Лекція 10

**Загальна характеристика металічних елементів.**

**Метали як прості речовини.**

**Металічний зв’язок. Поняття про корозію**

Металічних елементів існує значно більше, ніж неметалічних. До них належать усі d- і f- елементи, а також s-елементи (крім Гідрогену і Гелію) та кілька p-елементів ІІІ – VІ груп, а саме Al, Ga, In, Tl, Ge, Sn, Pb, Sb, Bi, Po.

Атоми металічних елементів мають у зовнішньому енергетичному рівні невелику кількість електронів (один, два або три). До завершення енергетичного рівня їм не вистачає відповідно сім, шість або п’ять електронів. Атоми металічних елементів не можуть приєднати такої кількості електронів. Їм легше віддати один, два або три електрони, щоб утворився октет. А тому атоми металічних елементів є типовими відновниками:

Ме0 –nе → Меn+,

де n – кількість електронів, які віддає атом металічного елемента.

Здатність атомів металічних елементів втрачати електрони зростає зі збільшенням радіусів атомів: у періоді – справа наліво, а у групі – згори донизу (для елементів головної підгрупи). Так, найтиповіші металічні елементи розміщуються внизу ІА групи.

Атоми металічних елементів виявляють зазвичай лише позитивні ступені окиснення. Прості катіони, які утворюють металічні елементи головних підгруп І-ІІІ груп, входять до складу відповідних оксидів, основ, солей. Значення зарядів таких йонів для елементів головних підгруп І-ІІІ груп збігається з номером груп.

**Метали як прості речовини**

Широко використовуються такі типи металів:

* [чорні метали](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D0%BE%D1%80%D0%BD%D1%96_%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%B8): [залізо](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B7%D0%BE), [манган](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D0%BD%D0%B3%D0%B0%D0%BD_%28%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%29), [хром](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D1%80%D0%BE%D0%BC), використовуються як основні метали у чорній металургії, а їх сплави у всіх галузях машинобудування;
* дорогоцінні метали: [золото](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%BE), [срібло](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%80%D1%96%D0%B1%D0%BB%D0%BE) і [платина](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BB%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BD%D0%B0), використовуються переважно в ювелірній промисловості;
* важкі метали: [мідь](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%96%D0%B4%D1%8C), [цинк](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A6%D0%B8%D0%BD%D0%BA), [олово](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%BE) і [свинець](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D0%B5%D1%86%D1%8C), застосовуються в машинобудуванні, енергетиці;
* рідкісні важкі метали: [нікель](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D1%96%D0%BA%D0%B5%D0%BB%D1%8C), [кадмій](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%B4%D0%BC%D1%96%D0%B9), [вольфрам](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%84%D1%80%D0%B0%D0%BC), [молібден](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%BB%D1%96%D0%B1%D0%B4%D0%B5%D0%BD), [манган](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D0%BD%D0%B3%D0%B0%D0%BD_%28%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%29), [кобальт](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%B1%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D1%82), [ванадій](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%B4%D1%96%D0%B9), [вісмут](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D1%81%D0%BC%D1%83%D1%82), використовуються в сплавах з чорними металами як легуючі елементи;
* легкі метали: [алюміній](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BB%D1%8E%D0%BC%D1%96%D0%BD%D1%96%D0%B9), [титан](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B8%D1%82%D0%B0%D0%BD_%28%D1%85%D1%96%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%29) і [магній](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D0%B3%D0%BD%D1%96%D0%B9), використовуються в авіації, космічній галузі;
* лужні метали: [калій](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B9), [натрій](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D1%82%D1%80%D1%96%D0%B9) і [літій](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%96%D1%82%D1%96%D0%B9) використовуються переважно у сполуках у вигляді солей та електролітів;
* лужноземельні метали: [кальцій](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D1%86%D1%96%D0%B9), [барій](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B0%D1%80%D1%96%D0%B9) і [стронцій](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D1%86%D1%96%D0%B9), застосовуються в хімії.

Залізо, алюміній, мідь, свинець, цинк, олово, нікель - «технічні метали».

Вимоги до металів та їх сплавів ставляться в залежності від їхнього призначення. Наприклад, метал рейок і бандажів повинен бути міцним і стійким проти зносу, метал ресор - [пружним](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D1%83%D0%B6%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C), метал [заклепок](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%BA%D0%BB%D0%B5%D0%BF%D0%BA%D0%B0) - [пластичним](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C), метал електричних проводок повинен мати малий [електричний опір](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BE%D0%BF%D1%96%D1%80), метал зварних конструкцій добре зварюватися і не гартуватися при охолодження на повітрі, а метал деталей, що працюють в агресивних середовищах, бути стійким до [корозії](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B7%D1%96%D1%8F).

**Фізичні властивості металів**

Усі метали (за винятком [ртуті](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D1%82%D1%83%D1%82%D1%8C)) при звичайних умовах є [кристалічними речовинами](http://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9A%D1%80%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BB_%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9&action=edit&redlink=1). Їхні атоми розташовані в певному геометричному порядку і утворюють просторову [кристалічну ґратку](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%80%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D2%91%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BA%D0%B0). У вузлах кристалічної ґратки містяться [іони](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D0%BE%D0%BD) металів. [Валентні електрони](http://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%92%D0%B0%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BD%D1%96_%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%B8&action=edit&redlink=1) дуже слабо зв'язані з атомами і можуть легко переміщатися по всьому об'єму металу, переходячи від одних іонів до інших.

Легкою рухливістю валентних електронів пояснюється висока [електропровідність](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C) і [теплопровідність](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C) металів. На відміну від розчинів і розплавів при проходженні електричного струму через металічний провідник переносу частинок речовини не відбувається. Метали мають електронну [електропровідність](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C). За електропровідністю і теплопровідністю метали розміщуються в однаковому порядку. Найкращими провідниками електричного струму є [срібло](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%80%D1%96%D0%B1%D0%BB%D0%BE), [мідь](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%96%D0%B4%D1%8C), [золото](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%BE) і [алюміній](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BB%D1%8E%D0%BC%D1%96%D0%BD%D1%96%D0%B9).

Характерна особливість металів - металічний блиск, тобто здатність добре відбивати світло. Але ця здатність проявляється лише тоді, коли метал утворює суцільну і гладку (поліровану) поверхню.

Дуже важливою властивістю більшості металів є [пластичність](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C), тобто здатність змінювати зовнішню форму при дії сторонньої сили і зберігати набуту форму після припинення впливу зовнішньої дії. На цій здатності базуються різні способи механічної обробки металів: [прокатка](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%BA%D0%B0%D1%82%D0%BA%D0%B0), [кування](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%83%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F), [штамповка](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A8%D1%82%D0%B0%D0%BC%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D0%BA%D0%B0), [волочіння](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D1%87%D1%96%D0%BD%D0%BD%D1%8F) тощо. Однак ця властивість у різних металів виявляється не однаково. Здатність розкатуватись у тоненькі листи і витягуватись у тоненький [дріт](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D1%80%D1%96%D1%82) найкраще виявляється у золота, срібла, міді, алюмінію і [олова](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%BE), трохи гірше в [заліза](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B7%D0%BE) і [цинку](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A6%D0%B8%D0%BD%D0%BA). Деякі метали зовсім не виявляють пластичності, вони дуже [крихкі](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%80%D0%B8%D1%85%D0%BA%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C) - це [бісмут](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%96%D1%81%D0%BC%D1%83%D1%82), [манган](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D0%BD%D0%B3%D0%B0%D0%BD_%28%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%29) і особливо [стибій](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D0%B8%D0%B1%D1%96%D0%B9) (сурма). При ударі вони розпадаються на шматочки.

За [густиною](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%83%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BD%D0%B0) метали умовно поділяють на легкі (густина яких менша 5 г/см3) і важкі (густина яких більша 5 г/см3). До найлегших металів належать літій, калій і натрій. Легкі метали - манган, алюміній і [титан](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B8%D1%82%D0%B0%D0%BD_%28%D1%85%D1%96%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%29). Найважчими вважаються ртуть, золото, [платина](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BB%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BD%D0%B0) і [осмій](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%81%D0%BC%D1%96%D0%B9).

За [твердістю](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%B4%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C) метали теж дуже відрізняються один від одного. [Найтвердішим](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%B4%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C) металом є [хром](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D1%80%D0%BE%D0%BC), який дряпає [скло](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BA%D0%BB%D0%BE). За ним іде [вольфрам](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%84%D1%80%D0%B0%D0%BC), [нікель](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D1%96%D0%BA%D0%B5%D0%BB%D1%8C) і ін. До найм'ягших металів належать [калій](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B9) і [натрій](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D1%82%D1%80%D1%96%D0%B9), які легко ріжуться ножем. Дуже м'яким є також свинець.

За [температурами плавлення](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BC%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0_%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F) метали теж різко відрізняються один від одного. Найнижчу температуру плавлення має ртуть (-39°С), за нею йде цезій (28,5 °C), [рубідій](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D1%83%D0%B1%D1%96%D0%B4%D1%96%D0%B9) (38,5 °C), [калій](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B9) (62,3 °C), а найвищу - вольфрам (3410 °C).

За забарвленням метали умовно поділяють на чорні - залізо, манган та їх чисельні сплави ([чавун](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D0%B0%D0%B2%D1%83%D0%BD), [сталь](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%8C)) і кольорові, до яких відносять усі інші метали. Відповідно до цього і промисловість, яка їх добуває, називають [чорною](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B0_%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%83%D1%80%D0%B3%D1%96%D1%8F) і [кольоровою](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%83%D1%80%D0%B3%D1%96%D1%8F) [металургією](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%83%D1%80%D0%B3%D1%96%D1%8F).

**Металічний зв’язок**

Атоми більшості металів на зовнішньому енергетичному рівні мають невелике число електронів та надлишок валентних орбіталей.

При зближенні атомів внаслідок утворення кристалічної ґратки валентні орбіталі сусідніх атомів перекриваються, завдяки чому електрони вільно переміщуються з однієї орбіталі на іншу, здійснюючи зв’язок між усіма атомами кристала.

Металічний зв’язок характерний для металів у твердому та рідкому стані. У газоподібному стані атоми металів з’єднані між собою ковалентними зв’язками.

Металічний зв’язок дещо подібний до ковалентного, оскільки і в його основі лежить усуспільнення валентних електронів. Електрони, які здійснюють металічний зв’язок, вільно переміщуються по всьому кристалу і належать всім його атомам. Саме тому кристали з ковалентним зв’язком крихкі, а з металічним - пластичні, тобто вони змінюють форму при ударі, витягуються в дріт тощо.

**Корозія металів**

Корозія (роз’їдання) – це самовільний процес руйнування металів при взаємодії з навколишнім середовищем. Розрізняють кілька видів корозії, з яких найважливішими є хімічна і електрохімічна.

**Хімічна корозія**

Цей вид корозії спричинений взаємодією металів з корозійно-активним середовищем - сухими газами і рідинами, які не проводять електричного струму (бензин, гас). Наприклад, руйнування металу здійснюється під впливом кисню, сірководню та інших агресивних газів, коли не має вологи. Цій корозії піддаються метали під час їхньої обробки, вона відбувається в газових турбінах, автомобільних двигунах, соплах ракетних двигунів тощо:

4Fe + 3О2 = 2Fe2О3

2Fe + 2Н2S + О2 = 2FeS + 2Н2О

Більшість металів окиснюється киснем повітря, утворюючи на поверхні оксидні плівки, які захищають метали від подальшої корозії:

4Al + 3О2 = 2Al2О3

Такі щільні захисні плівки утворює алюміній, хром, нікель, цинк. У заліза оксидна плівка крихка, легко відділяється від металу, тому не захищає його від корозії. Процес іржавіння заліза можна виразити рівнянням:

4Fe + 3O2 + 6H2O = 4Fe(OH)3

Швидкість хімічної корозії залежить від температури, природи навколишнього середовища, активності металу, його чистоти (надчисте залізо практично корозії не піддається). З підвищенням температури, як правило, інтенсивність корозії зростає.

За наявністю деяких речовин, які руйнують захисну оксидну плівку, корозія відбувається особливо енергійно. Речовини, що пришвидшують корозію металів і сплавів, називають активаторами корозії. До енергійних активаторів належить розчинений у воді кисень, хлорид-іони Сl-. Саме йони Сl-, яких багато в морській воді, сприяють активній корозії підводних частин кораблів.

**Електрохімічна корозія**

Електрохімічна корозія відбувається при контакті металевих виробів з двох різних металів (з різними окисно-відновними потенціалами) у корозійному середовищі й супроводжується виникненням електричного струму. При контакті двох металів, наприклад цинку й міді, утворюється гальванічний елемент: відбувається процес окиснення цинку як активнішого металу і перехід катіонів Zn2+ у шар електроліту. Вільні електрони приєднують йони Гідрогену Н+:

Zn0 -2 е → Zn2+

2Н+ +2 е → Н20

Крім окиснення активнішого металу, спостерігається перенесення електронів від активнішого металу до менш активного – виникає струм. Такі електрохімічні процеси відбуваються завжди при контакті двох різних металів у розчині електроліту. При цьому більш активний метал завжди руйнується.

Корозійним середовищем може бути розчин електроліту, грунтова вода, вода природних водойм (особливо морська), звичайна дощова або конденсат (сконденсована волога повітря), з розчиненим у ньому вуглекислого газу.

**Захист від корозії**

Виділяють три основні напрямки захисту від корозії: конструкційний, активний і пасивний.

1. Конструкційний напрямок передбачає використання конструкційних матеріалів, які виготовлені з корозійностійких матеріалів – нержавіючих, легованих сталей, кольорових металів та їхніх сплавів, інших матеріалів (кераміки, пластмаси), стійких до негативного впливу навколишнього середовища, а також застосування клеїв, герметиків, прокладок.
2. Активний захист передбачає використання двох основних методів електрохімічного захисту: протекторного і катодного:

а) *протекторний*: до підземних трубопроводів, корпусів суден та різних металевих конструкцій, які постійно перебувають у корозійному середовищі, під’єднують «жертовний анод» з активнішого металу (магнію, цинку), що руйнується в першу чергу;

б) *катодний*: металоконструкцію під’єднують до катода зовнішнього джерела струму, що підвищує електродний потенціал металу і запобігає корозії.

Також для зменшення корозії корозійне середовище піддають спеціальній обробці:

* введення інгібіторів, які сповільнюють процес корозії;
* видалення розчиненого у воді повітря (деаерація), наприклад води, яка надходить до котельних установок.

3. Пасивний – покриття захисним шаром. Розрізняють неметалічні, металічні та хімічні покриття:

а) *неметалічні* покриття: спеціальні лаки, фарби, емалі, каучуки (гумування);

б) *металічні* покриття – осадження одного металу для захисту певної деталі, виготовленої з іншого металу чи сплаву, проводять:

* *хромування, нікелювання електролітичним методом (гальванізація);*
* *методами холодного, гарячого і термодифузійного цинкування;*
* *методом газотермічного напилення;*
* *методом лудіння;*

в) до хімічних відносяться штучні покриття – поверхневі плівки (оксидні, нітратні, фосфатні). Їх наносять на поверхню металу, і процес корозії гальмується.

Захисту від корозії піддаються конструкції, виготовлені не лише із заліза, а й з інших металів, наприклад з алюмінію, оксидну плівку якого підсилюють анодним окисненням (анодуванням).

Незважаючи на успіхи у боротьбі з корозією, проблема постійно загострюється через збільшення металевого фонду, ускладнення умов експлуатації металоконструкцій, а саме: використання високо агресивних середовищ (хімічна промисловість, ядерна та геотермальна галузі енергетики, розробка шельфу), підвищення робочих температур, тиску і швидкостей потоків, забруднення атмосфери сульфур діоксиду та іншими газами, застосування металевих конструкцій під напруженням (корозія під напруженням). Сумарні збитки від корозії та затрати на захист від неї у промислово розвинених країнах сягають 4 % національного доходу і більше.



…………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………

Схема корозії заліза із мідною заклепкою



Схема корозії оцинкованого заліза



Схема корозії луженого заліза

Лекція 11

**Хімічні властивості металів.**

**Сполуки металічних елементів з Оксигеном та Гідрогеном**

Характерною особливістю металів є здатність їх атомів віддавати свої валентні електрони і утворювати позитивно заряджені іони.

………………………………

………………………………

………………………………

За хімічною активністю метали можна розподілити на три групи: сильно активні - калій, натрій, барій, кальцій, середньої активності — цинк, залізо, нікель і малоактивні - срібло, золото і платина.

1. Взаємодія металів з неметалами.
2. з галогенами. Утворюються відповідні солі – галогеніди:

………………………………

………………………………

………………………………

….………………………….

1. з киснем. Утворюються оксиди, пероксиди, надпероксиди:

……………………………….

……………………………….

……………………………….

……………………………….

Малоактивні (благородні) метали з киснем безпосередньо не реагують взагалі.

1. з азотом, утворюючи нітриди:

……………………………….

1. з фосфором, утворюючи фосфіди:

……………………………….

1. з сіркою, утворюючи сульфіди:

……………………………….

……………………………….

1. з воднем. Найактивніші метали сполучаються з воднем, утворюючи гідриди:

……………………………….

.………………………………

1. з вуглецем. Утворюються карбіди:

…………………………………

…………………………………

1. Реакції металів з водою.

З водою сильно активні (лужні і лужноземельні) метали взаємодіють вже при звичайній температурі з виділенням водню і утворенням розчинних гідроксидів (лугів):

…………………………………

…………………………………

В аналогічні реакції можуть вступати магній (при нагріванні) і алюміній (після зняття оксидної плівки).

Метали середньої активності (цинк, залізо) реагують з водою (водяною парою) за дуже високої температури. Під час реакції утворюються не гідроксиди, а оксиди:

……………………………….

……………………………….

Малоактивні метали з водою не реагують ні при яких умовах.

1. Реакції металів з кислотами.

Усі метали, що займають місце в ряду напруг лівіше від водню взаємодіють з кислотами з утворенням солі і виділенням водню (виняток силікатна, з концентрованої та нітратної кислот водень не виділяється!).

.……………………………………..

……………………………………….

Ті ж метали, що займають місце в ряду напруг правіше від водню, з наведеними кислотами не реагують.

Зауважимо, що розбавлена нітратна і концентрована сульфатна кислоти є сильними окисниками, а тому вони реагують з металами, які в ряду активності металів розміщені зліва і справа від водню, але водень у цих реакціях не виділяється:

……………………………………..

……………………………………..

…………………………………….

1. Взаємодія металів з розчинами солей.

Згідно ряду напруг металів активніший метал буде витісняти з розчину солі менш активний метал. В результаті реакції утвориться сіль більш активного металу і у вільному стані менш активний метал:

…………………………………….

…………………………………….

1. Взаємодія металів з лугами.

З лугами взаємодіють лише ті метали, які утворюють амфотерні оксиди і гідроксиди (алюміній, цинк, олово). Такі реакції можуть відбуватися з використання не лише водного розчину, а й розплаву лугу:

……………………………………

……………………………………

…………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………

Лекція 12

**Лужні елементи. Біологічна роль елементів**

Лужні металічні елементи – це s-елементи, які розміщуються у головній підгрупі І групи періодичної системи: Літій (Li), Натрій (Nа), Калій (К), Рубідій (Rb), Цезій (Сs) та Францій (Fr). У зовнішньому електронному рівні їхніх атомів розміщується один валентний електрон, який легко віддають. У сполуках виявляють валентність 1, ступінь окиснення - +1. Лужні метали в реакціях виявляють лише відновні властивості. У ряду від Літію до Францію зростає атомний радіус, відповідно зростають металічні та відновні властивості, хімічна активність.

Електронні формули: Na ……………………… (r = 0,192),

K ………………………. (r = 0,231)

**Поширеність Натрію і Калію в природі.**

Доволі поширені в природі елементи (25 і 24 кг/т), але в наслідок високої хімічної активності трапляються у вигляді сполук. Входять до складу солей морської води, мінералів та гірських порід.

**Основні мінерали:**

NaCl - …, ... .

… – глауберова сіль,

… - кальцинована сода,

… - чилійська селітра,

... – сильвін;

 ... – сильвініт,

... – карналіт,

… - каїніт.

**Фізичні властивості**

Натрій і калій легші за воду: густина – 0,97 і ,856 г/см3 відповідно. Натрій має хорошу електро- і теплопровідність, температура плавлення – 97,86⁰С, а кипіння – 883,15⁰С, що й визначає (разом з відносною дешевизною добування) широту його застосування. Забарвлення полум’я солей калію – фіолетовий, солей натрію – жовтий. Легко утворюють сплави з ртуттю (амальгами).

**Добування металів**

Відкриття: вперше Na, K – 1807 р., Гемфрі Деві (Англія) електролізом розплавів їх солей (хлоридів) та гідроксидів:

…………………………………………

………………………………………..

Крім того, калій добувають під час взаємодії натрію з калій хлоридом (реакцію проводять у розплаві).

………………………………………….

**Хімічні властивості металів**

1. Калій і натрій реагують з простими речовинами:
* з киснем повітря за нормальних умов, утворюючи натрій пероксид та калій надпероксид, а тому ці метали зберігають під шаром гасу, оскільки вони на повітрі енергійно реагують з киснем:

………………………………………….

………………………………………..

Також утворюється незначна кількість натрій оксиду:

……………………………………….

* з воднем, утворюючи гідриди; у гідридах ступінь окиснення Гідрогену -1:

…………………………………….

Гідриди легко розкладаються водою з виділенням водню:

……………………………………..

* з галогенами, у їхній атмосфері ( фтору, хлору та парів брому) самозаймаються, утворюючи галогеніди:

……………………………………..

…………………………………….

* з іншими неметалами – азотом, фосфором, сіркою – при нагріванні:

……………………………………….

……………………………………….

………………………………………

1. Калій і натрій реагують зі складними речовинами:
* з водою за нормальних умов енергійно (з вибухом):

……………………………………..

* з кислотами:

а) з кислотами, що є слабкими окисниками, утворюється сіль та виділяється водень:

……………………………………..

б) з кислотами-окисниками (з вибухом), однак водень не утворюється:

……………………………………….

……………………………………...

……………………………………..

* з органічними речовинами:

а) зі спиртами: ……………………………….…..

б) з фенолом: ……………………………………

в) з галогеналканами: …………………………………...

**Застосування** **натрію і калію**

Натрій як сильний відновник використовують у хімічній промисловості (відновлення вищих спиртів у виробництві синтетичних мийних засобів) та кольоровій металургії рідкісних металів (цирконію), а як каталізатор – у виробництві синтетичного (бутадієнового) каучуку. Металічний натрій (а також його сплави з калієм, рубідієм, цезієм) використовують як теплоносій в атомних реакторах, клапанах авіаційних двигунів тощо. Натрій застосовують у виробництві газорозрядних ламп високого й низького тиску, які використовуються у промисловості та для освітлення вулиць (жовте світло). Натрій використовують в аналітичній хімії. За його допомогою очищують речовини від слідів води.

Металічний калій, на відміну від натрію, не має суттєвого промислового значення. Його використовують як каталізатор у виробництві деяких видів синтетичного каучуку та в аналітичній хімії.

**Біологічна роль**

Натрій і Калій – життєво необхідні елементи, які беруть участь в обміні речовин. За вмістом в організмі людини Натрій (0,08%) і Калій (0,23%) належать до мікроелементів, а решта лужних металів - до мікроелементів. Натрій і Калій є антагоністами (при збільшенні кількості Натрію в організмі підсилюється виведення Калію нирками, тобто настає гіпокаліємія).

**Оксиди Натрію та Калію**

…………. і ……..…… - це тверді білі речовини, які виявляють основні властивості, реагуючи:

* з водою (утворюються луги):

……………..……………………

* з кислотами:

…………………………………..

* з кислотними оксидами:

……………………………………

* з амфотерними оксидами:

…………………………………..

* з амфотерними основами:

………………………………..

**Гідроксиди Натрію та Калію** – це тверді, білі, кристалічні, тугоплавкі, гігроскопічні речовини йонної будови. Добре розчиняються у воді. Під час нагрівання не розкладаються. У розчинах і розплавах дисоціюють:

………………………………

NaОН – їдкий натр, каустична сода, каустик, а КОН – їдкий калі. Ці луги внаслідок надзвичайної активності руйнують текстиль, папір органічні речовини, живу тканину. Сильні електроліти, змінюють колір індикаторів: лакмус – синій, метилоранж – жовтий, фенолфталеїн – малиновий.

**Одержання гідроксидів Натрію і Калію**

У лабораторії калій гідроксид та натрій гідроксид одержують при взаємодії металу чи оксиду відповідного металічного елемента з водою:

………………………………

………………………………

У промисловості їх одержують електролізом водних розчинів хлоридів Калію та Натрію:

……………………………….

**Гідроксиди Натрію і Калію взаємодіють:**

* з кислотами:

…………………………………..

* з кислотними оксидами:

……………………………………

* з амфотерними оксидами:

…………………………………..

* з амфотерними основами:

………………………………….

* із солями у водних розчинах:

………………………………..

**Застосування сполук Натрію і Калію**

Натрій гідроксид та калій гідроксид використовують у виробництві фарб, целюлози, у миловарній промисловості. Натрій гідроксид застосовують для очистки нафтопродуктів (бензину, гасу), для виробництва штучного шовку, в текстильній, хімічній промисловості, для виготовлення товарів побутової хімії. Калій гідроксид використовують у лужних акумуляторах і для висушування газів.

Натрій хлорид застосовують у хімічній промисловості для виробництва соди, хлору і натрій гідроксиду, хлоридної кислоти, натрій сульфату, металічного натрію, у харчовій промисловості та кулінарії, у медицині (0,9%, ізотонічний).

Натрій гіпохлорид NaОCl використовують для відбілювання тканин і деревини, дезінфекції, хімічного розчинення санітарно-технічних відкладень, у хімічному виробництві. Глауберову сіль застосовують як проносний засіб.

Натрій амід NaNН2 використовують для виробництва синтетичного барвника індиго.

Натрій пероксид Na2О2 (сильний окисник) застосовують для відбілювання паперу та регенерації повітря на підводних човнах (як і пероксид, так і супероксид калію):

Калій карбонат (поташ) використовують для виготовлення скла, калій нітрат – для виготовлення чорного пороху, калій хлорат і перхлорат – у виробництві сірників, у піротехніці, гальванотехніці.

Калій дихромат (хромпік) К2Cr2О7 (а також і Na2Cr2О7∙Н2О) як сильний окисник застосовують у виготовленні хромової суміші для миття посуду, дублення шкіри. Також як окисник використовують і калій перманганат КMnО4 (як антисептик у медицині, для отримання кисню в лабораторії).

Лекція 13

**Лужноземельні елементи. Біологічна роль елементів**

Лужноземельні металічні елементи – це s-елементи, які розміщуються у головній підгрупі ІІ групи, а саме: Кальцій (Са), Стронцій (Sr), Барій (Ва), Радій (Rа). Інші елементи головної підгрупи – це Берилій (Ве) та Магній (Мg).

|  |  |
| --- | --- |
| **Магній (Мg)** | **Кальцій (Са)** |
| **Будова атома** |
|  |  |
| **Поширенність в природі** Відкриття: Мg, Са – 1808р., Гемфрі Деві (Англія). |
|  Магній 8-й за поширеністю елемент земної кори. Багато його у морській воді – 0,12-0,13% (саме йон Мg2+ надає їй гіркоти). Входить до складу хлорофілу (2,7 %). | Мінеральна речовина кісток містить 80% кальцій ортофосфату. Його концентрація в морській воді – 0,4 г/л. сполуки кальцію містяться і у прісних водах, зумовлюючи їхню твердість. |
| **Основні мінерали:**СаСО3 - … , … – магнезит, … – доломіт, KCl·MgCl2·6H2O - …, каїніт – …,бішофіт - …,гіпс - …, флюорит - ….тальк - ….азбест - ……. |
| **Фізичні властивості** |
|  Магній – пластичний сріблясто-білий метал. Його густина при 20 ⁰С -1,737 г/см3 (та третину менша за густину алюмінію, а міцність удвічі більша), температура плавлення – 651⁰С, температура кипіння – 1103⁰С. |  Кальцій – сріблясто-білий метал, твердіший, ніж лужні метали, порівняно з ними має вищу температуру плавлення і кипіння. Іони Са2+ забарвлюють полум’я в цегляно-червоний колір. |
| **Добування** |
|  а) електролітичним розкладом карналіту або магній хлориду:……………………………… б) відновленням з його оксиду за допомогою аморфного вуглецю за температури 2000 0С:………………………. |  а) електролізом розплаву СаСІ2 за наявності СаF2, який знижує температуру плавлення:…………………………б) алюмотермічним способом:……………………….. |
| **Хімічні властивості** |
|  Магній дуже активний, на повітрі (подібно до алюмінію) вкривається оксидною плівкою, подальше окиснення можливе лише при нагріванні (300 ºС). У реакціях виступає як сильний відновник.1. Із простими речовинами (неметалами):
* з киснем (горить яскравим полум’ям):

……………………………* при нагріванні з хлором, сіркою, азотом, фосфором та вуглецем:

……………………….………………………..……………………….………………………..……………………….1. Із складними речовинами:

з карбон(ІV) оксидом: …………………………. Отже, магній, який горить, не можна гасити вуглекислотним вогнегасником;* з водою при нагріванні реагує дуже повільно через утворення малорозчинного гідроксиду:

……………………………. Але з водяною парою легко…………………………* з оксидами і галогенідами багатьох металічних елементів, легко відбираючи Оксиген і галогени:

…………………………………………………………* з кислотами:

……….……….………… |  Кальцій належить до активних металів, взаємодіє:1. З неметалами:
* за нормальних умов реагує з киснем та галогенами:

……………………………………………………* при нагріванні з сіркою, азотом, воднем, фосфором та вуглецем:

………………………………………..……………….………………………………………………………………………………………. Усі одержані сполуки гідролізують (розкладаються водою):………………………………………..……………….…………………………………………………………1. Із складними речовинами:
* з водою (з холодною – повільно, а з гарячою – доволі енергійно):

…………………………….* при нагріванні відновлює менш активні метали з оксидів або галогенідів деяких металічних елементів:

………………………….* з кислотами:

………………….……….………………………….. |
|  **Магній оксид МgО** – основний оксид, з водою не реагує. **Магній гідроксид Мg(ОН)2** – нерозчинна у воді речовини білого кольору. При нагріванні розкладається:……………………….. |  **Кальцій оксид СаО** має технічні назви палене вапно, негашене вапно, сполука з яскраво вираженими основними властивостями. **Кальцій гідроксид** **Са(ОН)2**. Насичений водний розчин кальцій гідроксиду називають вапняною водою, а білу суспензію кальцій гідроксиду – вапняним молоком. |

**Хімічні властивості оксидів Магнію і Кальцію**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Взаємодія з | МgО | СаО |
| 1 | водою |  |  |
| 2 | кислотними оксидами (при нагріванні) |  |  |
| 3 | кислотами |  |  |
| 4 | амфотерними оксидами(при сплавлянні) |  |  |
| 5 | амфотерними гідроксидами(при сплавлянні) |  |  |

**Хімічні властивості гідроксидів Магнію і Кальцію**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Взаємодія з | Мg(ОН)2 | Са(ОН)2 |
| 1 | кислотними оксидами (при нагріванні) |  |  |
| 2 | кислотами |  |  |
| 3 | амфотерними оксидами(при сплавлянні) |  |  |
| 4 | амфотерними гідроксидами(при сплавлянні) |  |  |

**Застосування магнію та його сполук**

Магній дуже широко використовують як основу у виробництві легких міцних сплавів для космічної та авіаційної промисловості, в атомобіле- та приладобудуванні; у металургії – як відновник для добування деяких металів (наприклад, титану) з їхніх оксидів і галогенідів (магнійтермія):

…………………………..

Також його застосовують в органічному синтезі. Яскраве полум’я горіння (у реакції з окисниками) раніше використовували у піротехніці.

Магній оксид через низьку теплопровідність і високу температуру плавлення (витримує температуру до 2800 ºС) застосовують як вогнетривкий матеріал, тепло ізолятор (аналогічно азбест і тальк), для виготовлення деяких видів цементу, а також вогнетривкої кераміки.

Магній перхлорат Мg(СlО4)2 використовують як водопоглинач для осушування газів.

**Застосування кальцію та його сполук**

Металічний кальцій використовують як відновник у металургії для добування деяких металів (урану. Цезію, рубідію, цирконію).

Природні сполуки Кальцію застосовують у виробництві будматеріалів, вапна (будівництво), хлорного вапна (відбілювання тканин, дезінфекція).

Кальцій ацетиленід (карбід) СаС2 використовують при зварюванні та різанні металу (ацетиленовий пальник).

Кальцій гідрид СаН2 надзвичайно активно реагує з водою (відбираючи її навіть від кристалогідратів), при цьому виділяється значна кількість водню.

Лекція 14

**Алюміній як хімічний елемент і проста речовина.**

**Фізичні та хімічні властивості алюмінію.**

**Амфотерні властивості алюміній оксиду і алюміній гідроксиду**

Алюміній – елемент головної підгрупи ІІІ групи періодичної системи, заряд ядра - +13. Хімічний символ – Аl, відносна атомна маса – 27. Природний алюміній майже повністю складається з єдиного стабільного ізотопу 27Аl зі слідами радіоактивного 26Аl.

Це металічний р-елемент. Ступінь окиснення - +3, а валентність – ІІІ.

Електронна будова атома і йона Алюмінію:

………………………………………………….

………………………………………………….

**Поширеність у природі**

Алюміній – найпоширеніший у природі металічний елемент, не трапляється у вільному вигляді. За поширеністю серед усіх елементів він посідає четверте місце (після Оксигену, Гідрогену та Силіцію). Вміст його в земній корі становить 8,8 %.

Трапляється у вигляді алюмосилікатів, які становлять основну масу земної кори (ортоклаз КАlSi3О8, слюда, нефелін NаАlSiО4, каолін Аl2О3·2SiО2·2Н2О). Під дією дощів і вуглекислого газу алюмосилікати звітрюються й утворюється глина, основними компонентами якої є каолін, пісок, вапняк та різні оксиди Феруму.

До найважливіших мінералів Алюмінію відносяться боксити ………….……, корунд, глинозем …….…….., кріоліт ………….……… .

Розрізняють різновиди природного корунду: рубін (містить домішки Сr2О3), сапфір (домішки ТіО2 та Fе2О3) та ін.

**Фізичні властивості**

Алюміній – це сріблясто-білий, легкий, пластичний, легко витягується, має велику пластичність (27 г – 1000 м), невисоку твердість, добрий електро- і теплопровідник. Алюміній вкритий міцною і щільною оксидною плівкою, товщина якої 10-8 м.

**Добування**

Алюміній одержують електролізом алюміній оксиду Аl2О3 (90%) в розплаві кріоліту Nа3АlF6 (10%). Наявність кріоліту приводить до зниження температури плавлення алюміній оксиду до 950 ºС.

…………………………………………..

**Хімічні властивості**

Алюмінію притаманна висока хімічна активність, однак ця активність знижується внаслідок пасивації.

Під час хімічних реакцій атом Алюмінію виявляє лише відновні властивості, він легко віддає три електрони і перетворюється на позитивно заряджений йон: …………………. .

Алюміній взаємодіє:

1. з неметалами:
* легко сполучається з киснем повітря. Утворюється оксидна плівка, яка захищає його від подальшого окиснення:

……………………………………….

* з азотом за умови сильного нагрівання, утворюючи алюміній нітрид (гідролізується водою):

………………………………………..

……………………………………….

* з вуглецем за доволі високої температури, утворюючи алюміній карбід (також легко розкладається водою)

………………………………………..

……………………………………….

* із сіркою при нагріванні утворює алюміній сульфід (легко розкладається водою):

………………………………………

………………………………………

* галогенами, утворюючи галогеніди (хлором і бромом за звичайних умов, з йодом (при кат. вода):

.………………………………………

……………………………………….

……………………………………….

1. з водою (якщо знищити оксидну плівку):

……………………………………….

1. з кислотами:
* з розбавленими хлоридною і сульфатною кислотами, виділяється водень:

……………………………………….

……………………………………….

* на холоді алюміній не взаємодіє з концентрованими сульфатною та нітратною кислотами;
1. з лугами. Якщо алюміній помістити у розчин лугу, то спочатку в лузі розчиняється оксидна плівка, а потім відбувається реакція:

……….………….………………….

1. з солями:

…………….…………………………

1. з оксидами металічних елементів (під час нагрівання):

……………………………………….

………………………………………

Суміш еквівалентних кількостей Аl і Fe3О4 називають термітом. Процес взаємодії оксидів металічних елементів з алюмінієм за високої температури називають алюмінотермією.

1. з амоніаком:

………………………………………

**Алюміній оксид**

Алюміній оксид – це біла тверда речовина, дуже тверда (Тпл.=2000ºС). Це амфотерний оксид. У воді не розчиняється. Лише свіжоосаджений алюміній оксид реагує з кислотами і лугами.

**Алюміній гідроксид**

Алюміній гідроксид – це біла тверда речовина, яка не розчиняється у воді. Це амфотерна основа. Лише свіжоосаджений алюміній гідроксид розчиняється в лугах та кислотах. При нагріванні алюміній гідроксид розкладається:

…………………………………..

**Взаємодія алюміній оксиду і алюміній гідроксиду з:**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Аl2О3 | Аl(ОН)3 |
| кислотами: |  |  |
| лугами при сплавлянні: |  |  |
|  розчином лугу: |  |  |

**Солі Алюмінію**

Алюміній утворює солі всіх типів з відомими неорганічними кислотами. ЙонАl3+ здатний до комплексоутворення завдяки великому заряду та наявності вакантних орбіталей:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| середні | кислі | основні | подвійні (галуни) | комплексні |
|  |  |  |  |  |

**Використання алюмінію та його сполук**

Оскільки в алюмінії поєднується легкість, міцність, корозійна стійкість, висока пластичність і здатність утворювати сплав із цінними властивостями, його широко застосовують у техніці.

Алюміній застосовують для добування сплавів. Його називають «крилатим металом»: літак та 2/3 частини складається з алюмінію та його сплавів. Алюміній та його сплави використовують у судно- та машинобудуванні, з нього виготовляють електричні кабелі, дріт, корпуси автобусів, тролейбусів.

Алюмінієву фольгу застосовують для виготовлення конденсаторів, а також у харчовій промисловості (обгортковий матеріал для харчових продуктів).

Оскільки алюміній стійкий до корозії і не реагує навіть з концентрованою нітратною кислотою, його використовують для виготовлення тари для кислот, деталей апаратів.

Завдяки алюмотермії добувають перехідні метали (хром, молібден, вольфрам та ін.).

З алюмінію виготовляють побутові предмети, з його порошку – сріблясту фарбу, яка відзначається стійкістю до дії атмосферних факторів.

Оскільки чистий алюміній відбиває 90 % проміння, що на нього падає, то його використовують для виробництва високоякісних дзеркал.

Алюміній оксид у вигляді природного корунду йде на виготовлення кругів для шліфування металевих виробів. Дрібнодисперсний алюміній оксид, одержаний з алюміній гідроксиду під час його зневоднення, застосовують як адсорбент у хроматографії.

Солі Алюмінію, зокрема алюміній ацетат, алюмокалієвий галун, використовують у медицині, алюміній хлорид – як каталізатор в органічній хімії.

Лекція 15

**Ферум як представник металічних елементів побічних підгруп**

Ферум розміщується у побічній підгрупі VІІІ групи четвертого періоду періодичної системи, належить до d-елементів. Хімічний символ – Fe. Порядковий номер – 26, заряд ядра - +26. Утворює просту речовину залізо.

Валентні електрони у атомі Феруму розміщуються у зовнішньому електронному шарі (4s2) та передостанньому (3d6).

Електронна формула: ……………………….. .

4s2 -електрони легко втрачаються, утворюються йони Fe2+. ……………………………

У збудженому стані один електрон з 3d-підрівня може переходити на 4s-підрівень і ставати валентним. Таким чином найхарактерніші валентності Феруму – ІІ і ІІІ, ступені окиснення - +2, +3 (інколи +6).

**Поширення Феруму в природі**

Ферум – 4-й елемент (і 2-й за поширеністю металічний елемент) земної кори. Утворює значну кількість мінералів, переважно силікатів. Найбільше значення мають:

* гематит (червоний залізняк) ……………..,
* магнетит (магнітний залізняк) ……………,
* лимоніт (бурий залізняк) ………………….,
* сидерит (залізний шпат) …………………..,
* пірит, залізний колчедан …………………. .

Трапляється самородне залізо (Гренландія) і чавун (Далекий Схід).

Ферум (у вигляді Fe2+) є складовою частиною гему – комплексної сполуки порфірину, що входить до складу гемоглобіну, міоглобіну, пероксизади, цитохромів тощо.

**Фізичні властивості**

Залізо – сірувато-сріблястий метал, пластичний, досить м’який метал. Має густину 7,87 г/см3, плавиться при температурі 1539 ⁰C, є феромагнетиком. Утворює багато сплавів із різними металами. Добре проводить теплоту та електричний струм, хоча й поступається таким металам, як срібло, золото, мідь, алюміній.

**Добування заліза**

Хімічно чисте залізо отримують електролізом розчинів його солей. Також залізо добувають відновленням природних оксидів воднем (з подальшим переплавлянням в електричних печах):

……………………………….

**Хімічні властивості**

Ферум розміщується в середині електрохімічного ряду напруг, а тому є металічним елементом середньої хімічної активності. Під час хімічних реакцій виявляє відновні властивості. Залізо реагує:

1. З неметалами*.*

При високій температурі залізо легко сполучається з киснем.

……………….………………

В атмосфері чистого кисню розжарена залізна дротина горить, розкидаючи яскраві іскри залізної ожарини Fe3O4.

………………………………

 Залізо згоряє і в атмосфері хлору:

………….…….……………..

Утворення солі Fe2+ характерно лише для йоду як слабкого окисника:

………………………………

 При нагріванні активно взаємодіє з сіркою і вуглецем:

..……….…………………….

……………………………….

1. З водою (корозія).

 За звичайних умов і наявності кисню залізо повільно реагує з водою. В результаті на поверхні металу з’являється іржа.

………….……………………..

 За високої температури розжарене залізо реагує з водяною парою.

………….………………………

1. З кислотами.

 Залізо взаємодіє з хлоридною, розбавленими сульфатною і нітратною кислотами.

……………………………………

……………………………………

…………………………………….

 З концентрованими нітратною і сульфатною кислотами залізо за звичайних умов практично не реагує через утворення на поверхні металу хімічно пасивної оксидної плівки. Тому ці кислоти транспортують у залізних цистернах. При нагріванні залізо реагує з концентрованою сульфатною та нітратною кислотами.

Fe + 6HNO3конц. = Fe(NO3)3 + 3NO2↑+ 3H2O

2Fe + 6H2SO4 конц. = Fe2(SO4)3 + 3SO2↑+ 6H2O

1. З солями*.*

 Залізо витісняє менш активні метали (мідь, срібло, вісмут та ін.) з розчинів їх солей:

…………………….…………….

**Сполуки Феруму**

Ферум утворює ряд сполук із ступенями окиснення +2, +3: ……...… (ферум(ІІ) оксид), ……….…..(ферум(ІІІ) оксид), …………….(ферум(ІІ) гідроксид), ……………(ферум(ІІІ) гідроксид), що проявляють загальні властивості основних оксидів та нерозчинних основ.

FeО - тверда кристалічна речовина чорного кольору з атомними кристалічними гратками. У воді не розчиняється. Основний оксид.

Fe(ОН)2 - порошок білого кольору, не розчиняється у воді. Має основний характер. При нагріванні розкладається:

..……………………………….

Його одержують при взаємодії лугів з розчинними у воді солями Феруму(ІІ):

…………….………………….

Свіжоосаджений ферум(ІІ) гідроксид має зеленкуватий колір, на повітрі швидко змінює своє забарвлення – буріє (Fe2+→ Fe3+).

………………………………….

Fe2О3 - порошок бурого кольору, має атомні кристалічні гратки, у воді не розчиняється. Виявляє слабкі амфотерні властивості. Виявляє слабкі кислотні властивості при сплавлянні з лугами і карбонатами лужних металічних елементів.

Fe(ОН)3 - нерозчинна у воді речовина бурого кольору зі слабкими амфотерними властивостями. Реакції з концентрованими розчинами лугів протікають лише при тривалому нагріванні. При цьому утворюється стійкий гідрокомплекс К3[Fe(ОН)6]. При нагріванні розкладається:

.………….…..……………….

Його одержують при взаємодії лугів з розчинними у воді солями Феруму(ІІІ):

………………………………….

………………………………….

**Взаємодія оксидів і гідроксидів Феруму:**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | з кислотою | з лугом |
| FeО |  |  |
| Fe(ОН)2 |  |  |
| Fe2О3 |  |  |
| Fe(ОН)3 |  |  |

**Якісні реакцій на йони Fe2+ та Fe3+**

Під час взаємодії солей Феруму Fe2+ з калій гексаціанофератом(ІІІ) (червона кров’яна сіль) утворюється осад синього кольору – турнбулева синь.

У результаті реакції солей Феруму Fe3+ з калій гексаціанофератом(ІІ) (жовта кров’яна сіль) також утворюється осад синього кольору – берлінська блакить.

Під час взаємодії солі Феруму Fe3+ з амоній тіоціанатом (роданідом) NН4SCN або калій тіоціанатом (роданідом) КSCN утворюється сполука темно-червоного кольору – ферум(ІІІ) тіоціанат (роданід).

**Застосування заліза та сполук Феруму**

Чорна металургія (виробництво заліза та його сплавів) становить 90 % світової металургії. Чорна металургія є основою розвитку багатьох галузей виробництва: на машинобудування йде третина чорного металу, на будівництво (як конструкційний матеріал, для виготовлення залізобетону) – чверть; значну частину використовують також у транспорті. Сплави на основі заліза (феромагнітні) застосовують в електротехніці у виробництві трансформаторів і електродвигунів.

Ферум(ІІ) оксид FeО є одним з компонентів кераміки, пігментом для фарб і термостійкої емалі.

Ферум(ІІІ) оксид Fe2О3 використовують як мінеральну фарбу охру.

Магнетит Fe3О4 застосовують у виробництві жорстких дисків, а ультрадисперсний порошок – як тонер у чорно-білих лазерних принтерах.

Залізний купорос використовують для боротьби зі шкідниками рослин, при виробництві мінеральних фарб, у будівництві.

Ферум(ІІІ) хлорид застосовують для очистки води, як протраву при фарбуванні тканин. У радіотехніці для протравлення друкованих плат, в органічному синтезі – як каталізатор.

Водні розчини FeСІ2, FeСІ3, FeSО4 використовують як коагулянти, щоб очистити воду для промислових підприємств.

Ферум(ІІІ) нітрат нонагідрат Fe(NО3)3·9Н2О застосовують як протраву в процесі фарбування тканин.

……………………………………………………………………………………………………...

Лекція 16

**Метали і сплави в сучасній техніці. Охорона довкілля**

Чисті метали в більшості випадків не забезпечують необхідного комплексу механічних та технологічних властивостей і тому рідко використовуються для виготовлення деталей. В більшості випадків в техніці використовують сплави.

***Сплавом*** називають речовину, яка складається з двох або більше компонентів.

Більшість сплавів отримують в рідкому стані, однак вони можуть бути одержані також шляхом спікання, електролізу, конденсації з пароподібного стану. В якості компонентів до складу металевих сплавів можуть входити і неметали (металоїди), але переважати мають метали.

Не всяка сполука компонентів дає сплав. Залізо та свинець, наприклад, в рідкому стані розділяються на два шари, і одержання сплаву цих компонентів стає неможливим.

Необхідною умовою для виготовлення сплавів с взаємна дифузія ато­мів компонентів. Ця умова найлегше задовольняється тоді, коли компоненти перебувають у рідкому стані і утворюють однорідні розчини на атомному рівні. Під час кристалізації залежно від фізико-хімічних властивостей компонентів їх ато­ми взаємодіють. Внаслідок такої взаємодії формуються струк­тури у вигляді:

* твердого розчину заміщення або проникнення;
* хімічної сполуки;
* механічної суміші з різнорідних кристалів тощо.

У ***твердому розчині заміщення***атоми розчиненого компонен­та заміщують частину атомів компонента-розчинникав його кристалічній решітці. Кількість заміщених атомів може змінюватись у широкому діапазоні. Залежно від цього розрізняють тверді розчини з необмеженою і з обмеже­ною розчинністю. Для утворення таких роз­чинів необхідно вибрати компоненти, в яких:

* однаковий тип елементарної кристалічної гратки;
* різниця розмірів атомних радіусів не перевищує 8...15 %;
* близька будова валентних атомних рівнів компонентів.

У ***твердому розчині проникнення***атоми розчиненого компо­нента можуть перебувати в міжатомних порожнинах просторової кристалічної гратки компонента роз­чинника*.*

Зважаючи на невеликі розміри порожнин кристалічної гратки металу-розчинника, можна стверджувати, що в них можуть перебувати лише атоми неметалів з малими розмірами (вуглець, водень, бор).

Тверді розчини проникнення бувають тільки ***обмеженими,***концентрація розчиненого компонента в них практично не перевищує 2 %.

***Хімічна сполука*** найчастіше утворюється з елементів, які істотно відрізняються за будовою і властивостями. Співвідношення кількості атомів елементів, що входять до складу сполу­ки, строго визначене й виражається певною формулою. Елементарна кристалічна гратка хімічної сполу­ки відмінна від кристалічних граток компонентів, що її утворили. Хімічні елементи в ній займають строго визначені положення. Властивості хімічної сполуки істотно відрізняються від властивостей компонентів. Переважно хімічним сполукам властива низька пластичність і висока твердість, яка істотно перевищує твердість компонентів. На відміну від твердих роз­чинів, хімічні сполуки мають сталу температуру плавлення.

***Механічна суміш***складається із різнорідних кристалів. Така структура представляє собою дуже дрібну суміш кристалітів (зерен) компонентів. Механічні суміші утворюються у випадках, коли елементи мають обмежену розчинність і не утворюють хімічного з’єднання.

……………………………………………………………………………………………………...

……………………………………………………………………………………………………...

……………………………………………………………………………………………………...

……………………………………………………………………………………………………...

**Способи добування сплавів**

1. З природної сировини при виплавці металів із руд.
2. Сплавлення (розплавленні метали розчиняються один в одному, при охолодженні утворюється сплав).
3. Спікання (порошки металів змішують і суміш нагрівають під тиском, не доводячи до розплавлення).
4. Дифузія (у поверхневий шар одного металу проникають йони-атоми іншого (амальгування, алітирування, хромування).

**Сплави на основі заліза**

*Чавун* – це сплав заліза з вуглецем (2,14 – 6,67%), який містить домішки Силіцію, Мангану, Фосфору та Сульфуру. Чавун використовується для виготовлення відливків та переробки в сталь.

Основним способом отримання чавуну є плавка в доменній печі. Для цього використовують залізні та марганцеві руди, флюси, паливо і повітря.

Чавуни, що виплавляються в доменній печі поділяють на переробні, ливарні та феросплави.

У *переробному або білому чавуні* значна частина вуглецю знаходиться у вигляді сполуки Fe3С, яка робить чавун дуже твердим та крихким. Переробний чавун призначений для отримання сталі.

*Ливарний* або сірий чавун має підвищений вміст Силіцію (до 4%). Частина Карбону знаходиться у вигляді вільного графіту. Використовується для отримання відливок.

*Сталь*, як і чавун, представляє собою сплав заліза з вуглецем та іншими домішками, але відрізняється від нього меншим їх вмістом. Тому отримання сталі з чавуну зводиться до оксидування домішок чавуну до необхідних меж киснем повітря або чистим киснем. Основними способами отримання сталі є конверторний, мартенівський та в електропечах.

*Вуглецеві сталі* – це багатокомпонентні сплави заліза з вуглецем, манганом, кремнієм, фосфором, сіркою та іншими компонентами.

*Вуглецеві сталі* класифікують за структурою, способом ви­робництва, ступенем дезоксидації, якістю та призначенням.

За *способом виробництва* розрізняють сталі, виплавлені в кисневих конвертерах, в електропечах і в мартенівських печах.

За *якістю* розрізняють сталі звичайної якості, якісні та високоякісні. Критерієм якості сталей є масові частки шкідливих домішок — Фосфору і Сульфуру.

Відповідно до *призначення* сталі поділяють на конструкційні з масовою часткою вуглецю до 0,65 % та інструментальні з масовою часткою вуглецю в межах від 0,65 до 1,35 %. Конструкційні сталі використовують для виготовлення деталей машин, металевих конструкцій та будівельних споруд. З інструментальних сталей виробляють різальні, вимірювальні інструменти та штампи.

**Сплави кольорових металів**

**Сплави міді**

*Латунями* називають сплави міді з цинком. Вони бувають простими (якщо містять лише мідь і цинк) і багатокомпонентними (коли містять крім міді а цинку інші хімічні елементи). Технічне застосування мають латуні з вмістом цинку до 45%.

*Бронзами* називають сплави міді з усіма елементами, крім цинку, який може бути наявним у невеликих кількостях як ле­гуючий елемент. Назву бронза отримує за основним, крім міді, компонентом (олов'яниста, алюмінієва, кремниста, свинцева, берилієва тощо).

Найпоширенішою і давно відомою є *олов'яниста бронза*. Сто­літтями застосовували машинну або гарматну бронзу з вмістом олова 9...12%, художню — 3...8% Sn, монетну — 4...5% Sn, а та­кож бронзу для дзвонів з 20...25% Sn. Практичне застосування мають бронзи з вміс­том Стануму до 10%. З метою здешевлення і для поліпшення технологічних властивостей олов'янисті бронзи легують цинком, свинцем, нікелем і фосфором.

Замінником дорогих олов'янистих бронз є *алюмінієві.* Вони мають дещо вищі механічні властивості, високу рідкоплинність, дещо більшу усадку, доб­ру герметичність і малу схильність до дендритної ліквації. Їх можна термічно зміцнювати. Чисті алюмінієві бронзи мають також чимало недоліків: ве­лику усадку, схильність до газонасичення і окиснення під час плавлення, крупно кристалічну структуру, погано піддаються паянню. Для усунення цих недоліків алюмінієві бронзи легу­ють залізом, нікелем і марганцем.

*Залізо* модифікує алюмінієві бронзи, підвищує їх міцність, твер­дість і антифрикційні властивості, зменшує схильність до крихкості. З них вигото­вляють корозієстійкі гвинти, вали тощо. *Нікель* поліпшує тех­нологічні та механічні властивості алюмінієво-залізистих бронз при звичайних і підвищених температурах. З алюмінієво-залізисто-нікелевих бронз виготовляють деталі, які працюють у важких умовах стирання при високих температурах (400...500°С): сідла клапа­нів, напрямні втулки випускних клапанів, деталі насосів і тур­бін, шестерні та інші деталі. Високі механічні властивості харак­терні для алюмінієво-залізистих бронз, легованих дешевшим манганом. З них виготовляють жаростійкі деталі.

*Кремнисті* бронзи характеризуються високими механічни­ми, пружними та антифрикційними властивостями. Вони добре зварюються і паяються, за­довільно обробляються різанням і мають низькі порівняно з іншими бронзами та латунями ливарні властивості. Для підви­щення ливарних властивостей їх легують *цинком, манганом і нікелем. Свинець* поліпшує анти­фрикційні властивості та оброблюваність різанням. Кремнисті бронзи використовують замість дорожчих олов'янистих для ви­готовлення антифрикційних деталей.

*Берилієві* бронзи мають дуже високі межі пружності і міцнос­ті, твердість і корозійну стійкість разом з підвищеною стійкістю до втоми, повзучості та спрацювання. Ці бронзи жароміцні до 310...340°С, мають високу тепло- і електропровідність, добре зварюються точко­вим і шовним зварюванням, практично не зварюються плав­ленням. З берилієвих бронз виготовляють дуже відпові­дальні пружини (карбюраторів, бензонасосів), пружні контак­ти, мембрани, деталі, що працюють на стирання (кулачки, шес­терні, черв'ячні колеса), підшипники ковзання для високих те­мператур, швидкостей і тисків. Берилієва бронза є іскробезпечним матеріалом (не створює іскор при ударі по каменю чи металу). Тому з неї виготовляють електричні контакти та удар­ний інструмент для роботи у вибухонебезпечних умовах (ін­струменти гірників). Основним недоліком берилієвих бронз є їх висока вартість. Тому 0,1...0,3% Ве замінюють Мn, Nі, Ті, Со без зниження механічних властивостей.

*Свинцеві бронзи* поєднують в собі високі антифрикційні властивості з високою теплопровідністю, ударною в'язкістю і втомною міцністю. Тому з них виготовляють високонавантажені підшипники ковзання для високих швидкостей (авіаційні та дизельні двигуни, потужні турбіни). Такі бронзи містять до 25...30% Рb. Для підвищення міцності та твер­дості ці бронзи легують розчинними у міді оловом, нікелем, манганом.

Сплави міді з нікелем називають *мельхіорами* (20...30% Ni, решта мідь), *куніалями* (5...15% Ni, 1,2...3,0% Аl), *нейзільберами* (13,5...16,5% Ni, 18...22% Zn або 1,6...2,0% Рb). Усі вони корозіє­стійкі в атмосфері, морській та прісній воді, багатьох органіч­них рідинах, розчинах солей тощо, а також немагнітні.

**Сплави алюмінію**

Сплави алюмінію вирізняються високою міцністю, здатністю протидіяти інерційним і динамічним навантаженням та високими технологічними властивостями. Більшість алюмінієвих сплавів мають добру корозійну стійкість (за винятком сплавів з міддю), високі тепло- та електропровід­ність, добре обробляються тиском, зварюються точковим зва­рюванням, а деякі і плавленням, добре обробляються різанням, алюмінієві сплави пластичніші, ніж сплави магнію та більшість пластмас.

……………………………………………………………………………………………………..

……………………………………………………………………………………………………..

……………………………………………………………………………………………………..

……………………………………………………………………………………………………..

Основними компонентами сплавів алюмінію є мідь, магній, кремній, марганець і цинк, деколи використовують літій, нікель і титан.

Сплави алюмінію класифікують за технологією виготовлення деталей (деформівні, ливарні, порошкові), за придатністю до тер­мічної обробки (зміцнювані і незміцнювані) та за властивостями.

*Деформівні* сплави алюмінію розділяють за придатністю до термічної обробки. Ці сплави придатні для умов, що вимагають високої корозій­ної стійкості, наприклад, трубопроводів для бензину і мастил, зварних баків. З них виготовляють також заклепки, перего­родки, корпуси та щогли суден, деталі ліфтів, рами вагонів, кузови автомобілів.

Сплави алюмінію, які зміцнюються термічною обробкою, поділяють на сплави з нормальною міцністю — *дуралюмін* та *високоміцні*. Серед деформівних сплавів виокремлюють сплави для обробки тиском — *ковкі*.

*Дуралюміни* характеризуються добрим співвідношенням міц­ності та пластичності і належать до сплавів системи А1-Сu-Мg. Дуралюміни мають невисоку корозійну стійкість, тому їх поверхню покривають тонким шаром чистого алюмінію — пла­кують. Дуралюміни широко застосовують в авіації, будівництві та машинобудуванні (лопасті повітряних гвинтів), шпангоути, тяги керування, деталі будівельних конструкцій, кузови вантажних автомобілів, обсадні труби тощо).

*Ковкі сплави алюмінію*, крім високої міцності, мають висо­ку пластичність у нагрітому стані. За хімічним складом вони близькі до дуралюмінів і відрізняються більшим вмістом крем­нію. Їх додатково легують залізом, нікелем і титаном. Ці сплави використовують для виготовлення поршнів, головок циліндрів, обшивки літаків.

*Ливарні сплави алюмінію* при густині 2,65 т/м3, що менша за густину чистого алюмінію, мають межу міцності від 130 до 360 МПа і твердість від 50 до 100 НВ. Ці сплави поділяють на 5 груп.

Найпоширенішими є *сілуміни*, що містять 6-13 % Si. Вони добре зварюються, мають високу рідкоплинність, малу усадку, не схильні до утворення гарячих тріщин, герметичні.

*Мідні сілуміни* характеризують­ся високою міцністю при звичайних та підвищених темпера­турах. Вони добре обробляються різанням і зварюються, але ливарні властивості гірші. Застосовуються для виготовлення корпусів компресорів, головок і блоків циліндрів двигунів.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Заміна коксу і СО воднем при відновленні. | **Заходи з охорони довкілля в металургії.** | Вилучення цінних продуктів із сировини та їх використання. |
| Застосування відхідних газів як палива. | Використання відходів виробництва як сировини для інших виробництв. |
| Встановлення фільтрів для вловлення пилу і газів. | Впровадження бездоменного виробництва заліза з руд та виробництва сталі. |

……………………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………………