

ПОМ'ЯКШЕННЯ
ЗНЕСОЛЕННЯ
ЗНЕЗАЛІЗНЕННЯ
ДЕМАНГАНАЦІЯ

Тема 8. Коригування іонного складу домішок води

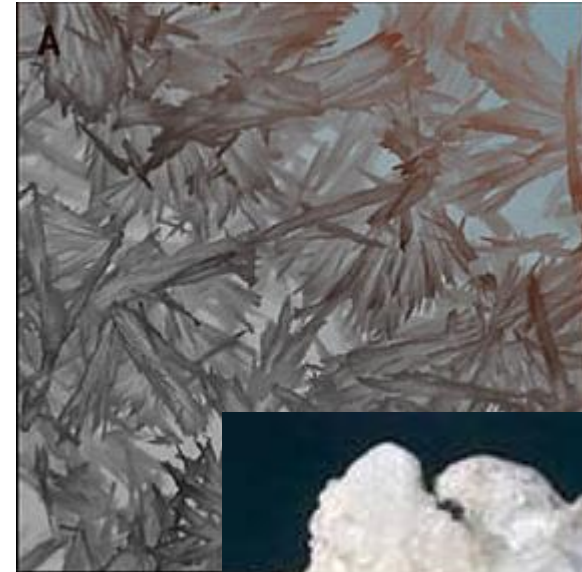
Пом'якшення води

позбавлення води від солей жорсткості



Методи:

- ✓ реагентні
- ✓ катіонування
- ✓ термічний
- ✓ магнітна обробка
- ✓ імпфірування води



Реагентне пом'якшення

ґрунтується на переведенні іонів Ca^{2+} та Mg^{2+} в нерозчинні сполуки

вапновий

- обробка $\text{Ca}(\text{OH})_2$
- вилучається карбонатна жорсткість

содовий

- обробка Na_2CO_3
- вилучається некарбонатна жорсткість

натровий

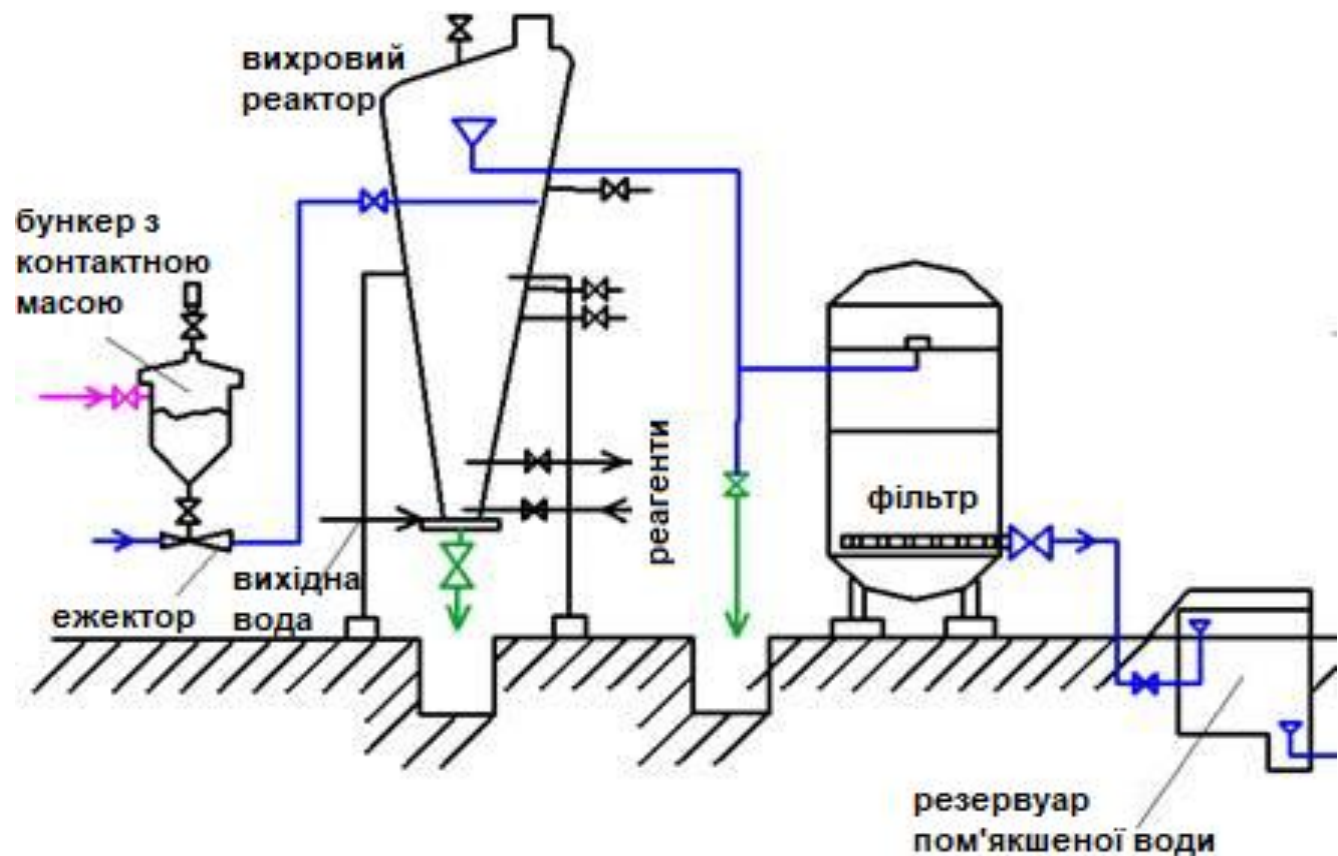
- обробка NaOH
- вартість

барієвий

- обробка $\text{Ba}(\text{OH})_2$
- токсичність

фосфатний

- обробка Na_3PO_4
- побічні продукти

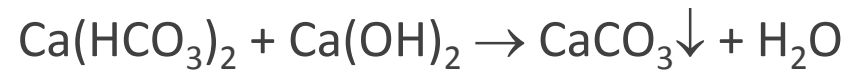


Реагентне пом'якшення

Недоліки:

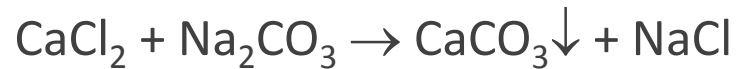
- ✓ недостатній ступінь пом'якшення;
- ✓ значна витрата реагентів;
- ✓ технологічні ускладнення

вапновий метод – обробка Ca(OH)_2 – видалення карбонатної жорсткості:



застосовується при
 $\text{Ж}_\text{к} > 1,5 \text{ мг-екв/дм}^3$
та $\text{Л} < \text{Ж}_\text{заг}$

содовий метод – Na_2CO_3 – некарбонатна жорсткість:



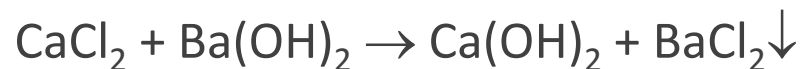
при використанні разом із **вапном**
 $\text{Ж}_\text{залишк} = 1,4 \dots 1,8 \text{ мг-екв/дм}^3$

натровий метод – NaOH :

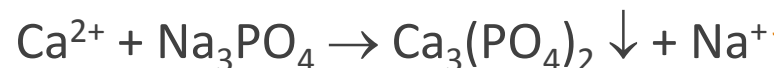


застосовується при
 $\text{Ж}_\text{к} > \text{Ж}_\text{нк}$

барієвий метод – Ba(OH)_2 :



фосфатний метод – Na_3PO_4 :



$\text{Ж}_\text{залишк} = 0,035 \dots 0,07 \text{ мг-екв/дм}^3$

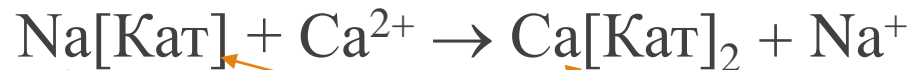
Катіонітове пом'якшення

ґрунтується на використанні речовин (**катіонітів**), здатних обмінювати катіони з власного складу на Ca^{2+} та Mg^{2+} із зовнішнього розчину



Недоліки:

- ✓ значні втрати води;
- ✓ складна утилізація відходів



обмінний іон

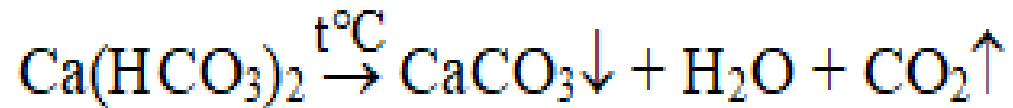
«матриця»
катіоніту

Реалізується фільтруванням крізь зернисті завантаження з катіонообмінними властивостями:

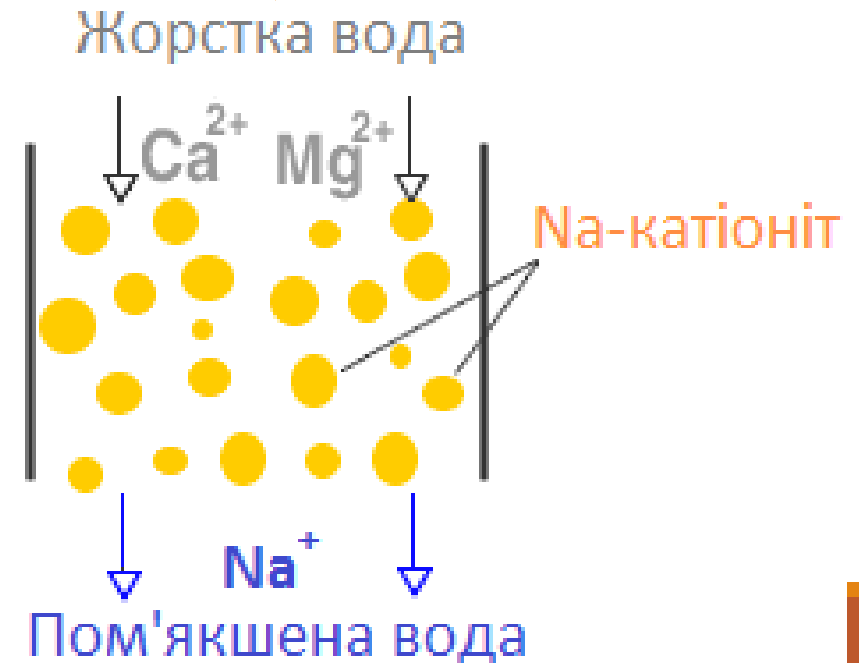
Недоліки:

- ✓ енергоємність;
- ✓ недостатня ефективність

Термічне пом'якшення



ґрунтується на зрушенні вуглекислотної рівноваги в бік утворення осадів карбонатів

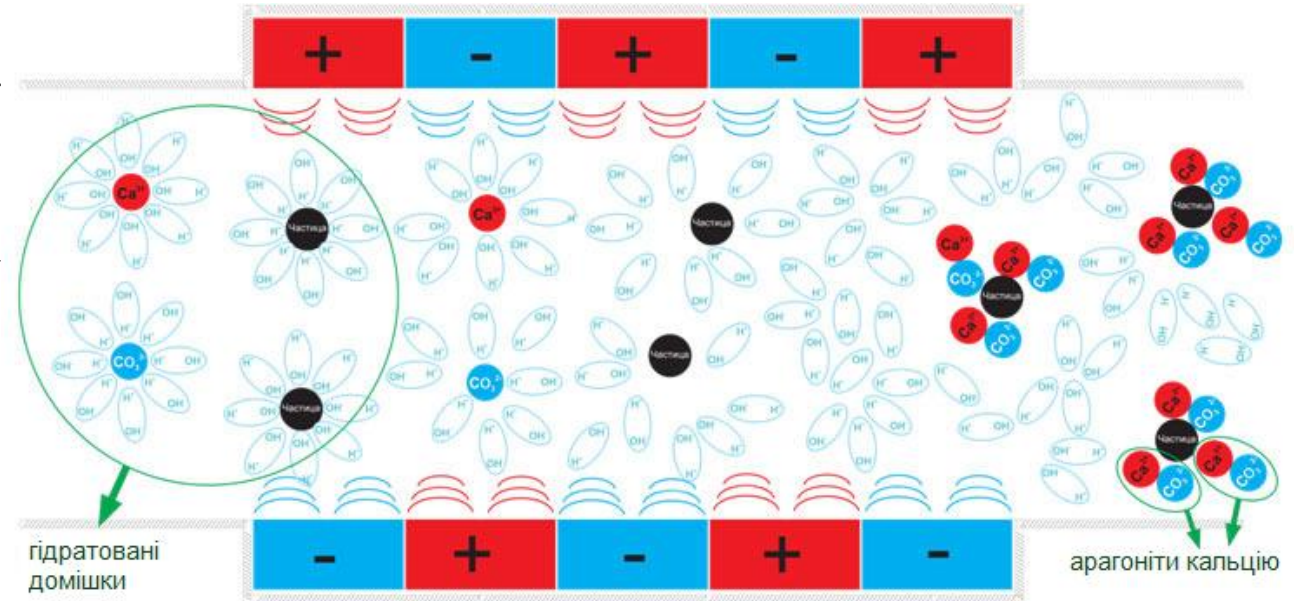


Магнітне пом'якшення

- ґрунтується на явищі переорієнтації заряджених частинок в магнітному полі
- запобігає утворенню накипу – карбонатних відкладень на теплообмінних поверхнях – за рахунок стимулювання кристалізації кальцієвих та магнієвих солей в об'ємі розчину

Недоліки:

- ✓ необхідність видалення шламу;
- ✓ ефективність лише для замкнених контурів



Імпфірування води

- запобігає утворенню накипу за рахунок переведення карбонатної жорсткості у некарбонатну
- здійснюється обробкою сильними кислотами

Недоліки:

- ✓ вартість;
- ✓ корозійна активність



Опріснення та знесолення



Опріснення – видалення із води розчинених мінеральних солей до 1 г/дм^3

Знесолення – вилучення солей до значень, близьких 0

I група – видалення води із розчину

дистиляція

виморожування

зворотній осмос

екстрагування

газогідратний

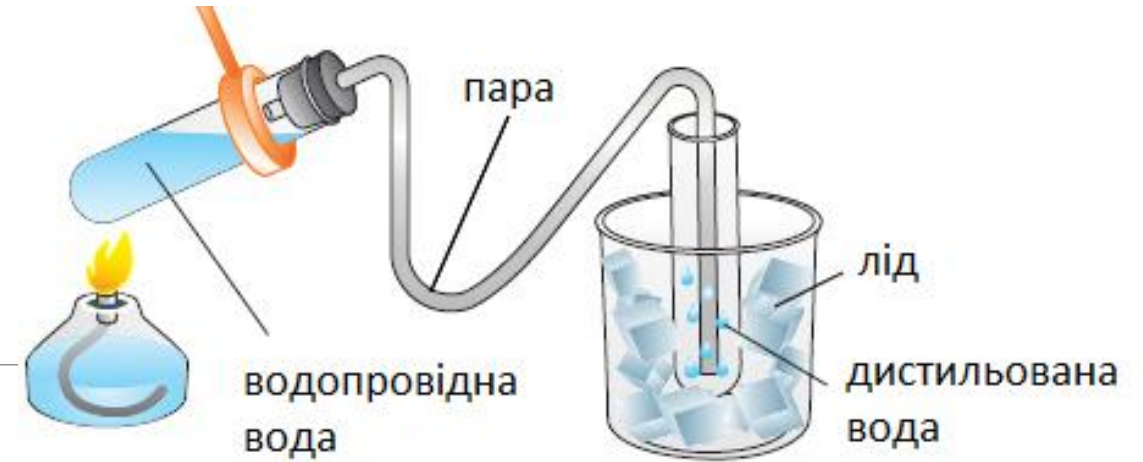
II група – видалення солей із розчину

іонний обмін

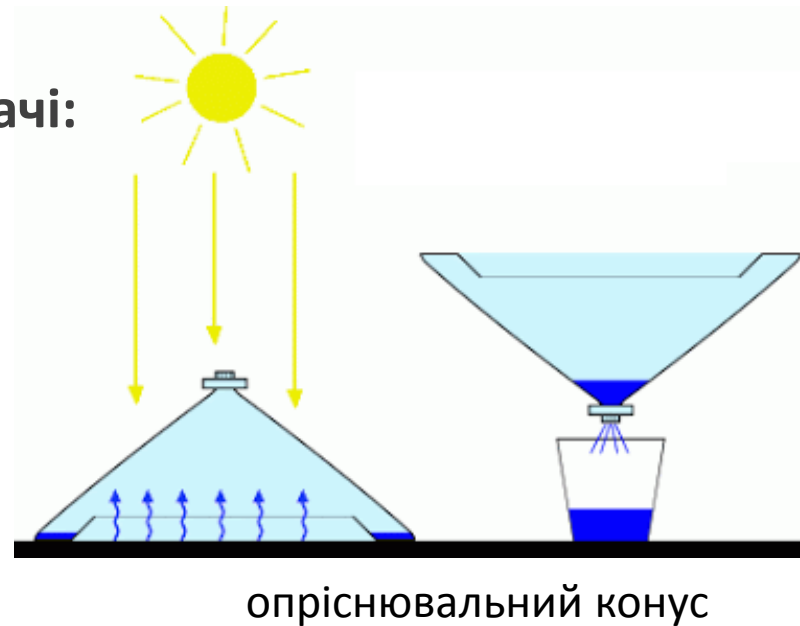
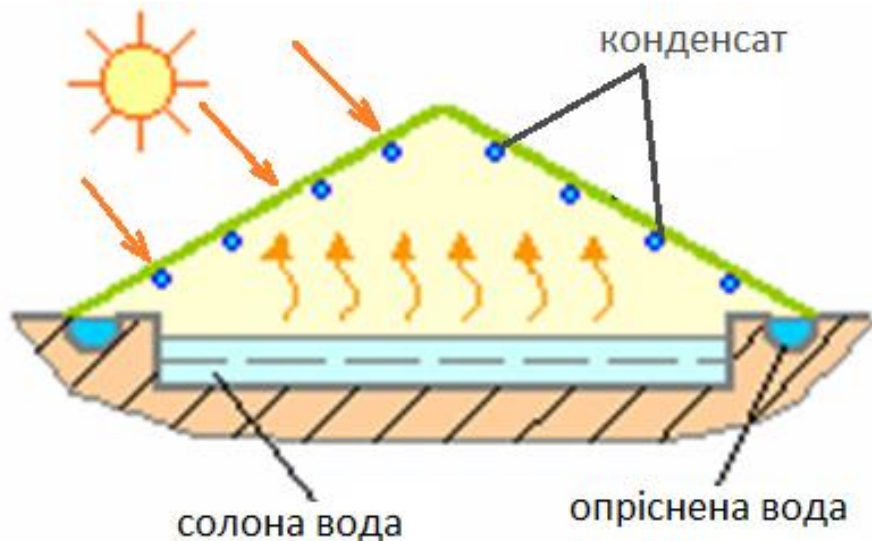
електродіаліз

Дистиляція

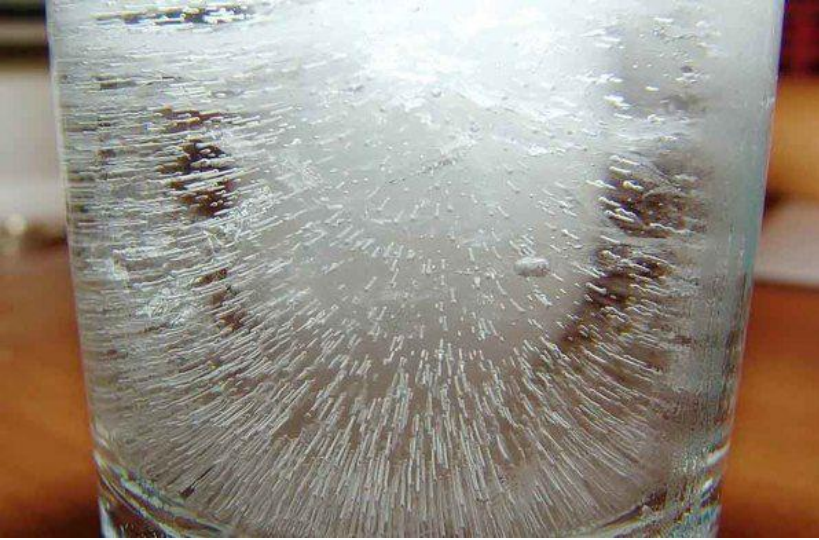
ґрунтується на **випаровуванні** солоної води з подальшою конденсацією дистиляту



Використання сонячної енергії для дистиляції води – **сонячні опріснювачі**:



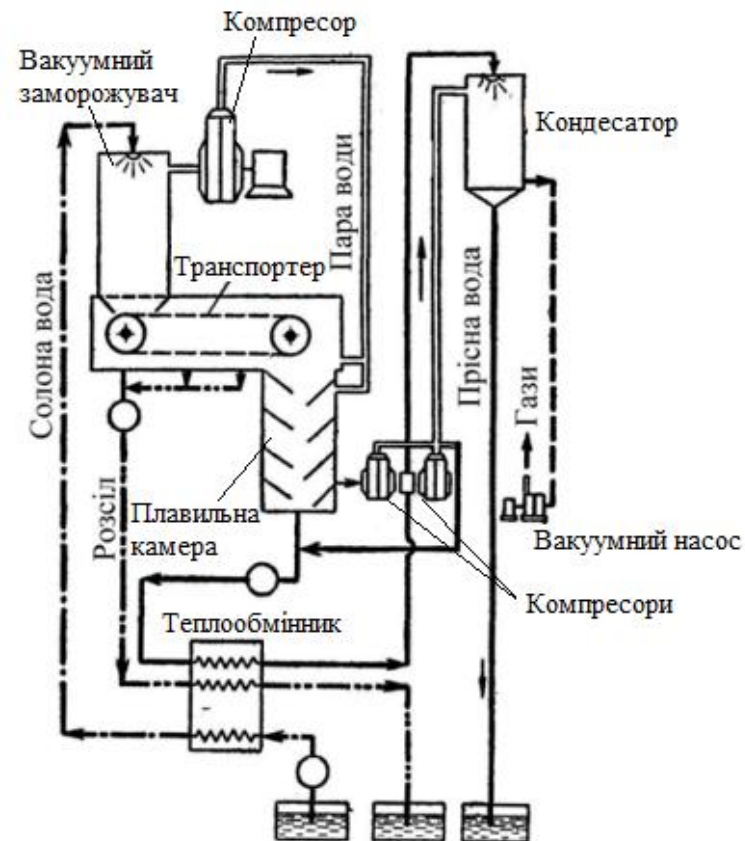
лабораторний дистилятор



Виморожування

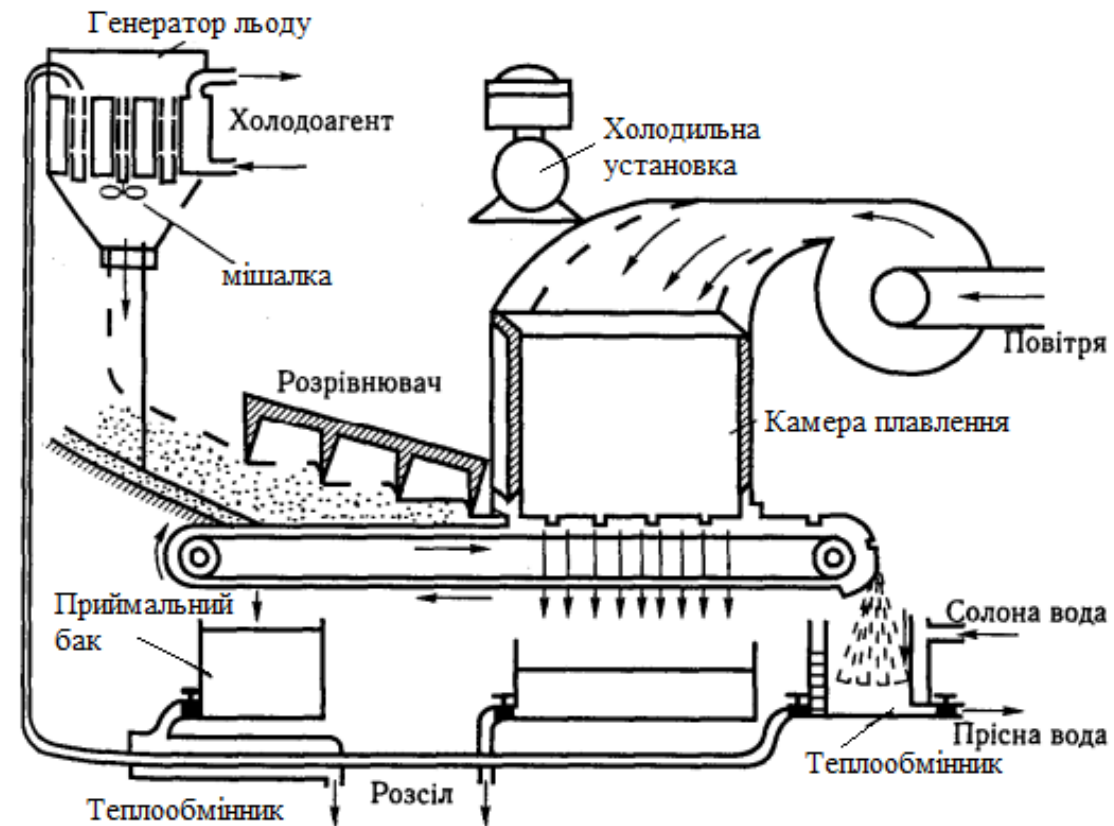
ґрунтується на різниці температур замерзання чистої води та розчину

при заморожуванні солоної води **спочатку замерзає чиста вода**, потім (при подальшому охолодженні) розсіл; при розморожуванні **спочатку плавиться розсіл**, кристали чистої води відділяють, відмивають від розсолу та розморожують окремо



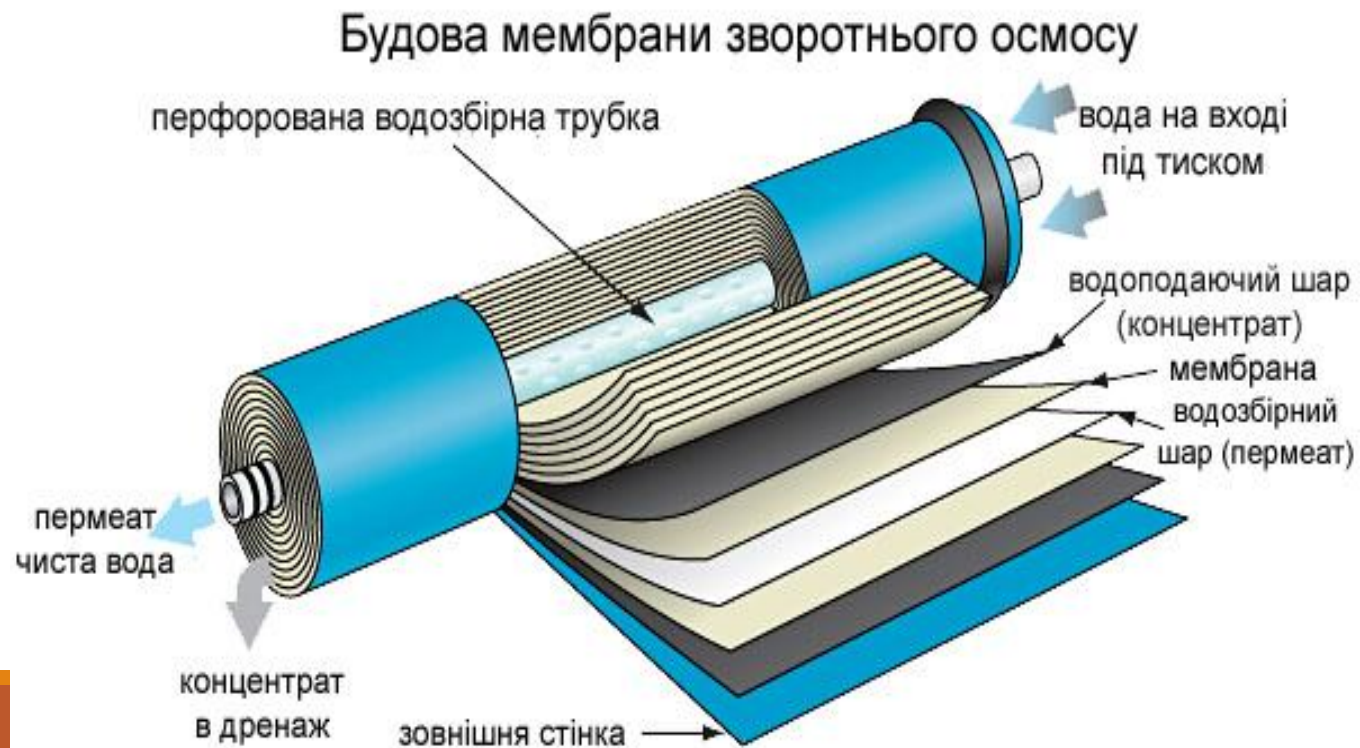
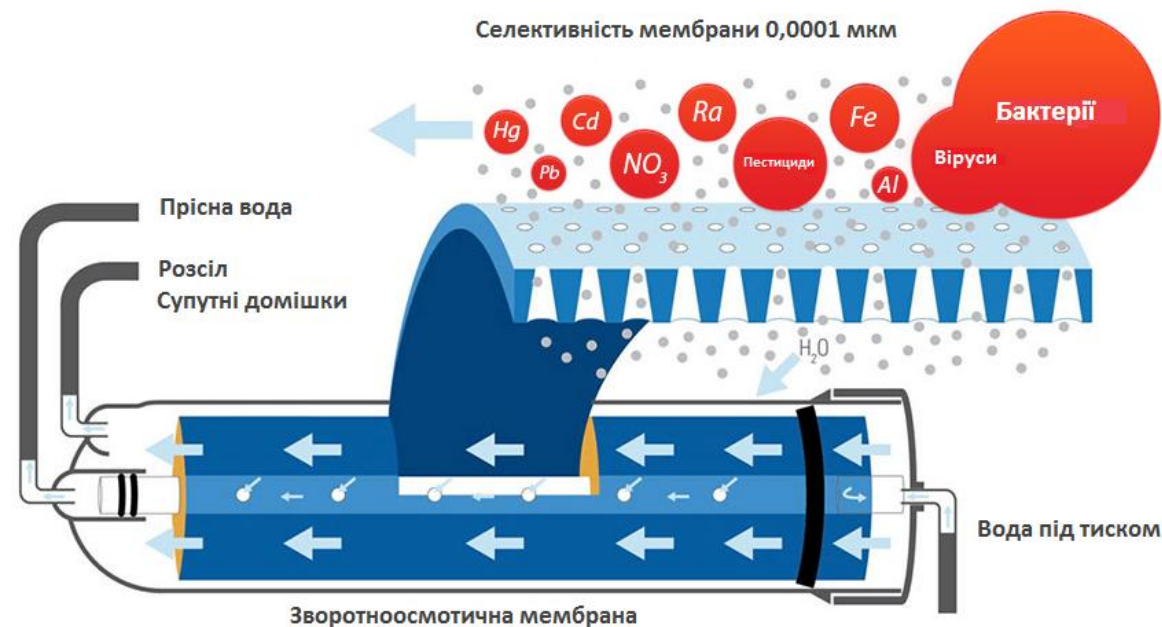
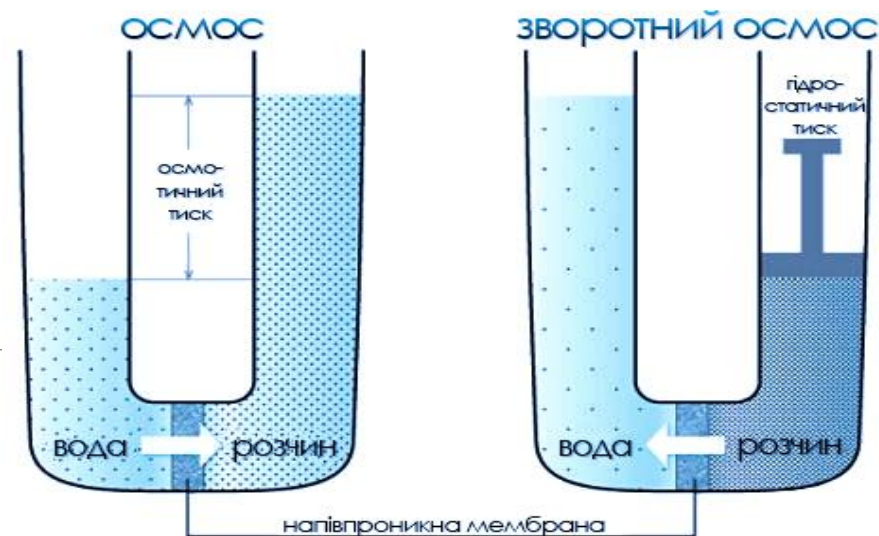
Виморожувальна установка з охолодженням крізь теплообмінну стінку

Виморожування при випаровуванні в умовах глибокого вакууму



Зворотний осмос

реалізується **фільтруванням** солоної води крізь **мембрани**, що пропускають молекули води, але затримують іони солей



Екстрагування

ґрунтується на **різній розчинності** води і солей у третій речовині – **екстрагенті**

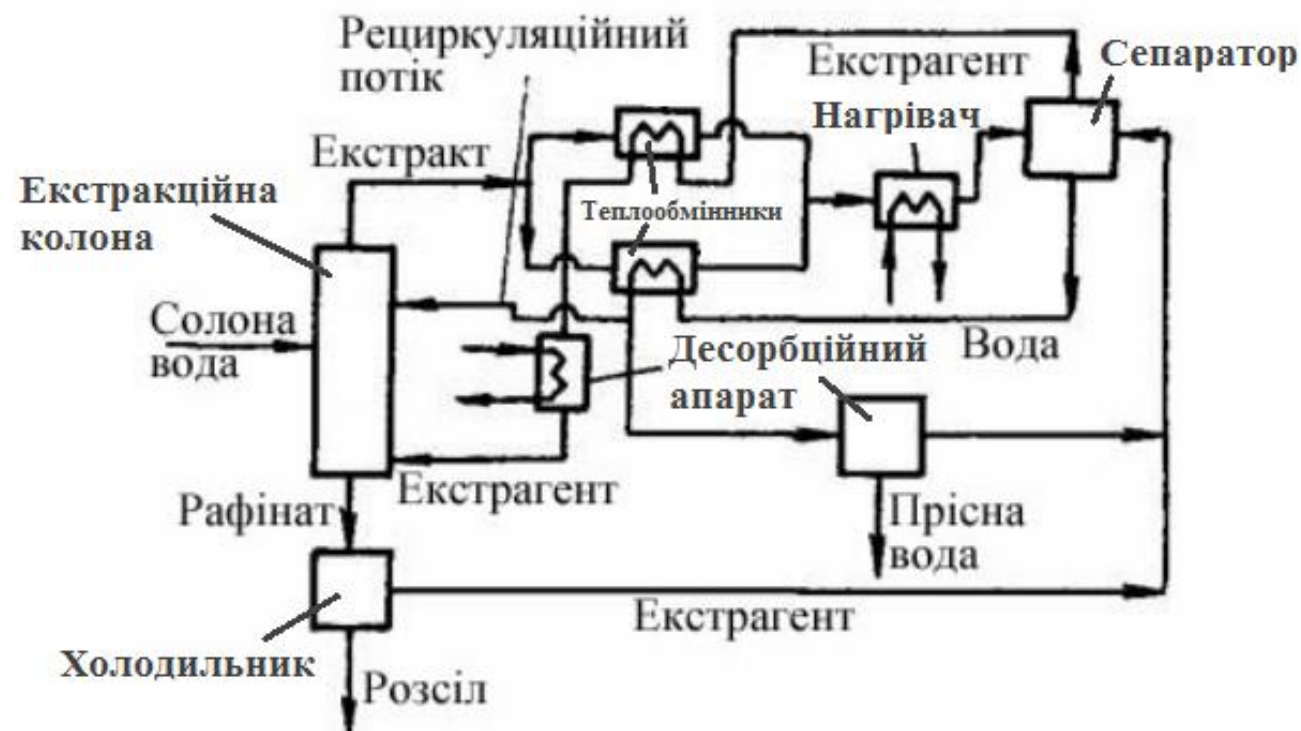


Етапи екстрагування:

- **екстракція** – змішування солоної води і екстрагенту з подальшим *розділенням водної і органічної фаз*;
- **сепарація** – відділення екстрагованої води і розсолу від розчинника попереднім розшаруванням при *зміні температури* екстракту і рафінату;
- **десорбція** – розділення залишків розчинника й опрісненої води і розсолу (спосіб десорбції залежить від властивостей використовуваного екстрагента)

Екстракт – насичений розчин води в екстрагенті
Рафінат – насичений розчин екстрагенту в розсолі

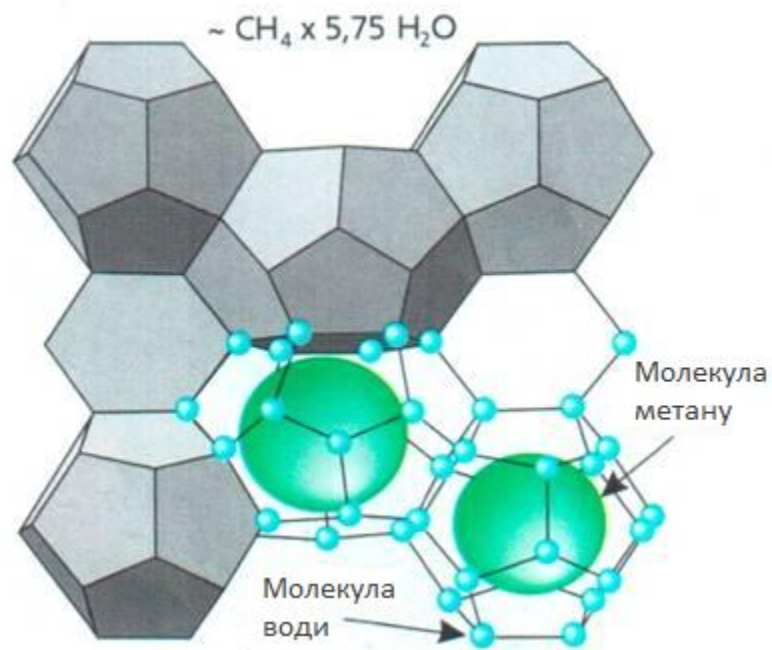
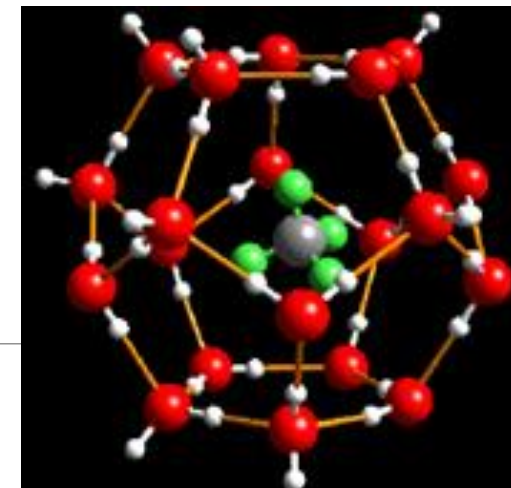
триетиламін,
діетилметиламін,
діпропиламін і інші рідкі,
тверді й газоподібні
розчинники



Газогідратний

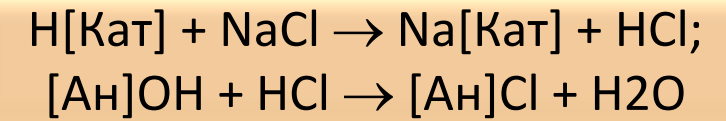
ґрунтується на здатності деяких газів за певних температури та тиску формувати з водою тверду фазу у вигляді **газогідратів** $G \cdot xH_2O$

Гідрати газів:
 $CH_4 \cdot 7H_2O$
 $C_2H_6 \cdot 8H_2O$
 $C_3H_8 \cdot 18H_2O$



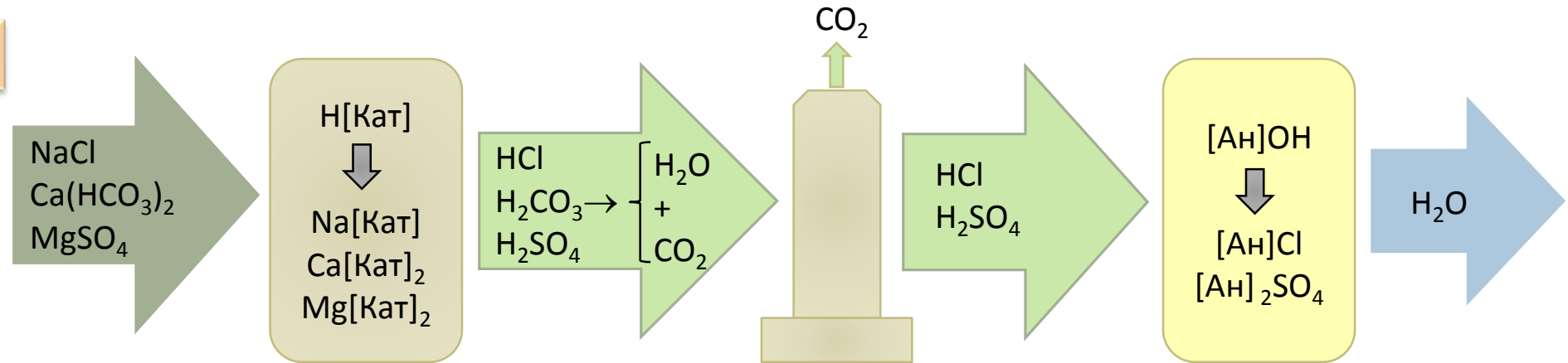
Іонний обмін

ґрунтується здатності **іонітів** обмінювати іони із власного складу на іони із зовнішнього розчину

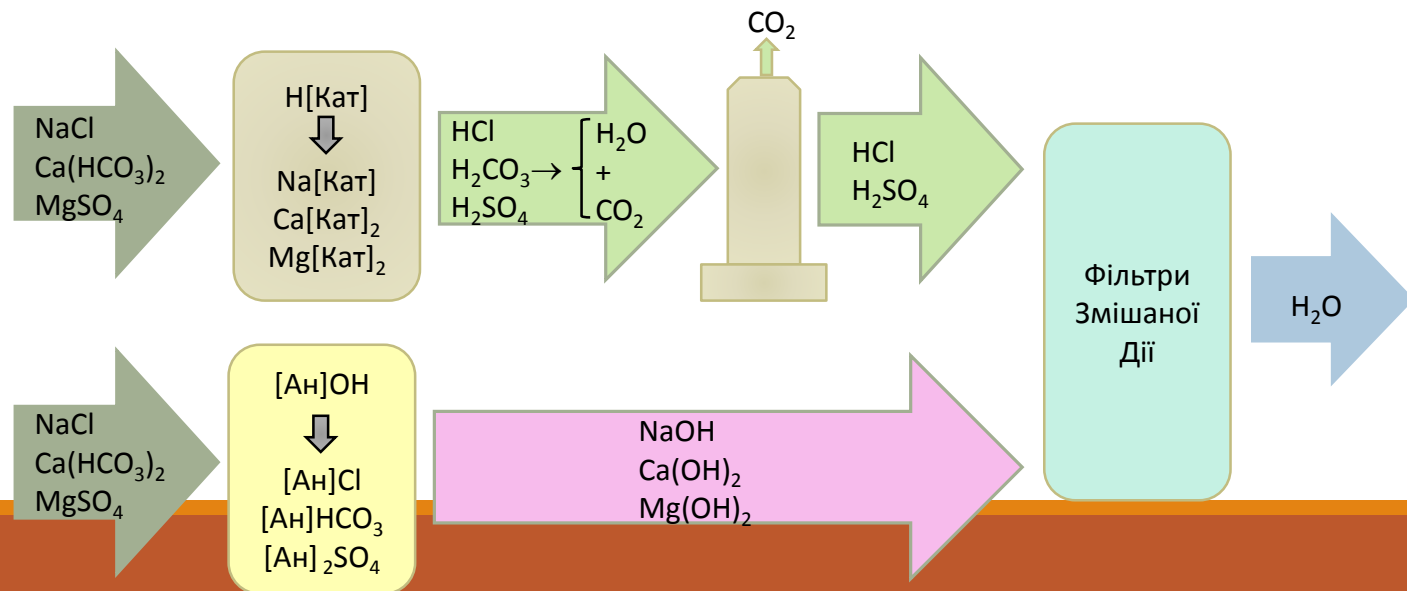


Технологічні схеми:

послідовна

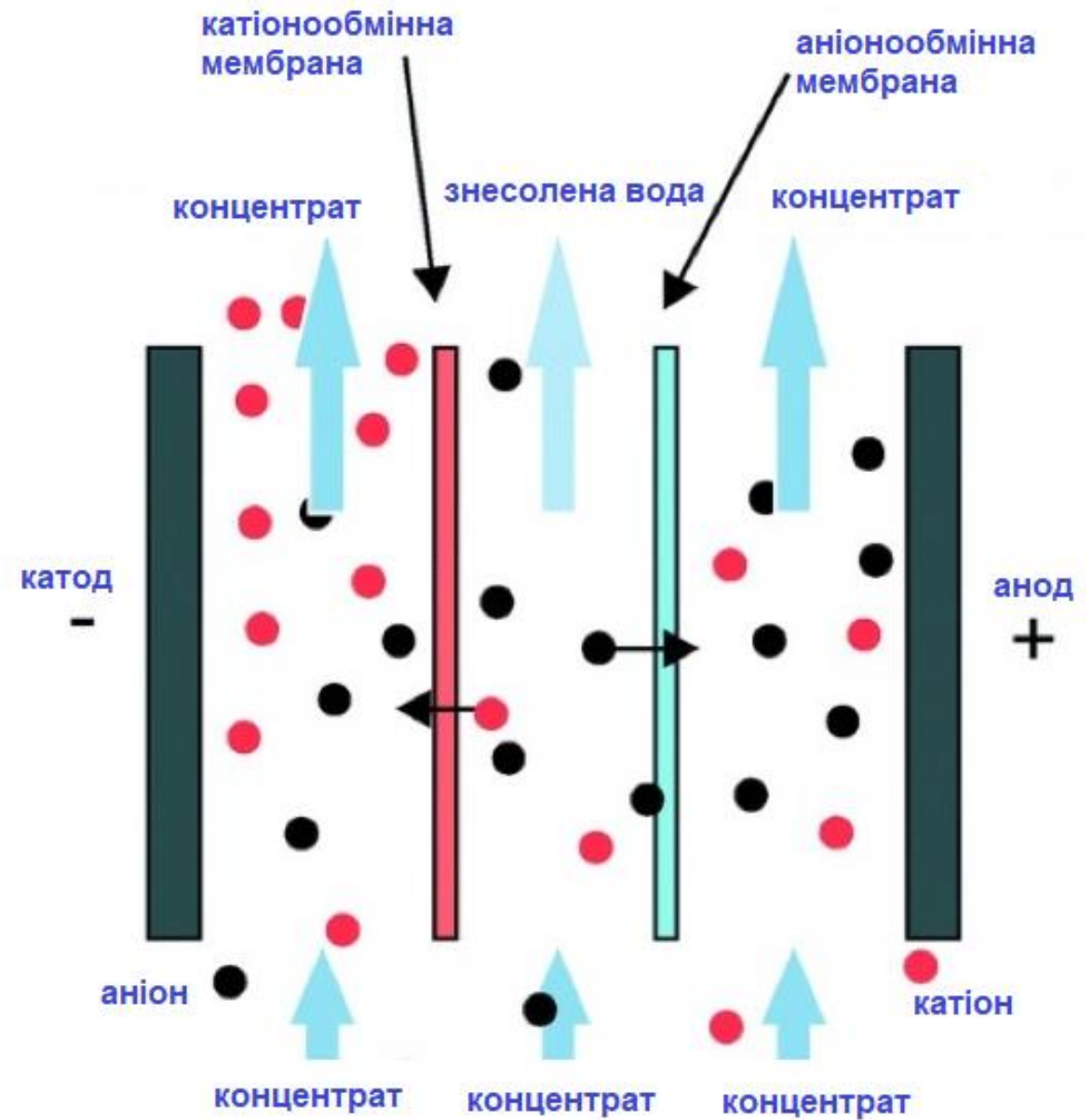


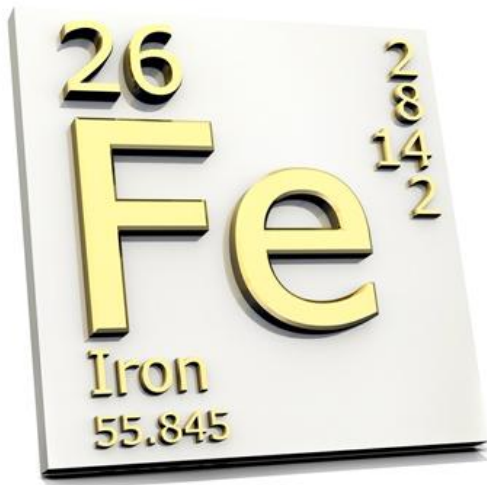
паралельна



Електродіаліз

ґрунтується на спрямованому **переміщенні іонів** солей в електричному полі





Знезалізнення води

Форма заліза у воді залежить від її походження:

Fe^{2+}
розчин



суспензія



Fe^{3+}
осад



підземна вода

поверхнева вода

Методи знезалізнення **підземних вод**:

- аерування з подальшим фільтруванням;
- окиснення з фільтруванням;
- фільтрування води крізь каталітичні завантаження;
- катіонування;
- електромагнітна обробка;
- мембранні методи

Методи знезалізнення **поверхневих вод**:

- вапнування;
- коагулювання.

Знезалізнення води

Коментар:

Іонне залізо (розчинене в підземній воді) видаляється:

- ✓ або переведенням у **нерозчинну** форму
- ✓ або безпосередньо у **іонному** вигляді

Колоїдне залізо (характерне для поверхневої воді) видаляється в процесі підготовки природних вод.

- ✓ **Підвищення рН** до 10, 3 призводить до прискореного гідролізу сполук заліза з утворенням осаду $\text{Fe}(\text{OH})_3$
- ✓ Оскільки колоїди являють собою частинки гідроксидів заліза, вони ефективно включаються в процес коагулювання **залізними коагулянтами.**

Методи знезалізнення **підземних вод**:

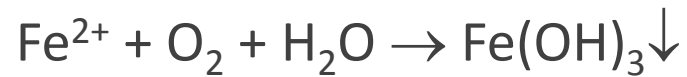
- аерування з подальшим фільтруванням;
- окиснення з фільтруванням;
- фільтрування води крізь каталітичні завантаження;
- катіонування;
- електромагнітна обробка;
- мембранні методи

Методи знезалізнення **поверхневих вод**:

- вапнування;
- коагулювання.

Аерування з подальшим фільтруванням

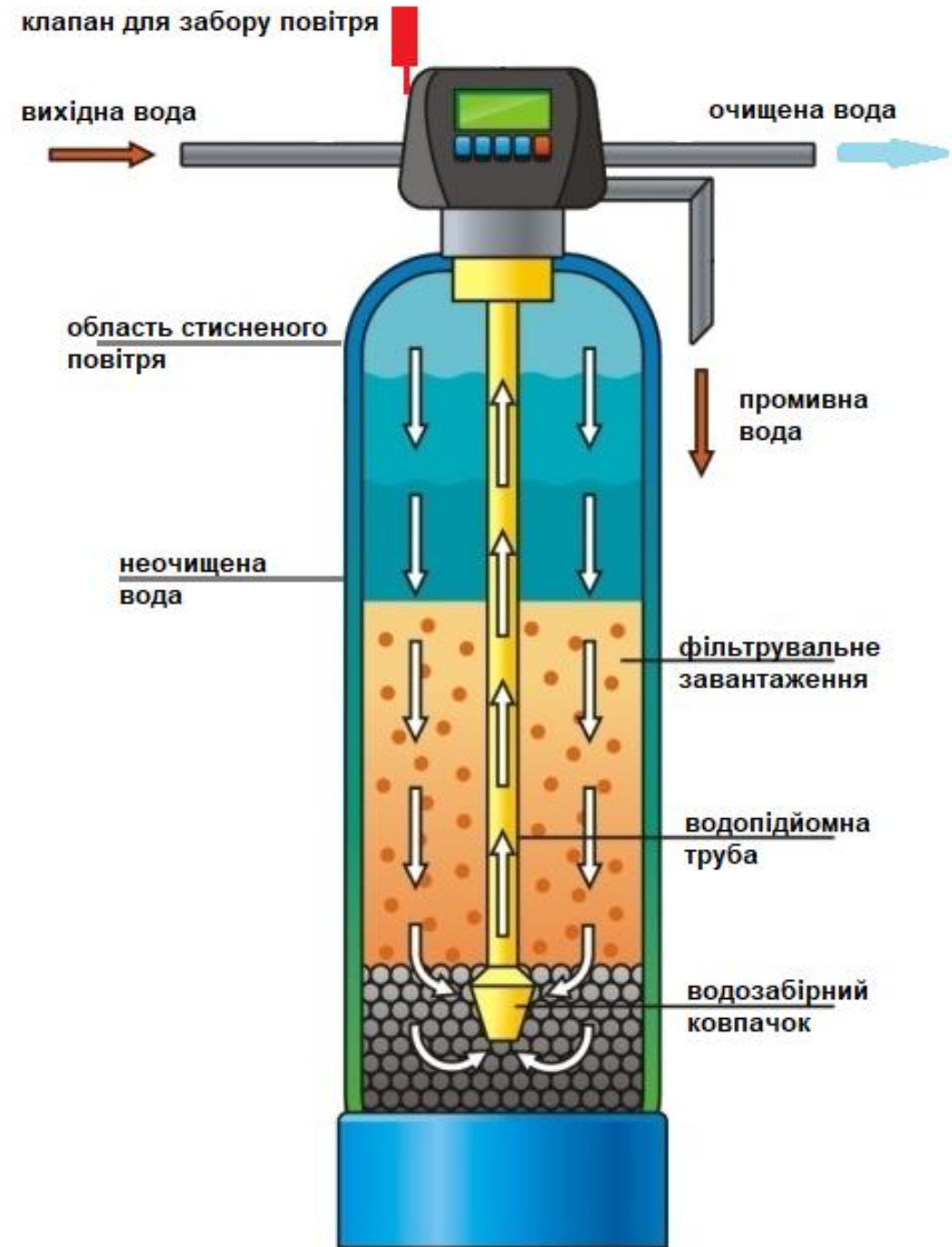
Аерування забезпечує насичення води молекулярним киснем, вилучення вуглекислоти



Ефективність процесу забезпечується **каталітичною плівкою** сполук заліза, що формується на поверхні зерен завантаження

Окиснення з фільтруванням

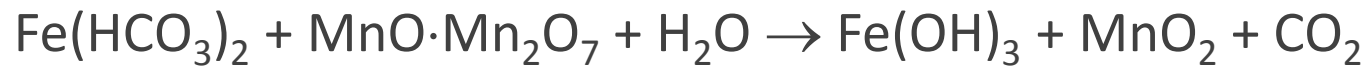
Здійснюється попередньою обробкою води Cl_2 , O_3 , KMnO_4 тощо



Катіонування – обробка на катіонітових фільтрах при одночасному пом'якшенні

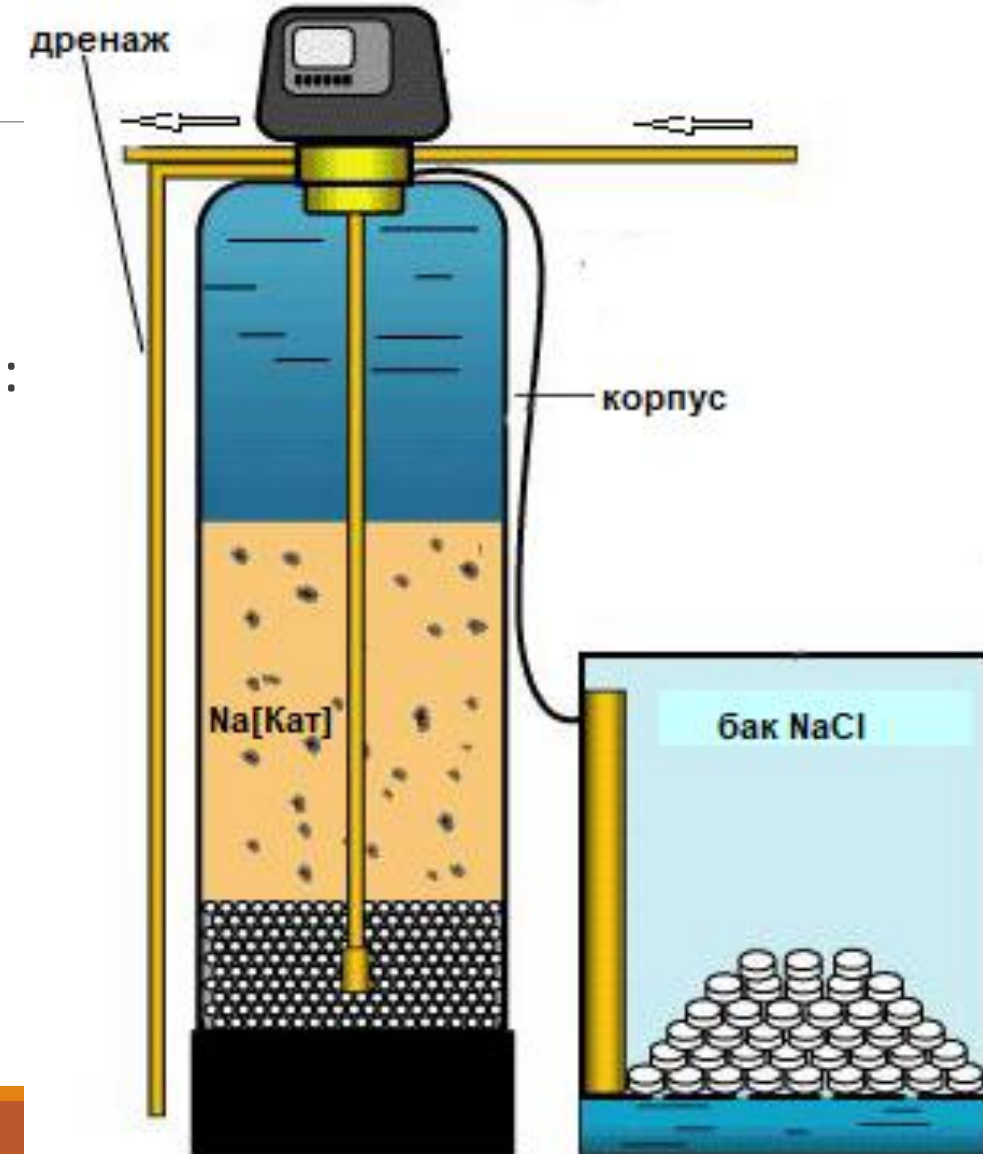


Каталітичні завантаження являють собою інертну основу, оброблену KMnO_4 «чорний пісок», або піролюзит – на поверхні зерен присутні оксиди Mn:

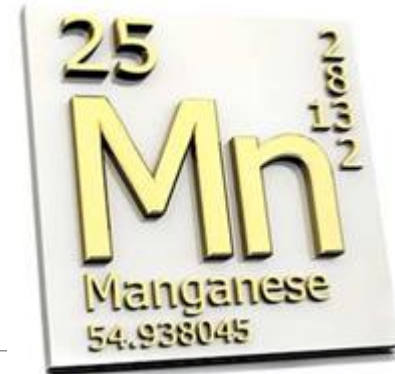


Електромагнітне незалізнєння з застосуванням феромагнітних частинок.

Розчинені частинки заліза притягуються у магнітному полі і утворюють досить великі агломерати, які затримуються у фільтрувальному завантаженні.



Деманганування



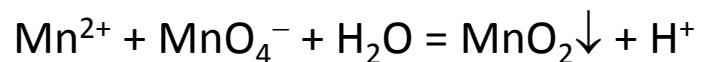
У воді марганець присутній у вигляді іонів Mn^{2+} .

Методи видалення марганцю ґрунтуються на окисненні Mn^{2+} до Mn^{3+} і Mn^{4+} з утворенням гідроксидів, розчинність яких при $pH > 7$ менше $0,01 \text{ мг/дм}^3$.

Вилучення Mn включає наступні **процеси**:

- ✓ підвищення pH та/або обробка сильними окисниками
- ✓ відфільтровування нерозчинних сполук марганцю

Методи деманганації:



- обробка перманганатом калію з подальшим фільтруванням

- аерування з підлогуванням

«Чорний пісок» або піролюзит

- фільтрування крізь каталітичні завантаження

- коагулювання з підлогуванням

Cl_2, O_3

- обробка сильними окисниками з подальшим фільтруванням

- біохімічне видалення