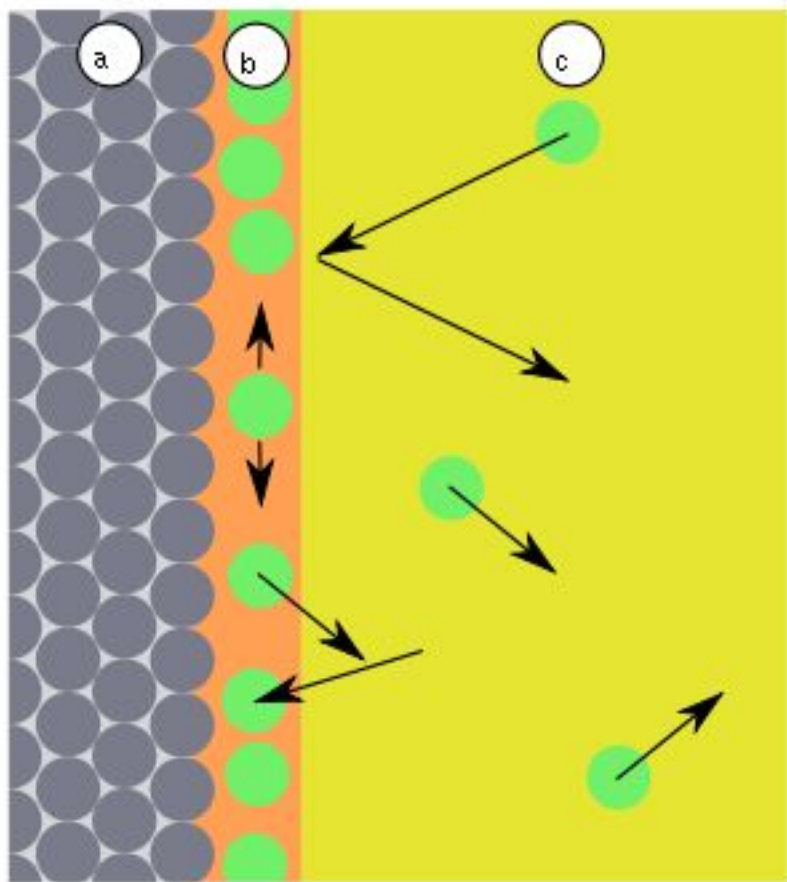
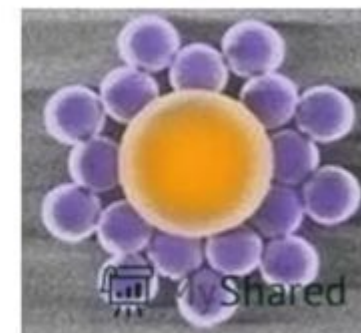
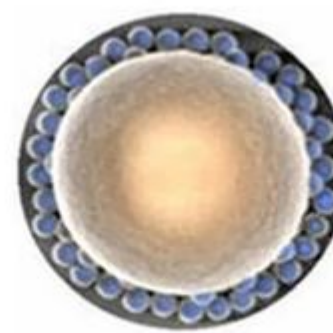
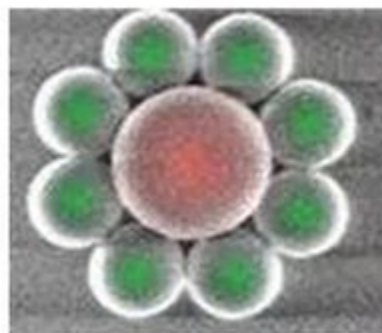


***АДСОРБЦИЯ***

# МЕХАНИЗМ АДСОРБЦИИ

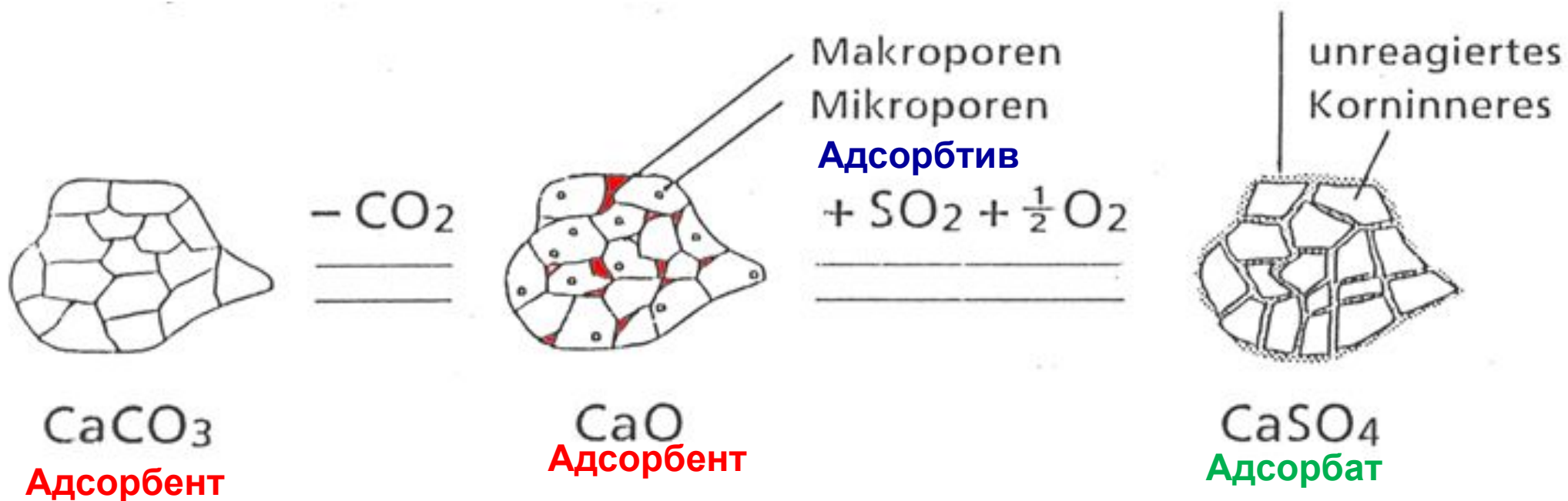


- a) адсорбент (твердая фаза),
- b) адсорбат,
- c) адсорбтив (газовая фаза)



**Адсорбция – самопроизвольный процесс увеличения концентрации одного вещества (адсорбата) на поверхности другого (адсорбента). Адсорбция происходит на любых межфазовых поверхностях, адсорбироваться могут любые вещества.**

# МЕХАНИЗМ АДСОРБЦИИ



## **МЕХАНИЗМ АДСОРБЦИИ**

**Причиной возникновения процесса адсорбции являются силы притяжения, существующие между атомами, молекулами и ионами в твердом состоянии (нескомпенсированность силовых полей частиц), позволяющие частицам на поверхности, притягивать и удерживать другие вещества - газы и жидкости.**

**Адсорбируемая молекула газа задерживается на твердой поверхности, причем этот процесс сопровождается выделением тепла в количестве, часто близком к величине теплоты конденсации, то есть адсорбция всегда является экзотермическим процессом.**

**Следовательно, при осуществлении адсорбции желательно охлаждение слоя адсорбента или предварительное охлаждение подаваемого газа.**

# **АДСОРБЕНТЫ**

Адсорбенты, используемые для обработки газов в стационарных слоях, обычно гранулируются.

При этом особое внимание уделяется размеру гранул, от которого зависит сопротивление газовому потоку.

Для ожиженных и движущихся адсорбционных слоев большое значение имеет и твердость частиц адсорбента, поскольку в этих случаях желательно по возможности уменьшить истирание адсорбента и снизить расходы, связанные с введением дополнительных его количеств.

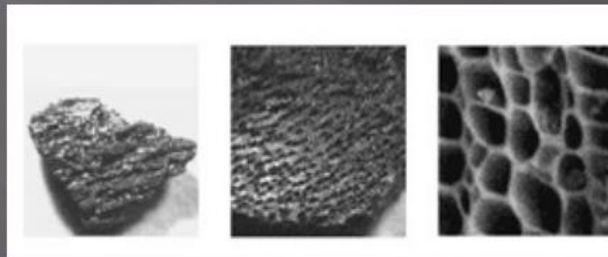
# АДСОРБЦИЯ

## Адсорбция.

**Адсорбция** – поглощение газов и растворенных веществ поверхностью твердого вещества.

Таким свойством обладает древесный уголь благодаря своему пористому строению.

При обработке древесного угля горячим водяным паром получают активированный уголь, который обладает большей поглощательной способностью.



Наиболее универсальным адсорбентом - **активированный уголь**, удельная поверхность единицы массы которого достигает  $10^6$  м<sup>2</sup>/кг. Активированный уголь и ряд других адсорбентов применяют для **очистки газов от паров органических растворителей, удаления неприятных запахов и др.**

## **АКТИВИРОВАННЫЙ УГОЛЬ**

Самое широкое распространение среди адсорбентов получил **активированный уголь** (его получают из скорлупы кокосового и других видов орехов, фруктовых косточек, битуминозных углей, твердой древесины, а также кокса и остатков процесса нефтепереработки). Активированный уголь - неспецифический адсорбент, который **адсорбирует все газы, в том числе и влажные.**

Поэтому **при использовании активированного угля** необходимо учитывать, что помимо адсорбции того газа, содержание которого необходимо снизить, **будут поглощаться и другие примеси.**



# **АДСОРБЦИЯ**

**Область применения адсорбции: обработка больших объемов газов с низкой концентрацией вредных примесей.**

**Адсорбция позволяет производить очистку газов при повышенных температурах.**

**Посредством адсорбции принципиально возможно извлечь из выбросов любой загрязнитель в широком диапазоне концентраций.**

**Однако высококонцентрированные загрязнители (ориентировочно с концентрациями более  $5 \text{ г/м}^3$ ) удобнее подвергать предварительной обработке (конденсацией, абсорбцией) для снижения их концентраций.**

**Необходима также предварительная обработка (осушка) сильно увлажненных газов.**

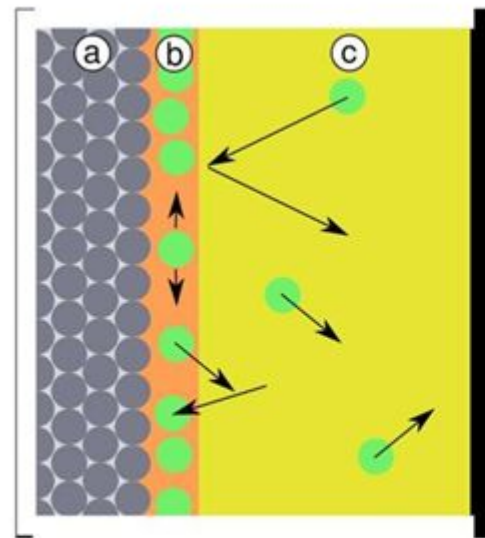
**При выборе адсорбента основное внимание уделяется его селективности и адсорбционной способности по отношению к извлекаемому компоненту.**



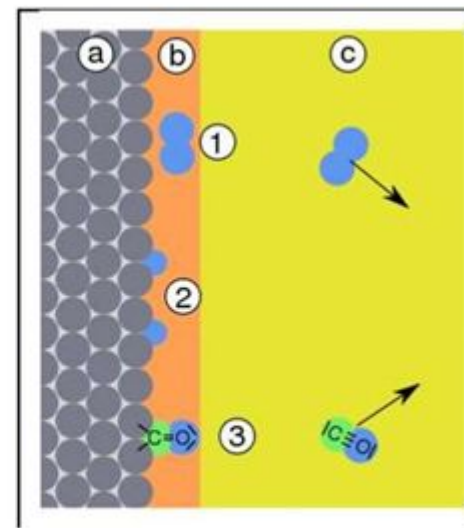
# ФИЗИЧЕСКАЯ И ХИМИЧЕСКАЯ АДсорбЦИЯ

Если взаимодействие между адсорбатом и адсорбентом **ограничивается межмолекулярным взаимодействием и является проявлением физических сил** (например, индукционное, электростатическое взаимодействие), то такой процесс носит название **физической адсорбции**.

При проявлении **химических сил** (например, перераспределение электронной плотности) в процессе взаимодействия говорят о **химической адсорбции (хемосорбции)**.



физическая



химическая

# ФИЗИЧЕСКАЯ И ХИМИЧЕСКАЯ АДСОРБЦИЯ

## Физическая адсорбция

- ▶ Молекулярная адсорбция
- ▶ Обусловлена силами межмолекулярного взаимодействия (ван-дер-ваальсовыми силами)
- ▶ Прочность возникающих связей невелика и составляет не более 25 кДж/моль
- ▶ Теплота адсорбции менее 30-40 кДж/моль
- ▶ Как правило обратима

Молекулы сохраняют индивидуальность  
Уменьшается с ростом температуры

## Химическая адсорбция

- ▶ Хемосорбция
- ▶ Поглощение сопровождается химической реакцией
- ▶ Обусловлена действием сил химического сродства, приводящих к химической связи (ионной, ковалентной, или их комбинации)
- ▶ Прочность таких связей достаточно велика и иногда составляет величины до 800 кДж/моль
- ▶ Теплота адсорбции более 40 кДж/моль
- ▶ Может быть обратимой и необратимой

Молекулы теряют свою индивидуальность  
Увеличивается с ростом температуры

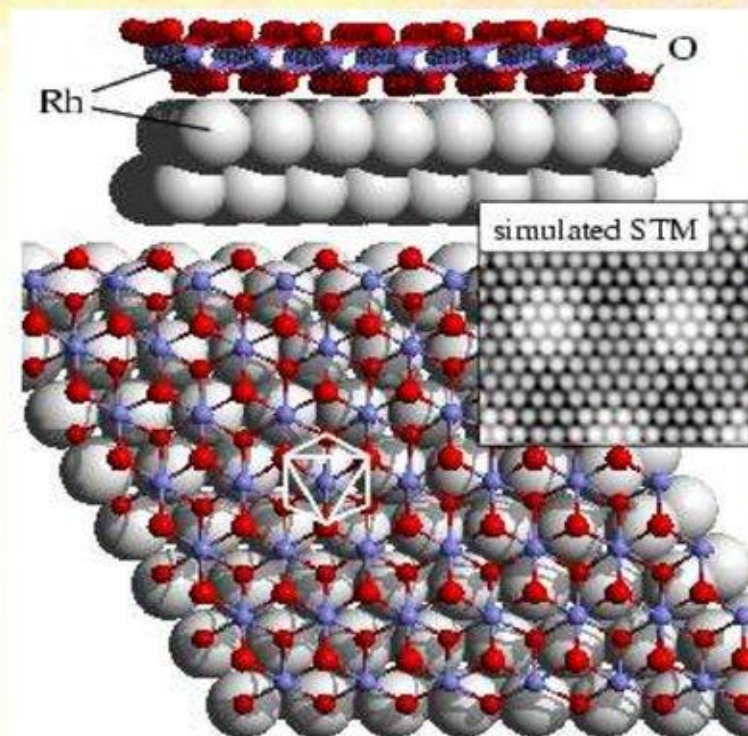


# Химическая адсорбция

Химическая адсорбция или хемосорбция обусловлена химическими силами. При такой адсорбции адсорбат образует на поверхности адсорбента химические соединения с его молекулами.

**Скорость химической адсорбции увеличивается с повышением температуры.**

**При химической адсорбции молекулы адсорбента и адсорбтива химически взаимодействуют.**



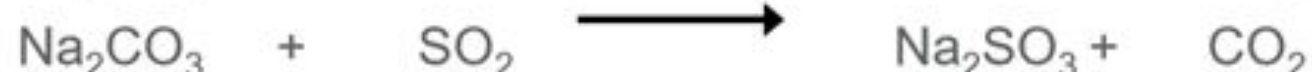
# ХЕМОСОРБЦИЯ

## Сухая и полусухая сорбция

Сухая и полусухая сорбция



Сухая сорбция



# ***ХЕМОСОРБЦИЯ***

**Хемосорбция**, как правило, **процесс необратимый**, то есть **десорбция** адсорбированного вещества может быть осуществлена только **при удалении некоторого количества твердого адсорбента**.

В качестве примера можно привести кислород, который настолько сильно адсорбируется на активированном угле, что удалить его с поверхности можно только в виде CO или CO<sub>2</sub>.

При хемосорбции **в качестве адсорбента** используют водные растворы солей, органические вещества и водные суспензии различных веществ.



# *Ионообменная адсорбция*

- Ионнообменная адсорбция - это процесс обмена ионов с одинаковым зарядом который происходит между адсорбентом и адсорбатом в точно эквивалентных соотношениях.
- Адсорбенты, на которых происходит процесс обмена ионов называют ионитами. (ионообменниками).

## **АППАРАТЫ ДЛЯ АДСОРБЦИОННОЙ ОЧИСТКИ**

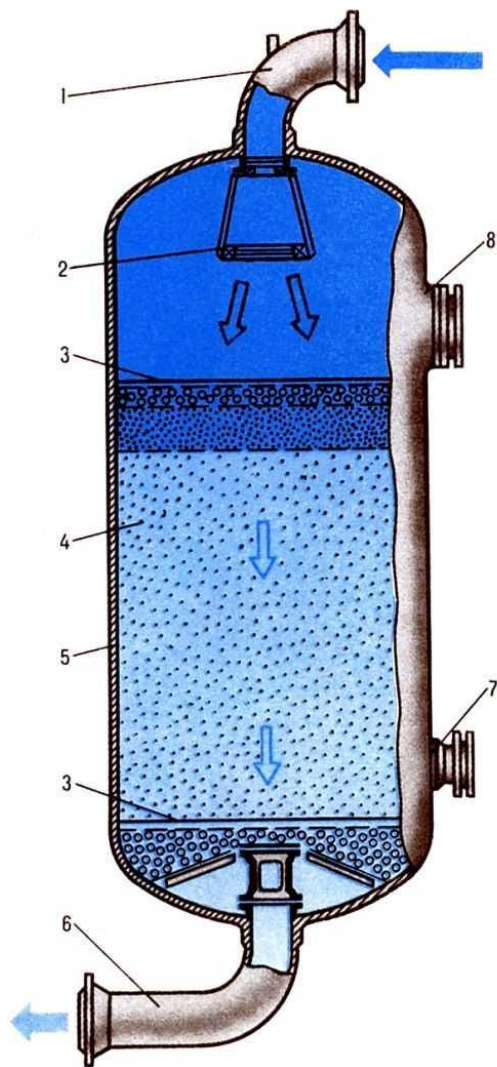
**Аппараты для адсорбционной очистки газов представляют собой вертикальные, горизонтальные или кольцевые емкости, заполненные пористым адсорбентом, через слой которого пропускается поток очищаемого газа.**

**За время контакта загрязнения задерживаются поверхностью адсорбента, а из аппарата выводится газ, который может содержать инертные примеси, не взаимодействующие с адсорбентом или незначительно им поглощаемые.**

**Регенерацию адсорбента проводят продувкой нагретым водяным паром.**



# АДСОРБЦИОННАЯ КОЛОННА

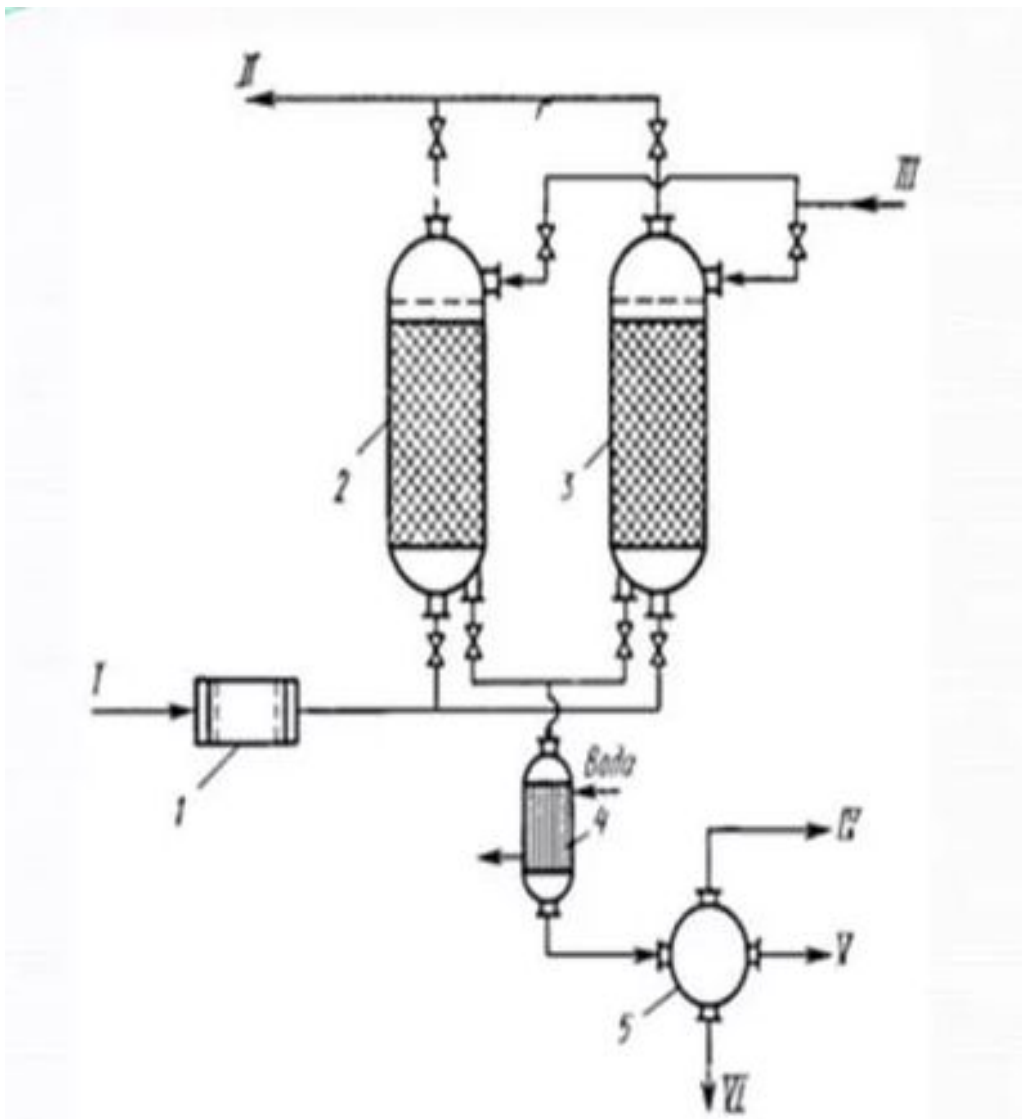


Аппарат для поглощения одного или нескольких компонентов из смеси газов или раствора твердым веществом - адсорбентом. Применяется при извлечении из газов и жидкостей различных веществ, содержащихся в небольших концентрациях, летучих растворителей из их смесей с воздухом или каким-либо газом, в процессах осушения и очистки природных газов и т.п.

В качестве адсорбента используются твёрдые пористые вещества с большой удельной поверхностью - активные угли, цеолиты, силикагель, ионообменные смолы (иониты) и др.

1 - штуцер для входа газа; 2 - распределитель газового потока; 3 - сетка; 4 - адсорбент; 5 - корпус; 6 - штуцер для отвода газа; 7 - люк для выгрузки адсорбента; 8 - люк для загрузки адсорбента.

# СХЕМА АДсорбЦИОННОЙ ГАЗОЧИСТНОЙ УСТАНОВКИ



- 1 — фильтр;
- 2, 3 — адсорберы;
- 4 — конденсатор;
- 5 — сепаратор;
- I — очищаемый газ;
- II — очищенный газ;
- III — водяной пар;
- IV — неконденсируемые пары;
- V — сконденсированный адсорбтив в хранилище;
- VI — водный конденсат

# Адсорбционный метод

Адсорбционный метод является одним из эффективных методов извлечения цветных металлов из сточных вод гальванопроизводства. В качестве сорбентов используются активированные угли, синтетические сорбенты, отходы производства (зола, шлаки, опилки и др.)

