

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/365423301>

I BOB. METALLURGIYANING TARIXI. METALLAR HAQIDA TUSHUNCHA § 1. Metallurgiyaning tarixi

Chapter · November 2022

CITATIONS

0

READS

4,152

1 author:



Saodat Mirzajonova

Tashkent State Technical University

130 PUBLICATIONS 118 CITATIONS

SEE PROFILE

I BOB. METALLURGIYANING TARIXI. METALLAR HAQIDA TUSHUNCHA

§ 1. Metallurgiyaning tarixi

Metallurgiya – yunoncha “metallurgeo” – ma’danni qazib olish, metallarga ishlov berish “metallon” – kon, metall va “ergon”– ish, ishlov berish – metallarni ruda va boshqa turdagi xom ashyolardan olish, shunindek metall va metallik qotishmalarning kimyoviy tarkibi, tuzilishi va xossalarning o‘zgarishi bilan boradigan jarayonlarni qamrab olgan fan, texnika va sanoat tarmog‘idir.

Metallurgiyaga sohasiga quyidagilar kiradi:

- yer bag‘ridan qazib olingan rudalarga dastlabki ishlov berish;
- metallarni ajratib olish, metallar va qotishmalarni rafinirlash;
- ajratib olish metallarga mahsus xossalar va formalarni berish.

Tarihiy metallurgiya qora va rangli metallurgiyaga bo‘linadi. Qora metallurgiya temir asosidagi qotishmalarni (cho‘yan, po‘lat, ferroqotishmalar), marganets, xrom va vanadiy metallarni ishlab chiqarishni qamrab oladi (qora metallar qismiga, dunyoda ishlab chiqariladigan metall mahsulotlarning 95% to‘g‘ri keladi). Rangli metallurgiya, boshqa metallarni ishlab chiqarishini, shu jumladan radioaktiv metallarni ham qamrab oladi. Ayrim metallurgik jarayonlar metall bo‘lmagan va yarim o‘tqazuvchi materiallarni (Si, Ge, Se, Te, As, P, S va b.) ishlab chiqarilishida qo‘llaniladi. Umuman zamonaviy metallurgiya, periodik jadvaldagi deyarli barcha elementlarni, galloid va gazlardan tashqari, ajratib olish jarayonlarini qamrab oladi.

Arxeologik topilmalar shuni ko'rsatadiki, metallurgiyaning paydo bo'lishi qadimgi zamonlarga tegishli, masalan Kichik Osiyoning janubiy-g'arb qismida, misni eritish, eramizdan 7 – 6 ming yil oldin, olib borilganligi aniqlangan. Tahminan o'sha paytlari odamzodga tug'ma metallar: oltin, kumush, mis va meteorit temir aniq bo'lgan. Keyingi davrlarda, odamzod rudani qazib olish va unga ishlov berishni o'rganganda, rudani qayta ishlash texnologiyalari paydo bo'lgan. (1.1-rasm)



1.1-rasm. Yer ostidan foydali qazilmalarni qazib olish

Avval, metall buyumlarni, metallarga sovuq holda ishlov berish yo'li bilan yasashgan. Mis va temirga sovuq holatda ishlov berish qiyinchilik tug'dirganligi uchun, ularning qo'llanilishi chegaralangan. Metallarga issiqlik bilan ishlov berish (toblash) jarayoni ixtiro qilingandan so'ng, misdan yasalgan buyumlarning keng tarqalishi boshlandi. Oksidlangan rudalardan misni eritish va undan quymalarni olish (eramizdan 5 – 4 ming yil oldin), mis ishlab chiqarishining oshishiga olib keldi.

Murakkab bo'lgan rudalarni dastlabki kuydirish va misni rafinirlash usullarini qo'llab, sulfidli mis rudalarini qayta ishlash jarayoni eramizdan oldingi 2 minginchi yilning o'rtalariga tegishli (Yaqin Sharq, Markaziy Evropa). Eramizdan 2 ming yil oldin, bronzadan (tahminan 90 % Cu + 10 % Sn) yasalgan buyumlardan keng foydalanish boshlandi. Bronzadan yasalgan buyumlarning keng tarqalishiga sabab, bronzadan yasalgan buyumlarning sifati (qattqlik, korroziyaga bardorshligi va b.) misdan yasalgan buyumlar sifatidan yuqori bo'lganligi, shuningdek bronzaning erish harorati misnikidan past va quyma qoliplarni misga nisbatan yaxshi to'ldiradi.

Bronzaning keng foydalanishi bronza asrining boshlanishini belgilab berdi. Eramizdan 3–2 ming yil oldin, mis va bronzaning yirik markazi Kavkaz bo‘lgan.

Tahminan, eramizdan 2 ming yil oldin, odamzod temirni rudadan olish usullaridan foydalanishi boshlaydi. Avval temirni olish maqsadida gulhanlardan, so‘ngra eritish o‘ralaridan – “Сыродутный горн” foydalanilgan. Toshdan terilgan gornga, oson tiklanuvchi ruda va yog‘och (pista) ko‘mir yuklanar edi. Ko‘mir yonishi uchun kerak bo‘lgan havo gornga paski qismidan puflangan. Jarayon paytida uglerod temir oksidini tiklaydi. Jarayonni nisbiy past harorati va temirli shlakning ko‘p miqdori, metallning uglerodlanishiga to‘sqinlik qilar edi va buning natijasida tarkibida uglerod miqdori past bo‘lgan temir olinardi. Hosil bo‘lgan temir gornning pastki qismida to‘planadi va uni “kritsa” deb nomlanadi. “Kritsa” gornidan chiqarilgandan so‘ng, zichlanishi uchun toblanardi va buning natijasida buyumlar yasash uchun metall olinar edi. Jarayonning ishlab chiqarish unumdorligi past bo‘lgan va bu jarayon ruda tarkibidan temirning faqat yarmini ajratib olishga imkon berar edi. Temir metallurgiyasi, mis metallurgiyasiga nisbatan sekin rivojlanayotgan edi. Buning asosiy sababi, o‘sha paytlarda erishadigan haroratlarda misni erigan holatda, temirni esa hamir simon, tarkibida uglerodning miqdori past bo‘lgan ko‘rinishda olish imkoniyati bor edi. Uglerodning miqdori kam bo‘lganligi uchun, temir yumshoq bo‘lgan va undan yasalgan mehnat asboblarning sifati, bronzadan yasalgan asboblardan sifatan past bo‘lgan. Temirni keng qo‘llanilishi uchun, temirni uglerodlash va toblash jarayonlarini qo‘llash zaruriyati tug‘ildi, ya‘ni po‘lat olish jarayonlarini rivojlantirish zaruriyati tug‘ildi. Bu jarayonlarning rivojlanishi natijasida eramizdan 1 ming yil oldin, odamzod tomonidan qo‘llaniladigan metallarning ichida, temir birinchi o‘ringa chiqdi va bu temir asrning boshlanishidir. Bizning eramizning boshida temir metallurgiyasi to‘liq Evropa va Osiyoda tarqalgan edi.

Uch ming yil davomida temir metallurgiyasi prinsipial o‘zgarishlarga duch kelmagan edi. Jarayon doimo rivojlanib kelgan va XIV asrning yarmisida kichik domna pechlari paydo bo‘lgan. Vaqt o‘tishi bilan domna pechlarning o‘lchamlari,

xususan balandligi oshib bordi, donna pechiga havoni intensiv puflash jarayonlari rivojlanishi natijasida pech xajmidagi haroratning oshishiga erishildi va buning natijasida metallning uglerodlanishi va tiklanishi jadallashdi. Donna pechlarida hamirsimon temirning o'rniga, tarkibida Si va Mn bo'lgan yuqori uglerodli temir qorishmasini (rasplav) – cho'yan olishga imkoniyat yaratildi. Cho'yan ishlab chiqarilishining oshishiga, XIV asrda cho'yanni toblanuvchi temir ko'rinishiga o'tqazishga imkon beradigan “krichniy” (кричный передел) qayta ishlash bosqichining yaratilishi asos bo'ldi. Krichniy gornda cho'yanni qayta eritib, uning tarkibidagi qo'shimchalarni (S, Mn, Si, P) kislorod bilan oksidlab, cho'yanni tozalash (rafinirlash) jarayonlari olib borilar edi. Krichniy jarayonining rivojlanishi, temirni ikki bosqichda olishga asos bo'ldi va hozirda po'latni ishlab chiqarishning zamonaviy texnologiyasi ikki bosqichli jarayonda olib borilmoqda.

Temirdan tashqari qadimgi davrlarda Au, Ag, Cu, Sn, Pb, Hg qazib olinar edi va qo'llanar edi. Boshqa rangli metallarning ishlab chiqarilishi ohirgi asrlarda (ayrim holatlarda 10 yillikda) o'z rivojini topdi.

Zamonaviy metallurgiya, metall va qotishmalarni ishlab chiqarishning asosiy texnologik jarayonlari yig'indisi sifatida, o'z ichiga quyidagilarni oladi:

- rudani qazib olish va undan metallarni ajratib olishga tayyorlash (jumladan boyitish jarayonlari);
- metallarni ajratib olish va ularni rafinirlash (tozalash) (pirometallurgik, gidrometallurgik va eletrolitik jarayonlar);
- metallik kukunlarni ko'machlash orqali turli buyumlarni ishlab chiqarish;
- metall va qotishmalarni quymakorlik jarayonlari;
- metallarga bosim ostida ishlov berish jarayonlari;
- metallarga termik va kimyo-termik ishlov berish jarayonlari va h.

Metallurgiya bilan boshqa sanoat chambarchas bog'liq, masalan koksoximiya sanoati, o'tga bardosh berish materiallarni ishlab chiqarish sanoati va sanoat turlari.

Rudalardan metallarni ajratib olishga tayyorlash, maydalash, yanchish, g'alvirlash va sinflash jarayonlaridan boshlanadi. Keyingi qayta ishlash bosqichi bu boyitishdir. Sanoatda eng keng flotatsion, gravitatsion, magnit va elektrik usullar

qoʻllaniladi. Boyitishdan soʻng olingan mahsulotlar odatda quritiladi yoki kuydiriladi. Odatda, rudalarni tayyorlashning yakuniy bosqichiga, xomashyo tarkibini oʻrtalashtirish, xomashyoni aralashtirish, shuningdek aglomeratsiya, briketlash va qumoqlash usuli bilan boʻlaklash jarayonlari kiradi.

Metallarni pirometallurgik (yuqori haroratli) usullardan foydalanib ajratib olish va rafinirlash (tozalash) jarayonlari metallurgik pechlarda amalga oshiriladi. Pirometallurgik jarayonlarda, metall va qoʻshimcha moddalar, yuqori haroratlarda xomashyoni eritish natijasida hosil boʻladigan xar - hil fazalarga ajraladi. Bu fazalarga gaz, suyuq metallar, shlak, shteyn va qattiq moddalar kiradi. Ajralishdang soʻng fazalardan biri yoki bir nechta keyingi qayta ishlash bosqichiga yuboriladi.

Metallarni gidrometallurgik usullarda ajratib olish va rafinirlash jarayonlari yuqori haroratlarni talab etmaydi va turli erituvchilarning suvli eritmalarini qoʻllanishiga asoslanadi. Gidrometallurgik usulda metallni xomashyodan eritmaga oʻtqazish uchun (tanlab eritish) kislota, asos va tuzlarning eritmaları qoʻllaniladi. Metallarni eritmalaridan ajratib olish uchun gidrometallurgiyada sementatsiya, durlanish, adsorbsiya, elektroliz, choʻktirish va gidroliz usullaridan foydalaniladi.

Metallurgiya – Oʻzbekiston va boshqa davlatlarda sanoatning bazaviy tarmogʻidir. Metallurgiya, maʼlum darajada mamlakat iqtisodining rivojlanishini belgilab beradi. Sanoatda qoʻllaniladigan konstruksion materiallar xajmining 95 % ni qora va rangli metallar tashkil etadi va ularning ishlab chiqarilishiga mamlakatda foydalaniladigan tahminan yoqilgʻining 10–14 %, elektroenergiyaning 20–24 %, xom ashyo va mineral resurslarning 40 % sarflanadi.

§ 2. Metallar haqida tushuncha

Metallurgiya – bu dastlabki xomashyolar boʻlmish ruda va boshqa turdagi metall tarkibli materiallardan metallar ajratib olish jarayonlarini oʻzida qamrab olgan fan, texnika va sanoat tarmogʻi hisoblanadi.

Metallshunoslik – bu metallarning tarkibi, tuzilishi, xossalari va bu xususiyatlar orasidagi bogʻliqlikni oʻrganadigan fandır.

Hozirgi kunda D.I.Mendeleyevning elementlar davriy jadvalida 118 ta element ma'lum bo'lsa, ularning 22 tasi metallmas, qolgan 96 tasini metallar tashkil qiladi. Shulardan 80 taga yaqini tabiatda uchraydi, sanoat ahamiyatiga ega. Metallarning 12 tasi s-elementlar, 32 tasi d-elementlar, 28 tasi f-elementlar va qolgan 16 tasi p-elementlardir. Simobdan tashqari hamma metallar oddiy haroratda qattiq moddalardir. Metallarning o'ziga xos belgilari quyidagilardan iborat:

1. Har qanday metall o'ziga xos yaltiroqlikka ega, buning sababi shuki, ular yorug'lik nurini spektrning ko'zga ko'rinuvchan sohasida qaytarish xususiyatiga ega.

2. Metallar issiqlik va elektrni yaxshi o'tkazadi. Metallarning elektr o'tkazuvchanligi harorat ortishi bilan pasayadi va aksincha, qarshiligi harorat ortishi bilan ortadi.

3. Ko'pchilik metallar odatdagi sharoitda kristall holatida bo'ladi, ularning koordinatsion soni katta qiymatga ega (8 va 12 ga teng).

4. Metallar bolg'alanuvchan, cho'ziluvchan va yassilanuvchi bo'ladi.

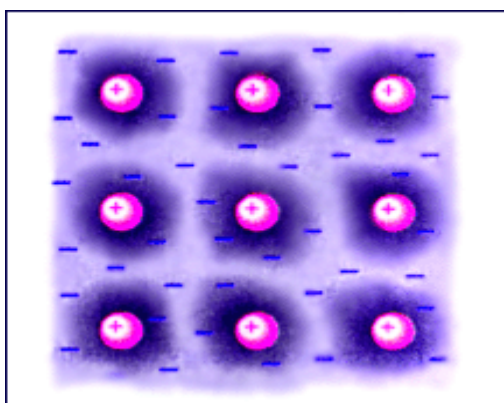
5. Metallar elektr musbat elementlardir, ya'ni ularning oksidlari ko'pincha suv bilan birikib asoslar hosil qiladi.

Metallarda bu 5 xususiyatning borligiga asoslanib, metallarning ichki tuzilishi haqida ma'lum tasavvur yaratish mumkin. Masalan, metall yorug'likni qaytarish xususiyatiga ega bo'lgani uchun juda yupqa metall plastinka ham shaffof (tiniq) bo'lmaydi. Bunga asoslanib, metall juda zich tuzilgan (ya'ni metallarning hajm birligida juda ko'p atomlar bor) deyish mumkin.

Metallarning issiqlik va elektrni yaxshi o'tkazishi - zaryadlangan zarrachalar metallning kristallari orasida oson harakatlanishi haqida ma'lumot beradi. Nihoyat, metallarning elektromusbat elementlar jumlasiga kirishi – valent elektronlarning metall atomidan osongina chiqib keta olishini ko'rsatadi. Lekin bu (metallar) xususiyatlarining hech qaysisi oddiy moddalarning "metall" yoki "metallmaslar" sinfiga ajratish uchun asos bo'la olmaydi. Oddiy moddalarni "metall" yoki "metallmaslar" sinfiga ajratish uchun kimyoviy bog'lanishlar tipini asos qilib olish, ko'p masalalarni izoh qilib olishda juda to'g'ri xulosalarga olib keladi. Demak,

zarrachalar orasida metall bog‘lanishli oddiy moddalarni metallar jumlasiga, kovalent bog‘lanishli oddiy moddalarni esa metallmaslar jumlasiga kiritish kerak.

1900-yilda Drude taklif etgan “elektron gaz” nazariyasiga muvofiq, metall musbat zaryadli ionlar va ular orasidagi tartibsiz harakat qiluvchi erkin elektronlardan iborat, bu elektronlar gaz molekullari bo‘ysungan qonunlarga bo‘ysunadi (1.2-rasm).



1.2-rasm. Metall kationlari orasida erkin elektronlarning harakatlanishi.

Odatdagi haroratda elektronlar metallar sirtidan chiqib keta olmaydi, chunki metallda erkin elektronlarni musbat zaryadli ionlar katta kuch bilan tortib turadi. Metallga tashqaridan elektr maydoni berilganda, elektronlar tartibsiz harakatini yo‘qotib ma’lum yo‘nalishda yugura boshlaydi. Elektronlarning bu harakatiga musbat ionlar to‘sqinlik qiladi. Harorat ko‘tarilishi bilan ionlarning tebranish harakati kuchayib tebranish amplitudalari kattalashadi. Shunda ionlarning elektronlar bilan to‘qnashish ehtimolligi ortadi. Binobarin, elektronlarning ma’lum yo‘nalish sari harakati qiyinlashadi. Boshqacha aytganda, metallning elektr o‘tkazuvchanligi harorat ortganda kamayadi. Metallardan “asl” metallar oltin, platina, kumush, (bazan mis, kalay, simob) tabiatda erkin, ya’ni, tug‘ma holatda uchraydi. Metallarning asosiy massasi Yer qobig‘ida birikmalar holida uchraydi. Sof metallarning sanoat miqyosida hosil qilish uchun yaroqli tabiiy xomashyosi **metall rudasi** nomi bilan yuritiladi. Rudalar ko‘pincha toza bo‘lmaydi, ularga bekorchi jinslar –qum, loy, ohaktosh va boshqalar aralashgan bo‘ladi. Har qanday ruda ishga tushirilishidan avval bekorchi jinslardan tozalanishi, boshqacha

aytganda “boyitilishi” lozim. Ba’zan rudalarning boyitilgan shakli “konsentrat” deb ataladi. Rudalar turli usullar bilan boyitiladi. Ko’pchilik rudalar flotatsion usulda boyitiladi. Metall rudalarining birinchi turkumi oksidli rudalardir. Bunga temir rudalaridan: vyustit – FeO , qizil temirtosh – Fe_2O_3 (gematit), qo’ng’ir temirtosh – $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ va magnitli temirtosh – Fe_3O_4 (magnetit), aluminiy rudasi – $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (boksit), marganes rudasi – MnO_2 (pirolyuzit), qalay rudasi – SnO_2 , vismut oxrasi – Bi_2O_3 va boshqalar misol bo’la oladi.

Juda ko’p metallar tabiatda sulfidlar holida uchraydi. Bunday rudalar Yer po’stlog’ining chuqurroq qismiga joylashgan bo’lib, ularga suv, karbonat anhidrid, havo kislorodi ta’sir etmagan (shuning uchun ular birlamchi tog’ jinslari deb yuritiladi). Misol uchun mis kolchedani (CuS), mis yaltirog’i (Cu_2S), kinovar (HgS), qo’rg’oshin yaltirog’i (PbS), rux aldamsi (ZnS) va boshqalarni ko’rsatish mumkin. Ba’zan bir necha metallarning sulfidlari aralash holda uchrab, **polimetall** rudani tashkil qiladi.

Metallarning sinflanishi. Mendeleev davriy sistemasida keltirilgan hamma metallarni ikkita katta guruhga bo’lish mumkin: **qora** va **rangli** metallar. Qora metallarga: temir, marganes, vanadiy, xrom va shu metallar asosida olingan har xil quymalar va qotishmalar kiradi. Qolgan hamma metallar ranglidir. Xususiyatlariga ko’ra rangli metallarni o’zi bir necha nim guruhlarga bo’linadi:

- 1) og’ir rangli metallar (mis, qo’rg’oshin, kadmiy, nikel, kobalt, rux);
- 2) nodir (qimmatbaho) metallar (oltin, kumush, platina, osmiy, iridiy, ruteniy, rodiy, palladiy);
- 3) noyob rangli metallar:
 - a) yengil metallar (litiy, natriy, kaliy, kalsiy, aluminiy, magniy, titan);
 - b) qiyin eruvchi metallar (volfram, molibden);
 - d) tarqoq metallar (galliy, indiy, talliy, germaniy, selen, tellur, reniy);
 - e) kamyob yer metallari (skandiy, ittriy, lantan va lantanoidlar);
 - f) radioaktiv metallar (uran, toriy, poloniy, radiy, plutoniy).

Metallurgiya sanoati o’z navbatida ikkiga: **qora** va **rangli** metallurgiyaga bo’linadi.

Qora metallurgiya sanoatining xususiyatlaridan biri asosiy mahsulotlari hisoblanadigan cho‘yan, po‘lat va prokat ishlab chiqarish jarayonida juda katta hajmdagi temir rudasi, kokslanadigan ko‘mir va boshqa xil resurslarni ishlatishidir. Shu sababli dastlabki yillarda tarmoq korxonalari, asosan, yirik kokslanadigan ko‘mir konlari hududlarida shakllandi. Qora metallurgiyada asosan qora metallar turkumiga kiruvchi: temir, marganes, vanadiy, xrom va ularning o‘zaro hosil qilgan qotishmalari ishlab chiqariladi.

Jahon qora metallurgiya sanoatida hozirgi vaqtda xomashyo resurslarini yetkazib beruvchi, tayyor metall mahsulotlarini ishlab chiqaruvchi va ularni iste‘mol qiluvchi mamlakatlar guruhlari shakllangan. Jumladan, temir rudasini jahon bozoriga chiqarishda Braziliya, Avstraliya, Hindiston, JAR, Liberiya davlatlari, po‘lat ishlab chiqarishda Yaponiya, Rossiya, AQSh, Ukraina, O‘zbekiston, Germaniya davlatlari ajralib turadi. Tayyor metall mahsulotlarini iste‘mol qilishda esa, asosan, iqtisodiy rivojlangan mamlakatlar yetakchilik qilmoqdalar. O‘zbekistonda po‘lat va cho‘yan asosan Toshkent viloyatining Bekobod shahridagi “O‘zbekiston metallurgiya kombinati” da ishlab chiqariladi.

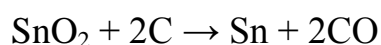
O‘zbekiston rangli metallardan – mis, oltin, kumush, qo‘rg‘oshin, rux, volfram, molibden va shu guruhga kiruvchi boshqa metallarning aniqlangan zaxiralariga ega. Rangli metallar rudalarining zaxiralari asosan Olmaliq va Navoiy ruda maydonlarida joylashgan. Masalan, Qalmoqqir koni noyob konlardan bo‘lib, mis-molibden rudalarini qazib chiqarish bo‘yicha chet eldagilardan ustun turadi. Bu konning rudasini Olmaliq kon-metallurgiya kombinatida qayta ishlanadi. Kombinat O‘zbekistondagi eng yirik korxonalardan biridir. Qo‘rg‘oshin, rux, asosan, Jizzax viloyatining Uchquloq va Surxondaryo viloyatining Xondiza konlarida to‘plangan.

Rangli metallurgiya rangli metallar xomashyolarini qazib chiqarish yoki to‘plash, boyitish, gidro-, piro- va elektrometallurgik jarayonlar asosida qayta ishlash, toza metall yoki qotishmalar ishlab chiqarishni hamda quymakorlik jarayonlarini o‘zida birlashtiradi. Rangli metallurgiya mamlakatni elektrlashtirish, uning mudofa qudratini mustahkamlash, atom texnikasi, samolyotsozlik,

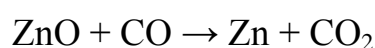
raketsozlikni rivojlantirish, mashinasozlik va kimyo sanoati uchun juda zarurdir. Respublikamiz yalpi sanoat mahsuloti hajmida rangli metallurgiyaning salmog'i 15 % ni tashkil etadi. Rangli metallurgiyaning asosiy mahsulotlaridan bo'lmish – volfram va molibden ishlab chiqarish mamlakatimizda tez rivojlanmoqda. Chirchiq vodiysidagi “O'zbekiston qiyin eruvchi va o'tga chidamli metallar ishlab chiqarish kombinati” muhim korxonalaridan biri hisoblanadi. Bu korxonada mahsulotlaridan elektrotexnika, mashinasozlik va boshqa sanoat tarmoqlarida keng foydalaniladi. Respublikamiz chet davlatlarga tozalangan misni eksport qiladi. Rangli metallar respublikamiz iqtisodiyotining turli sohalarida ishlatiladi. Mis sof holda kabellar ishlab chiqarishda, qalay bilan qo'shib (bronza shaklida), nikel bilan qo'shib (melxior shaklida), aluminiy bilan qo'shib (duraluminiy), rux bilan qo'shib (latun shaklida) elektrotexnika va mashinasozlikda keng foydalaniladi. Qo'rg'oshin – akkumulyatorlar ishlab chiqarishda, elektr kabellar ishlab chiqarishda, rux bilan qo'shib temir buyumlarning zanglamasligi uchun ularni sirlashda, oq tunuka va podshipniklar ishlab chiqarishda foydalaniladi. Shuningdek, rangli metallar elektr tokini yaxshi o'tkazganligi sababli elektr energiyasini iste'molchilarga yetkazishda, aloqa tizimida juda ko'p foydalaniladi. Rangli metallurgiya mahsulotlari respublika iqtisodiyoti rivoji uchun eng asosiy yo'nalish bo'lgan avtomobilsozlik, radio, elektronika kabi sanoat tarmoqlarida ishlatiladi.

Metallarning olinish usullari haqida umumiy tushuncha. Rudalardan metallar ajratib olishning bir necha usuli mavjud. Bu usullar qaytarilish, termik parchalanish va almashinish jarayonlariga asoslangan. Texnikada bu jarayonlar metallurgiyaning turli ko'rinishlarida (pirometallurgiya, gidrometallurgiya, elektrometallurgi-yada) amalga oshiriladi. Qaytarilish (tiklanish) jarayonlariga misol tariqasida quyidagi reaksiyalarni keltiramiz:

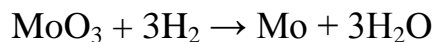
a) qalayning ko'mir bilan qaytarilishi:



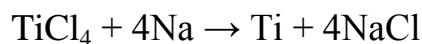
b) rux oksidining uglerod (II) oksidi bilan qaytirilishi:



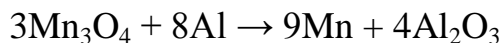
d) molibden oksidning vodorod bilan qaytarilishi:



e) titan xloridning natriy ta'sirida qaytarilishi:



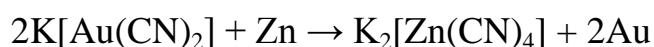
f) metall oksidlarining Si, Al, Mg va boshqalar ta'sirida qaytarilishi:



g) metall ionlarining katodda qaytarilishi:

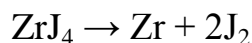


h) nodir metallarning kompleks birikmalaridan qaytarilishi:

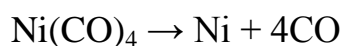


Termik parchalanish jarayonlariga misol tariqasida quyidagi reaksiyalarni keltiramiz:

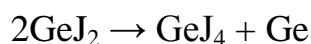
a) sirkoniy (IV) yodidning cho'g'langan volframda termik parchalanishi:



b) nikel karbonilning termik parchalanishi:



d) germaniy (II) yodidning yuqori haroratda parchalanishi:



Termik parchalanish yo'li bilan bulardan tashqari Cr, Fe, V, Nb va Ta kabi metallar ham olinadi.

Simobdan (va qisman seziydan) tashqari barcha metallar odatdagi sharoitda o'ziga xos yaltiroqlikka ega bo'lgan qattiq jismlardir. Metallarning fizikaviy xossalari jumlasiga ularning optikaviy, termikaviy, mexanikaviy, elektr va boshqa xossalari kiradi. Metallarning xossalari – ularning yaltiroqligi va shaffof emasligidir. Aluminiy va magniy yaxlit holatda ham, kukun holatda ham yaltiroq metall, boshqa metallar esa faqat tekis sirtli yaxlit holatdagina yaltiroq bo'lib, kukun holatda yaltiroq emas. Kumush, palladiy va indiy eng ko'p metall yaltiroqlikka ega. Shuning uchun ham kumush va palladiy ko'zgu ishlab chiqarishda ishlatiladi. Ko'p metallar to'q kulrang bilan oq kumushrang orasidagi

tusga ega. Oltin va seziy sariq, vismut qizg'ish, mis to'q sariq rangga ega. Metallarning bug'lari alangani ma'lum tusga bo'yaydi. Masalan, natriy – sariq, kaliy – binafsha rangga, stronsiy – qizil, kalsiy – qovoq rangga bo'yaydi. Bu hodisa asosida spektral analiz usuli yaratilgan. Yerdagi va kosmosdagi moddalarning atom spektorlarini tekshirish natijasida o'sha moddalarning kimyoviy tarkibi aniqlaniladi.

Metallar ularning zichligiga qarab yengil va og'ir metallarga ajratiladi. Zichligi 5 g/sm^3 dan kichiklari yengil metallar hisoblanib, eng yengil metall – litiydir ($\rho=0,534 \text{ g/sm}^3$). Zichligi 5 g/sm^3 dan kattalari esa og'ir metallar hisoblanib, eng og'ir metall – osmiydir ($\rho=22,61 \text{ g/sm}^3$). Eng yumshoq metall – ishqoriy metallardir, eng qattiq metall esa – xrom. Simobning suyuqlanish harorati eng past. Volframning suyuqlanish harorati esa eng yuqori, shuning uchun volfram cho'g'lanma lampalarda spiral sifatida ishlatiladi.

Metallarning elektr o'tkazuvchanligiga ko'ra quyidagi qatorga terish mumkin:
Ag, Cu, Au, Cr, Al, Mg, Na, Tl, W, Be, Li, Fe.... Hg, Bi

Metall begona moddalar qo'shimchasidan tozalanganida uning elektr o'tkazuvchanligi ortadi. Metallarning issiqlik o'tkazuvchanligi ularning elektr o'tkazuvchanligi bilan parallel ravishda o'zgaradi. Metallardan issiqlik o'tishida ham elektronlar ishtirok etadi. Ular kristall panjara ichida harakatlanib, issiqlik energiyasini metallning issiq qismidan sovuq qismiga o'tkazadi.

Metallarni birikmalaridan bir-birini siqib chiqarish xossasiga asoslanib, quyidagi **Beketov** qatoriga terish mumkin:

Li, K, Ca, Na, Mg, Al, Mn, Zn, Fe, Cd, Co, Ni, Sn, Pb, H₂, Cu, Ag, Hg, Au

§ 3. Metallarning kristall panjaralari

Moddaning kristall holati zarrachalarning o'ta yuqori tartibda aniq masofalarda va burchaklar ostida joylashuvi natijasida (uch o'lchamli koordinatalarda) yuzaga kelgan tuzilishdir. Har bir kristall tuzilish asosida **kristall panjara** yotadi. Kristall panjara yoqlari, qirralari, tugunlari, burchaklari,

bog'larning uzunligi bilan tavsiflanadi. Kristall panjaralarning tuzilishidagi barcha xarakterli xususiyatlarni ko'rsata oladigan eng kichik qismi *elementar yacheyka* deb ataladi. Kristall moddalar yuqori tozalikka ega. Kristallarning hosil bo'lishi, tuzilishi va xossalari o'rganuvchi fan – "kristallografiya" deyiladi.

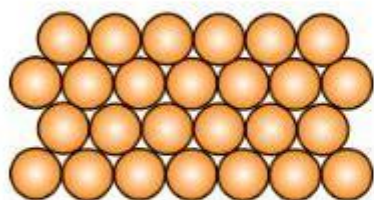
Kristallarning tekis sirti uning *yoqlari* (tomonlari) deyiladi. Kristallarning tuzilishiga ko'ra uning yoqlari bir nechta bo'ladi. Yoqlari (tomonlari)ning biror burchak ostida kesishuvi natijasida kristallning *qirralari* yuzaga keladi. Ular to'g'ri chiziqdan iborat bo'ladi.

Kristall panjaralar ulardagi zarrachalarning o'zaro joylashuviga ko'ra to'liq (zich) yoki bo'sh qoplanishli bo'ladi. Kristall panjarada joylashgan bir-biriga qo'shni bo'lgan atomlar yoki ionlar orasidagi masofa *angstrom* (Å)larda o'lchanadi ($1 \text{ \AA} = 1 \cdot 10^{-10} \text{ m}$). Kristall panjaralarda joylashgan zarrachalar turli xil geometrik shakllar: kub, tetragonal, ortorombik, monoklinik, triklinik, olti yoqli (geksagonal), romboedrik kabi shakllarni hosil qiladi.

Barcha moddalar tuzilishiga ko'ra ikkiga bo'linadi: amorf va kristall holatdagi moddalar (1.3-rasm).

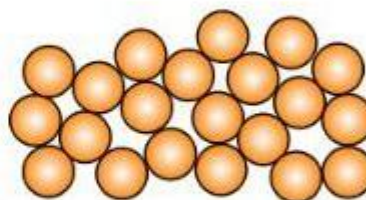
1. **Amorf holatdagi moddalar.** Ular hech qanday kristall panjaraga ega bo'lmaydi. Ularga: qum, ohaktosh, shisha, chaqmoqtosh, qattiq smolalar, yelim, kanifol, shokolad va shu kabi moddalar kiradi.

a) Kristall tuzilish



1) kristall holatda zarrachalar tartibli joylashgan;

b) Amorf tuzilish



2) amorf holatda zarrachalar tartibsiz joylashgan.

1.3-rasm. Kristall va amorf tuzilishli moddalarning strukturasiidagi farq.

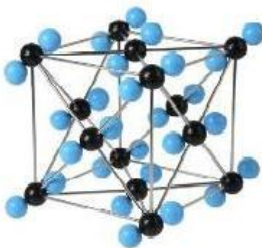


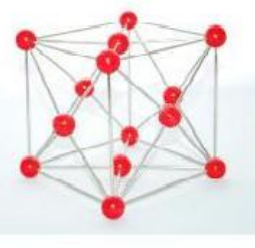




2. **Kristall panjarali moddalar.** Ular to'rt guruhga bo'linadi (1.3-rasm):

a) *Molekular kristall panjarali moddalar.* Ularning kristall panjara tugunlarida molekular joylashgan bo‘ladi. Ularning qaynash va suyuqlanish haroratlari past, suvda yaxshi erimaydi, elektr tokini yaxshi o‘tkazmaydi. Masalan: H_2 , O_2 , Cl_2 , F_2 , Br_2 , J_2 , N_2 , oq fosfor – P_4 , plastik oltingugurt – S_8 , quruq muz – CO_2 , barcha organik moddalar, kislotali oksidlar va kislotalar kiradi.

b) *Ion kristall panjarali moddalar.* Ularning kristall panjara tugunlarida musbat va manfiy zaryadli ionlar joylashgan bo‘ladi. Ularning qaynash va suyuqlanish haroratlari yuqori, suvda yaxshi eriydi, elektr tokini eritmaları yaxshi o‘tkazadi. Masalan: asosli oksidlar, ishqorlar va tuzlar kiradi.

d) *Atom kristall panjarali moddalar.* Ularning kristall panjara tugunlarida atomlar joylashgan bo‘ladi. Ularning qaynash va suyuqlanish haroratlari ancha yuqori, suvda erimaydi, elektr tokini yaxshi o‘tkazmaydi. Masalan: Si, SiO_2 (kvars), qizil va qora fosfor, Ti, TiO_2 , Ge, olmos, grafit, karbin, kristallik oltingugurt, SiC (karborund) kiradi.

e) *Metall kristall panjarali moddalar.* Ularning kristall panjara tugunlarida metallar joylashgan bo‘ladi. Ularning qaynash va suyuqlanish haroratlari nisbatan yuqori, suvda erimaydi, qattiq holatda elektr tokini va issiqlikni yaxshi o‘tkazadi. Ularga: barcha metallar, intermetallar va qotishmalar kiradi.

Kristall panjaralar turlari			
1) Molekular	2) Atom	3) Ion	4) Metall
CO_2	C	NaCl	Cu
			
			
1) Qattiq uglerod dioksid (quruq muz ko‘rinishida)	2) Olmos (brilliant ko‘rinishida)	3) Osh tuzi (galit ko‘rinishida)	4) Mis metali (tug‘ma mis ko‘rinishida)

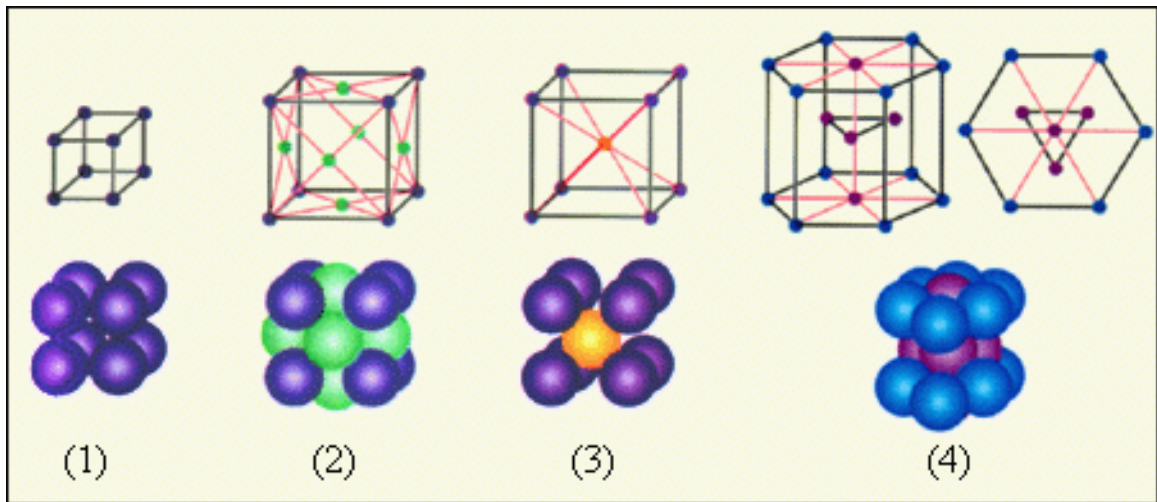
1.4. – rasm. Kristall panjarali moddalarning turlari (misollar bilan).

Metall kristall panjara musbat zaryadli ionlardan va ular orasida harakatlanuvchi elektronlardan tuzilgan bo‘ladi. Kristall panjaralarning ba’zi tugunlarida neytral atomlar, ba’zi tugunlarida esa elektronlarini yo‘qotgan musbat zaryadli metall ionlari joylashgan bo‘ladi. Bu ionlardan uzilgan elektronlar kristall ichida erkin harakat qiladi va *elektron gaz* deb ataladi. Elektronlar o‘z harakatida musbat zaryadli metall ionlariga yaqinlashib, ular bilan birikadi va ionlarni neytral holga aylantiradi, ayni vaqtda ba’zi neytral atomlardan esa elektronlar uzilib ion holiga o‘tadi. Demak, metall kristall panjaralarida neytral atomlarning ionlarga, ionlarning esa neytral atomlarga aylanish jarayoni to‘xtovsiz davom etib turadi. Metall kristall panjaralarda erkin elektronlar borligi uchun metallar elektr tokini va issiqlikni yaxshi o‘tkazadi. Metallar uch xil ko‘rinishdagi panjaralar shaklida kristallanadi (1.4-rasm. 2-, 3-, 4-sxemalar):

a) **Hajmi markazlashgan kub** (H.M.K) shaklida, ya’ni diagonallarning kesishgan joyida bitta zarracha, kubning uchlarida esa sakkizta zarracha bo‘ladi. Bunday tuzilishli moddalarga misol qilib: bariy, kaliy, ishqoriy metallar, xrom, temir kabilarni keltirishimiz mumkin.

b) **Yoqlari markazlashgan kub** (Y.M.K) shaklida, ya’ni kubning sakkizta uchida sakkizta zarracha, oltita yoqda esa oltita zarracha turadi. Masalan, mis, kumush, oltin, platina, aluminiy, palladiy va nikel.

d) **Geksagonal zich qoplama** (G.Z.Q) shaklida, ya’ni yon-atrofi oltita to‘rtburchak va ikkita oltiburchakli asoslardan tashkil topgan bo‘lib, o‘n ikkita uchida o‘n ikkita zarracha, ikkita oltiburchakli asoslarining markazida esa bittadan jami ikkita zarracha joylashgan. Bunday tuzilishli moddalarga misol qilib: berilliy, magniy, kadmiy, rux kabi metallarni keltirishimiz mumkin.



1.5-rasm. Metall kristall panjaralarining elementar ko‘rinishi:

1 – oddiy kub shakli; 2 – yoqlari markazlashgan kub shakli; 3 – hajmi markazlashgan kub shakli; 4 – geksagonal zich qoplama shakli.

Kristall panjaralarning o‘lchamlari ularning davri yoki parametrlari orqali tavsiflanadi. Masalan, kubsimon kristall panjaralar bitta parametr orqali, ya’ni kub qirrasining uzunligi – a bilan aniqlanadi. Parametrlar atom o‘lchamlari tartibi kattaligiga ega va angestremlarda o‘lchanadi. Misol uchun, hajmi markazlashgan kub tuzilishga ega bo‘lgan xrom metali kristall panjarasining parametri $2,878 \text{ \AA}$ ga, yoqlari markazlashgan kub shakliga ega bo‘lgan aluminiy metali kristall panjarasining parametri esa $4,011 \text{ \AA}$ ga teng.

Kristall panjaralarning yuqorida berilgan sxemalaridan ko‘rinadiki, kristall panjaraning parametri – a va atom diametri – d orasida oddiy geometrik bog‘liqlik mavjud. Masalan, hajmi markazlashgan kub shakli uchun bu munosabatni quyidagicha yozishimiz mumkin:

$$d = a \sqrt{3}/2$$

Yoqlari markazlashgan kub shakli uchun esa quyidagi ko‘rinishda:

$$d = a \sqrt{2}/3$$

Atomlarning ko‘rinishini shar shaklida deb qabul qilsak, atomlarning kristall panjarada egallab turgan hajmini hisoblab topish mumkin. Masalan, kristall panjara hajmi markazlashgan kub shaklida bo‘lsa, unda atomlar umumiy hajmning 68 % qismini egallaydi. Geksagonal zich qoplama shakli va yoqlari markazlashgan kub

shaklli kristall panjaralarda esa atomlar umumiy hajmning 74 % ini egallaydi. Demak, ikkinchi ko‘rinishda atomlar nisbatan jipsroq va nisbatan zichroq joylashgan ekan.

Yoqlari markazlashgan kub shakli va geksagonal zich qoplama shaklli kristall panjaralarda atomlar nisbatan tig‘izroq va zichroq joylashganligi sabab, bunday kristall panjaralar korroziyaga va oksidlanishga bardoshli metallarda keng tarqalgan. Masalan, temir metali hajmi markazlashgan kub shaklidagi kristall panjaraga ega. Undagi atomlar umumiy hajmning 68 % ini egallaydi. Qolgan 32 % qismi bo‘shliq hisoblanib, bu bo‘sh oraliqlardan kislorodning molekulari bemalol harakatlanib temir metali kristall panjarasining tashqi qismini ham, ichki qismini ham oksidlaydi. Shuning uchun temir metali oksidlanishga va korroziyaga chidamsiz metallar qatoriga kiradi.

Rux metali esa geksagonal zich qoplama shaklidagi kristall panjaraga ega bo‘lib, unda atomlar umumiy hajmning 74 % ini egallaydi. Qolgan 26 % qismi bo‘shliqdan iborat. Demak bu kristall panjarada bo‘shliq nisbatan kam. Shuning uchun kislorod molekulari kristall panjaraning yuza qismidagi atomlarni oksidlaydi va bu oksidlanish tufayli kristall panjara yuzasida zarrachalari juda ham zich joylashgan “oksid parda” hosil bo‘ladi (unda deyarli bo‘shliq qolmaydi). Natijada tashqi muhitdagi kislorod molekulari kristall panjaraning ichki qismiga kirolmaydi va metallning ichki qismi oksidlanmay o‘z holatini saqlab qoladi. Hosil bo‘lgan oksid parda esa uni ancha vaqtgacha oksidlanishdan himoyalab turadi. Shu sabab, bunday metallar korroziya va oksidlanishga bardosh bergani uchun sanoat ahamiyatiga egadirlar.

Kristall panjaraning yana bir muhim parametrlaridan biri bu – ularning *koordinatsion sonidir*. Kristall panjarada atomlar, anionlar va kationlar ma’lum bir koordinatsion songa ega bo‘ladi.

Koordinatsion son bu – kristall panjarada har bir atom yoki ion atrofida boshqa atom (ion)lardan nechitasi joylashganini ko‘rsatuvchi kattalikdir. Uning qiymati anion va kation radiuslari (r_{anion} va r_{kation}) o‘zaro nisbatiga bog‘liq bo‘ladi.

Kristall panjaradagi atom (ion)lar uchun koordinatsion sonlar quyidagi jadvaldagi qiymatlar asosida qabul qilingan:

1.1-jadval.

Kristall panjara shakli:	Belgisi:	Koordinatsion soni:
Oddiy kub	K	K 6
Hajmi markazlashgan kub	H.M.K	K 8
Yoqlari markazlashgan kub	Y.M.K	K 12
Geksagonal zich qoplama	G.Z.Q	G 12

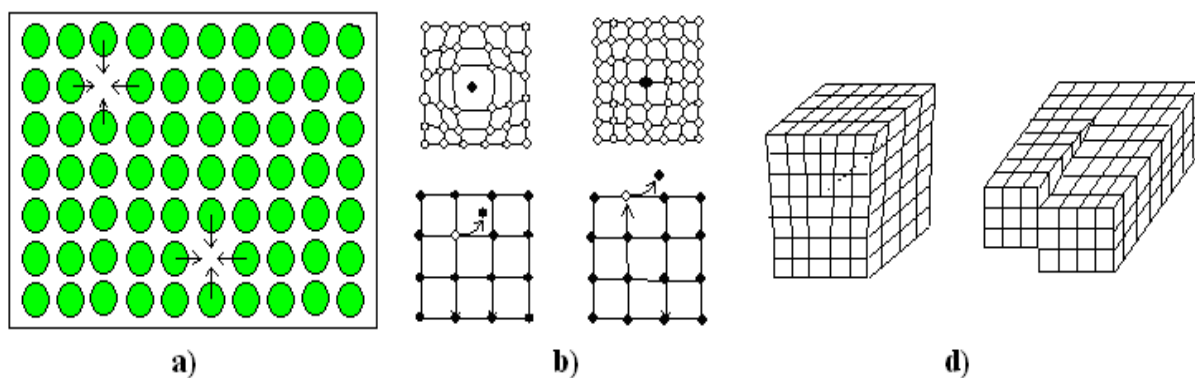
Mazkur kattalik kristall panjaraning bitta elementar yacheykasida joylashgan zarrachaning nechta zarracha bilan qo'shni ekanligini ko'rsatadi. Shu ko'zda tutilgan atom (ion) esa markaziy atom (ion) deb atalib elementar yacheykaning markazida joylashgan bo'ladi. Faqat metall kristall panjaralarigina H.M.K, Y.M.K va G.Z.Q tuzilishga egadir.

§ 4. Metall panjaralarining real tuzilishi

Kristall panjaralar ustida olib borilgan izlanishlar shuni ko'rsatadiki, tabiatda moddalarning kristall panjaralari hamisha benuqson bo'lmaydi. Ularda ham ba'zi kamchiliklar va xatoliklar uchrab turadi. Real ya'ni haqiqiy kristall panjaralarning tuzilishida **nuqsonlar** nisbatan ko'proq kuzatilishi shu sohada olib borilgan ilmiy tadqiqotlar natijasida ma'lum bo'ldi. Bu nuqsonlarning soni va turi kristall panjarali moddalarning ba'zi xossalariga o'z ta'sirini ko'rsatmay qolmaydi. Bu ta'sirni juda kuchli desak ham bo'ladi, chunki ba'zi sezuvchan-tuzilishli xossaga ega bo'lgan moddalarda bu katta amaliy ahamiyatga ega.

Kristall panjara tuzilishidagi nuqsonlar har xil ko'rinishda bo'lishi mumkin. Ulardan uchta eng ko'p uchraydigan nuqsonlardan hisoblanadi. Bularga: **nuqtali**, **chiziqli** va **sirtqi** nuqsonlar kiradi. Ulardan eng oddiyi va shu bilan birga eng muhimi nuqtali nuqsondir. **Nuqtali nuqson** bu – kristall panjara tugunlarining bo'sh qolib ketishi yoki atomlarning panjara tugunlari orasida joylashib qolishi natijasida hosil bo'ladigan nuqson turidir (1.6-rasm, b-sxema). Nuqtali nuqsonda

kristall panjara tugunida atom (ion)lar oʻrnasha olmasdan boʻsh qolib ketishi natijasida hosil boʻladigan boʻshliq – ***vakansiya*** deyiladi (1.6-rasm, a-sxema). Oʻz panjarasi tugunidan uzilgan va shu joyida vakansiya hosil boʻlishiga sabab boʻlgan atom esa – ***dislotsirovlangan atom*** deyiladi. Vakansiyaga qoʻshni boʻlgan atom xohlagan vaqtda yana oʻz oʻrniga qaytishi va buning natijasida yana yangi vakansiya paydo qilishi mumkin. Shu tartibda vakansiya bir oʻrindan boshqa bir oʻringa koʻchib yurishi mumkin. Nuqtali nuqsonlar yarim oʻtkazgich materiallar xossalariga juda katta taʼsir koʻrsatadi.



1.7-rasm. Metall panjalarining real tuzilishining sxematik koʻrinishi:

a) vakansiya; b) nuqtaviy nuqsonlar; d) dislokatsiyalar.

Kristall panjara tuzilishidagi **chiziqli nuqsonlar** boshqacha ***dislokatsiyalar*** deyiladi (1.5-rasm, d-sxema). Dislokatsiyaning oddiy koʻrinishi bu – ***chegaraviy dislokatsiyadir***. Bu chegaraviy dislokatsiya kristall panjara qatlamidagi maʼlum bir sirtning siljishidan hosil boʻladi. Kristall panjaradagi bir tekislikda yotgan atomlar qatlamining siljishi natijasida shu qatlam bilan chegaradosh boʻlgan parallel qatlam orasida bir chiziqda yotadigan bir yoki bir necha atomlar hajmicha boʻsh, chiziqli, bir tekis yoʻlakcha paydo boʻlganligi uchun bu nuqsonga chiziqli nuqson deya taʼrif berilgan.

Sirtqi nuqsonlar esa kristall panjarali jismning yuza qismida yoki kristall panjaralarni yoqlarida joylashgan boʻlib, u bir nechta nuqtali nuqsonlardan va har xil chiziqli nuqsonlardan tashkil topgan, kombinatsiyalashgan nuqson turidir.

Kristall panjarali tuzilishga ega bo'lgan barcha moddalarning xossalari mazkur nuqsonlar sezilarli darajada ta'sir qiladi. Masalan, vakansiyalarning paydo bo'lishi metallning zichligini kamayishiga olib keladi, zichligining kamayishi esa uning mexanik mustahkamligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Bundan tashqari, bu nuqsonlar metallarning elektr va issiqlik o'tkazuvchanligining kamayishiga va ularda elektr qarshiligining ortishiga ham olib keladi. Buning natijasida metallarning mexanik ko'rsatkichlari va sifati pasayadi.

Allotropiya. Tabiatda ba'zan bir xil kimyoviy elementdan tashkil topgan lekin tarkiblari, xossasi va kristall holatlari bilan farq qiladigan oddiy moddalarni uchratamiz. Masalan, grafit tarkibi uglerod elementi atomlaridan iborat bo'lib, nisbatan yumshoq, mo'rt va qoramtir rangga ega. Ammo xuddi shu uglerod elementidan iborat bo'lgan olmos moddasi ham bor, lekin uning xossalari butunlay aksincha, juda ham qattiq, mustahkam va shaffof ko'rinishga ega. Oddiy moddalarda uchraydigan bunday g'ayritabiiy hodisani allotropiya hodisasigina tushuntirib berishga qodirdir.

Allotropiya – bir oddiy modda odatdagi sharoitda bir necha xil oddiy moddalarni hosil qilish hodisasidir. Hosil bo'ladigan moddalar esa **allotropik shakl o'zgarishi** yoki **modifikatsiyasi** deyiladi.

Allotropiya hodisasi ikki xil holatda vujudga keladi:

- 1) molekulada atomlar sonining turlicha bo'lishiga qarab; masalan, kislorod moddasi – O_2 va ozon – O_3 , S_4 va S_8 , P_4 va P ;
- 2) kristal panjaralarining turlicha bo'lishiga qarab; masalan,
 $C \rightarrow$ olmos, grafit, karbin, fulleren; $P \rightarrow$ oq, qizil, sariq, qora; $Fe \rightarrow \alpha, \beta, \gamma, \sigma$;
 $Sn \rightarrow$ oq, kulrang; $S \rightarrow$ monoklinik, plastik, kristall; $Si \rightarrow$ amorf, kristall; $Se \rightarrow$ plastik, kristall.

Allotropiya hodisasi asosan davriy sistemada IV, V, VI guruhlarda uchraydi. H_2 , N_2 , F_2 , Cl_2 , Br_2 , J_2 larda allotropiya hodisasi kuzatilmaydi.

Bir moddaning turlicha kristall tuzilishga ega bo'lishi **polimorfizm** hodisasi ham deyiladi. Masalan: SiO_2 , S, Fe, Sn, Se kabilar turli tuzilishdagi moddalarni hosil qilgani uchun bu moddalar **polimorf moddalar** deyiladi.

Tarkibi turlicha bo'lgan moddalarning bir xil kristall tuzilishga ega bo'lish hodisasiga *izomorfizm* deyiladi. Masalan: olmos va osh tuzi o'zaro bir xil tuzilishli kristallarni hosil qiladi. Bu moddalar *izomorf moddalar* deyiladi.

Metallarning fizik xossalari ularning kristall tuzilishi bilan izohlanadi. Kristallni tashkil qilgan zarrachalar orasidagi bog'lanishning mustahkamligi *kristall panjara energiyasining qiymati* bilan belgilanadi. Kristall panjara energiyasi 1 g-mol kristalldagi zarrachalarni bir-biridan ajratish uchun zarur bo'lgan energiya bilan o'lchanadi.

Modda suyuqlanganida, biror erituvchida eriganida yoki sublimatsiyalanganida (ya'ni qattiq modda suyuq holatga o'tmay birdaniga bug'ga aylanganida) kristall panjara yemiriladi. Shuning uchun ham moddaning suyuqlanish issiqligi, erish issiqligi va sublimatlanish issiqligi o'sha moddaning kristall panjarasi energiyasiga bog'liq. Kristall panjara energiyasi kichik bo'lgan modda ayni erituvchida kristall panjara energiyasi katta bo'lgan moddaga nisbatan ko'proq eriydi.

Harorat oshganda metallarning kristall panjaralari asta-sekin buzila boshlaydi va atomlarning harakati tezlasha boradi. Bu holat esa metallni bora-bora suyuq holatga o'tishini ta'minlaydi. Metallarning suyuq holatga o'tishi boshlangan harorat metallarning *suyuqlanish harorati* deyiladi.

Ba'zi metallar harorat oshganida o'z kristall panjaralarini o'zgartiradi. Bu harorat ularning *allotropik* yoki *polimorf o'zgarish harorati* deyiladi. Masalan, temirning ikkita polimorf o'zgarish harorati bor, ular: 911°C va 1392°C lardir.

911 °C dan quyi haroratlarda temir α (alfa) modifikatsiyasi ko'rinishida bo'ladi. 911 °C haroratda esa, kristall panjarasi hajmi markazlashgan kub shaklidagi α – temir yoqlari markazlashgan kub shaklidagi γ – temir modifikatsiyasiga o'tadi. Harorat tobora oshib 1392 °C ga yetganda yana temirning hajmi markazlashgan kub shaklidagi α – modifikatsiyasi hosil bo'ladi. Yana shuni aytib o'tish joizki, temirning bir holatdan boshqa holatga o'tishi natijasida uning xossalari ham o'zgarib boradi. Masalan, temir 768 °C dan quyi haroratlarda ferromagnit xususiyatiga ega bo'lib, harorat 768 °C ga yetganda esa u butunlay

magnitlik xossasini yo‘qotadi. Magnitlik xossasini yo‘qotgan temirni ba‘zan β – temir modifikatsiyasi deb ham yuritiladi.

§ 5. Qattiq moddaning tuzilishi va ularning pirometallurgik jarayonlarga ta’siri

Sanoatning barcha metallurgiya bo‘limlarida asosan qattiq holatdagi foydali qazilmalardan foydalaniladi. Metallurgik jarayonlarning texnik-iqtisodiy va texnologik ko‘rsatkichlari qattiq jismlarning tavsiflari va xossalariga asoslangan holda aniqlanadi.

Qattiq moddalar atomlar, ionlar va molekulalardan iborat bo‘lib, ularda zarrachalarning orasidagi masofa molekula (atom)lar o‘lchamlariga nisbatan kichik bo‘lib, molekulalararo tortishuv kuchlari juda yuqoridir. Zarrachalarning joylashuvi kuchli tartib asosida amalga oshadi. Qattiq moddalar amorf holatda va kristall tuzilishga ega bo‘ladi.

Amorf holatdagi modda aniq biror fazoviy panjaraga ega bo‘lmay, zarrachalarining joylashuvi betartib bo‘ladi. Ko‘pchilik hollarda ular turli kattalikdagi “dona”lar, yaxlit sirtli yoki kukunsimon ko‘rinishga ega bo‘ladilar. Masalan, shlaklar, shisha, tuproq, kraxmal va ba’zi sintetik polimerlar amorf holatdagi moddalardir. Amorf moddalarning sirt yuzasi g‘ovak bo‘lgani uchun katta bo‘ladi. Shu sababli amorf holatdagi moddalarga ko‘pgina boshqa moddalarning qo‘shilib qolishi (adsorbsiyalanishi, yutilishi) tufayli, ularning tozalik darajasi past bo‘ladi.

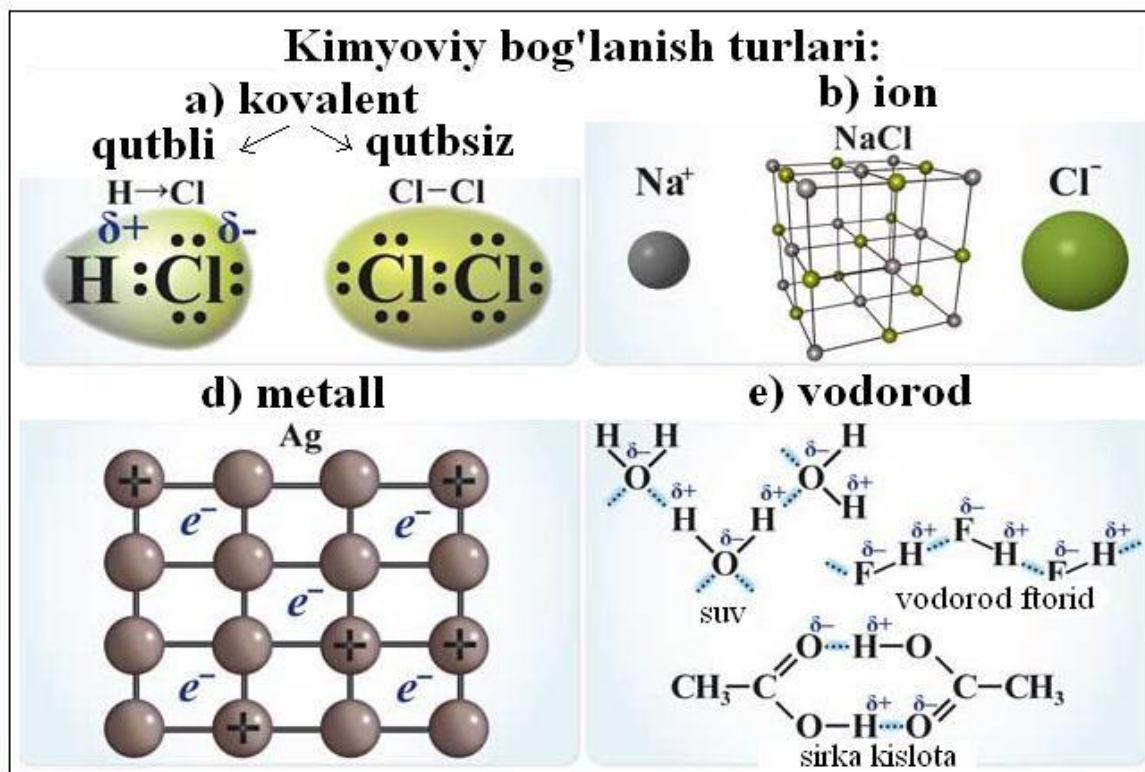
Turli xildagi qattiq moddalar orasidan kristall panjarali tuzilishga ega bo‘lgan moddalar ko‘proq o‘rganilgan.

Qattiq jismlarda kimyoviy bog‘lanish asosiy ko‘rsatkichlardan biri hisoblanadi. Kimyoviy bog‘lanish atomlarning tashqi qavatidagi valent elektronlari hisobidan vujudga keladi.

Kimyoviy bog‘lanish to‘rtga bo‘linadi (1.8-rasm):

- a) kovalent bog‘lanish; b) ion bog‘lanish; d) metall bog‘lanish;
- e) vodorod va donor – akseptor bog‘lanish.

Elektron juftlari hosil bo'lishi bilan vujudga keladigan bog'lanish **kovalent bog'lanish** deyiladi. Kovalent bog'lanish asosan metallmaslar orasidagi bog'lanish hisoblanadi. Kovalent bog'lanishning hosil bo'lishida nisbiy elektromanfiylik muhim rol o'ynaydi.



1.8-rasm. Kimyoviy bog'lanish turlarining sxematik ko'rinishi.

Nisbiy elektromanfiylik bu – bir element atomi ikkinchi element atomidan elektronlarni tortib olish xususiyatidir.

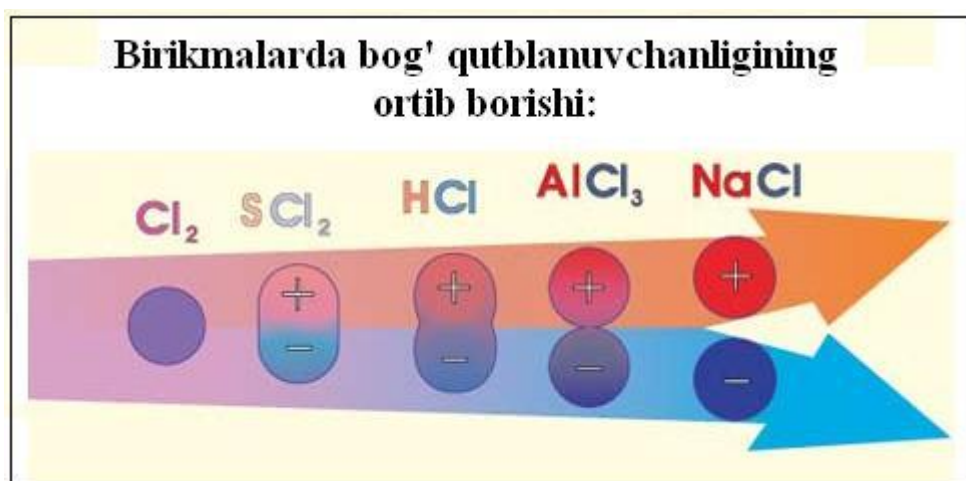
Ba'zi muhim elementlarning nisbiy elektromanfiyliklari quyidagi jadvalda keltirilgan, eV:

1.2-jadval.

Element:	Na	K	Be	Mg	Ca	Ba
Elektromanfiyligi:	0,9	0,8	1,5	1,2	1,0	0,9
Element:	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co
Elektromanfiyligi:	1,5	1,6	1,6	1,5	1,8	1,8
Element:	Ni	Cu	Zn	Al	Si	Pb
Elektromanfiyligi:	1,8	1,9	1,6	1,5	1,8	1,8

Element:	As	O	S	Se	Te	Cl
Elektromanfiyligi:	2,0	3,5	2,5	2,4	2,1	3,0

Kovalent bog‘lanishda shu bog‘ni hosil qilgan elementlarning nisbiy elektromanfiylik farqi (ayirmasi) qiymati 0 dan 1,7 eV gacha ($0 < \Delta x < 1,7$) bo‘lishi kerak. Masalan, HCl, NH₃, CH₄, H₂, O₂, SiO₂ va hokazo. Kovalent bog‘lanishli moddalarning nisbiy molekular massalari kichik, qaynash va suyuqlanish haroratlari past, qutbsiz (organik) erituvchilarda yaxshi eriydi, qutbli erituvchilarda yaxshi erimaydi, elektr tokini yaxshi o‘tkazmaydi. Kovalent bog‘lanishli moddalar ikkiga bo‘linadi: qutbsiz va qutbli kovalent bog‘lanishli moddalar.



1.9-rasm. Birikmalarda bog‘ qutblanuvchanligining ortib borish sxemasi.

Nisbiy elektromanfiylik farqi 0 dan 0,4 eV gacha ($0 < \Delta x < 0,4$) bo‘lgan metallmas atomlari orasidagi bog‘lanish **qutbsiz-kovalent** bog‘lanish deyiladi. Masalan, H₂ molekulasiidagi bog‘ qutbsiz-kovalent xususiyatiga ega, chunki undagi vodorod elementi atomlarining nisbiy elektromanfiyliklari ayirmasi: $2,1 - 2,1 = 0$ ga teng. Bu esa yuqoridagi shartni qanoatlantiradi.

Nisbiy elektromanfiyliklari farqi 0,5 dan 1,7 eV gacha ($0,5 < \Delta x < 1,7$) bo‘lgan metallmas atomlari orasidagi bog‘lanish **qutbli-kovalent** bog‘lanish deyiladi. Masalan, SO₂ molekulasiidagi S – O bog‘i qutbli- kovalent xususiyatga ega, chunki undagi kislorod va oltingugurt atomlarining nisbiy elektromanfiyliklari ayirmasi:

$3,5 - 2,5 = 1$ eV ga teng. Bu esa yuqoridagi qutbli-kovalent bog‘ shartini qanoatlantiradi.

Kovalent bog‘lanishning to‘rt xil xossasi mavjud. Ular: *bog‘ uzunligi*, *bog‘ energiyasi*, *to‘yinuvchanlik* va *yo‘naluvchanlik*dir.

Bog‘ uzunligi – bu bir atom bilan ikkinchi atom orasidagi masofadir. Bog‘ uzunligi nanometrlarda ifodalanadi ($1\text{nm} = 10^{-9}\text{ m}$). Bog‘ uzunligi atom radiusiga ham bogliqdir. Atomlar orasidagi nisbiy elektromanfiylik farqi qanchalik katta bo‘lsa kimyoviy bog‘ shuncha qisqa bo‘ladi. Bog‘ uzunligi karralilikka ham bogliq, ya’ni ikki element atomi orasida bog‘lar soni ortib borishi bilan bog‘ning uzunligi qisqarib boradi.

Bog‘ energiyasi – bu ikki atom orasidagi kimyoviy bog‘ni uzish uchun sarf bo‘ladigan energiya miqdoridir. Nisbiy elektromanfiylik farqi qanchalik katta bo‘lsa u bog‘ni uzish uchun shuncha ko‘p energiya talab etiladi. Bu kattalik kimyoviy bog‘ning mustahkamligini tavsiflaydigan miqdoriy kattalikdir va u kJ/mol yoki kkal/mol larda o‘lchanadi ($1\text{ kilokaloriya} = 4,187\text{ kiloJoul}$). Elementlar orasidagi kimyoviy bog‘ning soni oshishi bilan bog‘ energiyasi ham ortib boradi.

To‘yinuvchanlik – bu atom tashqi elektron qavatidagi valent elektronlarini berishi yoki toq elektronlarini juftlashtirib olish imkoniyatidir. Masalan, H_2S molekulasida S (-2) oksidlanish darajasiga ega, bunda S ning tashqi qavatida ikkita toq elektronlari mavjud bo‘lib, reaksiya natijasida S ning elektromanfiyligi yuqorilik qilib vodorodlarning elektronlari o‘zi tomonga og‘irdi va natijada uning toq elektronlari juftlashib tashqi qavati elektronlar bilan butunlay to‘ldi. To‘yinuvchanlik xususiyatini namoyon qilib element atomlari inert gazlarga o‘xshab qoladi. Yuqoridagi misolda S ikkita elektron olib argonga o‘xshab qoldi (argon bilan izoelektron o‘xshashlik nazarda tutiladi).

Yo‘naluvchanlik – bu kovalent bog‘lanishda s-, p-, d-orbitallaridagi elektronlarning o‘zaro juftlashuvi sababli yuzaga keladigan fazoviy yo‘nalishlarni ko‘rsatadigan xususiyatdir (1.8-rasm).

Kristall panjarada uning tugunlaridagi metal atom-ionlari bilan elektronlar o'rtasida yuzaga keladigan tortishuv kuchlari **metal bog'lanish** deyiladi. Metal bog'lanish faqat metallar orasida vujudga keladi. Ularning qaynash va suyuqlanish haroratlari yuqori, suvda erimaydi, elektr tokini qattiq holatda yaxshi o'tkazadi. Ularga davriy sistemadagi barcha metallar, intermetallar va qotishmalar kiradi.

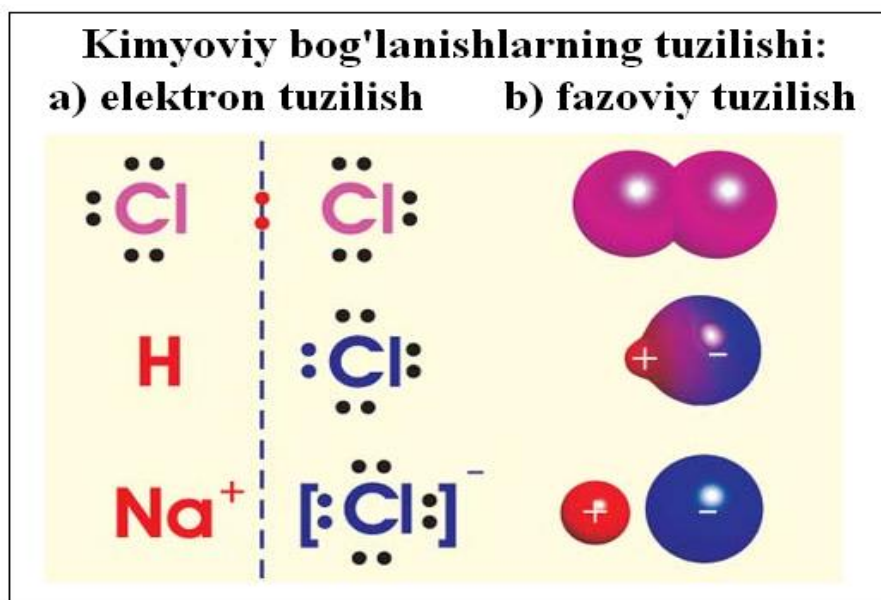
Ion bog'lanish deb, qarama-qarshi zaryadli ionlarning elektrostatik tortishuv kuchlari vositasida yuzaga keluvchi kimyoviy bog'lanishga aytiladi. Ularga metal va metallmaslar orasidagi bog'lanish kiradi. Ion bog'lanishli birikmalarda elementlarning nisbiy elektromanfiyliklar ayirmasi 1,7 eV dan katta ($1,7 < \Delta x$) bo'lishi kerak.

Ion bog'lanishning nisbiy elektromanfiylik (NEM) farqiga bog'liqlik ko'rsatkichi (%) quyidagi 1.3-jadvalda keltirilgan:

1.3-jadval

NEM farqi, eV	0,1	0,4	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6
Ion bog'ning ulushi, %	0,5	4,0	15	22	30	39	47
NEM farqi, eV	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,4
Ion bog'ning ulushi, %	55	63	70	76	82	84	89

Masalan, NaCl molekulasida xlor va natriyning nisbiy elektromanfiyliklari farqi $3,0 - 0,9 = 2,1$ eV ga teng. Bu esa yuqoridagi shartni qanoatlantiradi. Ion bog'lanishli moddalarning qaynash va suyuqlanish haroratlari yuqori, suvda yaxshi eriydi, qattiq holatda elektr tokini yaxshi o'tkazmaydi, suyuqlantirilganda yoki suvda eritilganda elektr tokini yaxshi o'tkazadi. Ular kuchli elektrolitlar hisoblanadi. Ularga: asosli oksidlar, ishqorlar, tuzlar kiradi.



1.9-rasm. Kimyoviy bog'lanishlarning elektron va fazoviy tuzilishi.

§ 6. Metallurgik jarayonlarning termodinamikasi

Metallurgik jarayonlarni puxta o'rganishda shu jarayonlarda kechadigan fizikaviy va kimyoviy o'zgarishlarni hamda ular orasidagi bog'liqlikni bilish muhim ahamiyatga ega. Chunki bu hodisa va jarayonlarning tub mohiyatini anglab yetish natijasida zamonaviy metallurgik ishlab chiqarishda turli xil samarali texnologik jarayonlarni, masalan, avtogen jarayonlar, yuqori tozalikka ega bo'lgan metallar va qotishmalar ajratib olish, "kovsh – pech" texnologiyasi, vakuumlash va shu kabi samarali texnologiyalarni ishlab chiqarishga joriy etishning oqilona yo'llarini topish mumkin. Mana shunday nazariy bilimlardan biri – bu metallurgik jarayonlarning termodinamikasidir. Bu bo'lim fizikaviy kimyoda juda muhim va sanoat ahamiyatiga ega bo'lgan bo'lim bo'lib, uni o'rganish bo'limdagi dastlabki va elementar tushunchalarini tushunish bilan amalga oshiriladi. Termodinamikaning boshlang'ich tushunchalaridan biri – bu sistemadir.

Sistema – tashqi muhitdan chegara bilan ajratib olingan fazoning bir qismi bo'lib, u o'zining (tarkibiy qismi) konsentratsiyasi – C , energiyasi – E , harorati – T , bosimi – P , hajmi – V (parametrlari bilan tavsiflanadi).

Sistema bir yoki bir necha tarkibiy qism (komponent)dan iborat bo‘ladi. Sistemalar tarkibiy qismlarining agregat holatiga ko‘ra *gomogen* va *geterogen* sistemalarga bo‘linadi. Agar sistema bir xil agregat holatdagi moddalar (faqat gazsimon moddalar, faqat qattiq yoki faqat suyuq) moddalardan iborat bo‘lsa ***gomogen (bir jinsli) sistema*** deyiladi. Masalan, havo, turli gazlarning aralashmalari, eritmalar, neft. Bularning barchasi gomogen sistemalaridir. Ularni tashkil qilib turgan har bir modda esa komponentlardir. Misol uchun, havo – gomogen sistema, uni tashkil qilib turgan kislorod, azot va boshqa gazlar – komponentlarga kiradi.

Agar turli agregat holatdagi moddalar (gaz-suyuq, qattiq-suyuq, qattiq-gaz) dan iborat bo‘lsa, ***geterogen (ko‘p jinsli) sistema*** deyiladi. Masalan, loyqa suv (tuproq zarrachalari – qattiq, suv – suyuq komponent), oltingugurt bilan temir kukuni aralashmasi, havodagi chang zarrachalari, kolbadagi eritma bilan cho‘kma va hokazolar.

Sistema energiyasining bir turdan boshqa turga aylanishi sababi va qonuniyatlarini o‘rganuvchi fan bo‘limiga **termodinamika** deyiladi. Termodinamik tushunchalar, kattaliklar va uning qonunlaridan ishlab chiqarish jarayonlarining energetik balanslarini hisoblashda, ularni boshqarishda va modellashtirishda foydalaniladi.

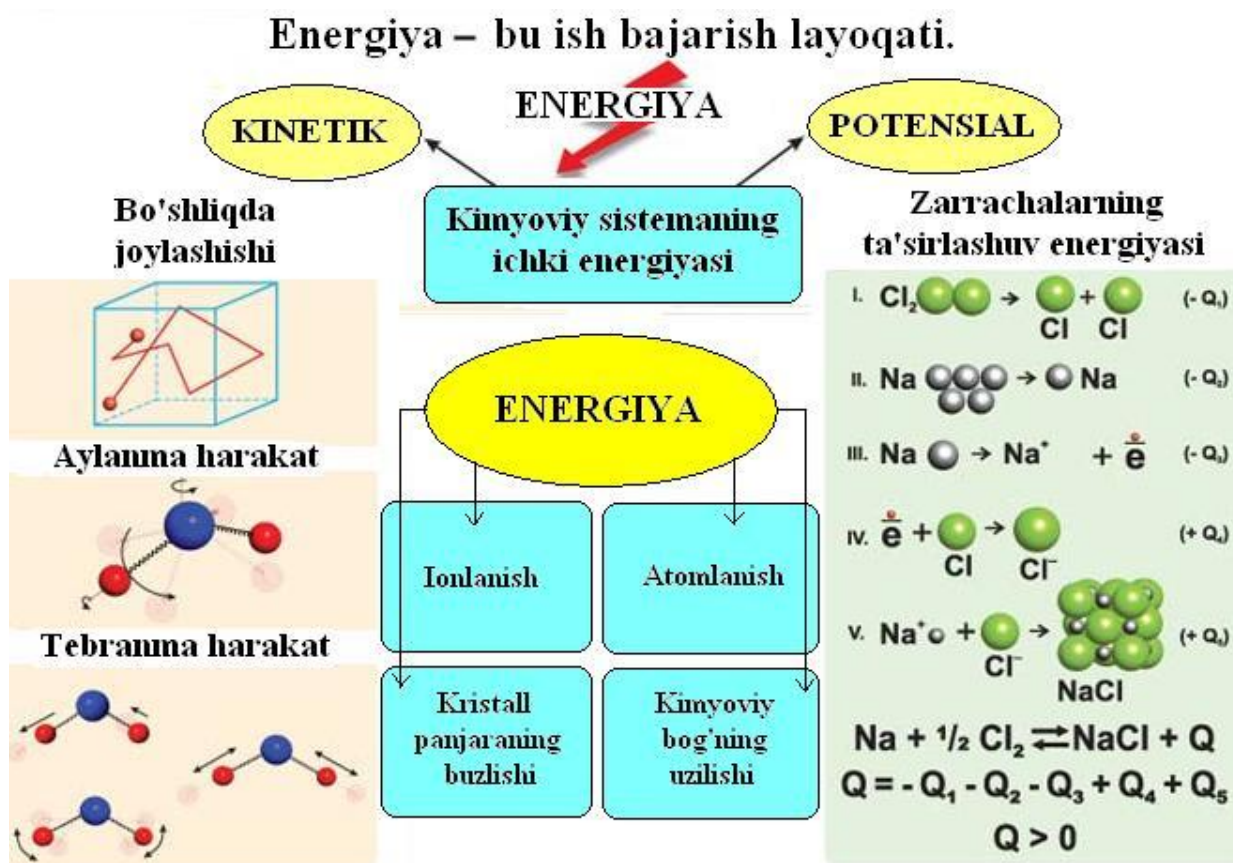
Malumki, barcha jarayonlar sistema energiyasining o‘zgarishi bilan amalga oshadi (1.9-rasm). Umuman, har qanday jarayonning borishi energiyaning saqlanish qonuniga bo‘ysunadi. Masalan, bir jismga ortiqcha issiqlik berilsa (qizdirilsa), avval jism qiziy boshlaydi, ya’ni uning ichki energiyasi (atom, molekula va boshqa zarrachalar energiyalari yig‘indisi) o‘zgaradi, keyinchalik bu jism o‘zidan atrof muhitga issiqlik chiqara boshlaydi, ya’ni tashqi muhitga nisbatan ish bajaradi. Bu holatni quyidagicha ifodalash mumkin:

$$Q = \Delta U + A$$

Bu yerda: Q – berilgan issiqlik miqdori; ΔU – ichki energiya o‘zgarishi; A – bajarilgan ish.

Jarayonlar (reaksiyalar) oʻzgarish hajmda borishi mumkin. Bunday jarayonni *izoxorik jarayon* deyiladi ($V = \text{const}$, $\Delta V = 0$).

Baʼzi jarayonlar oʻzgarish bosimda borishi mumkin, Bunday jarayonlar *izobarik jarayonlar* deyiladi ($P = \text{const}$, $\Delta P = 0$).



1.10-rasm. Sistema energiyasining turlari.

Izoxorik jarayonda bajarilgan ish $A = P \cdot \Delta V$ ekanligini eʼtiborga olsak, u holda izoxorik jarayonlarning issiqlik effekti: $Q_v = \Delta U + P \Delta V$ boʻlib, $A = P \cdot \Delta V = 0$ boʻlgani uchun $Q_v = \Delta U$ boʻladi. Demak, hajm oʻzgarishdan boradigan jarayonlarning issiqlik effekti shu sistema ichki energiyasining oʻzgarishiga teng. Ichki energiya boshqa turdagi energiyalar singari sistema holatining funksiyasi hisoblanib, sistemaning dastlabki holati bilan oxirgi holatiga bogʻliq:

$$\Delta U = U_{\text{ox}} - U_{\text{bosh}}$$

Bu yerda: U_{ox} va U_{bosh} – sistemaning oxirgi va dastlabki holatdagi ichki energiyalari, kJ/mol.

Izobarik jarayonlar uchun $Q_p = \Delta U + PV$ bo‘ladi. Ularning qiymatlari o‘rniga qo‘yilsa, $\Delta U = U_2 - U_1$ va $\Delta V = V_2 - V_1$ ekanligini e‘tiborga olsak, $Q_p = (U_2 - U_1) + P(V_2 - V_1) = (U_2 + PV_2) - (U_1 + PV_1)$ bo‘ladi. Bu ifodadagi $(U + PV)$ yig‘indi sistemaning biror holatini belgilab: $(U + PV) = H$ ga tengdir. Bu yerda: H – entalpiya sistemaning issiqlik tutumi deyiladi.

Demak, izobar jarayonlarning issiqlik effekti $Q_p = \Delta H$ bo‘lib, u sistema entalpiyasining o‘zgarishiga teng:

$$Q_p = H_{\text{ox}} - H_{\text{bosh}} = \Delta H$$

Har qanday reaksiyaning issiqlik effekti uning qanday va necha bosqichda borganligiga emas, balki moddalarning boshlang‘ich va oxirgi holatlariga bog‘liqdir. Bu **Gess qonuni** deyiladi va uning matematik ko‘rinishi quyidagicha:

$$\Delta H_{\text{reaksiya}} = \sum H^{\text{h.b.}}_{\text{mahsulot}} - \sum H^{\text{h.b.}}_{\text{dast. modda}}$$

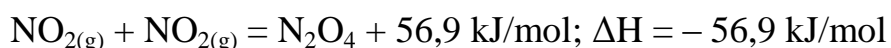
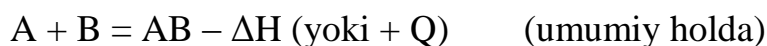
Bu ifodada $\Delta H^{\text{h.b.}}$ – moddalarning “hosil bo‘lish issiqligi” bo‘lib, uning ma‘nosi – oddiy moddalardan “1 mol” murakkab modda hosil bo‘lishida ajralib chiqadigan (yoki yutiladigan) issiqlik miqdoridir. Kimyoviy reaksiyalarning issiqlik effektlarini hisoblashda standart hosil bo‘lish issiqligi qiymatidan foydalaniladi. Bu yerda: $\sum H^{\text{h.b.}}_{\text{mahsulot}}$ – reaksiya natijasida hosil bo‘lgan moddalar hosil bo‘lish issiqliklarining; $\sum H^{\text{h.b.}}_{\text{dast. modda}}$ – reaksiyaga kirishayotgan moddalar hosil bo‘lish issiqliklarining yig‘indisi.

Moddalarning standart sharoit (25 °C yoki 298 °K va 101,325 kPa) da o‘lchangan hosil bo‘lish issiqligi shu moddaning *standart hosil bo‘lish issiqligi deyiladi*, ΔH°_{298} yoki $\Delta H_{f, 298}$ holida belgilanadi. Shuni unutmaslik kerakki, oddiy moddalar (Fe, C, S, Cr, Al, Si, H₂, O₂, Cl₂, Br₂, I₂, F₂ va hokazo)ning standart hosil bo‘lish issiqliklari qiymati nolga teng, ya‘ni – $\Delta H^{\text{h.b.}}_{298} = 0$ kJ/mol. Boshqa ba‘zi moddalar uchun $\Delta H^{\text{h.b.}}_{298}$ ning qiymatlari ilovadagi jadvallarda yoki fizik-kimyoviy so‘rovnomalarda keltirilgan bo‘ladi. Shu jadvallardagi qiymatlardan va Gess qonunining matematik ifodasidan foydalanib, har qanday kimyoviy jarayonning

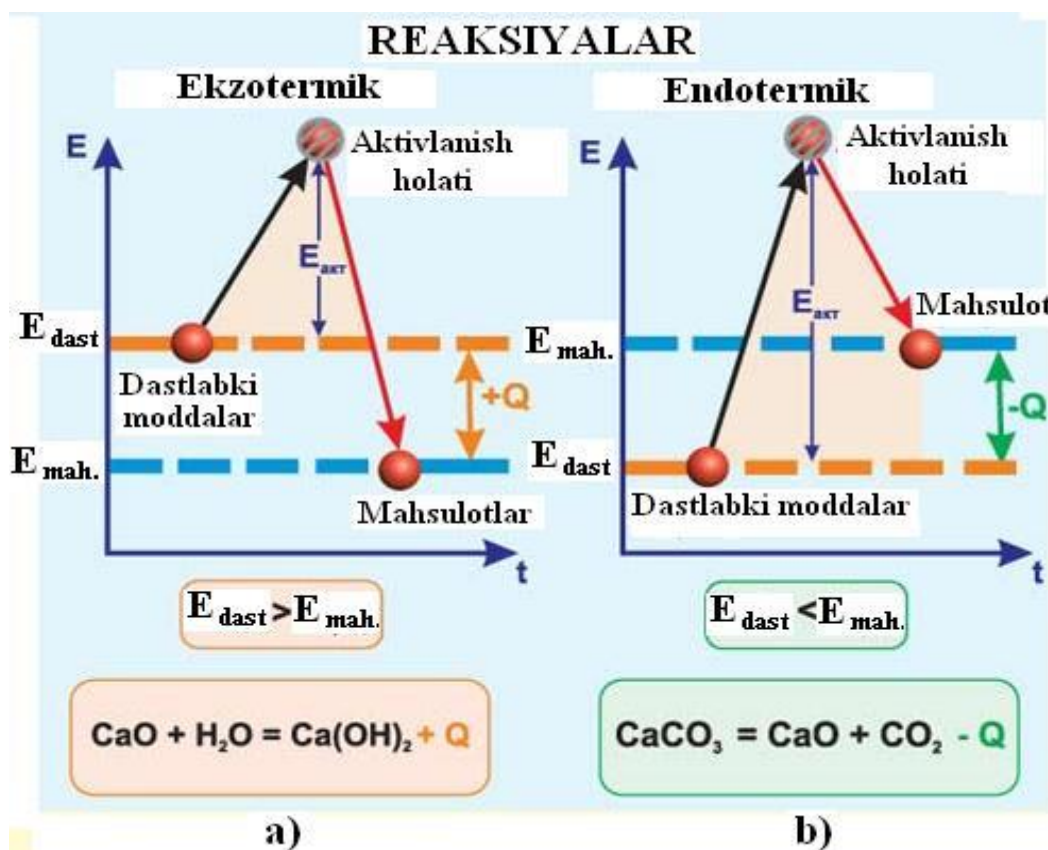
issiqlik effekti va biror reaksiyada ishtirok etayotgan moddaning hosil bo‘lish issiqligi qiymatlarini hisoblash mumkin.

Agar kimyoviy reaksiya natijasida issiqlik chiqsa ($\Delta H < 0$) sistema entalpiyasi kamayadi, bunday jarayonlar *ekzotermik jarayonlar* deyiladi (1.11-rasm (a)).

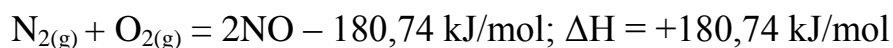
Reaksiya tenglamasida $-\Delta H$ ifodasi qo‘shib yoziladi:



Agar kimyoviy reaksiya natijasida issiqlik yutilsa, ($\Delta H > 0$) sistema entalpiyasi (issiqlik saqlami) ortadi. Bunday jarayonlar *endotermik jarayonlar* deyiladi (1.10-rasm(b)). Reaksiya tenglamasida $+\Delta H$ ifoda qo‘shib yoziladi:



1.11-rasm. Termokimyoviy reaksiyalar: a) ekzotermik; b) endotermik.



Agar kimyoviy reaksiya tenglamasida ajralib chiqadigan yoki yutiladigan issiqlik miqdori ko'rsatilsa, bunday tenglama termokimyoviy tenglama deyiladi. Yuqoridagi tenglamalar termokimyoviy tenglamalardir.

§ 7. Termodinamikaning ikkinchi qonuni va metallurgik jarayonlarning yo'nalishi

Hozirgi kunda metallurgik amaliyotning asosiy masalalaridan biri bu kimyoviy reaksiyalarning oqib o'tish imkoniyatidir. Ularning sodir bo'lish imkoniyatlarini o'rganish muhim ahamiyatga ega. Chunki, reaksiyalarning sodir bo'lish sharoitlarini o'rganish mobaynida shu reaksiyalar uchun qancha energiya sarf bo'lishini hisoblab topish mumkin yoki reaksiya oddiy sharoitlarda oqib o'tmasa, bu reaksiyalarning oqib o'tish imkoniyatlarini beradigan haroratlarni nazariy jihatdan hisoblab topib reaksiya uchun ketadigan ortiqcha energiya va sarf-xarajatni tejab iqtisod qilishimiz mumkin. Bu esa olinadigan mahsulotning tan-narxini kamaytirib, ishlab chiqarish unumdorligini oshiradi. Bunday imkoniyatlarga ega bo'lish va bu jarayonlarni amaliyotda qo'llash uchun mutaxassis termodinamikaviy qonuniyatlardan va metallurgik jarayonlarning yo'nalishidan boxabar bo'lishi kerak.

Tabiatda moddalarda sodir bo'ladigan reaksiyalarni ikkiga ajratish mumkin: qaytar va qaytmas reaksiyalar.

Qaytar reaksiyalarga oxirigacha bormaydigan reaksiyalar kiradi. Bunday reaksiyalar natijasida hosil bo'ladigan moddalar yana o'zaro ta'sirlashib dastlabki moddalarni hosil qiladi. Bunday reaksiyalarga faqat Le-Shatelye prinsipiga muvofiq ta'sir etib, reaksiyani kerakli tomonga siljitish mumkin.

Qaytmas reaksiyalarga esa oxirigacha boradigan reaksiyalar kiradi. Bunday reaksiyalarning oxirigacha borishiga sabab, reaksiya natijasida gaz, cho'kma yoki kuchsiz elektrolitlar hosil bo'lib, reaksiya sistemani (muhitni) tark etadi. Shuning uchun teskari reaksiyaning borishiga imkon bo'lmaydi va reaksiya faqat bir tomonga – mahsulot hosil bo'lish tomonga (o'ng tomonga) boradi. Bunday

reaksiyalarga ko‘mirning yonishi, temir oksidining qattiq uglerod bilan tiklanishi va hokazolar kiradi.

Termodinamikaning ikkinchi qonuniga muvofiq ikki jismga yoki sistemalarga hech qanday o‘zgarishlar ta’sir etmagan holda sovuq jismdan issiq jismga issiqlik o‘tishi mumkin emas, ya’ni o‘z-o‘zidan sovuq muhitdan issiq muhitga issiqlik o‘tmaydi. Bunday jarayon sodir bo‘lishi uchun qandaydir ish sarf bo‘lishi kerak.

Termodinamikaning ikkinchi qonuni va qaytmas tabiiy jarayonlar moddalarning atom-molekular tabiati va tavsifini, zarrachalarning issiqlikda tartibsiz harakatlanishini xarakterlovchi jarayonlardir.

Sistemada zarrachalarning “tartibsizlik” holatini miqdoriy tavsifnomasi sifatiga *entropiya* funksiyasi kiritilgan bo‘lib, u S harfi bilan belgilanadi va kJ/mol · K birliklarida o‘lchanadi. Jarayonlar o‘z-o‘zidan borishi uchun sistemaning entropiyasi reaksiyadan oldingi holatdagiga nisbatan reaksiyadan keyin oshishi kerak, ya’ni $\Delta S_{k,r} > 0$ bo‘lishi kerak. Kimyoviy reaksiyalarda entropiya o‘zgarishi quyidagi asosiy formula bilan hisoblanadi:

$$\Delta S_{298\text{ k.r}} = \sum S_{298(\text{mahsulot})} - \sum S_{298(\text{dast.modda})}$$

Bu yerda: $\sum S_{298(\text{mahsulot})}$ – reaksiya natijasida hosil bo‘lgan modalar standart entropiyalarining yig‘indisi; $\sum S_{298(\text{dast.modda})}$ – reaksiyaga kirishayotgan moddalar standart entropiyalari yig‘indisi.

Kimyoviy reaksiyalar sodir bo‘layotgan paytda bir vaqtning o‘zida sistemaning ham entalpiyasi, ham entropiyasi o‘zgaradi. Ana shu ikki effektning yig‘indisi sistema (reaksiya)ning “*Gibbs energiyasi*” (erkin energiyasi) deyiladi. Bu paytda sistemaning harorati va bosimi o‘zgarmas holda saqlanganligi uchun Gibbs energiyasini boshqacha qilib – *sistema izobar-izotermik potensialining o‘zgarishi* ham deyiladi va u ΔG holiday belgilanadi, uning o‘lchov birligi – kJ/mol, kkal/mol. “1 mol” moddaning standart sharoitda hosil bo‘lishida reaksiya izobar-izotermik potensialining o‘zgarishi shu moddaning standart hosil bo‘lish izobar-izotermik potentsiali o‘zgarishi deyiladi va $\Delta G^{h.b.}_{298}$ yoki ΔG^f_{298} ko‘rinishda yoziladi.

Har qanday kimyoviy reaksiya izobar-izotermik potensialining o'zgarishi – $\Delta G_{298 (k.r.)}$ quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$\Delta G_{298}^{(h.r.)} = \sum \Delta G_{298(mahsulot)}^{h.b.} - \sum \Delta G_{298(dast.modda)}^{h.b.}$$

Bu yerda: $\sum \Delta G_{298(mahsulot)}^{h.b.}$ – reaksiya natijasida hosil bo'lgan moddalar standart Gibbs energiyalari o'zgarishining stexiometrik koeffitsiyentlarni hisobga olib topilgan yig'indisi, kJ/mol;

$\sum \Delta G_{298(dast.modda)}^{h.b.}$ – reaksiyaga kirishayotgan dastlabki moddalar standart Gibbs energiyalari o'zgarishining yuqoridagidek yig'indisi, kJ/mol.

Umuman sistemaning harorati (T), entalpiya o'zgarishi (ΔH), entropiya o'zgarishi (ΔS) hamda Gibbs energiyasi (ΔG) o'rtasida quyidagi bog'lanish mavjud:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

Sistemaning Gibbs energiyasi qiymatiga qarab, standart sharoitda reaksiyalarning o'z-o'zicha borish-bormasligi va reaksiyaning yo'nalishi to'g'risida xulosa qilinadi:

a) agar kimyoviy reaksiya Gibbs energiyasi o'zgarishining qiymati $\Delta G_{298 (k.r.)} > 0$, ya'ni musbat bo'lsa, bu reaksiyalar standart sharoitda o'z-o'zidan bora olmaydi;

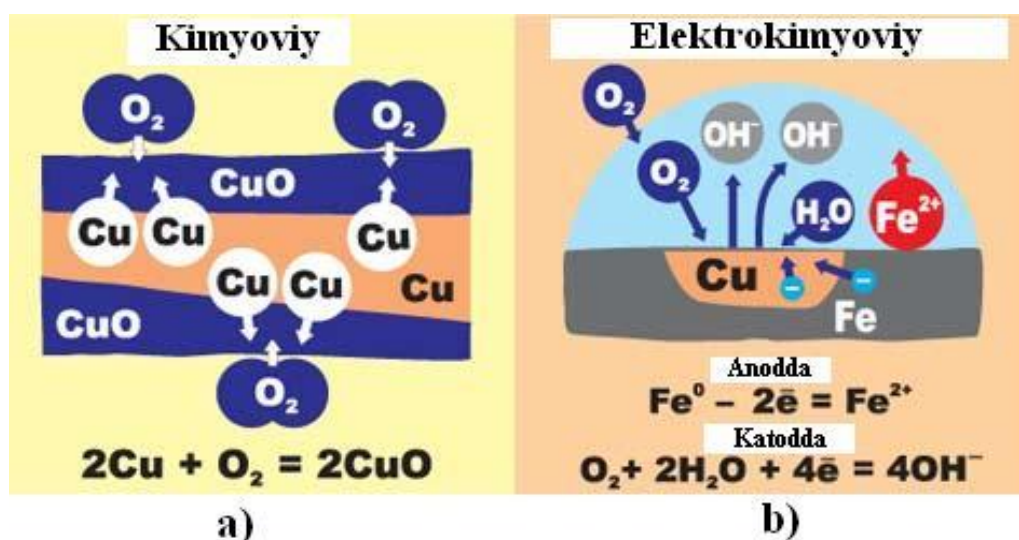
b) agar $\Delta G_{298 (k.r.)} < 0$, ya'ni manfiy bo'lsa, bu reaksiyalar standart sharoitda o'z-o'zidan boradi. Bu reaksiyalar iqtisodiy va texnologik jihatdan qulay hisoblanadi;

d) agar $\Delta G_{298 (k.r.)} = 0$ bo'lsa, bunda sistema kimyoviy muvozanat holatida bo'ladi. Muvozanatni zarur reaksiya boradigan tomonga yo'naltirish uchun sistema parametrlari (P, T, C, V lar)ni o'zgartirish kerak bo'ladi.

Umuman termodinamik kattaliklarning o'zgarishini bilish jarayonlarni boshqarishni o'rgatib, u yoki bu reaksiyalar amalda borish-bormasligini asoslab beruvchi fundamental usuldir.

§ 8. Korroziya turlari. Metallarni korroziyadan saqlash

Metallar korroziyasi haqida tushuncha. Ko‘pchilik metallar havo, suv, kislota, ishqor va tuzlarning eritmaları ta‘sirida yemiriladi. Bu hodisa **korroziya** deyiladi. Korroziya so‘zi lotincha “*corrodere*” - *yemirilish* degan ma‘noni anglatadi. Korroziya o‘zining fizik-kimyoviy xarakteri jihatidan ikki xil bo‘ladi: **kimyoviy** va **elektrokimyoviy** korroziya. Metallarda qanday turdagi korroziya sodir bo‘lishi metallni qurshab turgan muhitga bog‘liq bo‘ladi. Metallarga quruq gazlar (kislород, sulfid angidrid, vodorod sulfid, galogenlar, karbonat angidrid va h.k.), elektrolit bo‘lmagan suyuqliklar ta‘sir etganda *kimyoviy korroziya* sodir bo‘ladi (1.12-rasm (a)). Bu ayniqsa yuqori haroratli sharoitda ko‘p uchraydi, shuning uchun bunday yemirilish metallarning **gaz korroziyasi** deb ham ataladi. Gaz korroziyasi ayniqsa, metallurgiyaga katta zarar keltiradi. Temir va po‘lat buyumlarini gaz korroziyasidan saqlash uchun ularning sirti aluminiy bilan qoplanadi.



1.12-rasm. Korroziya turlari: a) kimyoviy; b) elektrokimyoviy.

Suyuq yoqilg‘ilar ta‘sirida vujudga keladigan korroziya ham kimyoviy korroziya jumlasiga kiradi. Suyuq yoqilg‘ining asosiy tarkibiy qismlari metallarni korroziyalantirmaydi, lekin, neft va surkov moylari tarkibidagi oltingugurt,

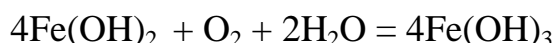
vodorod sulfid va oltingugurtli organik moddalarning metallarga ta'siri natijasida korroziya vujudga keladi. Suvsiz sharoitdagina bu ta'sir namoyon bo'ladi. Suvda elektrokimyoviy korroziyaga aylanadi.

Elektrolitlar ta'sirida bo'ladigan korroziya *elektrokimyoviy korroziya* deyiladi (1.12-rasm (b)). Ko'pgina metallar asosan elektrokimyoviy korroziya tufayli yemiriladi. Elektrokimyoviy korroziya metalda kichik galvanik elementlar hosil bo'lishi natijasida sodir bo'ladi. Galvanik elementlar hosil bo'lishiga sabab:

1) ko'p metallar tarkibida qo'shimcha sifatida boshqa metallar bo'lishi;

2) metall hamma vaqt suv, havo namligi va elektrolitlar qurshovida turishidir.

Masalan, nam havoda temirga mis metali tegib turgan bo'lsin. Bunda galvanik element hosil bo'ladi (temir – anod, mis – katod vazifasini o'taydi). Temir oksidlanadi: $\text{Fe} - 2e^- = \text{Fe}^{2+}$ va Fe^{2+} ionlari OH^- ionlari bilan birikib $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ni hosil qiladi. $\text{Fe}(\text{OH})_2$ havo kislorodi va namlik ta'sirida $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ga aylanadi:



Natijada temir korroziyaga uchraydi. Agar, vodorod ionlari mo'l bo'lsa, temirdan chiqqan elektronlar havodagi kislorodni qaytarmasdan vodorod ionlarini qaytaradi: $2\text{H}^+ + 2e^- = \text{H}_2$

Temir qalayga tegib tursa, korroziya temir misga tegib turgandagiga qaraganda sustroq sodir bo'ladi. Agar temir ruxga tegib tursa, zanglamaydi, chunki, temir ruxga qaraganda asl metallidir. Elektrolitlar ishtirokida rux bilan temir hosil qilgan galvanik elementda rux – anod, temir – katod vazifasini bajaradi.

Metallarni korroziyadan saqlash. Metallarni korroziyadan saqlash uchun bir necha choralar qo'llaniladi (1.12-rasm):

a) metall sirtini boshqa metallar bilan qoplash;

b) metall sirtini metall bo'lmagan moddalar bilan qoplash;

d) metallarga turli qo'shimchalar kiritish;

e) metall sirtini kimyoviy birikmalar bilan qoplash.

Metall sirtini boshqa metallar bilan qoplash. Metall sirtini boshqa metallar bilan qoplash usullaridan biri *anod qoplash* hisoblanadi. Bu maqsadda

ishlatiladigan metallning standart elektrod potentsiali metallarning aktivlik qatorida korroziyadan saqlanishi kerak bo'lgan metallnikiga qaraganda manfiy qiymatga ega bo'lishi lozim. Masalan, temirni rux bilan qoplash (anod qoplash) nihoyatda katta foyda keltiradi, chunki temir buyum uning sirtini qoplagan ruxning hammasi tugamaguncha yemirilmaydi. Temirni qalay bilan qoplanganda *katod qoplama* olinadi, chunki qoplovchi metall qoplanuvchi metallga nisbatan asroq. Katod qoplamaning biror joyi ko'chsa, himoya qilinuvchi metall, ya'ni temir juda tez yemiriladi.

Metall sirtini metall bo'lmagan moddalar bilan qoplash.

Metallarning sirtini lak, bo'yoq, rezina, surkov moylari (solidol, texnik vazelin) bilan qoplash, emallash va hokazolar metallarni korroziyadan saqlaydi.

Metallarga turli qo'shimchalar kiritish. Odatdagi po'latga 0,2 – 0,5% mis qo'shish bilan po'latning korroziyaga bardoshlilikini 1,5 – 2 marta oshirish mumkin. Zanglamaydigan po'lat tarkibida 12% ga qadar xrom bo'ladi, bu xrom passiv holatda bo'lib, po'latga mustahkamlik beradi. Po'latga nikel va molibden qo'shilganida uning korroziyaga chidamliligi yanada ortadi. Bunday po'latlar *legirlangan po'latlar* deyiladi.

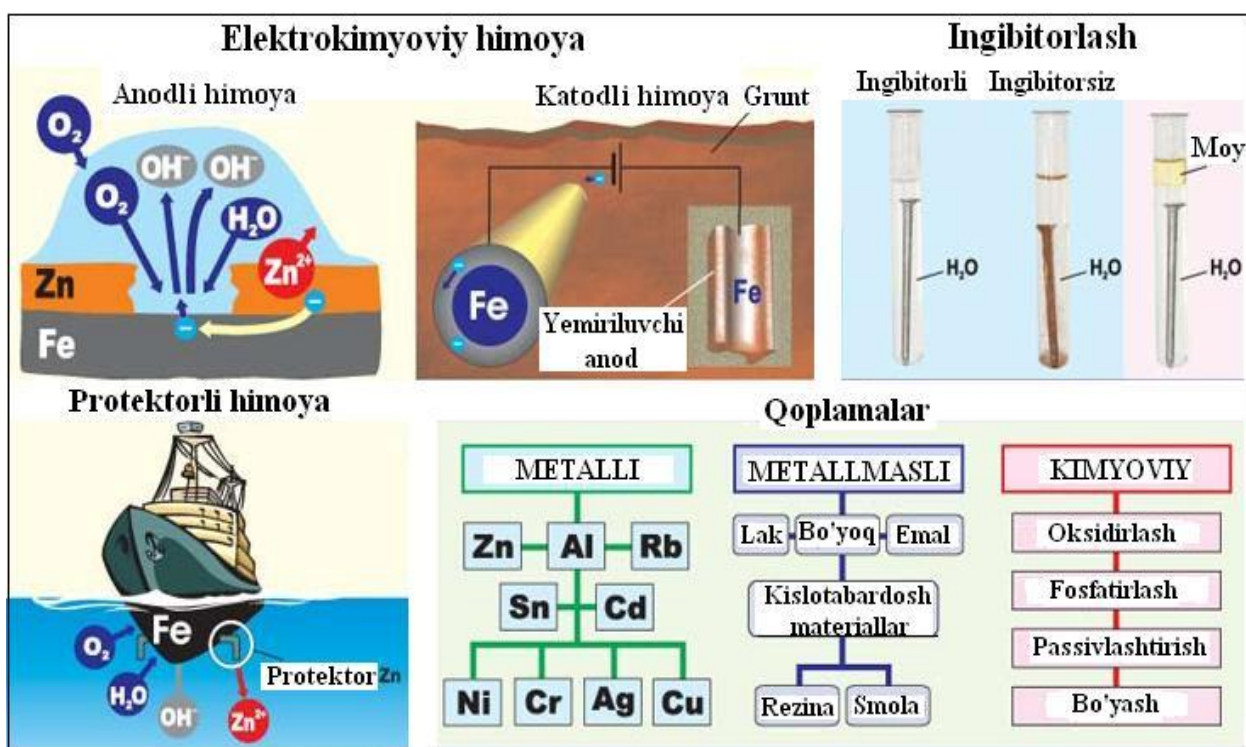
Metall sirtini kimyoviy birikmalar bilan qoplash. Maxsus kimyoviy tajribalar o'tkazib, metall sirtini korroziyaga chidamli birikmalar pardasi bilan qoplash mumkin. Bunday pardalar – oksidli, fosfatli, xromatli va hokazo pardalar nomi bilan yuritiladi. Metall sirtida korroziyaga chidamli oksid parda hosil qilish jarayoni *oksidirlash* deyiladi. Metall buyumni oksidirlashning uch usuli mavjud:

1) metall buyum sirti yuqori haroratda organik moddalar bilan oksidlantiriladi (qoraytiriladi, ko'kartiriladi va hokazo);

2) metall buyum (MnO_2 ; $NaNO_3$; $K_2Cr_2O_7$ kabi) oksidlovchi moddalar ishtirokida konsentrlangan ishqor eritmasi bilan suyuqlikning qaynash haroratigacha qizdiriladi;

3) metall buyumni biror elektrolit eritmasi ichida anod qutbga joylab elektroliz o'tkaziladi, bu jarayon *anodirlash* deyiladi.

Korrozion aktivator va ingibitorlar. Korroziya jarayonining tezligiga eritmalarda bo‘lgan ionlar, ya’ni H^+ va OH^- ionlari konsentrasiyasi ya’ni eritmaning pH ko‘rsatkichi katta ta’sir ko‘rsatadi. H^+ ionlari konsentrasiyasi ortsa, korroziya kuchayadi, OH^- ionlari konsentrasiyasining ortishi temirning korroziyalanishini susaytiradi. Lekin gidroksidlari amfoter xossaga ega bo‘lgan metallar (Zn, Al, Pb)ning korroziyasi OH^- ionlari konsentrasiyasi ortganda tezlashadi. Korroziyani tezlatuvchi moddalar **korrozion aktivatorlar** deyiladi. Bularga fluoridlar, xloridlar, sulfatlar, nitratlar va hokazolar kiradi. Korrozion muhitga qo‘shilganida metallar korroziyasini susaytiradigan moddalar **korrozion ingibitorlar** deb ataladi. Masalan, aminlar, mochevina, aldegidlar, sulfidlar, xromatlar, fosfatlar, nitritlar, silikatlar va hokazolar korrozion ingibitorlardir.



1.13-rasm. Korroziyadan himoyalash usullari.

ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. А.А. Юсупходжаев, С.Б. Мирзажонова, Ш.Т. Хожиев. Повышение комплексности использования сырья при переработке сульфидных медных концентратов// Proceedings of the III International Scientific and Practical Conference “Scientific and Practical Results in 2016. Prospects for their Development” (December 27 – 28, 2016, Abu-Dhabi, UAE). Ajman, 2017, № 1(17), Vol. 1, с. 45 – 48.
2. Matkarimov S.T., Mirzajonova S.B., Karimova T.P., Saidova M.S., Bakhodirov N.K. Method of Heap Leaching of Copper from Off-Balance Ore Dumps // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-16-4321-7> (дата обращения 21.10.2021)
3. Mirzajonova S, Karimova T, Saidova M . Research of sulfuric acid leaching of copper off-balance ores. Int J Eng Adv Technol // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://doi.org/10.35940/ijeat.b3838.129219>.
4. Юсупходжаев А.А., Хожиев Ш.Т., Мирзажонова С.Б. Анализ состояния системы в металлургии. – Т.: LAP LAMBERT Academic Publishing. – 2020. – 189 с.
5. Юсупходжаев А.А., Худояров С.Р., Мирзажонова С.Б. Механизм образования расплавов при плавке сульфидных медных концентратов в отражательной печи // Горный вестник Узбекистана № 2. – 2014.С.106–109.
6. Юсупходжаев А.А., Худояров С.Р., Мирзажонова С.Б. Использование физических свойств компонентов шихты для анализа металлургических процессов // Горный вестник Узбекистана № 4. – 2013. – №55. - с.30 – 32.
7. Юсупходжаев А.А., Хожиев Ш.Т., Мирзажонова С.Б. Технология переработки медных шлаков сульфидированием её окисленных соединений. Международная научно-практическая конференция «OPEN INNOVATION». (Пенза, 15 – 18 июня 2017 г.). – Пенза, 2017. Часть 1, № 190. - с.19 – 21.
8. Мирзажонова С.Б., Саидова С.С. Малоотходные технологии переработки шлаков и других техногенных образований. Республиканская научно-техническая конференция «Фундаментальные исследования и практические разработки при переработки минерального сырья и техногенных отходов». (Ташкент, 10 декабрь, 2021 г.). - с.70-71.
9. Мирзажонова С.Б., Каримова П.Т. Технологии переработки хвосты медно-обогатительного фабрик путем твердофазного восстановления

- железа. Республиканская научно-техническая конференция «Фундаментальные исследования и практические разработки при переработки минерального сырья и техногенных отходов». (Ташкент, 10 декабрь, 2021 г.) - с. 88.
10. Мирзажонина С.Б., Боходирова Б.К. Чикиндиларни гидрометаллургия усулларда кайта ишлашнинг назарий ва амалий тадқиқоти. Республиканская научно-техническая конференция «Фундаментальные исследования и практические разработки при переработки минерального сырья и техногенных отходов». (Ташкент, 10 декабрь, 2021 г.) - с.140.
 11. Мирзажонина С.Б. Мис бойитиш фабрикаси чикиндилардан темир купаросини ажрати олиш технологияси. Республиканская научно-техническая конференция «Фундаментальные исследования и практические разработки при переработки минерального сырья и техногенных отходов». (Ташкент, 10 декабрь, 2021 г.) - с.143.
 12. С.Б.Мирзажонина, Б.У.Мирсоатов, З.Б.Османов. Замолавий дунёда инновацион тадқиқотлар: «Назария ва амалиёт» номли илмий, масофавий, онлайн конференция. (Ташкент, 16 май, 2022). с. 104-106 (<https://doi.org/10.5281/zenodo.6550780>).
 13. С.Б.Мирзажонина, Б.У.Мирсоатов, З.Б.Османов. Extraction of iron from the tailings of “Almalyk MMC”. Замолавий дунёда инновацион тадқиқотлар: «Назария ва амалиёт» номли илмий, масофавий, онлайн конференция. (Ташкент, 16 май, 2022). - с. 107-109 (<https://doi.org/10.5281/zenodo.6550780>).
 14. Мирзажонина С.Б. Исследование технологии выщелачивания железа из пиритного концентрата. Халқаро миқёсдаги илмий ва илмий-техник анжуман: Амалий ва инновацион илмий тадқиқотлар. (Ташкент, 6 декабрь, 2021 г.) - с. 241-243.
 15. Мирзажонина С.Б. Рудани бойитиш жараёндан ажралган чикиндилар таркибидан металлларни ажрати олишнинг замонавий усуллари. Халқаро миқёсдаги илмий ва илмий-техник анжуман: Амалий ва инновацион илмий тадқиқотлар. (Ташкент, 6 декабрь, 2021 г.) - с. 249-251.
 16. Мирзажонина С.Б., Боходирова Н.К. Мис бойитиш фабрикалари чикиндилари таркибидаги темирни тиклаш жараёнларининг кинетикасини ўрганиш. Халқаро миқёсдаги илмий ва илмий-техник анжуман: Амалий ва инновацион илмий тадқиқотлар. (Ташкент, 6 декабрь, 2021 г.) - с. 412-414.

17. А.А. Юсупходжаев, С.Б. Мирзажонова, Ш.Т. Хожиев. Пирометаллургия жараёнлария назарияси. Дарслик. Тошкент: ТашГТУ, 2019 г. – 262 с.
 18. А.А. Yusupkhodjayev, Sh.Т. Khojiev, S.В. Mirzajanova. Usage of reducing-sulfidizing agents in copper-bearing slags depletion// Сборник статей Международной научно-практической конференции “Управление социально-экономическими системами: теория, методология, практика”, состоявшейся 15 июня 2017 г. в г. Пенза. // МЦНС «Наука и Просвещение», г. Пенза, 2017, Часть 1, № 190. С. 19 – 21.
 19. С.Б. Мирзажонова, С.Т. Маткаримов, Д.Е. Арибжонова, Н.К. Боходирова, Г.Б. Бекназарова. Технология извлечения железа и алюминия из отходов (хвостов) медно-обогащительных фабрик// Universum: Технические науки. (Июнь 5-6, 2022, Москва). № 5(98). с. 278-290
 20. S.В. Mirzajonova, Т.Р. Karimova, M.S. Saidova, N.К. Bakho-dirova. Development of ferrous metallurgy in Uzbekistan in the context of modernization of the national economy. IJEMR. (March 28, 2021). Volume 10, Issue 03, pages: 476-479.
 21. А.А. Юсупходжаев, С.Б. Мирзажонова, Ш.Т. Хожиев. Анализ состояния системы в металлургии. Монография. Lambert, 2019 г. – 135 с.
-