



# Лекция №10



## СПЕЦИАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

# План лекции



- Ионный обмен
- Жидкостная экстракция
- Очистка СВ от солей и суспензий
- Обезвреживание и утилизация радиоактивных СВ

# 1. Ионный обмен

- Процесс взаимодействия раствора (СВ) с твердой фазой (ионитом), обладающей способностью обменивать ионы, содержащиеся в ней, на другие, присутствующие в растворе



# Классификация ионитов



- ***По химическому составу:***
  - Неорганические (минеральные)
  - Органические
- ***По происхождению:***
  - Природные
  - Синтетические
- ***По знаку заряда:***
  - Катиониты
  - Аниониты

# Состав ионита



- Матрица (углеводородная сетка, каркас)

- Активная группа

противоион

анкерный ион

- Например:  $\text{RSO}_3\text{H}$

- R - матрица, H – противоион,  $\text{SO}_3$  – анкерный ион

# Катиониты



- В зависимости от степени диссоциации делят на:
  - ▢ *Сильнокислые*: активные группы – сульфогруппы ( $\text{SO}_3\text{H}$ ) и фосфоркислые группы ( $\text{PO}(\text{OH})_2$ )
  - ▢ *Слабокислые*: активные группы – карбоксильные ( $\text{COOH}$ ) и фенольные ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ )
- Ионные формы: *водородная* (H-форма) и *солевая* форма (Na-форма,  $\text{NH}_4$ -форма и т.д);
- Их обозначения:  $\text{HR}$ ,  $\text{NaR}$ ,  $\text{NH}_4\text{R}$

# Аниониты



- ▣ *Сильноосновные* – содержат четвертичные аммониевые основания ( $R_3NOH$ );
- ▣ *Слабоосновные* – аминогруппы различной степени замещения ( $-NH_2$ ,  $=NH$ ,  $=N$ )
- **Формы:** OH - форма,  $CO_2$  – форма, Cl – форма и т.д.
- **Обозначения:** ROH, RCl

# Обменная емкость



- Характеризует способность ионита к обмену; равна числу активных групп, принимающих участие в обмене
- Количественные характеристики: *динамическая* (ДОЕ) и *полная* (СОЕ) обменная емкость



# Требования к промышленным ионитам



- Высокая обменная емкость;
- Высокая скорость ионного обмена;
- Устойчивость к кислотам, щелочам, окислителям, восстановителям;
- Нерастворимость
- Ограниченная набухаемость

# Характеристики катионита КУ-2



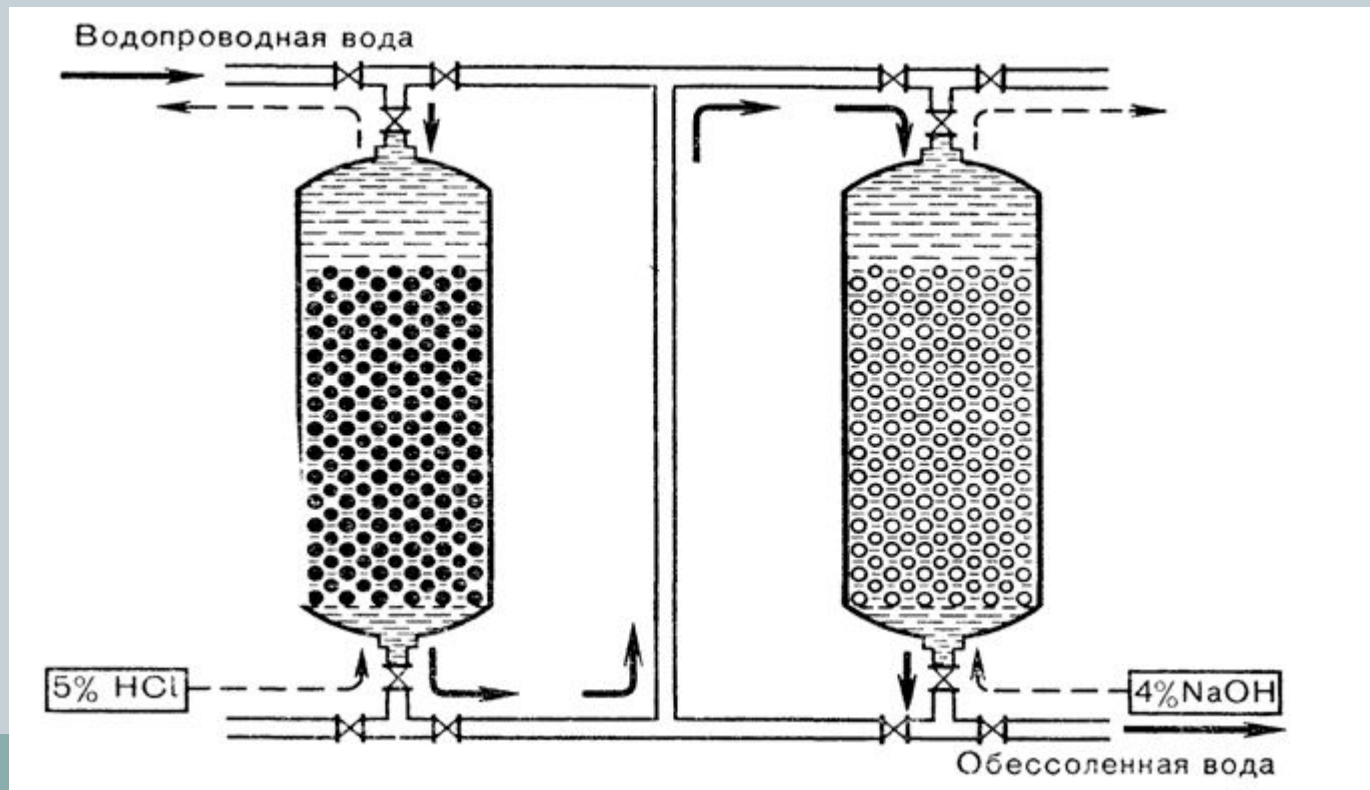
- Сильнокислый катионит
- Основа матрицы – полистирол
- Сшивающий агент – дивинилбензол
- Функциональная группа –  $\text{SO}_3\text{H}$
- Ионные формы –  $\text{H}^+$ ,  $\text{Na}^+$
- СОЕ – 1300 -1800 г-экв/м<sup>3</sup>
- Максимальная рабочая температура – 120-130 °С



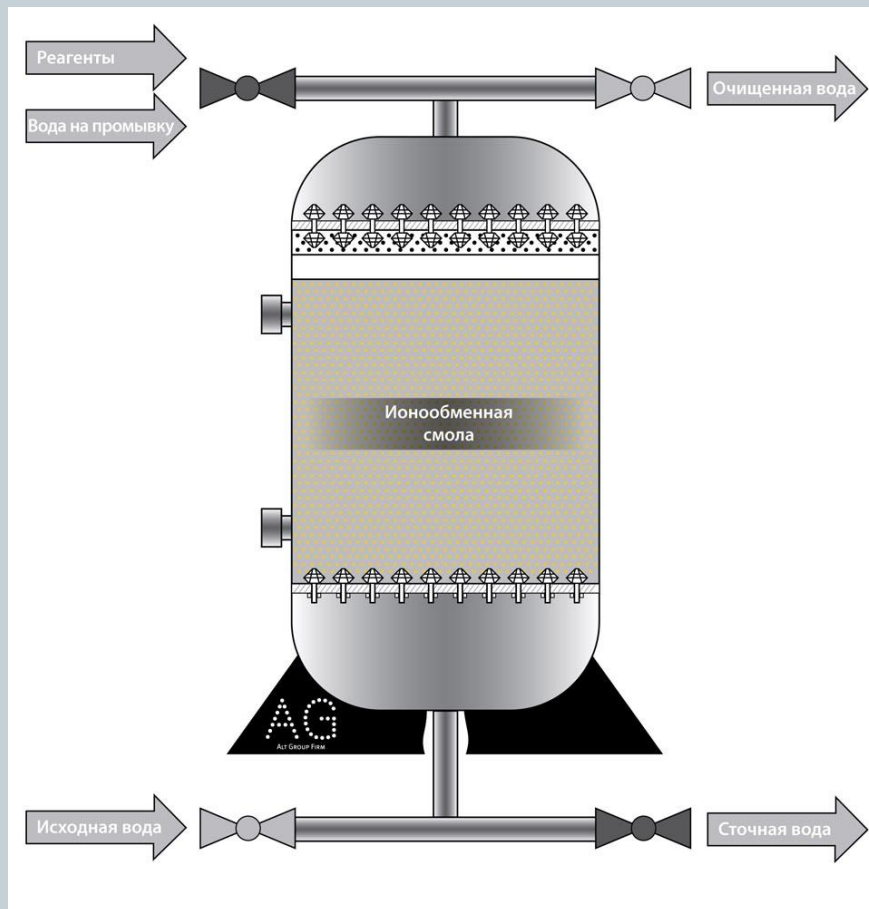
# Основные типы ионообменных аппаратов

Существует два типа, как правило, колоночных:

- С отдельным слоем катионита и анионита;
- Со смешанным слоем.



# Оборудование ионного обмена



## 2. Жидкостная экстракция



- Процесс извлечения веществ из водного раствора в жидкую органическую фазу, не смешивающуюся с водой
- Состоит из трех стадий:
  - смешение сточной воды с экстрагентом (при этом образуются две жидкие фазы: экстракт и рафинат)
  - разделение экстракта и рафината;
  - регенерация экстрагента из экстракта и рафината.

# Требования к промышленным экстрагентам



- Высокий коэффициент распределения;
- Высокая селективностью растворения;
- Низкая растворимость в сточной воде;
- Значительное отличие по плотности от СВ;
- Большой коэффициент диффузии;
- Температура кипения, отличающаяся от температуры экстрагируемого вещества;
- Небольшая удельная теплота испарения и небольшая теплоемкость;
- Химическая инертность к извлекаемому веществу;
- Отсутствие взрыво- и огнеопасности, коррозионной активности к материалу аппаратов;
- Невысокая стоимость.

# Количественные характеристики экстракции

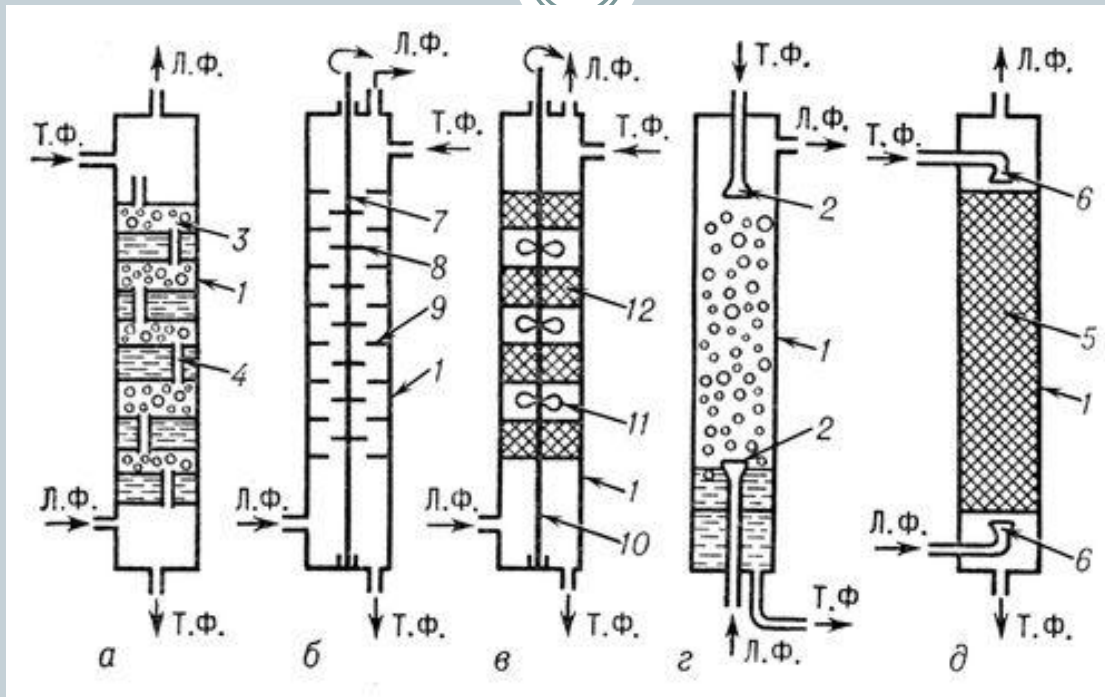


- Коэффициент распределения:  $K_p = \frac{C_э}{C_{св}} = const, \left[ \frac{кг}{м^3} \right]$

- Степень извлечения:  $E = \frac{C_э V_{орг} 100}{C_э V_{орг} + C_{св} V_{св}} = \frac{K_p 100}{K_p + \frac{V_{св}}{V_{орг}}}$

- Коэффициент разделения:  $\beta = \frac{K_{pB}}{K_{pA}}$

# Схемы экстракционных колонн



а — колонна с ситчатыми тарелками; б — роторно-дисковый экстрактор; в — колонна с чередующимися смесительными и отстойными насадочными секциями;

г — распылительная колонна; д — насадочная колонна;

1 — колонна; 2, 6 — распылители; 3 — ситчатая тарелка; 4 — переливные трубки; 5, 12 — насадки; 7, 10 — валы; 8 — плоский ротор; 9 — кольцевые перегородки; 11 — мешалки;



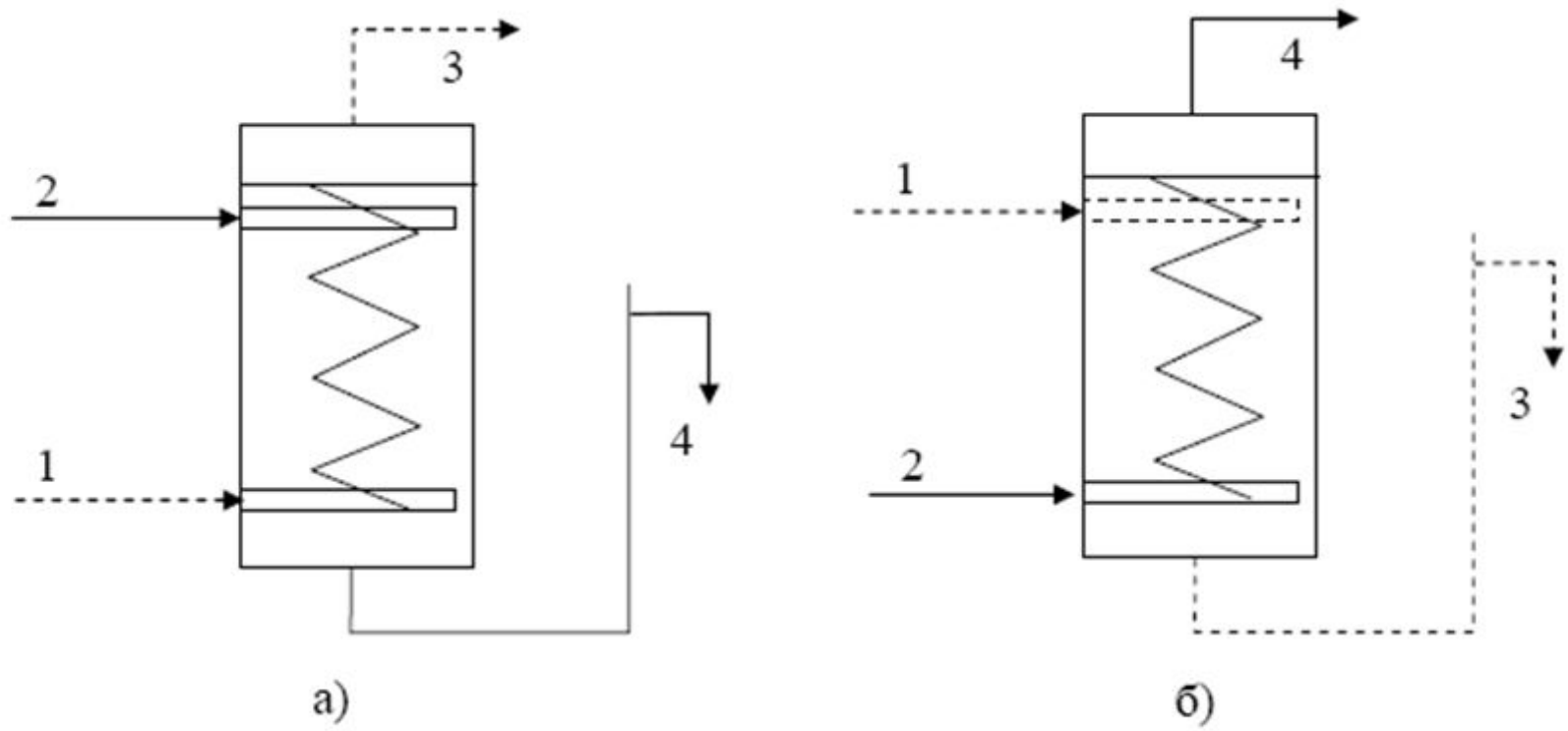
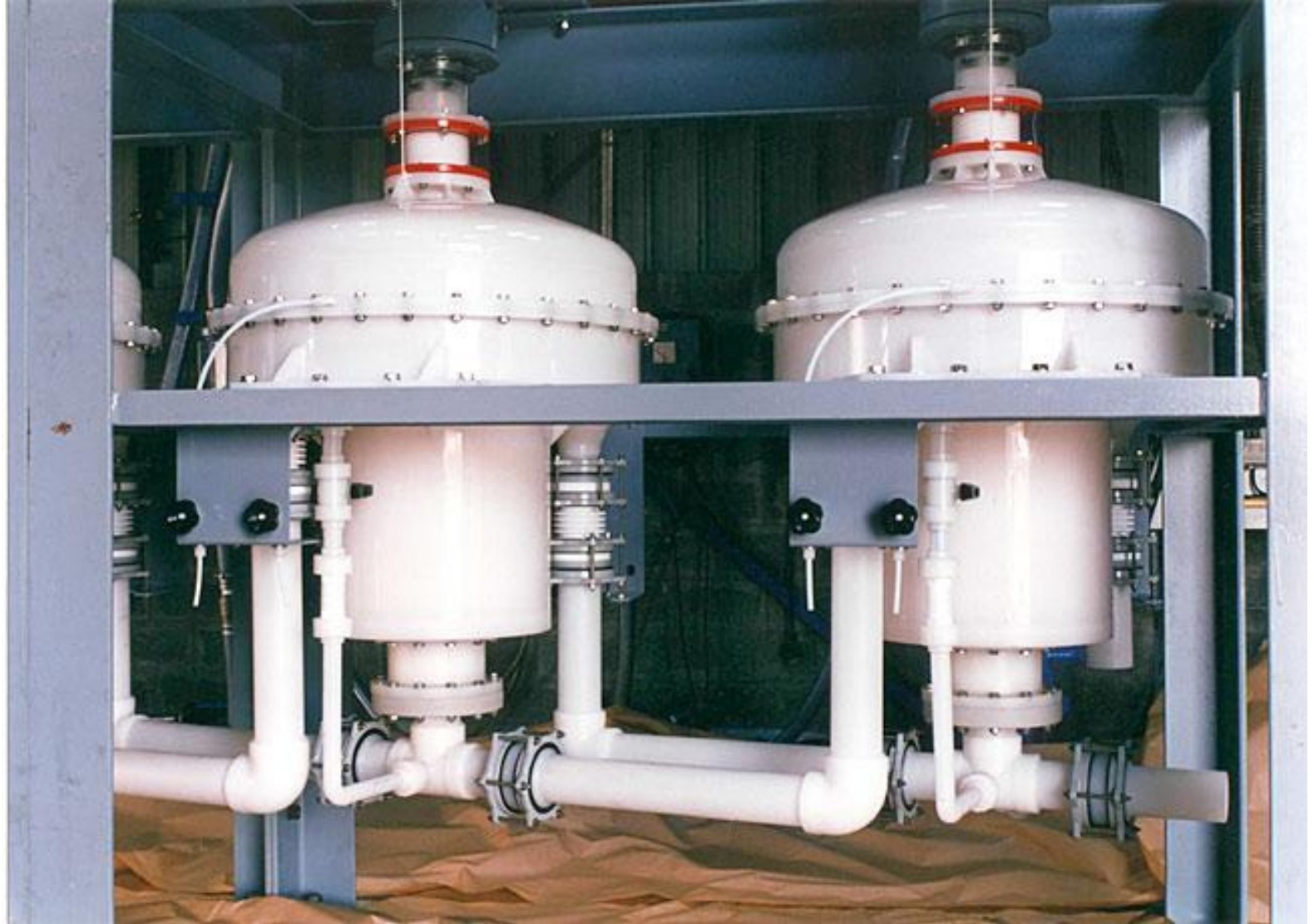


Схема непрерывно-противоточной экстракции: а) сверху; б) сточной воды снизу; 1 – подача экстрагента; 2 - подача сточной воды; 3 – отвод обработанного экстрагента; 4 – отвод обработанной сточной воды



# Обезвреживание и утилизация радиоактивных СТОЧНЫХ ВОД



# Основные этапы обработки радиоактивных СВ



# Основные способы предварительной обработки радиоактивных отходов



- Осаждение
- Коагулирование
- Адсорбция
- Электролиз
- Ионный обмен
- Связывание активным илом
- Реагентное умягчение известью и содой

# Основные способы обработки радиоактивных СВ



- Выпаривание до 40-50% содержания сухих радиоактивных веществ с последующим:
  - Битуминированием
  - Цементированием и бетонированием
  - Остекловыванием (виттификация)







