

ёмістасць закрыйце коркам. У другую і трэцюю ёмістасці да паловы іх аб'ёму наліце водаправодную ваду. Другую ёмістасць зачыніце коркам, а ў трэцюю дабаўце яшчэ крыху (на кончыку нажа) кухоннай солі і таксама закрыйце коркам. Праз 3—4 дні праверце, якія змяненні адбыліся з цвікамі. Раскажыце пра вынікі даследавання на ўроку, прадэманструйце іх.

§ 46. Карозія металаў. Ахова ад карозіі

Пад дзеяннем кіслароду і вады, а таксама іншых рэчываў, якія змяшчаюцца ў навакольным асяроддзі, вырабы з металаў і сплаваў паступова разбураюцца або, як кажуць, *карадзіруюць*, паддаюцца *карозіі* (ад лат. *corrosio* — раз'яданне).



Карозія — гэта разбурэнне металаў і сплаваў пад дзеяннем рэчываў з навакольнага асяроддзя.

У аснове карозіі ляжаць акісляльна-аднаўленчыя рэакцыі, у якіх металы маюць ролю адноўнікаў, а кампаненты навакольнага асяроддзя (кісларод, вада і інш.) — ролю акісляльнікаў. У выніку гэтых рэакцый металы ператвараюцца ў розныя складаныя рэчывы — аксіды, гідраксіды, солі. Напрыклад, вырабленыя з жалеза лапаткі газавых турбін, соплы ракетных рухавікоў, каласнікі, арматура печаў пры высокіх тэмпературах паступова разбураюцца з прычыны акіслення:



Рыхлая плёнка *жалезнай акаліны* Fe_3O_4 , якая ўтвараецца на іх паверхні, лупіцца, не ахоўваючы метал ад далейшага акіслення.

Калі жалезныя вырабы доўгі час кантактуюць з вільготным паветрам (або з вадой у прысутнасці паветра), яны паступова разбураюцца, пакрываючыся бурай *іржой* (мал. 132). Яе састаў можна ўмоўна выразіць формулай $\text{Fe}(\text{OH})_3$:



Іржа, гэтак жа як і жалезная акаліна, не ахоўвае метал ад далейшага акіслення. Гэты від карозіі жалеза, які называецца *ржаўленнем*,



Мал. 132. Иржа на жалезным вырабе



Мал. 133. Паціна на паверхні медзі

добра знаёмы нам з паўсядзённага жыцця. Аўтамабілі і сельскагаспадарчая тэхніка, ліццё з чыгуну і стальны дрот, жалезныя замкі і цвікі, сякеры, малаткі і іншыя прадметы побыту ржавеюць і прыходзяць у непрыгоднасць ад уздзеяння вільгаці і паветра.

Вырабы з жалеза разбураюцца таксама пад уздзеяннем кіслотных дажджоў. Карозіі паддаюцца не толькі жалеза і яго сплавы, але і іншыя металы. Так, пад дзеяннем паветра, вадзяной пары і вуглякіслага газу паступова карадзіруюць медзь і яе сплавы (напрыклад, бронза). У выніку карозіі на іх паверхні ўтвараецца паціна — пласт рэчыва зялёнага колеру (мал. 133). Яго састаў умоўна можна выразіць формулай $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$. Гэты пласт дастаткова рыхлы і не ахоўвае вырабы ад далейшага разбурэння.

Хуткасць карозіі металаў залежыць ад шэрага фактараў. Гэта, першае, знешнія ўмовы — тэмпература і вільготнасць паветра. Чым яны вышэйшыя, тым хутчэй карадзіруе метал. Па-другое, гэта наўнасць у метале розных неаднароднасцей — прымесей, участкаў з рознай шчыльнасцю. Чым менш у метале прымесей, тым павольней ён карадзіруе.



У Індыі каля горада Дэлі знаходзіцца знакамітая Кутубская калона вышынёй 7,3 м і масай 6,5 т, вырабленая з жалеза. Нягледзячы на тое што калоне амаль 1700 гадоў, яна захавалася ў добрым стане, на ёй амаль няма ржы. Паводле адной з гіпотэз даўгавечнасць і каразійная ўстойлівасць калоны тлумачацца нізкай вільготнасцю паветра і вельмі малой колькасцю розных прымесей у жалезе, з якога яна зроблена.



Карозія пры кантакце двух металаў

Правядзём невялікі эксперымент. Возьмем дзве шклянкі з вадой і ў кожную з іх змесцім па адной жалезнай і па адной алавянай пласцінцы. Зробім гэта так, каб у першай шклянцы металы не кантактавалі паміж сабой, а ў другой — наадварот, датыкаліся адзін да аднаго (мал. 134).

Для паскарэння карозіі металаў у шклянкі дабавім па невялікай дробцы кухоннай солі.

Праз некаторы час мы ўбачым, што ў першай шклянцы абодва металы, якія не кантактавалі адзін з адным, паддаліся карозіі: жалезная пласцінка пакрылася бурым, а алавая — белым налётам. У той жа час у другой шклянцы, у якой металы датыкаліся, карозіі паддалася толькі жалеза, прычым нашмат мацней, чым у першым. Алавая пласцінка пры гэтым практычна не змянілася.

Калі паўтарыць гэты ж эксперымент, але ў кожную шклянку разам з жалезнай апусціць цынкавую пласцінку, то ў першай з іх вынік будзе тым жа — абодва металы, якія не кантактавалі адзін з адным, паддадуцца карозіі. Затое ў другой шклянцы моцна пракарадіруе толькі адзін — цынк.

Для падвядзення вынікаў эксперыменту параўнаем актыўнасць выкарыстаных металаў, зыходзячы з іх становішча ў радзе актыўнасці. Самым актыўным з іх з'яўляецца цынк, менш актыўным — жалеза і самым неактыўным — волава. Улічваючы гэта і прымаючы пад увагу вынікі доследаў, зробім вывады:

Для падвядзення вынікаў эксперыменту параўнаем актыўнасць выкарыстаных металаў, зыходзячы з іх становішча ў радзе актыўнасці. Самым актыўным з іх з'яўляецца цынк, менш актыўным — жалеза і самым неактыўным — волава. Улічваючы гэта і прымаючы пад увагу вынікі доследаў, зробім вывады:

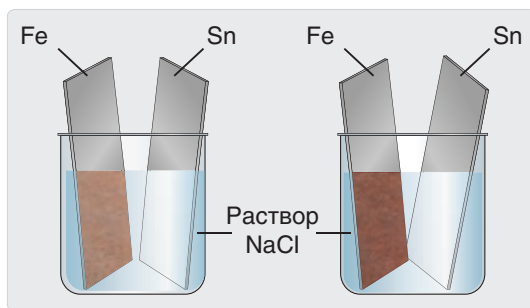
- Калі два металы не датыкаюцца ў водным асяроддзі, то карозіі паддаецца кожны з іх.

- Калі два металы датыкаюцца ў водным асяроддзі, то карадіруе толькі адзін — больш актыўны метал (у першым доследзе — жалеза, у другім — цынк).

Такім чынам, у водным асяроддзі карозія металу ўзмацняецца пры яго дакрананні да менш актыўнага і запавольваецца пры яго кантакце з больш актыўным металам.

Ахова металаў ад карозіі

Матэрыяльныя страты, звязаныя з карозіяй вырабаў з металаў, вялізныя. Штогод карозіі паддаецца прыкладна чацвёртая ў свеце частка ўсяго жалеза, якое выплаўляецца. Для аховы металаў ад карозіі ўжываюць разнастайныя метады.



Мал. 134. Карозія пры кантакце двух металаў



Мал. 135. Эмаліраваныя вырабы

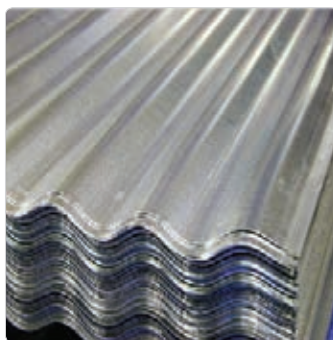
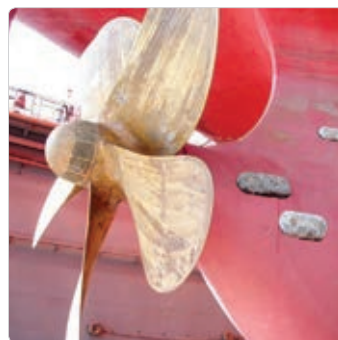
Найбольш распаўсюджаны з іх — нанясенне на паверхню металаў розных пакрыццяў. Да **неметалічных пакрыццяў** належаць эмалі (імі пакрыты эмаліраваныя ванны, каструлі, электра- і газавыя пліты) (мал. 135), лакі, фарбы (імі пакрываюць кузавы аўтамабіляў, рачных і марскіх суднаў), спецыяльныя змазкі і маслы.



У 1617 г. у Англіі быў выдадзены патэнт на вынаходства аховы рыцарскіх даспехаў (кальчуг і лат) ад карозіі з дапамогай спецыяльнага масла.

Металічныя пакрыцці ўяўляюць сабой тонкія пласты (плеўкі) металаў — нікелю, хрому, волава, цынку і інш. Нанясенне пакрыццяў з нікелю (*нікеліраванне*) і хрому (*храміраванне*) на металічныя вырабы служыць як для аховы ад карозіі, так і для надання характэрнага серабрыстага бляску (мал. 136).

Нанясенне пласта волава называецца *луджэннем*, а металы, пакрытыя волавам, — *луджанымі* металамі. Жалеза, пакрытае пластом волава, называюць *луджаным жалезам*, а з нанесеным пластом цынку —

Нікеліраваныя
вырабыВырабы з ацынкаванага
жалезаЦынкавыя накладкі
на корпусе карабля

Мал. 136. Металічныя пакрыцці

ацынкаваным жалезам. Паколькі ў параўнанні з жалезам волава — менш актыўны метал, у вільготным паветры пры парушэнні цэласнасці алавянага пакрыцця разбураецца змешчанае пад ім больш актыўнае жалеза. У гэтым выпадку пласт волава слаба ахоўвае жалеза ад карозіі. Луджанае жалеза ўжываюць у асноўным для стварэння вырабаў, у якіх верагоднасць механічнага пашкоджання алавянага пакрыцця выключаецца (рознага роду ёмістасці ў харчовай індустрыі). Што датычыцца цынку, то ён больш актыўны, чым жалеза. Таму пры парушэнні цэласнасці цынкавага пакрыцця на жалезным вырабе ў першую чаргу разбураецца больш актыўны цынк, г. зн. само пакрыццё, і пакуль яно не разбурыцца цалкам, жалеза застаецца цэлым. З ацынкаванага жалеза вырабляюць вёдры, вадасцёкавыя трубы, дрот для марскіх канатаў, дахавую бляху і іншыя вырабы (гл. мал. 136).

Часам для аховы металаў ад карозіі іх апрацоўваюць **спецыльнымі рэагентамі**. У выніку хімічных рэакцый на паверхні металаў утвараецца тонкая, але трывалая плёнка прадукту рэакцыі, якая засцерагае метал ад карозіі. Гэта адбываецца, напрыклад, пры апрацоўцы паверхні жалеза канцэнтраванай фосфарнай кіслатой (*фасфатаванне жалеза*).

Часта металы ахоўваюць ад карозіі, ствараючы на іх паверхні аксідныя плёўкі. Працэс іх нанясення называецца **аксідзіраваннем металаў**. Разнавіднасцю аксідзіравання з'яўляецца *вараненне* сталі, пры якім яе паверхня апрацоўваецца ў спецыяльных умовах рознымі акісляльнікамі. У залежнасці ад таўшчыні ўтвораная аксідная плёўка можа мець жоўтую, карычневую, вішнёвую, фіялетаваю, сінюю, шэрую або чорную афарбоўку.

Эфектыўным спосабам барацьбы з карозіяй з'яўляецца выкарыстанне **пратэктарнай аховы**. Яна заснавана на тым, што пры кантакце двух металаў карозіі паддаецца больш актыўны з іх, які называецца пратэктарам. Напрыклад, для аховы сталёных карпусоў караблёў да іх прымацоўваюць накладкі больш актыўных, чым жалеза, магнію ці цынку (гл. мал. 136, справа). Таму што пры кантакце з жалезам у марской вадзе яны разбураюцца ў першую чаргу, а корпус карабля застаецца цэлым.

Для аховы металаў ад разбурэння выкарыстоўваюць **інгібітары карозіі**. Так называюцца рэчывы, якія запавольваюць разбурэнне металаў. Іх дабаўляюць, напрыклад, у ваду або ў растворы, з якімі кантактуе той ці іншы метал. Напрыклад, інгібітарамі карозіі жалеза з'яўляюцца храматы, нітрыты, сілікаты натрыю і калію, солі арганічных кіслот.

Яшчэ адзін важны спосаб аховы металаў ад карозіі называецца **легіраваннем** (ад ням. *legieren* — сплаўляць). Ён заключаецца ў тым, што ў метал уводзяць пэўныя колькасці іншых металаў, г. зн. атрымліваюць сплавы, устойлівыя да карозіі. Да іх належыць, напрыклад, нержавеючая сталь, якая змяшчае да 18 % хрому і да 10 % нікелю.

Карозія — гэта разбурэнне металаў і іх сплаваў пад дзеяннем навакольнага асяроддзя.

У аснове карозіі металаў і сплаваў ляжаць акісляльна-аднаўленчыя рэакцыі, у якіх атамы металаў маюць ролю адноўнікаў, а кампаненты навакольнага асяроддзя — ролю акісляльнікаў.

Карозія металу ў вільготным асяроддзі рэзка ўзмацняецца пры судакрананні яго з менш актыўным металам і запавольваецца, калі метал дакранаецца да больш актыўнага металу.

Для аховы металаў ад карозіі выкарыстоўваюць розныя метады: нанясенне ахоўных пакрыццяў, выкарыстанне інгібітараў, легіраванне.



Пытанні і заданні

1. Што ўяўляе сабой карозія металаў? Якія рэчывы навакольнага асяроддзя выклікаюць карозію?
2. Якія рэакцыі ляжаць у аснове карозіі металаў? Якую ролю ў гэтых працэсах адыгрываюць металы?
3. Рэчывы якіх класаў могуць быць прадуктамі карозіі? Што ўяўляе сабой і ў якіх умовах утвараецца жалезная акаліна? Іржа? Паціна?
4. Пры кантакце жалеза з якім з металаў — серабром або магніем — жалеза будзе карадзіраваць павольней? Прывядзіце прыклады іншых металаў, у кантакце з якімі карозія жалеза будзе запавольвацца.
5. Чаму ў ранейшыя часы, калі ў стаматалогіі шырока выкарыстоўваліся металічныя зубныя каронкі, урачы не рэкамендавалі ставіць залатую каронку побач са стальной?
6. Пералічыце і коратка ахарактарызуйце важнейшыя спосабы аховы металаў ад карозіі. Што ўяўляе сабой луджанае жалеза? Якія вырабы з нікеліраванага ці храміраванага жалеза сустракаюцца ў паўсядзённым жыцці?

7. Вулкан Кілаўэа, які вывяргаўся ў маі 2018 г. на Гаваях, выкінуў у паветра вялізную колькасць сярністага газу SO_2 . Гэта стала прычынай кіслотных дажджоў з небывала высокім утрыманнем сернай кіслаты. Яе масавая доля ў адным з узораў дажджавой вады, якая выпала недалёка ад вулкана, складала 0,18 %. Разлічыце масу жалеза, якое можа растварыцца ў такой дажджавой вадзе масай 10 кг.

Рыхтуемца да алімпіяд

1. Складзіце ўраўненні рэакцый, з дапамогай якіх можна ажыццявіць наступны ператварэнні:

- а) $\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \rightarrow \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_2$;
 б) $\text{KMnO}_4 \rightarrow \text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 \rightarrow \text{Fe} \rightarrow \text{Cu} \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2$.

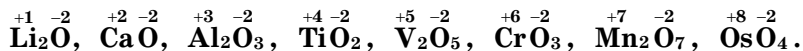
2. Пячны каласнік (жалезная рашотка для праходу паветра пад дрэвамі) у выніку працяглага выкарыстання пакрыўся пластом акаліны. Разлічыце аб'ём (н. у.) кіслароду, які прарэагаваў з жалезам, калі маса каласніка, што паддаўся карозіі, роўна 2,65 кг, а масавая доля акаліны на ім складае 8 %.

§ 47. Злучэнні металаў. Аксіды і гідраксіды

У выніку ўзаемадзеяння металаў з простымі і складанымі рэчывамі ўтвараюцца злучэнні розных класаў. Гэта, напрыклад, аксіды, гідраксіды, солі і некаторыя іншыя рэчывы.

Аксіды металаў

Практычна ўсе металы ўтвараюць аксіды. Іх састаў выражаецца агульнай формулай Me_2O_x , дзе **Me** — абазначэнне металу ў агульным выглядзе. Ступень акіслення металаў у аксідах змяняецца ў інтэрвале ад +1 да +8, напрыклад:



Састаў, будова, фізічныя ўласцівасці. Большасць аксідаў металаў — рэчывы немалекулярнай будовы. Яны ўяўляюць сабой цвёрдыя тугаплаўкія рэчывы.

Шмат якія аксіды металаў маюць афарбоўку (мал. 137).



Мал. 137. Афарбоўка аксідаў некаторых металаў