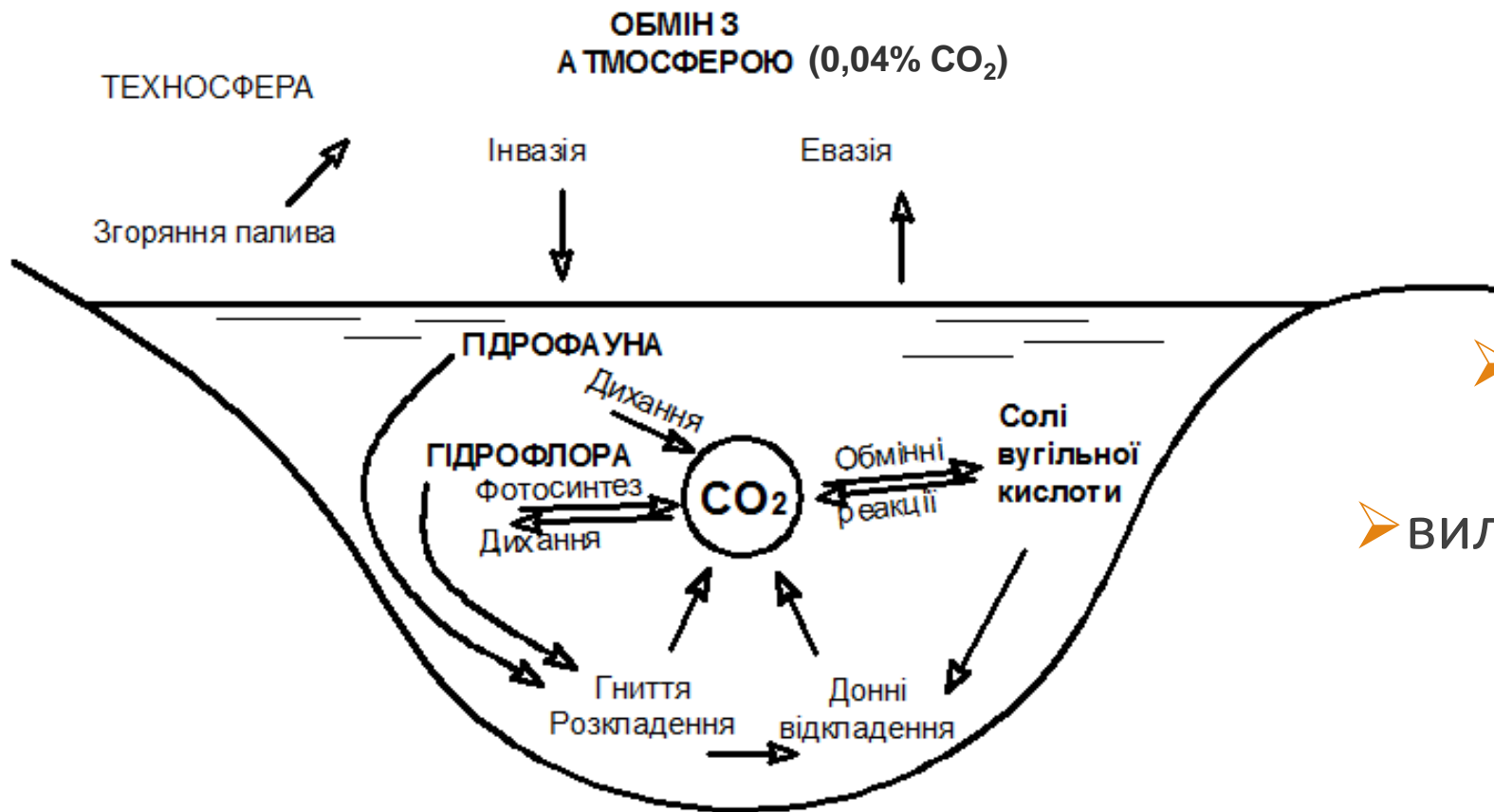


Стабільність води



ВУГЛЕКИСЛОТА В ПРИРОДНИХ ВОДАХ
СТАБІЛЬНІСТЬ, ОЦІНКА СТАБІЛЬНОСТІ
КОРОЗІЯ МЕТАЛІВ ТА БЕТОНУ

Вуглекислота в природних водах



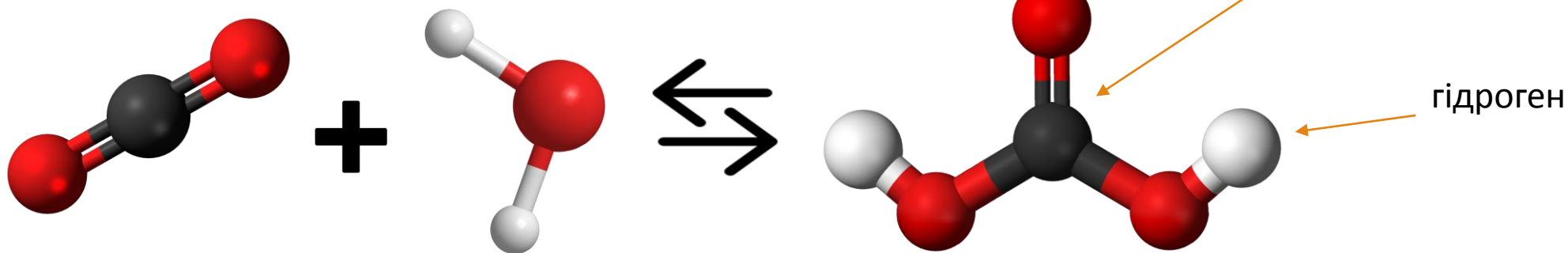
Вміст у воді обумовлений:

- балансом інвазії/евазії;
- життєдіяльністю гідробіонтів (дихання/фотосинтез);
- вилуговуванням із гірських порід
- розкладанням органіки

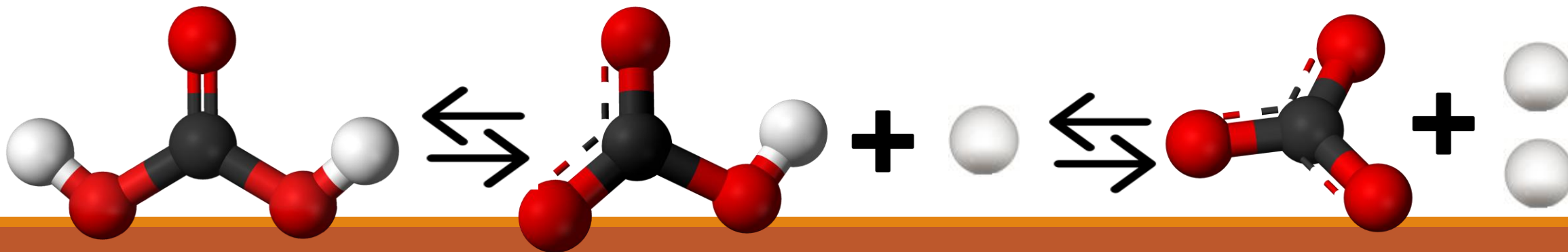
Вуглекислота в природних водах

Перетворення

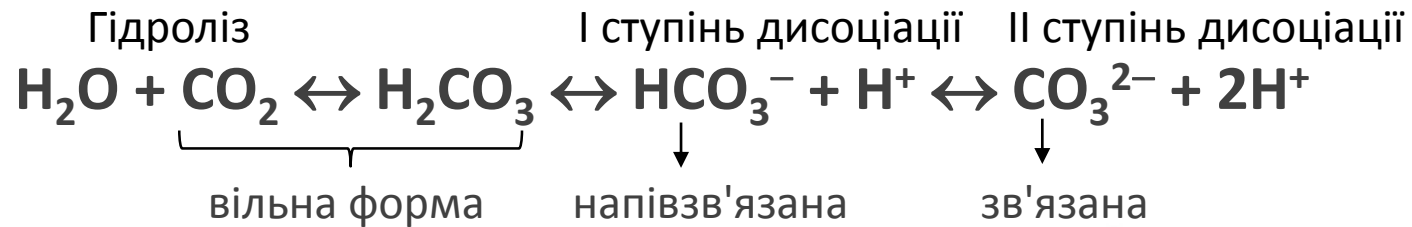
гідроліз: $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$



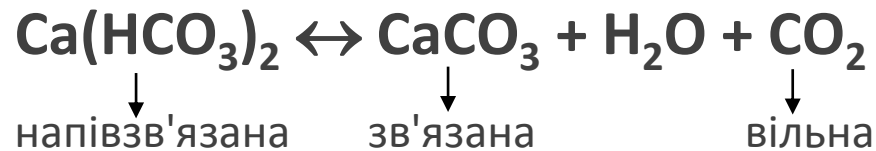
двоступенева дисоціація: $\text{H}_2\text{CO}_3 \xrightleftharpoons{\text{I ступінь}} \text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \xrightleftharpoons{\text{II ступінь}} \text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+$



Вуглекислотна рівновага зв'язує різні форми вуглекислоти:



В присутності кальцію:



Стан рівноваги та форма вуглекислоти залежать від pH



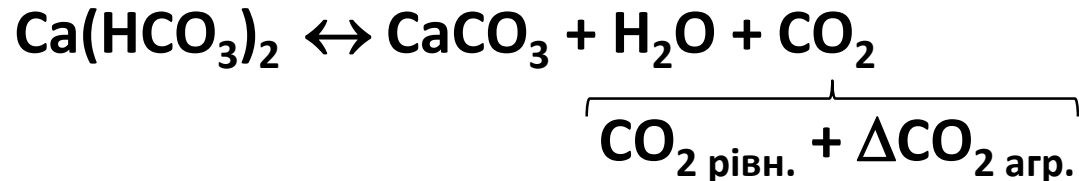
Стабільність води

Якщо в воді підтримується динамічна вуглекислотна рівновага, вода вважається **стабільною**.



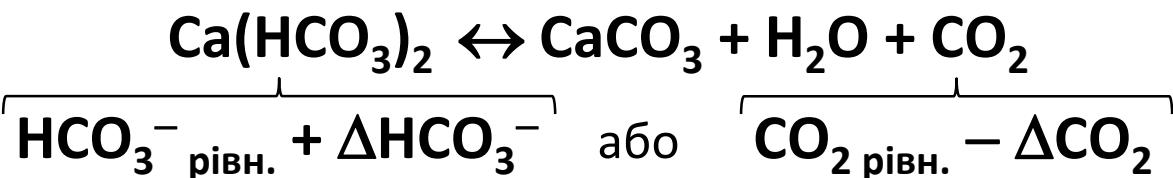
Стабільна вода не змінює своїх властивостей при контакті з металевими та бетонними поверхнями.

Порушення стабільності:



Надлишок вуглекислоти над її рівноважною концентрацією $\Delta\text{CO}_2 \text{ агр.}$ призводить до **агресивності** води.

↓
проявляється у
корозійній активності
щодо бетону



Нестача вуглекислоти для встановлення рівноваги (або надлишок лужності води ΔHCO_3^-) призводить до схильності води до спонтанного утворення **карбонатних відкладень**.

→ небезпечна
утворенням **накипу**

Оцінювання стабільності води

Індекс Ланжельє

$$I_L = \text{pH}_0 - \text{pH}_S$$

де pH_0 – pH проби води;
 pH_S – pH тієї ж води,
 насиченої CaCO_3

Показник стабільності

$$C_{\text{ст}} = \frac{L_0}{L_{\text{нас}}}$$

де L_0 – лужність проби води;
 $L_{\text{нас}}$ – лужність тієї ж води,
 насиченої CaCO_3

Індекс Різнера

$$I_R = 2\text{pH}_S - \text{pH}_0$$

де pH_0 – pH проби води;
 pH_S – pH тієї ж води,
 насиченої CaCO_3

Індекс Ланжельє	Характеристика води по відношенню до бетону
< 0	Агресивна
0	Стабільна
> 0	Схильна до відкладень карбонатів

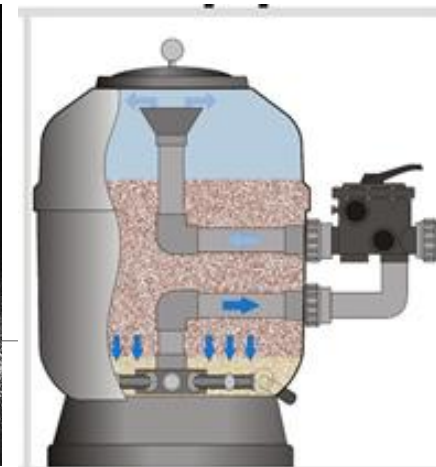
Показник стабільності	Характеристика води по відношенню до бетону
< 1	Агресивна
1	Стабільна
> 1	Схильна до відкладень карбонатів

Індекс Різнера	Характеристика води по відношенню до металу
4...5	Інтенсивні карбонатні відкладення
5...6	Слабкі карбонатні відкладення
6...7	Близька до рівноваги
7...7,5	Слабка корозія
7,8...8,5	Інтенсивна корозія
>8,5	Недопустима корозія

Стабілізація води

Методи стабілізації води
залежать від причини порушення стабільності:

- при агресивності води слід усунути зайву вуглекислоту, або збільшити лужність води
- при схильності до відкладень слід збільшити вміст CO_2 до рівноважного значення, або нейтралізувати зайву лужність води



Усунення агресивності

- аерування води
- фільтрування через карбонатні породи
- обробка вапном, содою тощо

Усунення схильності до відкладень

- барботування вуглекислотою
- насичення очищеними димовими газами
- обробка сильними кислотами

Вид нестабільності

агресивність

Причина нестабільності

надлишок
вуглекислоти

Методи стабілізації

- аерування води;
- фільтрування через карбонатні породи;
- обробка вапном, содою тощо



Вид нестабільності

схильність до
спонтанних
відкладень
карбонатів Ca

Причина нестабільності

нестача
вуглекислоти
або надлишок
лужності

Методи стабілізації

- барботування вуглекислотою;
- насичення димовими газами;
- обробка сильними кислотами

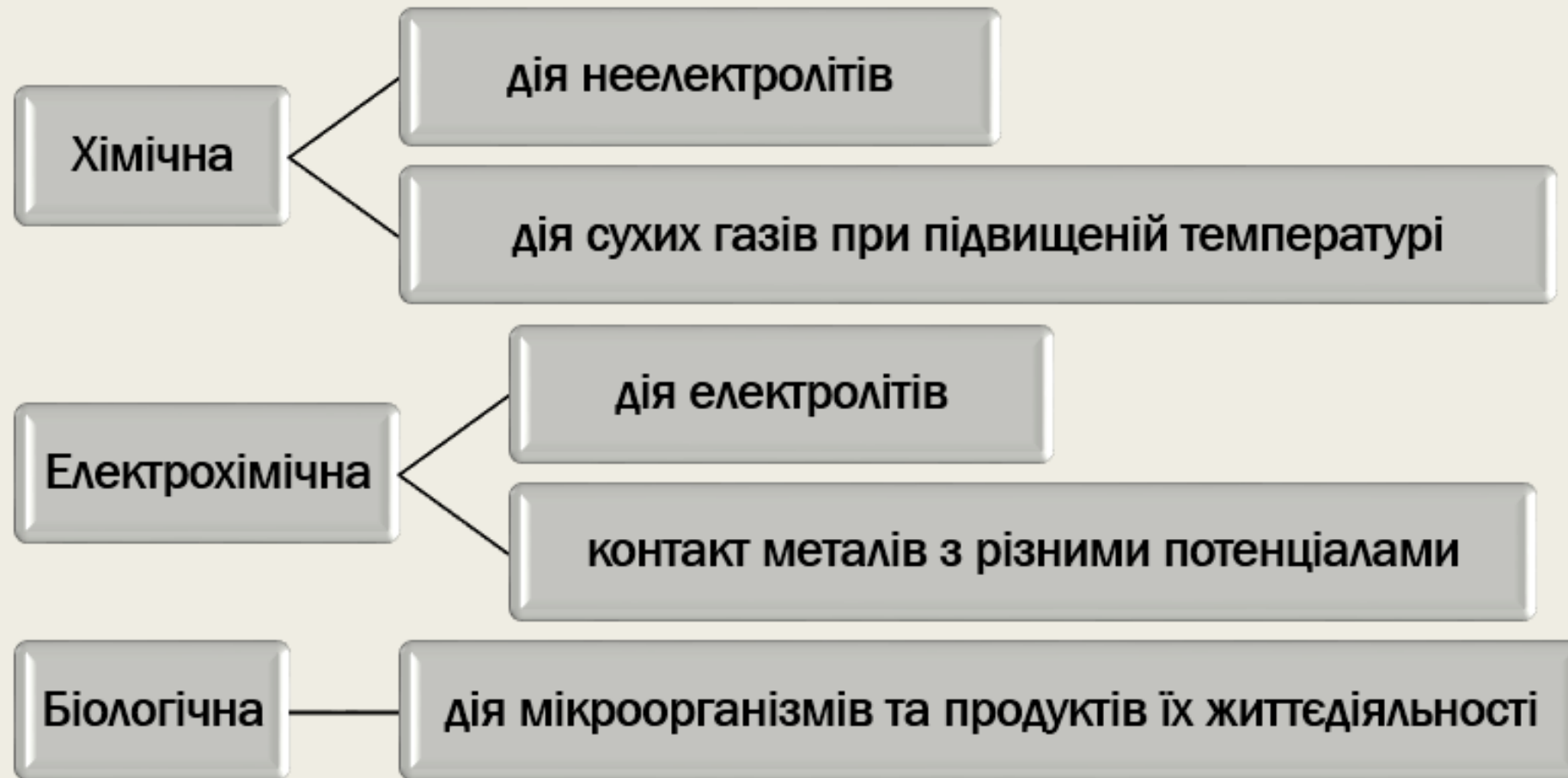


Корозія металів:

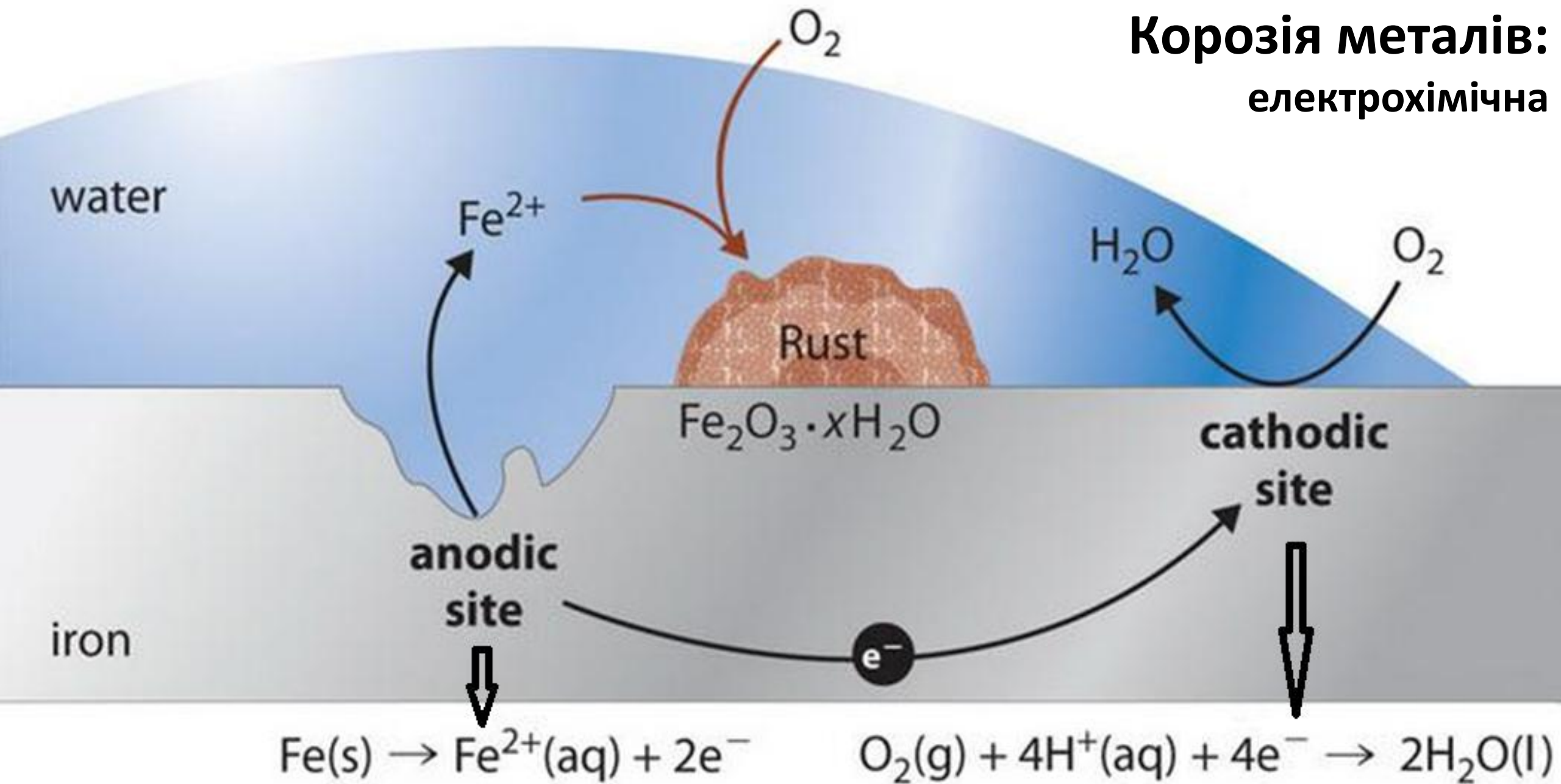
самочинне руйнування металів і сплавів
внаслідок взаємодії з факторами
навколишнього середовища

Фактори впливу:

- контакт металів з різними потенціалами
- наявність домішок у металі
- нерівність поверхні, мікротріщинки
- pH
- іонний склад домішок води
- температура
- розчинені гази
- живі істоти



Корозія металів: електрохімічна



Корозія металів



Захист металів від корозії

Вплив на метал

Легування

Обробка поверхні

Захисні покриття

Електрохімічний захист

Модифікація середовища

Рациональне конструювання

Штучні середовища

Інгібітори корозії

Комбіновані методи

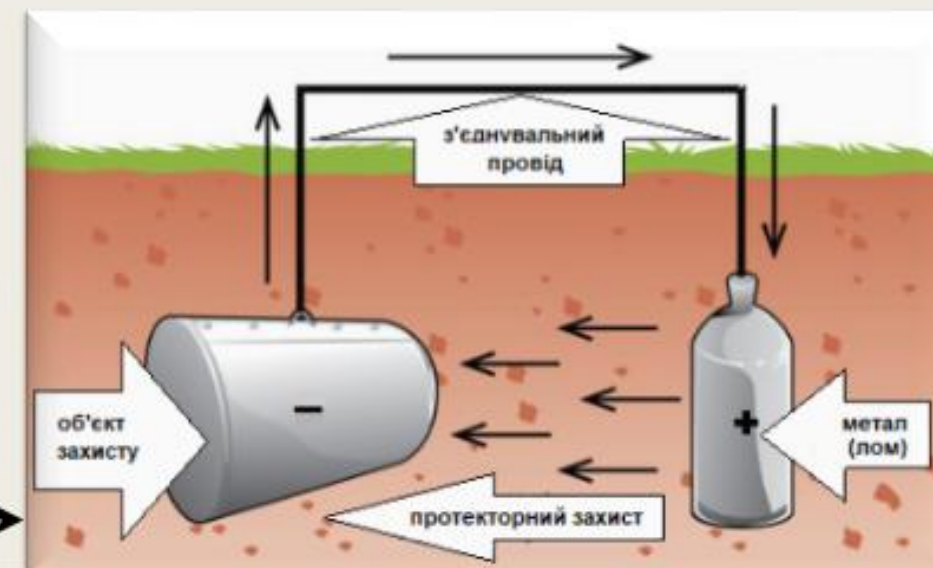
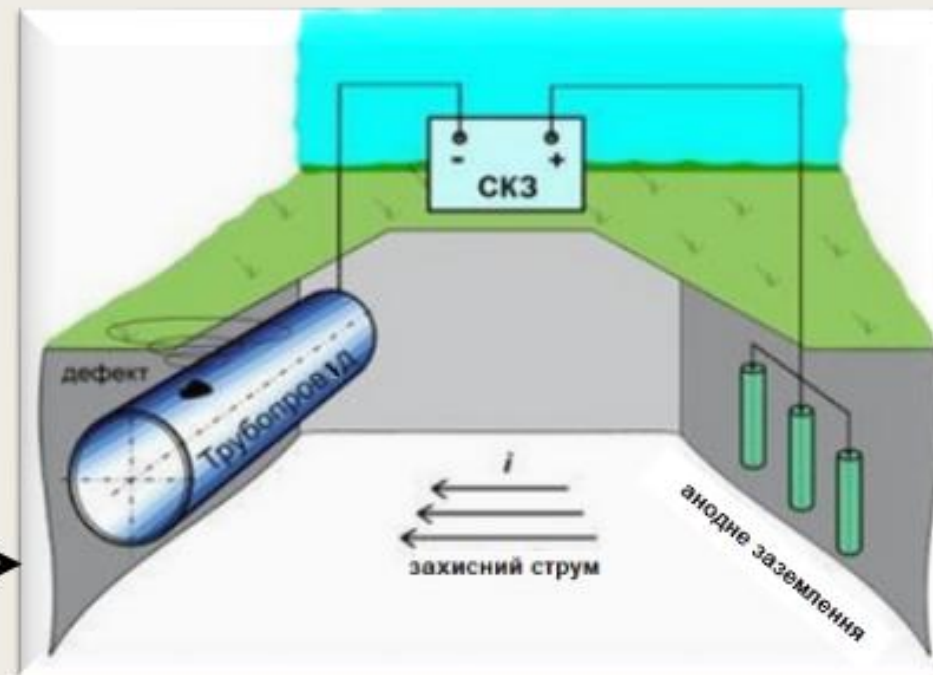
Комплексний вплив на метал

Комплексний вплив на середовище

Комплексний вплив на метал і середовище

Катодний захист

Протекторний захист

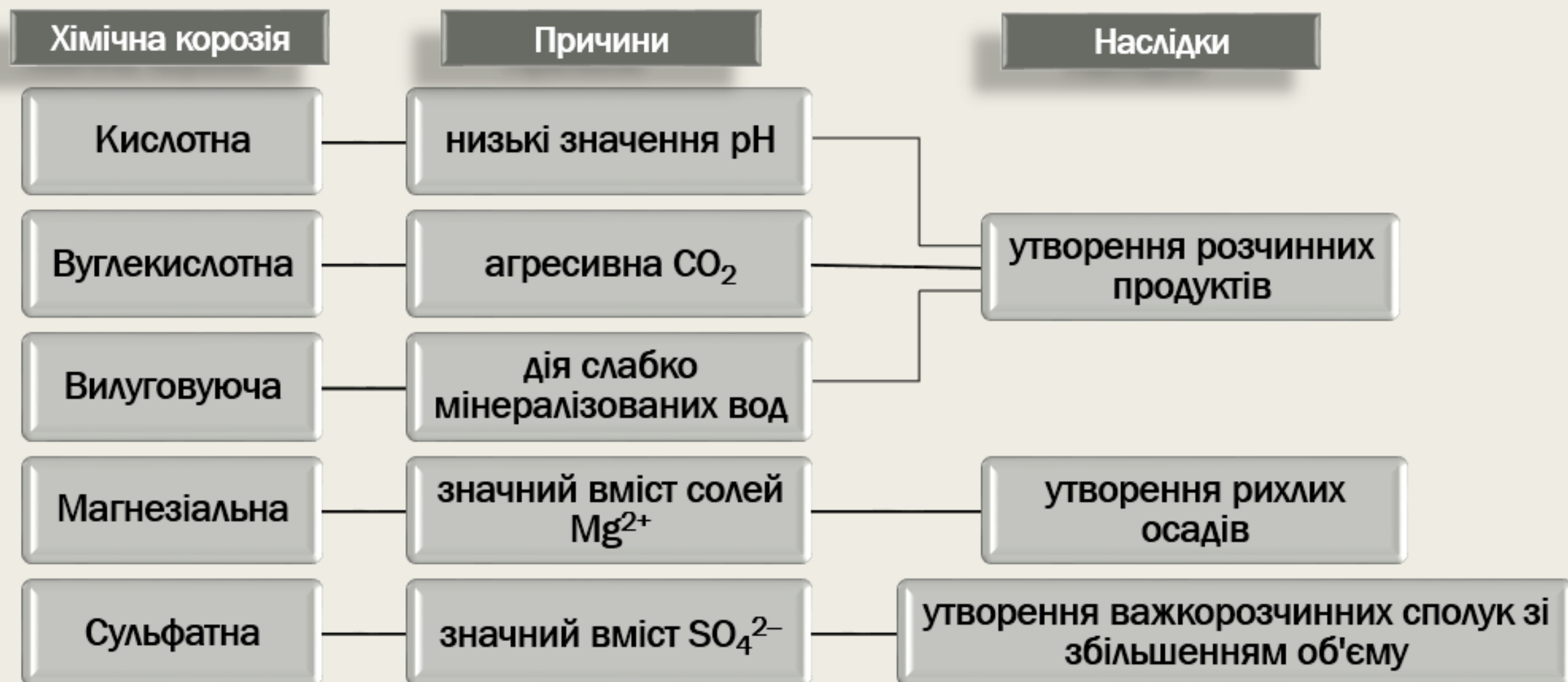


Корозія бетону:

руйнування структури під впливом рідких, газоподібних, пилоподібних факторів навколишнього середовища та внаслідок діяльності живих організмів

Фактори впливу:

- хімічні фактори;
- фізико-хімічні впливи;
 - механічна дія;
 - живі організми



Корозія бетону

Вуглекислотна корозія

Агресивна вуглекислота розчинює карбонати кальцію в складі бетону



Корозія бетону

Магnezіальна корозія

Mg^{2+} витискує Ca^{2+} із сполук в складі бетону та гідролізує з утворенням $Mg(OH)_2$



Кислотна корозія

Спричинюють кислоти:
соляна; сірчана; азотна;
молочна; оцтова тощо



Корозія бетону

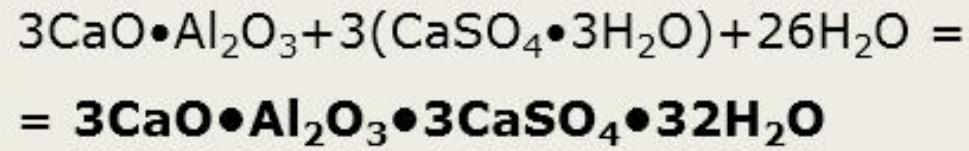
Корозія внаслідок вилугування

Поширена у підземних та гідротехнічних спорудах, що піддаються тривалому впливу прісних вод

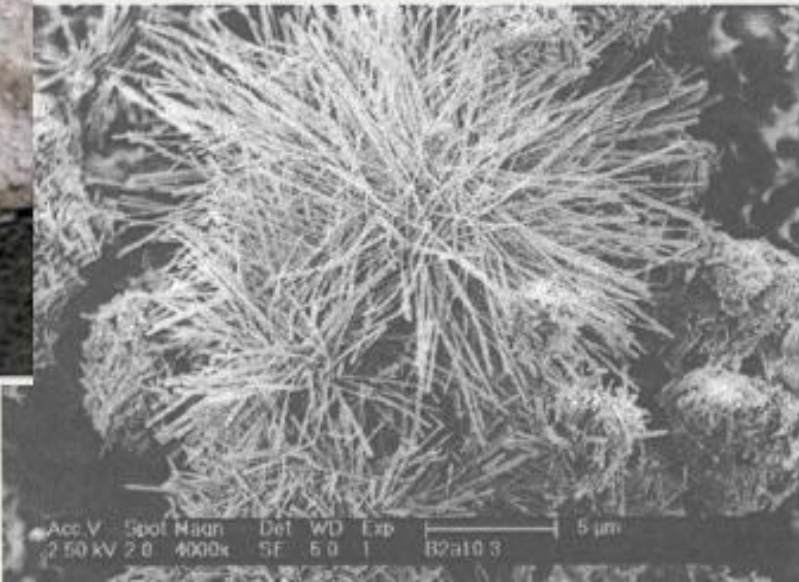


Корозія бетону

Сульфатна корозія



Гідросульфоалюмінат кальцію – т. зв. «цементна бацила» - речовина, що має збільшений у 2-3 рази об'єм порівняно з алюмінатом кальцію. Призводить до розтріскування бетону.



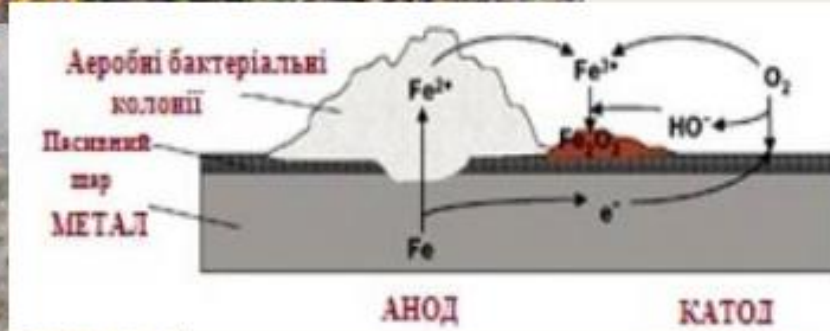
Корозія бетону

Біокорозія

Грибки, водорості,
лишайники,
пліснява тощо руйнують
захисні плівки на
поверхні, запускають
електрохімічний механізм

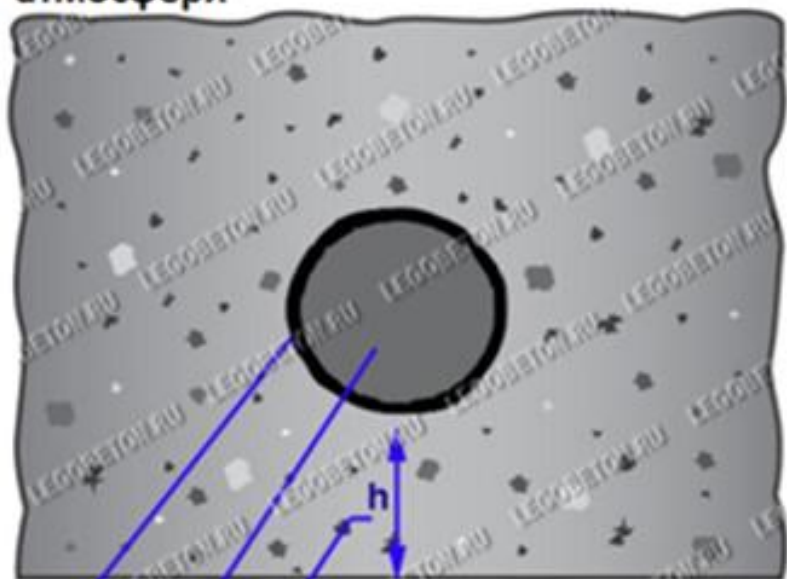
Газова корозія

агресивні гази –
аргон, водень,
вуглекислий газ тощо



Корозія залізобетону

1. Арматура в лужному середовищі свіжого бетону захищена від впливу атмосфери

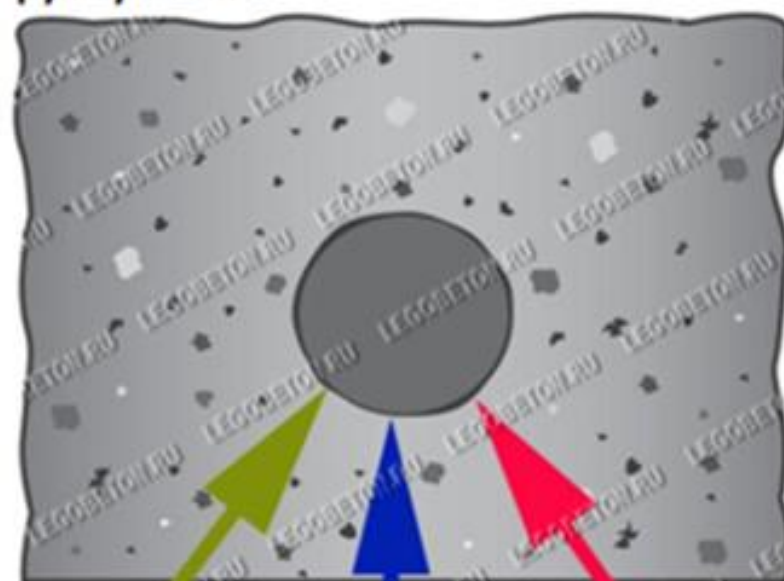


Захисний шар бетону

Металева арматура

Захисний оксидний шар (оцинковка) арматури

2. Внаслідок поглинання CO_2 бетон стає нейтральним, захисні плівки починають руйнуватись



Cl_2

H_2O

CO_2

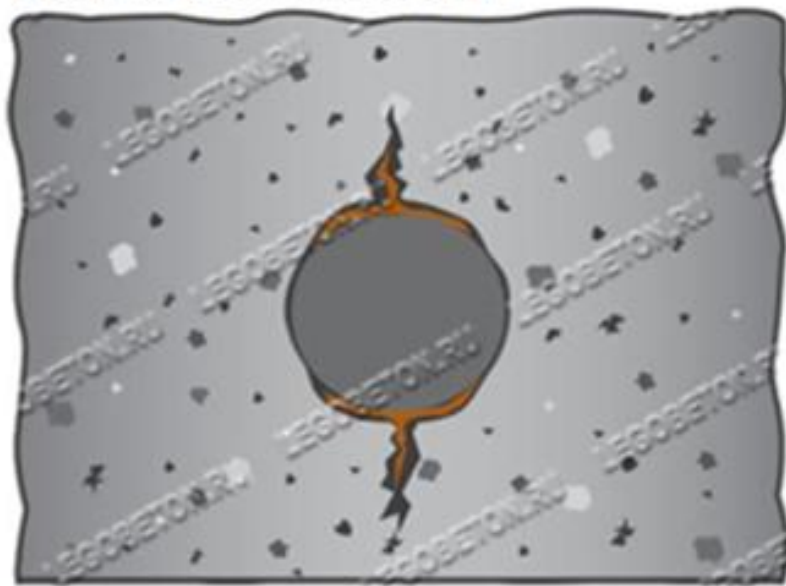




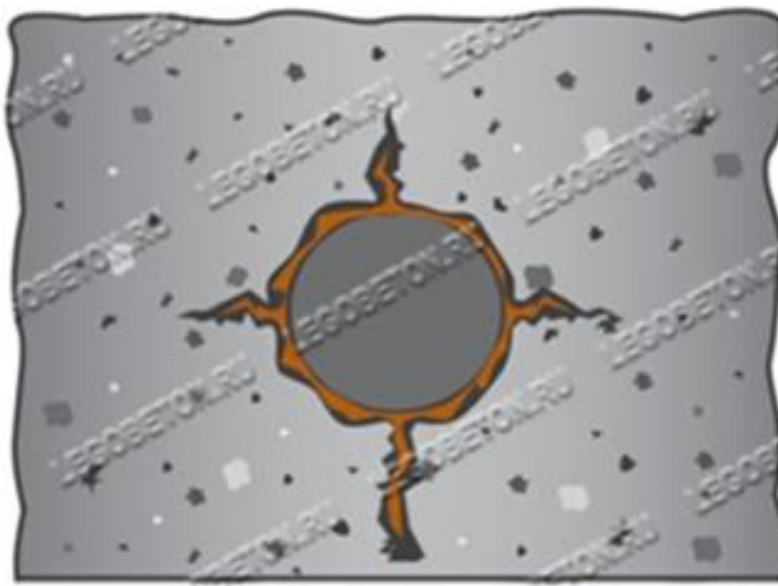
Корозія залізобетону



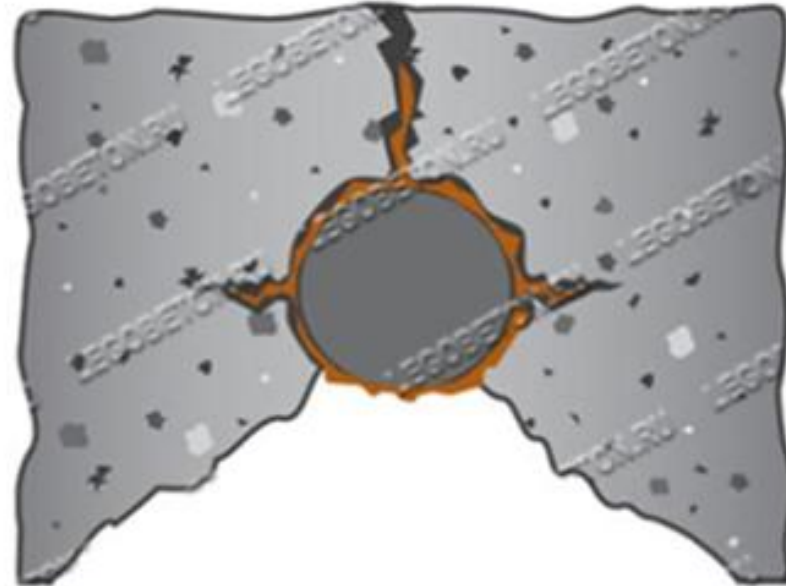
3. Об'єм новоутворених сполук більший у 4 рази, що призводить до розтріскування бетону



4. Поява мікротріщин призводить до прискорення корозії арматури



5. Кінцева стадія: вихід тріщин на поверхню, руйнування бетону



Захист бетону від корозії



Вплив на
матеріал і
конструкцію

Збільшення
щільності
матеріалу

Обробка поверхні
(гідрофобізація,
силікатизація тощо)

Ін'єкція розчинів в товщу
матеріалу (цементация,
бітумізація тощо)

Модифікація
середовища

Відведення
агресивного
середовища

Нейтралізація
агресивного
середовища

Захисні
покриття

Набризк-бетон,
штукатурка,
бітум

Лакофарбові
покриття

Покриття з
рулонних
матеріалів,
облицювання