостью и газом.

По способу образования этой поверхности абсорберы можно разделить на четыре группы.

# Устройство абсорбционных аппаратов

## АБСОРБЕРЫ

```
graph TD; A[АБСОРБЕРЫ] --> B[Поверхностные и пленочные абсорберы]; A --> C[Насадочные абсорберы]; A --> D[Барботажные абсорберы]; A --> E[Распыливающие абсорберы];
```

Поверхностные и пленочные абсорберы

Насадочные абсорберы

Барботажные абсорберы

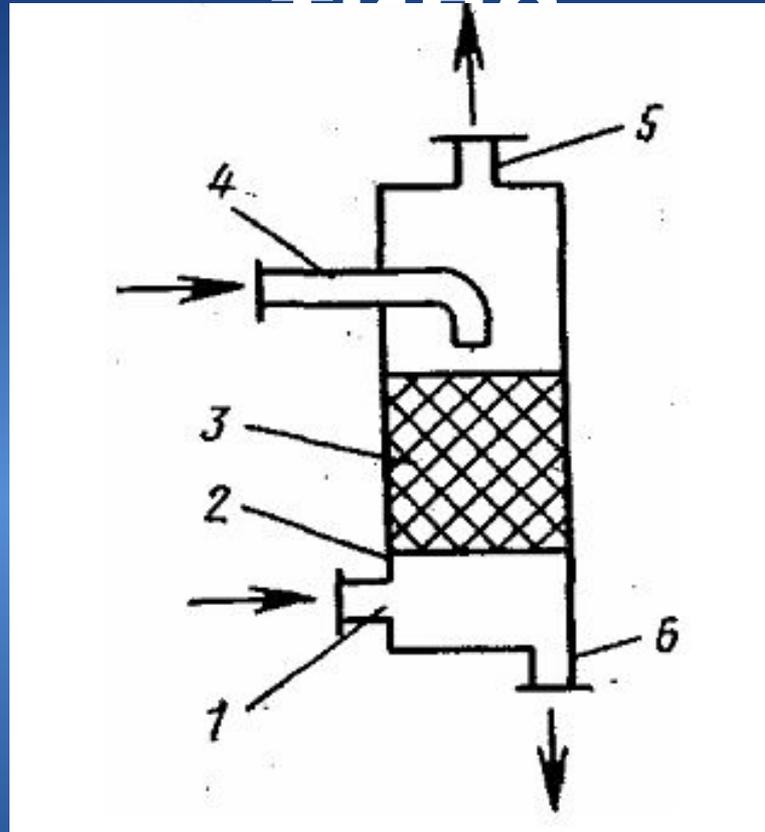
Распыливающие абсорберы

# Устройство абсорбционных аппаратов

- 1. Поверхностные и пленочные (газ пропускается над поверхностью движущейся жидкости. Поверхностью контакта в пленочных абсорберах является поверхность стекающей пленки жидкости);**
- 2. Насадочные, в которых поверхностью контакта фаз является поверхность растекающейся по специальной насадке жидкости;**
- 3. Барботажные абсорберы, в которых поверхность контакта фаз создается потоками газа (пара) и жидкости;**
- 4. Распыливающие абсорберы, в которых поверхность контакта фаз создается вследствие разбрызгивания жидкости.**

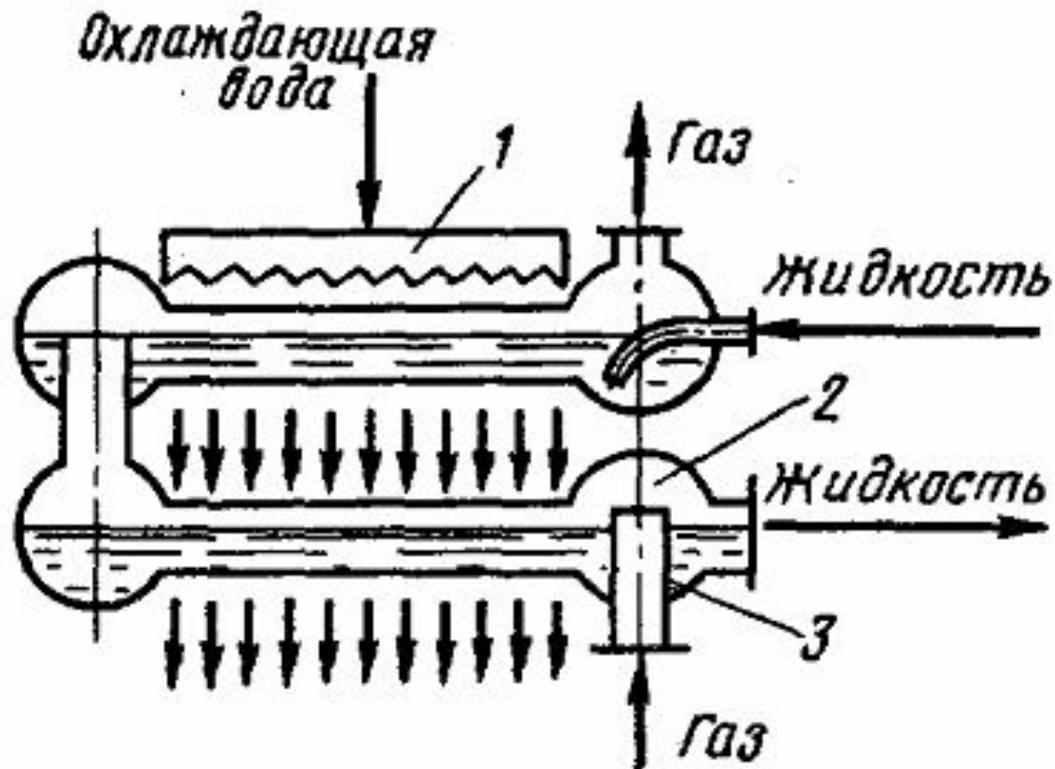
# Абсорбер насадочного

ТИПА



Абсорбер насадочного типа: 1 - патрубок для входа газа;  
2 - корпус; 3 - насадка; 4, 6 - патрубки для входа и выхода абсорбента;  
5 - патрубок для выхода газа

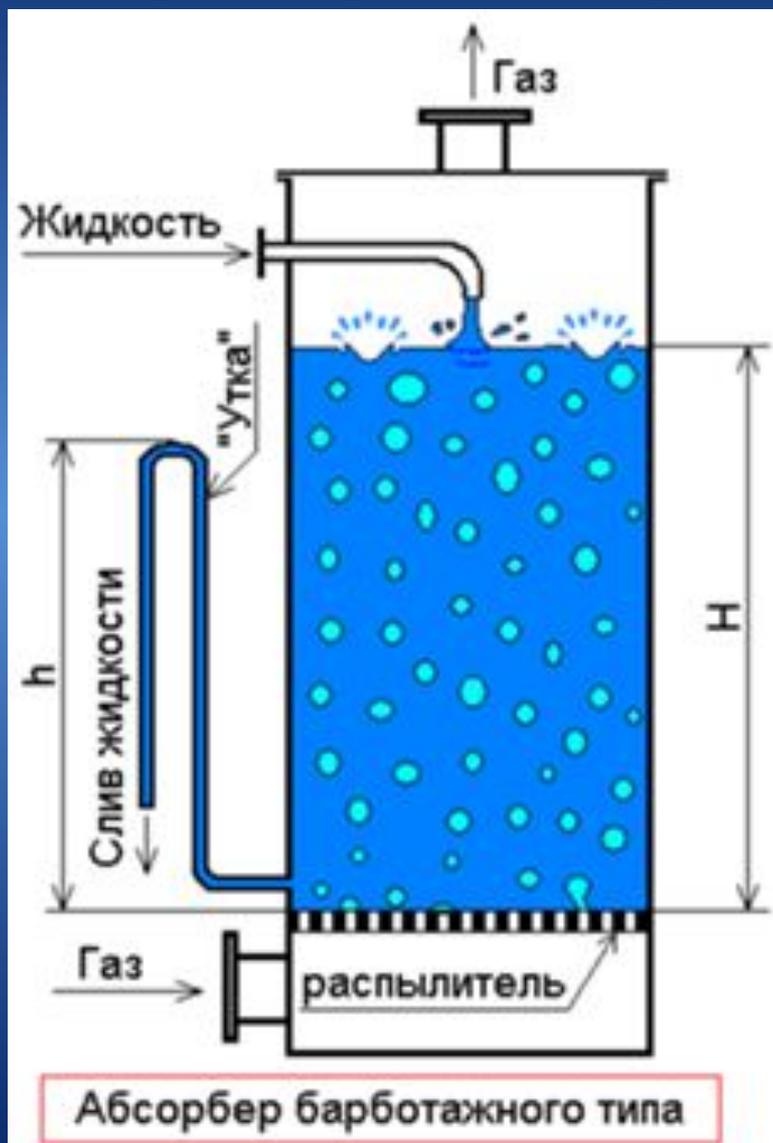
# Поверхностные абсорберы



Поверх  
рас

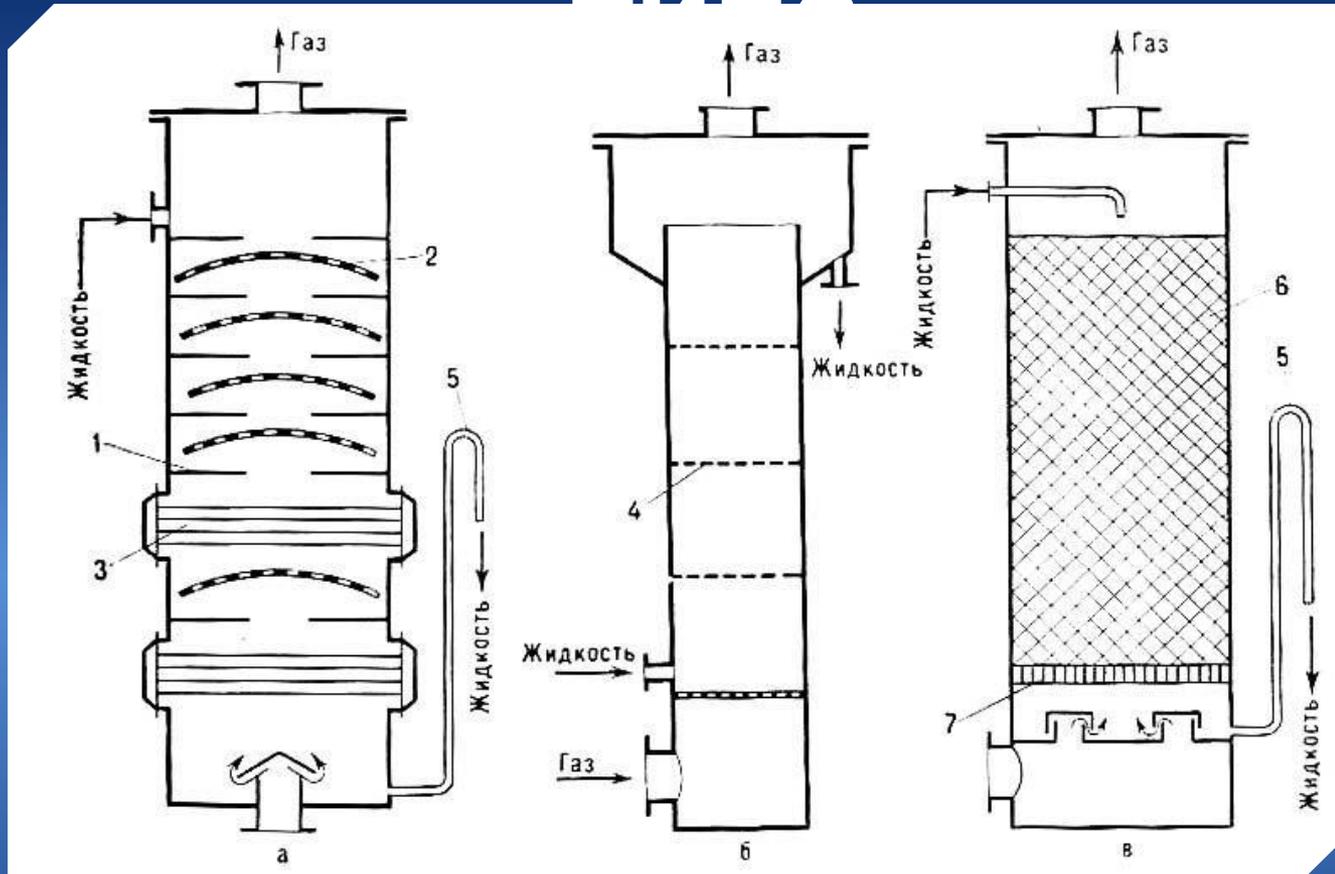
2 - труба; 3 - порог.

# Абсорберы барботажного типа



Абсорбер со  
сплошным  
барботажным слоем

# Абсорберы барботажного



Барботажные (тарельчатые) абсорберы с секционированием и с насадкой:

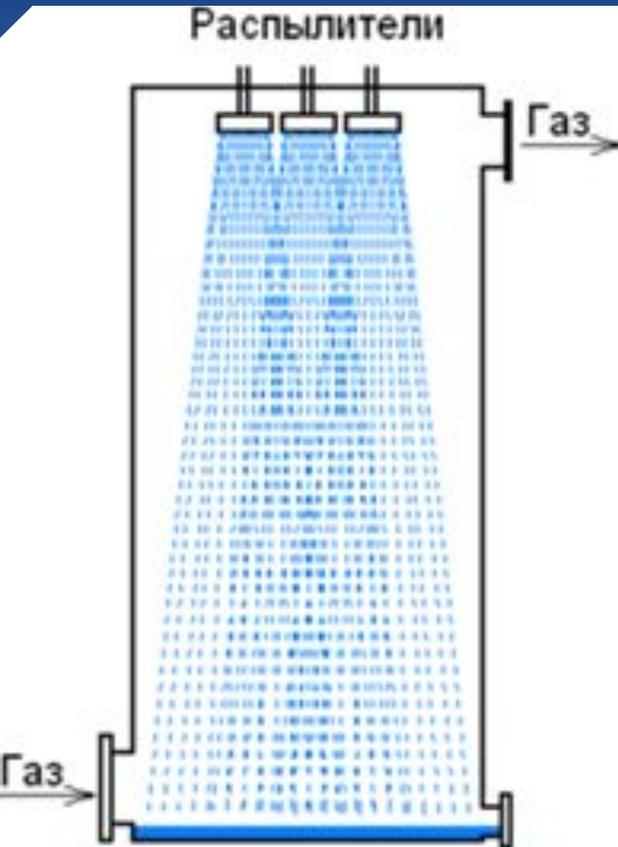
**а** — абсорбер с пассетами; **б** — абсорбер с секционированием ситчатыми тарелками;

**в** — абсорбер с насадкой (эмульгационная колонна);

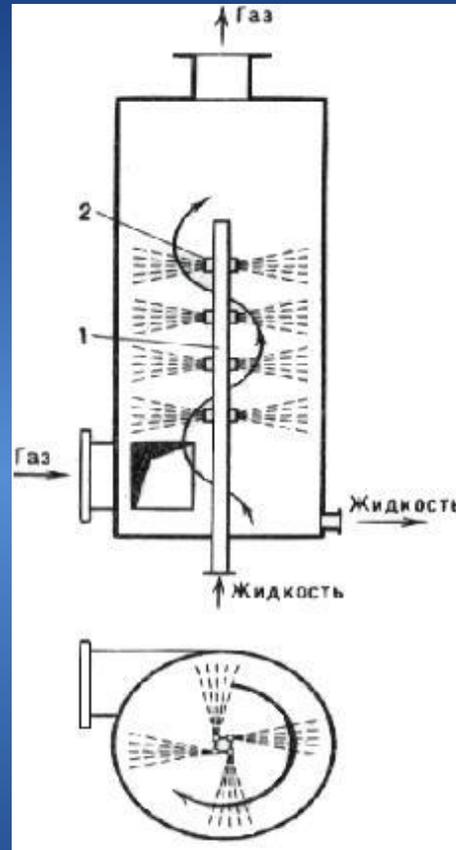
**1** — днище пассета; **2** — дырчатый колпак; **3** — холодильный элемент;

**4** — перфорированные перегородки (ситчатые тарелки); **5** — утка; **б** — насадка; **7** — решетка.

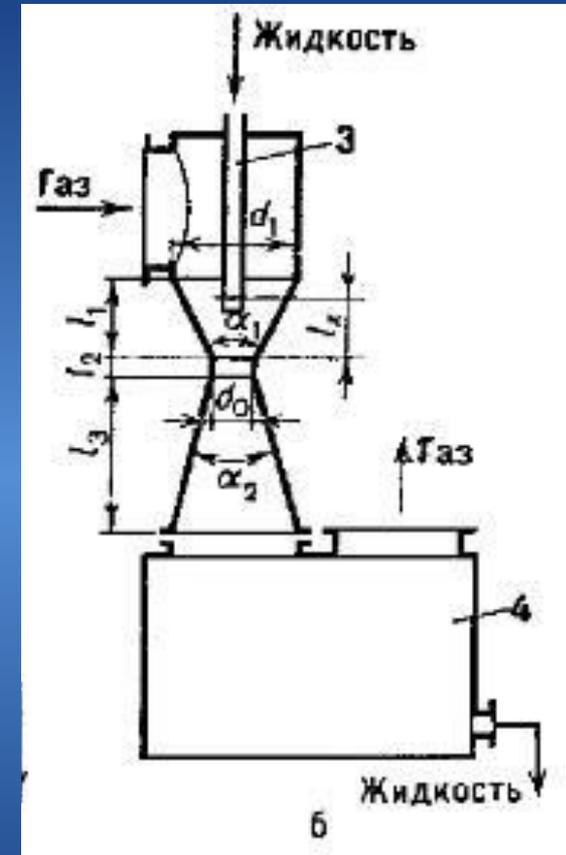
# Распыливающие абсорберы



Полый распыливающий абсорбер



Циклонный скруббер



Форсучный абсорбер Вентури