

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 поглотителем (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/м³;

ψ – 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:

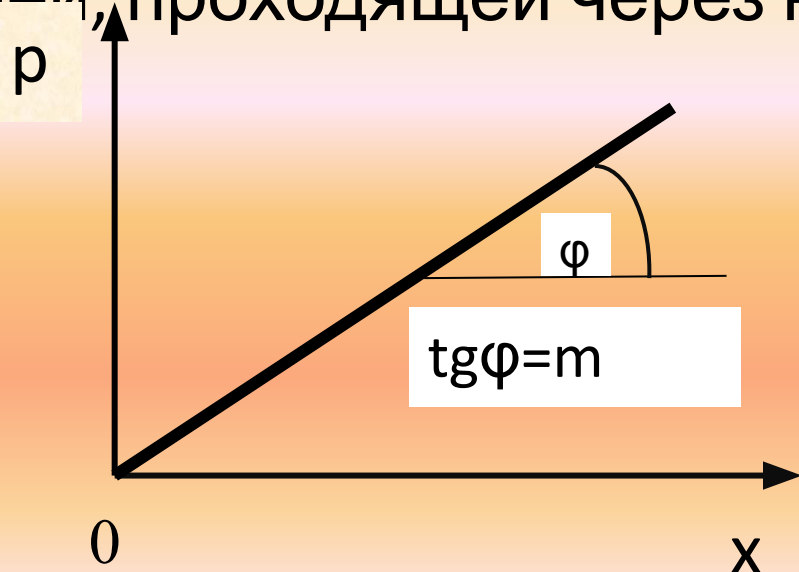
$$y = \frac{x}{\psi \cdot P_{\text{ОБЩ}}}$$

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

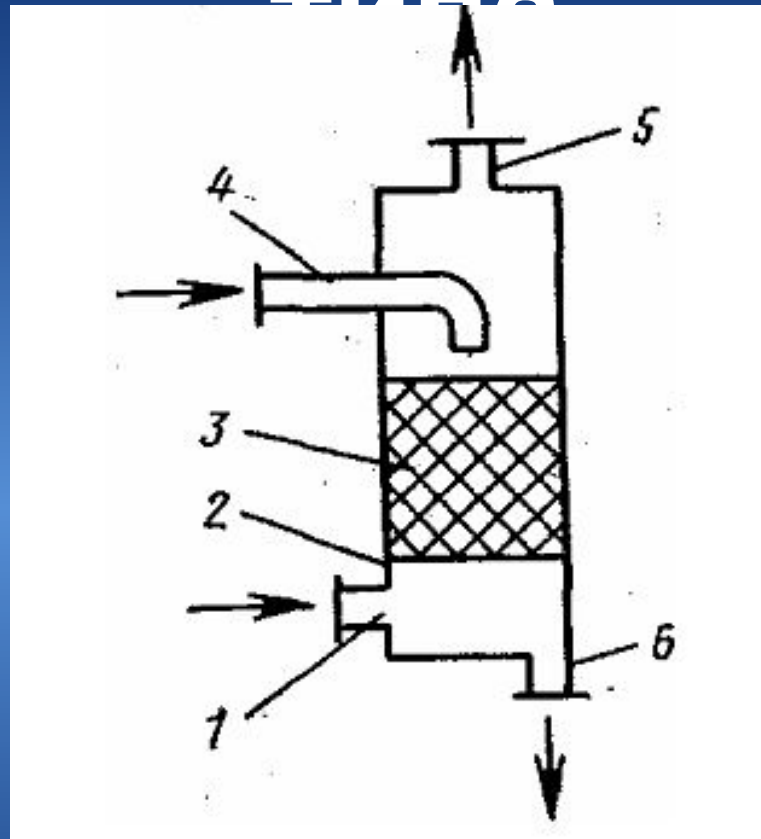
Распыливающие абсорберы

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.**

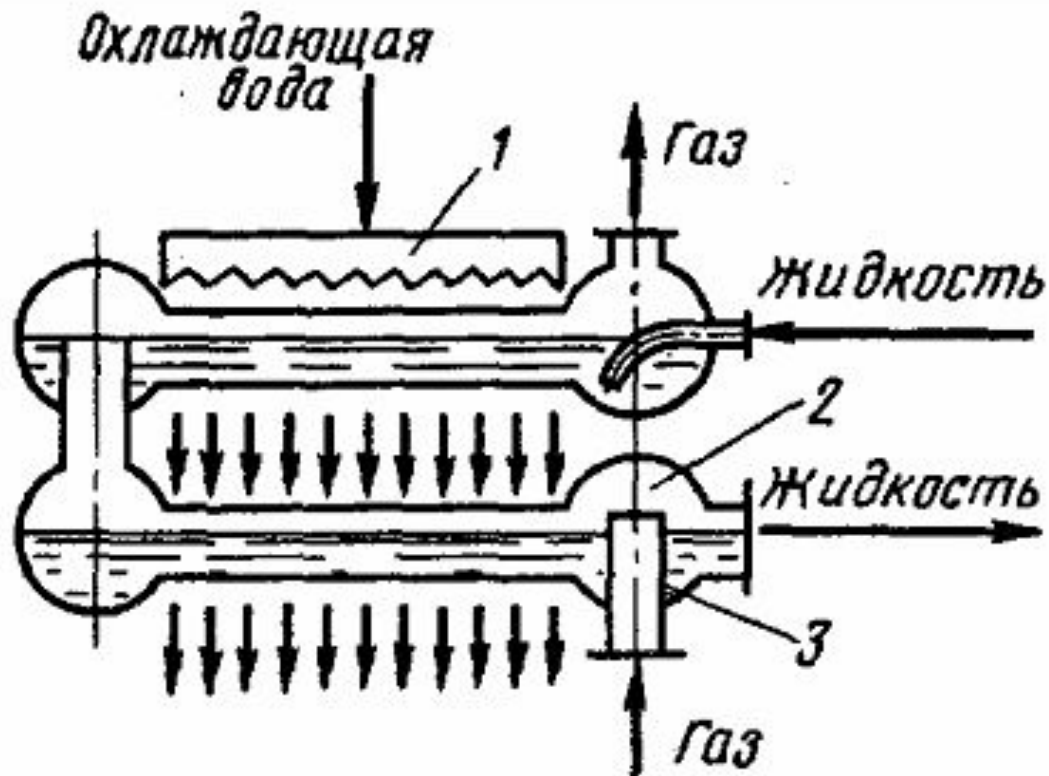
Абсорбер насадочного

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

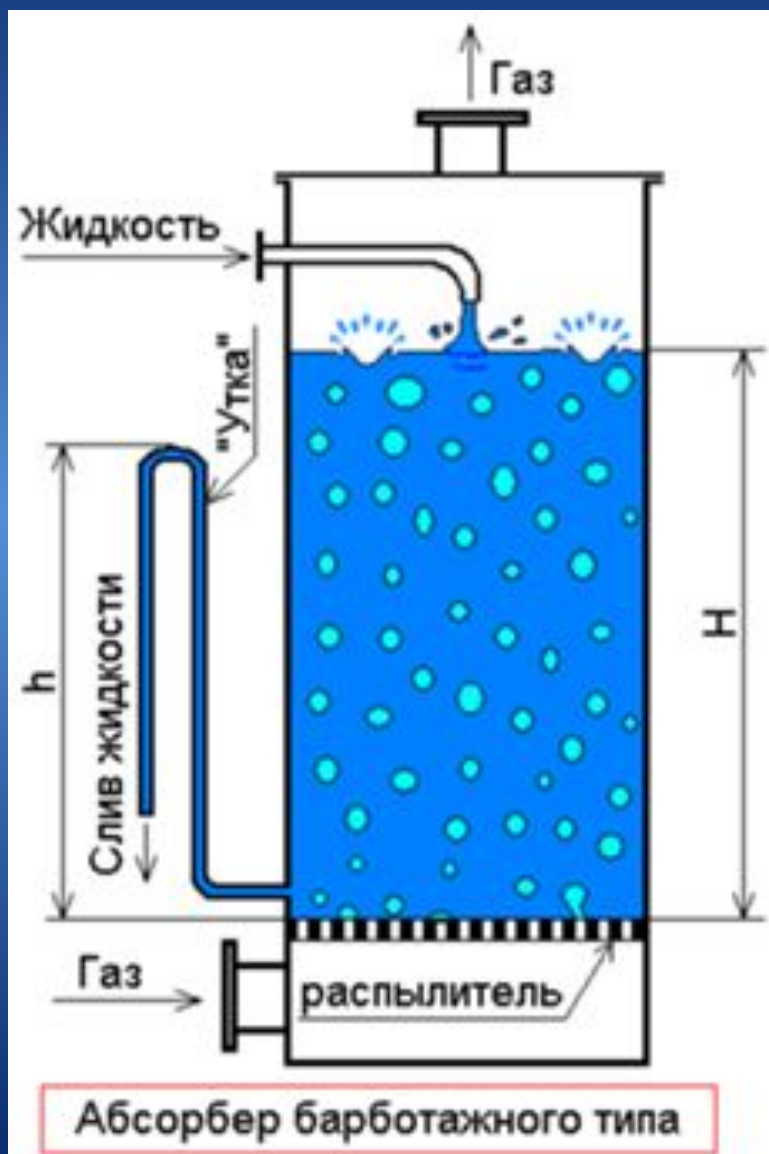
Поверхностные абсорберы



Поверх
рас

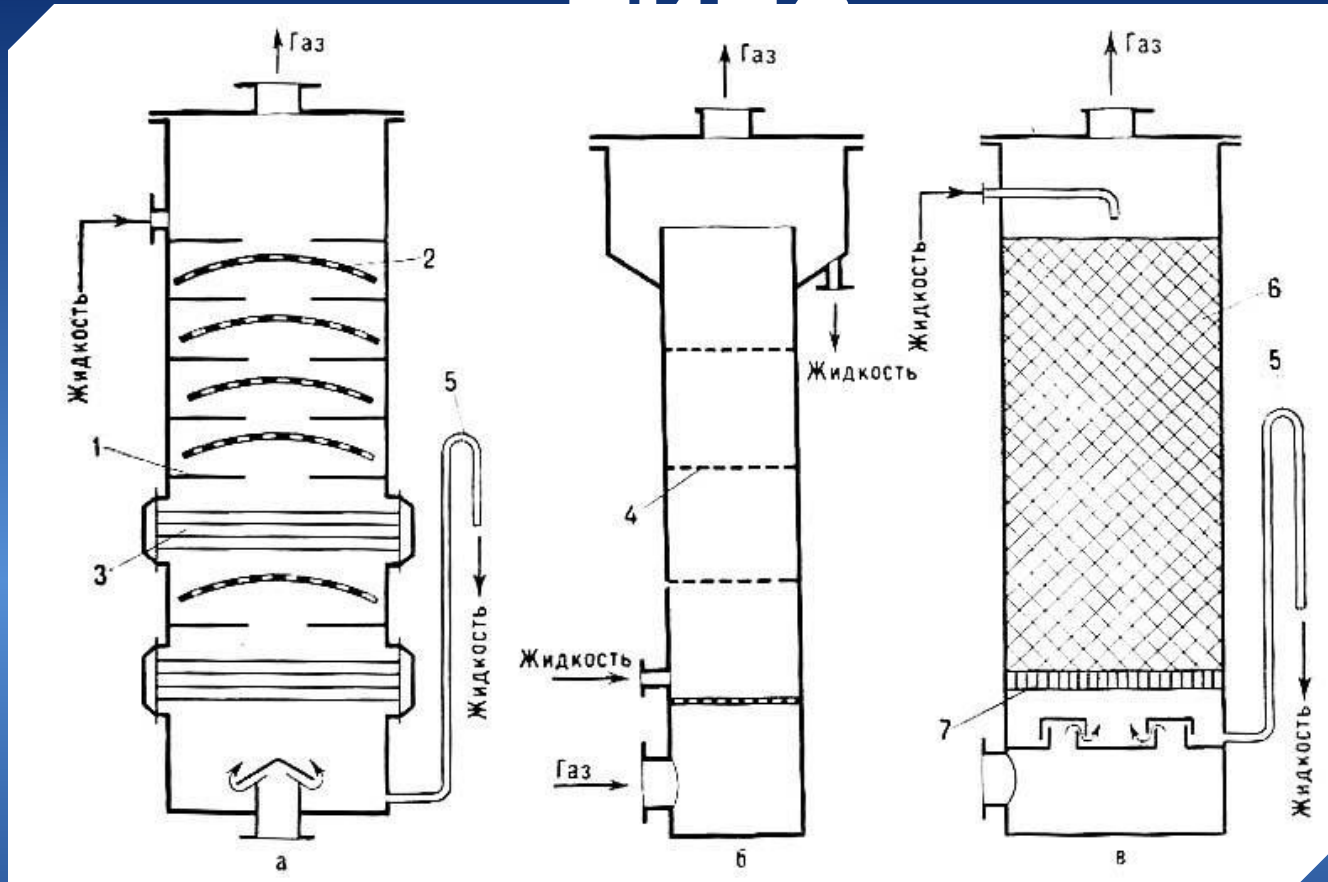
2 - труба; 3 - порог.

Абсорберы барботажного типа



Абсорбер со
сплошным
барботажным слоем

Абсорберы барботажного



Барботажные (тарельчатые) абсорберы с секционированием и с насадкой:

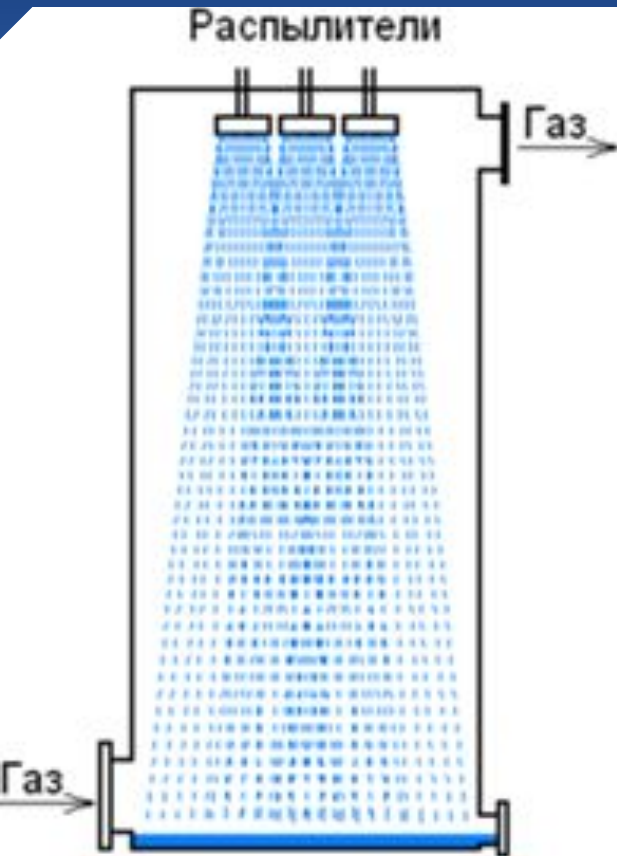
а — абсорбер с пассетами; **б** — абсорбер с секционированием ситчатыми тарелками;

в — абсорбер с насадкой (эмульгационная колонна);

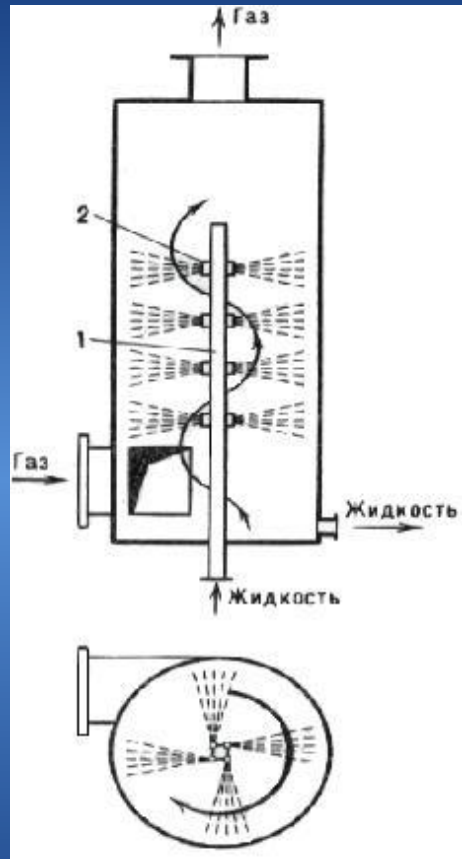
1 — днище пассета; **2** — дырчатый колпак; **3** — холодильный элемент;

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

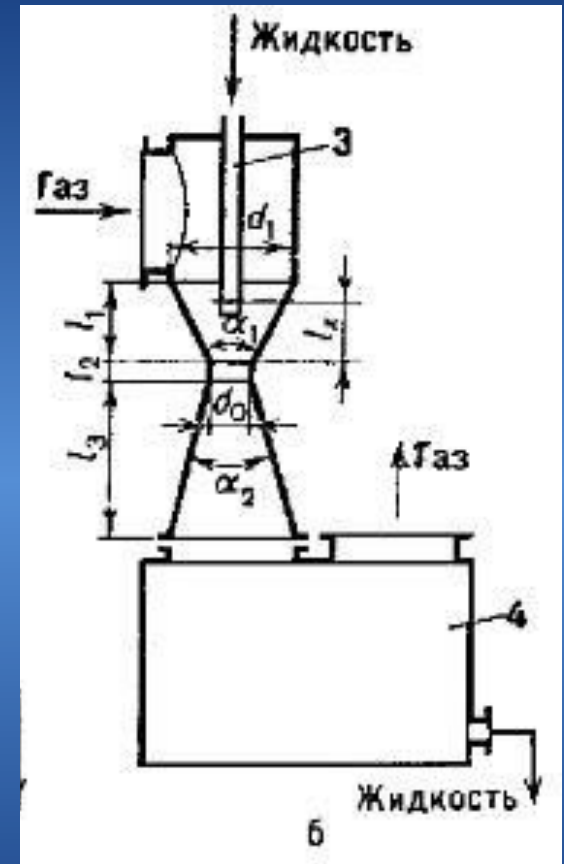
Распыливающие абсорберы



Полый распыливающий абсорбер



Циклонный скруббер



Форсучный абсорбер Вентури