

Dildora Erkinovna Aribjonova

METALLURGIYA ASOSLARI

(Rangli va qora metallar metallurgiyasi asoslari)



**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIV VA O‘RTA MAXSUS TA‘LIM VAZIRLIGI**

Dildora Erkinovna Aribjonova

METALLURGIYA ASOSLARI

(Rangli va qora metallar metallurgiyasi asoslari)

*O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta‘lim vazirligi
omonidan 5310300 “Metallurgiya” ta‘lim yo‘nalishi talabalari
uchun o‘quv qo‘llanma sifatida tavsiya etilgan*

**Toshkent
«Excellent Polygraphy»
2020**

UO'K 669.1

KBR 34.3ya73

A75

Metallurgiya asoslari [Matn] : o'quv qo'llanma
D.E.Aribjonova. – Toshkent: “Excellent Polygraphy” 2020. –240 b.

“Metallurgiya asoslari” fani metallurgiya fanlaridan biri bo'lib, metallar, qora va rangli metallurgiya haqida tushunchalar, cho'yan, po'lat ishlab chiqarish jarayonlari va unda qo'llaniladigan dastgohlar haqida ma'lumotlar, og'ir rangli metallar, oltin va kumush, volfram va molibden va yengil metallarning ishlab chiqarish texnologiyalari haqidagi fandir.

“Metallurgiya asoslari” fanining dasturi metall saqlovchi xomashyolarni qayta ishlashda boradigan kimyoviy reaksiyalarning fizik-kimyoviy asoslarini va rangli va qora metallarni ishlab chiqarishda qo'llaniladigan texnologik jarayonlarning asoslari bo'yicha ma'lumotlarni o'z ichiga olgan.

5310300 «Metallurgiya» ta'lim yo'nalishida tahsil olayotgan talabalarlar uchun mo'ljallangan. “Metallurgiya asoslari” fani “Metallurgiyaga kirish”, “Rudalarni qayta ishlashga tayyorlash”, “Metallurgik jarayonlarda issiqlik va massa almashuv”, “Gidrometallurgiya jarayonlari”, “Pirometallurgiya jarayonlari”, “Metallar retsiklingi”, “Metallurgiyada biotexnologik jarayonlar” va ixtisoslik fanlarini o'rganishga asos bo'lib xizmat qiladi.

Taqrizchilar:

X.R.Valiyev – ToshDTU “Metallurgiya” kafedrasi mudiri

G.Xakimova – ToshKTI, “Silikat materiallari va kamyob, nodir metallar texnologiyasi” kafedrasi dotsenti

ISBN-978-9943-6248-8-7

© «Excellent Polygraphy», 2020

© D.E.Aribjonova, 2020

SO‘Z BOSHI

O‘zbekiston iqtisodiyotini rivojlantirish konsepsiyasida yoritilgan eng muhim muammolardan biri, bu mamlakatning boy mineral-xomashyo resurslaridan ratsional va kompleks foydalanishdir.

O‘zbekiston metallurgiya sanoatining asosiy va muhim yo‘nalishlaridan biri, bu respublika hududida joylashgan yirik metall saqlovchi konlarni qazib olish va ishlab chiqarishga jalb etishdir va shunga respublikamizda barcha imkoniyatlar mavjud.

Bir qator foydali qazilmalar (metallar) bo‘yicha O‘zbekiston tasdiqlangan zaxiralar va istiqbolli rudalar jihatdan MDH dagina emas, balki butun dunyoda ham yetakchi o‘rinlardan birini egallaydi.

Ma‘lumki, respublikamiz o‘quv ta‘limidagi o‘tkazilayotgan islohotlar oliy ta‘lim sohasidagi fanlar tarkibidagi ko‘plab o‘zgarishlarga sabab bo‘ladi. Bu sohada tayyorlanadigan mutaxassislarga ishlab chiqarishda talab juda katta. O‘zbekiston Respublikasida oliy ta‘lim shunday darajaga yetishi kerakki, bunday ta‘lim mamlakatimizda va xorijda fan, texnika va texnologiya, hamda iqtisodiyot sohalarida bo‘lajak taraqqiyotni hisobga olgan holda raqobatbardosh kadrlarni tayyorlashni ta‘minlay oladigan bo‘lishi lozim.

“Metallurgiya asoslari” fani metallurg mutaxassislarni tayyorlashda asosiy o‘rinda turadi va fanning asosiy maqsadi va vazifasi texnikada va hayotimizda ishlatiladigan metallarni qay usullarda ishlab chiqarishini o‘rgatishdir.

KIRISH

Metallurgiyadagi istiqbolli, zamonaviy yoʻnalishlar – metallurgiya sanoati ishlab chiqarishida asosiy oʻrinni egallaydi.

Rangli metallurgiyada bir vaqtning oʻzida xomashyodan kompleks foydalanish va atrof-muhitni zararli chiqindilardan ishonchli himoya qilishni taʼminlaydigan qurilmalar va kam xomashyo sarflaydigan texnologiyalarning metallurgik ishlab chiqarishga qoʻlanila boshlanishi ilmiy-texnik taraqqiyotning muhim yoʻnalishlaridan biri hisoblanadi.

Avtogen jarayonlar haqida maʼlumot

Avtogen jarayonlar deb, metallurgiya sanoatida shunday texnologik jarayonlarga aytiladiki, ular tashqaridan issiqlik manbai sarfisiz, ichki energetik zaxiralar hisobidan boradi. Sulfidli xomashyoni qayta ishlaganda pirometallurgik jarayonning avtogen borishi, qayta ishlanayotgan shixta sulfidlarining yonish ekzotermik reaksiyalari va shlak hosil boʻlish reaksiyalari issiqligi hisobiga amalga oshadi. Oksidlovchi reagent sifatida havo, kislorodga boyitilgan havo yoki texnologik kislorod ishlatilishi mumkin.

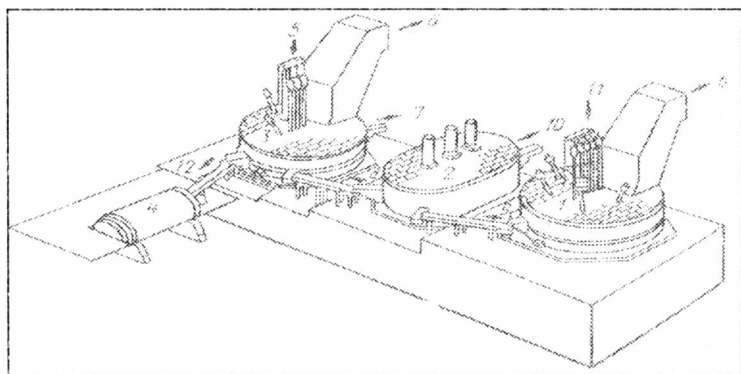
Hozirgi vaqtga kelib, toʻgʻridan-toʻgʻri xomaki mis olishga moʻljallangan turli variantlar tavsiya etilmoqda, lekin faqat uchta jarayon: «Noranda», «Mitsubisi», suyuq vannada eritish sanoatda oʻz oʻrnini topdi.

Quruq mis boyitmalarini «Noranda» usuli bilan uzluksiz eritish uzunligi 21,3 m, diametri 5,2 m gorizonta silindrik aylanma uskunalarda amalga oshiriladi. 37 % gacha kislorodga boyitilgan havo shixta yuklash uchastkasida joylashtirilgan furlar orqali kiritiladi. Eritish natijasida 70–75 % Cu li shteyn olinadi.

«Mitsubisi» jarayoni toʻgʻridan-toʻgʻri qoramtir mis olishga moʻljallangan uzluksiz avtogen eritish hisoblanadi. Texnologiyaning hamma asosiy bosqichlari – eritish, konverterlash, shlaklarni kambagʻallashtirish alohida ovalsimon uchta statsionar pechda olib boriladi. Oraliq mahsulotlar uzluksiz ravishda bir pechdan boshqasiga oqib oʻtadi (1-rasm).

Vanyukov eritish jarayoni – mis, mis – nikel, mis – rux va boshqa ogʻir rangli metall boyitmalarini qayta ishlash uchun ishlatiladi. Vanyukov jarayonini sanoatda qoʻllash uchun shaxta koʻrinishidagi pechlardan foydalanish tavsiya etilgan. Vanyukov pechlarining optimal

uzunligi agregatning kerakli quvvat birligiga bog'liq bo'lib, 10m dan 30m gacha va undan uzun bo'lishi mumkin. Pechlarning eni havo purkash mashinalari imkoniyati va eritish natijasida olinayotgan eritmalarning xossasiga bog'liq bo'lib, 2,5–3m ni tashkil etadi; umumiy balandligi 6–6,5 m bo'ladi. Vanyukov pechining alohida xususiyati purkash furmalari pechining pastki qismiga nisbatan (1,5–2 m dan) yuqorida joylashganidir. Vanyukov eritish jarayonining xarakterli xususiyati, avval ko'rilgan jarayonlardan tamomila farqi shundaki, shixtaning erishi va sulfidlarning oksidlanishi shteynli eritmada emas, shlakli eritmada boradi, eritish mahsulotlari pechda boshqa ma'lum eritish usullari singari gorizontal yo'nalishda emas, vertikal – tepadan pastga qarab harakatlanadi.



1-rasm. «Mitsubishi» jarayonining umumiy ko‘rinishi:

1-eritish pechi; 2-shlakni birlashtirish pechi; 3-konverterlash pechi; 4-mikser; 5-flyus, havo, kislorod, sovituvchi suyuqlik; 6-chiqindi gazlar; 7-konverter shlak; 8-shteyn; 9-shteyn va shlak; 10-birlashtirilgandan so‘nggi shlak; 11-shixta, flyus, havo, kislorod; 12-homaki mis.

Uyumda va yer ostida tanlab eritish

Uyumda tanlab eritish asosan tarkibida metall kam bo‘lgan tashlandiq rudalardan metalni ajratib olish uchun qo‘llaniladi. Jarayon quyidagicha olib boriladi:

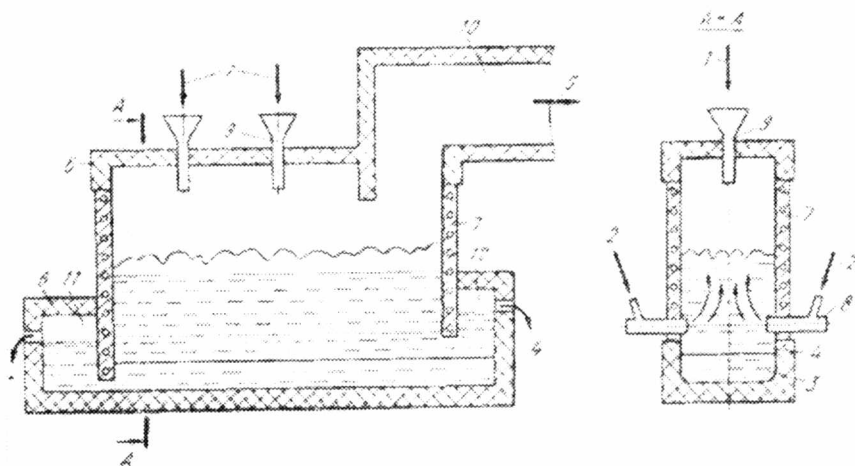
- tanlab eritish maydoni tanlanadi va tayyorlanadi;
- tayyorlangan maydonga ruda uyiladi;

- ladi;
- uyum ustidan ma'lum muddat davomida eritma sepib turiladi.

Uyum qatlamidan sizib o'tgan eritmani bir joyga yig'ishni ta'minlash maqsadida maydon bir tomonga qarab yotiqroq ($1-2^{\circ}$) qilib rejalashtiriladi. Tayyorlangan maydonga ruda uyiladi. Bu jarayon uyumda tanlab eritish usulining eng asosiy qismi hisoblanadi. Uyum hosil qilish shunday o'tkazilishi kerakki, unda ruda tekis, yumshoq va eritma qatlamdan oson o'tadigan bo'lsin.

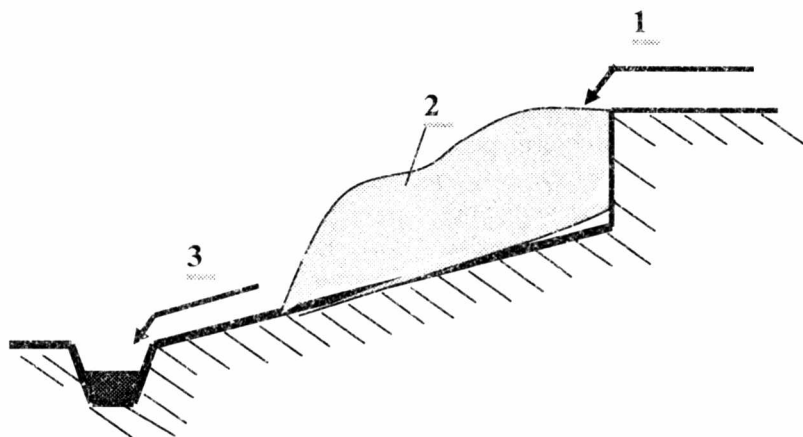
Uyum hosil qilish ekskavatorsimon yuklovchi mashinalar, buldozerlar, o'zi ag'daruvchi mashinalar yordamida amalga oshiriladi. Uyum ustida og'ir mashinalarni yurishi maqsadga muvofiq emas.

Uyumning yumshoqligini va uning suyuqlik o'tkazuvchanligini yaxshilash uchun ruda tasniflanishi, mayda zarrachalari yiriklashtirilishi ijobiy natija beradi. O'lchami o'ta katta bo'lgan bo'laklar albatta maydalanishi kerak. Uyumning eng ko'p tarqalgan shakli to'rtburchakli kesik piramidadir. Uning balandligi 3 m dan 15 m gacha, og'irligi 100-200 ming tonnagacha bo'ladi (2-rasm).



2-rasm. Suyuq vannada eritish pechi sxemasi.

1-shixta; 2-havo; 3-shteyn; 4-shlak; 5-gazlar; 6-pech qplamasi; 7-misli qo'yma kessonlar; 8-furmalar; 9-yuklash voronkasi; 10-apteyk; 11-shteynli sifon; 12-shlakli sifon.



3-rasm. Uyumli tanlab eritish sxemasi:

1-erituvchi eritma; 2-ruda massasi; 3-boyigan eritma.

Eritma uyumga changlatib beruvchi forsunkalar yordamida sepiladi. Eritmani uyum ustidan sepish tezligi rudaning xossalariga, jumladan suyuqlik o'tkazuvchanlik qobiliyatiga bog'liq. Eritma ruda qatlamidan o'tib, maxsus tayyorlangan hovuzga to'planadi va undan metallni ajratib olish qurilmasiga o'tkaziladi. Eritmadan metallni ajratib olish uchun sementatsiya, ekstraksiya va boshqa usullar qo'llanishi mumkin. Metallni ajratib olgandan so'ng, eritma ikkinchi yig'uvchi hovuzchaga to'planadi. U yerdan eritma tarkibiga kerakli reagentlar qo'shiladi va u yana uyumga sepish uchun yuboriladi. Tanlab eritishning umumiy davomiyligi 120–150 kun. Bunda 60–75% metall eritmaga o'tadi.

Uyumda tanlab eritish, uning katta kichikligiga, suyuqlik o'tkazuvchanligiga, eritilayotgan birikma yoki metall erish tezligiga qarab bir necha kun, oylab, hatto yillab davom etishi mumkin. Tanlab eritish jarayoni tamom bo'lgandan keyin uyum yaxshilab suv bilan yuvilishi kerak. Katta hajmdagi uyumga ishlav berilib bo'lgandan keyin, u chiqindixonalarga ko'chirilmay, o'z o'rnida qoladi. Uning yoniga yangi uyum hosil qilinadi. Uyumda tanlab eritish usuli oddiy, kam xarj, sifatsiz ashyolardan metall ajratib olishga qulay. Ammo ko'p vaqtni talab qiladi va metallni to'liq ajratib olishga imkon yo'q.

I BOB. TERMODINAMIKA QONUNLARI

1.1. TERMODINAMIKANING BIRINCHI QONUNI. ENTALPIYA. TERMOKIMYO

Metallurgik jarayonlarni puxta o'rganishda shu jarayonlarda kechadigan fizik 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 fizik 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) konsentrat siyasi – 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* sistemalariga 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* 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. Termodinamikaning I, II bosh qonunlari (klassik termodinamika) mantiqiy nazariya asosida emas, balki insoniyatning ko'p asrlar davomidagi kuzatishlari va tajribalari asosida yaratilgan.

Birinchi qonun 1842-yilda R. Meyer, ikkinchi qonun (birinchisidan avval) 1824-yilda S. Karno va uchinchi qonun 1912-yilda Nernst tomonidan kashf etilgan va ta'riflangan.

Izolirlangan sistema deganda boshqa sistemalar bilan energiya va modda almashinmaydigan, demak, turg'un energiya va hajmga ega bo'lgan sistema tushuniladi.

Sistemaning holati – bu ma'lum sistemani xarakterlaydigan fizik va kimyoviy xossalar to'plamidir. Xossalar ikki xil: ekstensiv va intensiv bo'lishi mumkin. Ekstensiv xossalarga sistemaning massasiga bog'liq bo'lgan xossalar – og'irlik, massa, sistemaning hajmi kabilardir. Intensiv xossalarga esa qiymati sistemaning massasiga bog'liq bo'lmagan xossalar – harorat, bosim, hajm, solishtirma hajm kiradi.

Sistemaning termodinamik holati – termodinamik parametrlarning qiymati bilan ifodalanadi. Termodinamik parametrlar deganda harorat, hajm, bosim va konsentratsiya kabi tushunchalar tushuniladi.

Sistemaning boshqa qismlaridan chegara sirtlar bilan ajralgan, ulardan o'z termodinamik xossalari va kimyoviy tarkibi bilan farq qiladigan qismi faza deyiladi. Fazaning hamma tomoni bir xil tarkib va bir xil fizik-kimyoviy xossalarga ega bo'ladi. Suyuq va qattiq fazalar **kondensatlangan fazalar** deyiladi. Muvozanatda turgan sistema holati fazalar soni, kimyoviy tarkibi va termodinamik xossalari bilan tavsiflanadi. Agar bu uch xususiyat ma'lum bo'lsa, sistemaning holati aniqlangan hisoblanadi. Sistemaning tarkibi – komponentlar soni, termodinamik xossalari esa erkinlik darajalari soni bilan tavsiflanadi. Sistemadan ajratib olinganda mustaqil mavjud bo'la oladigan moddalar – komponentlar yoki tarkibiy qismlar deyiladi. Masalan, NaCl ning suvdagi eritmasida H₂O va NaCl dan tashqari, bu moddalardan hosil bo'lgan ionlar Na⁺, Cl⁻, H⁺, OH⁻ ham mavjud. Bu ionlar sistemadan tashqarida mavjud bo'la olmaydi. Shunga ko'ra, ular komponent bo'la

olmaydi, H_2O va $NaCl$ ni esa komponent deb hisoblash mumkin. Demak, $NaCl$ ning suvdagi eritmasida ikkita komponent bor. Sistemadagi har qaysi fazaning kimyoviy tarkibini aniqlash uchun zarur bo'lgan modda turlarining eng kichik soni *sistemaning komponentlar soni* deyiladi.

Termodinamik parametrning o'zgarishi bilan boradigan jarayonga *termodinamik jarayon* deyiladi.

Ichki energiya – sistemani tashkil etgan hamma tarkibiy bo'laklarning bir-biriga ta'sirini potensial energiyasi bilan ularning harakat kinetik energiyalari yig'indisiga teng.

Termodinamikaning 1-qonuni: energiya yo'qdan bor bo'lmaydi yoki abadiy dvigatel yaratib bo'lmaydi.

$$\Delta Q = \Delta U + A$$

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

Bu termodinamika birinchi qonunining matematik ifodasidir. Shunday qilib, termodinamik sistemaga berilgan issiqlik miqdori (ΔQ) uning ichki energiyasi (ΔU) ortishiga va sistemani tashqi kuchlarga nisbatan (A) ish bajarishiga sarf bo'ladi.

Ma'lumki, barcha jarayonlar sistema energiyasining o'zgarishi bilan amalga oshadi. 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.

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

Ba'zi jarayonlar o'zgarmas bosimda borishi mumkin, Bunday jarayonlar *izobarik jarayonlar* deyiladi ($P = \text{const}$, $\Delta P = 0$).

Izoxorik jarayonda bajarilgan ish $A = P \cdot \Delta V$ ekanligini e'tiborga olsak, u holda izoxorik jarayonlarning issiqlik effekti: $Q_v = \Delta U + P \Delta V$ bo'lib, $A = P \cdot \Delta V = 0$ bo'lgani uchun $Q_v = \Delta U$ bo'ladi. Demak, hajm o'zgarmasdan boradigan jarayonlarning issiqlik effekti shu sistema ichki energiyasining o'zgarishiga teng. Ichki energiya boshqa turdagi

energiyalar singari sistema holatining funksiyasi hisoblanib, sistemaning dastlabki holati bilan oxirgi holatiga bog'liq:

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

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 tuturni deyiladi.

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

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

Termokimyo. 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:

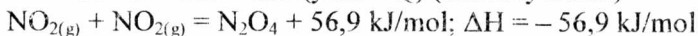
$$\Delta H_{\text{reaksiya}} = \sum H_{\text{mabsulot}}^{\text{h.b.}} - \sum H_{\text{dast. modda}}^{\text{h.b.}}$$

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: $\sum H_{\text{mabsulot}}^{\text{h.b.}}$ – reaksiya natijasida hosil bo'lgan moddalar hosil bo'lish issiqliklarining; $\sum H_{\text{dast. modda}}^{\text{h.b.}}$ – reaksiyaga kirishayotgan moddalar hosil bo'lish issiqliklarining yig'indisi.

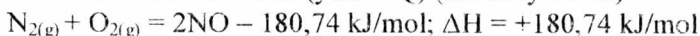
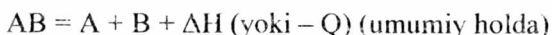
Moddalarning standart sharoit ($25\text{ }^\circ\text{C}$ yoki $298\text{ }^\circ\text{K}$ va $101,325\text{ kPa}$) da o'lcangan hosil bo'lish issiqligi shu moddaning *standart hosil bo'lish issiqligi* yoki *entalpiyasi* deyiladi, ΔH_{298}° yoki $\Delta H_{f, 298}$ holida belgilanadi. Shuni unutmaslik kerakki, oddiy moddalar (Fe, C, S, Cr, Al, Si, H_2 , O_2 , Cl_2 , Br_2 , I_2 , F_2 va hokazo)ning standart hosil bo'lish issiqliklari qiymati nolga teng, ya'ni – $\Delta H_{298}^{\text{h.b.}} = 0\text{ kJ/mol}$. Boshqa ba'zi moddalar uchun $\Delta H_{298}^{\text{h.b.}}$ ning qiymatlari ilovadagi jadvallarda yoki fizik-kimyoviy so'rovnomalarda keltirilgan bo'ladi. Shu jadvaldagi 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. 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. Reaksiya tenglamasida $+\Delta H$ ifoda qo'shib yoziladi:



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

Izoxorik jarayonlardan boshqa har qanday termodinamik jarayonga energiyaning bir qismi kengayish ishiga sarflanadi. Izoxorik jarayonda sistemaga berilgan energiya faqat uning ichki energiyasining o'zgarishiga sarflanadi. Izoxorik jarayonlarni xarakterlash uchun entalpiya (H) degan funksiya kiritilgan.

$$H=U+pV$$

Entalpiyaning absolyut qiymatini yuqoridagi tenglama yordamida hisoblab bo'lmaydi. Shuning uchun amalda entalpiyaning o'zgarishi ΔH aniqlanadi.

$$\Delta H=H_2-H_1$$

Entalpiya ham ichki energiya kabi holat funksiyasidir. Uning o'zgarishi sistemaning faqat boshlang'ich va oxirgi holatlariga bog'liq. Ichki energiyaning o'zgarishi :

$$\Delta U=\Delta H-p\Delta V;$$

bo'ladi. Gaz holatdagi moddalar uchun :

$$p\Delta V=RT\Delta n;$$

bo'lganligi uchun:

$$\Delta U=\Delta H-\Delta nRT.$$

Bunda Δn - jarayon vaqtida o'zgarigan moddaning mollar sonini ko'rsatadi. Xulosa qilib aytadigan bo'lsak, ichki energiya va ental-

piyaning qiymati qanday o'zgarishiga qarab, sistemaning (moddaning) kimyoviy energiyasi ortishini yoki kamayishini oldindan aytish mumkin.

Yutilgan yoki chiqarilgan energiya miqdori reaksiyaning issiqlik effekti deyiladi. Kimyoviy termodinamika jarayonlarining issiqlik effektini, moddalarning issiqlik sig'irlarini o'rganadigan bo'limga **termokimyo** deyiladi. Issiqlik effekti odatda, reaksiyaga kirishayotgan 1 mol modda uchun va kilokaloriya (kcal) va kilojoullarda (kJ) ifodalanadi. Oddiy moddalardan 1 mol murakkab hosil bo'lishida ajralib chiqqan yoki yutilgan issiqlik shu murakkab moddaning hosil bo'lish issiqligi deyiladi. Issiqlik effekti tajribada kalorimetr yordamida o'lchanadi.

Termokimyo yordamida olingan ma'lumotlar kimyoviy ishlab chiqarishning optimal texnologik rejimlarini tanlashga shuningdek, moddalarning energetik xarakteristikalari bilan ularning tuzilishi, tarkibining barqarorligi va reaksiyaga kirishish xususiyati orasidagi bog'lanishini aniqlashga imkon beradi.

Nazorat savollari:

1. Sistema nima va uni qanday tushunchalar tavsiflaydi?
2. Termodinamikaning birinchi qonunining metallurgik jarayonlarga tatbiqi qanday?
3. Ekzotermik va endotermik reaksiyalar bir-biridan qanday farq qiladi?

1.2. TERMODINAMIKANING IKKINCHI QONUNI. ENTROPIYA. ERKIN ENERGIYA

Termodinamikaning birinchi qonuni tabiatdagi jarayonlarning yoʻnalishini aniqlab bermaydi. Masalan, maʼlum tezlik bilan harakatlanayotgan mashinaning kinetik energiyasi tormozlanish natijasida issiqlikka aylanadi va atrof muhitga sochiladi. Mana shu sochilgan energiya oʻz-oʻzidan yigʻilib, mashinaning kinetik energiyasiga aylanmaydi.

Tajribalardan maʼlumki, issiqlik oʻz-oʻzidan hamma vaqt issiq jismdan sovuqroq jisimga oʻtadi. Mana shunday jarayonlar termodinamikaning birinchi qonuniga zid emas. Chunki bunda issiqlik va ish oʻrtasida maʼlum bir munosabat bajariladi. Masalan birdan bir natijasi biror jismdan olingan issiqlikni unga ekvivalent boʻlgan ishga aylantiradigan jarayon termodinamika birinchi qonuniga zid emas.

Yuqorida keltirilgan va boshqa koʻp tajriba natijalariga asoslanib quyidagi xulosaga kelamiz, yaʼni abadiy ishlaydigan mashinaning ikkinchi turini vujudga keltirib boʻlmaydi. Buni koʻpincha termodinamikaning ikkinchi qonuni deb ham yuritiladi. Termodinamikaning ikkinchi qonuni tabiatda boʻlayotgan jarayonlarning oʻtish yoʻnalishini va tavsifini aniqlab beradi.

Erkin va bogʻlangan energiya. Termodinamikaning ikkinchi qonuniga muvofiq, jismdagi ichki energiyaning bir qismi ishga aylanadi, jism energiyasining oʻgarmas haroratda ishga aylanishi mumkin boʻlgan qismi uning erkin energiyasi, ishga aylana olmaydigan qismi esa bogʻlangan energiyasi deyiladi.

Har qanday sistema umumiy energiyasining oʻzgarmas haroratda foydali ishga aylana oladigan qismi (F) erkin energiya deyiladi.

Oʻz-oʻzicha boradigan jarayonlardagi energiya yuqori erkin energiya deyiladi. Oʻz-oʻziga boradigan jarayonlarda energiya yuqori potentsialli holatga oʻtganligi sababli bunday jarayonlarda erkin energiyaning oʻzgarishi F manfiy qiymatga ega boʻladi. $\Delta F < 0$

Bundan quyidagicha xulosa chiqarish mumkin: sistemaning erkin energiyasi berilgan sharoitda minimal qiymatga ega boʻlgandagina sistema barqaror muvozanat holatida turishi mumkin. Demak, erkin energiya kamayadi.

Oʻz-oʻzicha bormaydigan jarayonlarni amalga oshirish uchun tashqaridan energiya sarflashi kerak. Ana shu energiya sistema ichki

energiyasining ortishiga sarflanadi: $\delta F > 0$. Demak, erkin energiyaning ortishi bilan boradigan boradigan jarayonlar o'z-o'zicha sodir bo'lmaydi.

Ichki energiyaning hech qanday sharoitda foydali ishga aylantirib bo'lmaydigan va faqat issiqlikka aylanib, tarqalib ketishi mumkin bo'lgan qismi (G) bog'langan energiya deyiladi. Bog'langan energiya entropiya o'zgarishining absolyuti haroratga ko'paytmasi (TdS) sifatida topiladi.

Har qanday sistemada erkin energiya potensial energiya sifatida bo'ladi. Sistemaning erkin energiyasi qancha ko'p bo'lsa u shuncha ko'p ish bajaradi. Masalan, siyraklashtirilgan gazda shu haroratdagi siqilgan gaznikiga qaraganda erkin energiya kam, bog'langan energiya ko'p bo'ladi. Demak, siyraklashtirilgan gaz siqilgan gazga nisbatan kam ish bajaradi.

Entropiya jismda qancha foydasiz energiya borligini ko'rsatuvchi kattalik bo'lib, jismining holatiga bog'liq funktsiya. Jismining holati o'zgarib, entropiya ham o'zgaradi. Qaynar jarayonlarda entropiyaning o'zgarishi nolga teng, ya'ni $S = \text{const}$, $\Delta S = 0$, qaytmas jarayonlarda hamma vaqt ΔS noldan katta: $\Delta S > 0$.

Entropiya ham xuddi sistemaning ichki energiyasi singari sistemaning holat funksiyasi bo'lib, uning o'zgarishi faqat sistemaning dastlabki va oxirgi holatiga bog'liq, jarayonning yo'liga bog'liq emas. Shunga ko'ra sistema I holatdan II holatga kelsa, entropiyaning o'zgarishi

$$\int_1^2 \frac{\delta Q}{T} = S_2 - S_1 \text{ bilan ifodalanadi.}$$

Entropiya moddaning miqdoriga bog'liq, demak, ekstensiv miqdordir. Entropiya additiv (yig'indi) miqdordir, ya'ni sistema entropiyasi uni tashkil etgan tarkibiy qismlar entropiyasi yig'indisiga teng. Uning o'zgarishi esa ayrim bo'laklar entropiyasi yig'indisiga teng. Uning o'zgarishi esa ayrim bo'laklar entropiyasi o'zgarish yig'indisiga teng, murakkab jarayonlar entropiyasining o'zgarish jarayonni tashkil etuvchi ayrim jarayonlar entropiyalarining o'zgarishlari yig'indisiga teng.

1.2.1. Termodinamikaning II qonuni

Termodinamikaning ikkinchi qonuni tabiatda bo'layotgan jarayonlarning o'tish yo'nalishini va tavsifini aniqlab beradi.

Endi bir-biriga ekvivalent bo'lgan termodinamikani ikkinchi qonunining har xil ta'riflarini keltiramiz:

1. Plank ta'rifi: «Birdan-bir natijasi issiqlikni ishga aylantiradigan davriy jarayonni amalga oshirib bo'lmaydi».

Buni quyidagicha tushuntirish mumkin. Faraz qilaylik, T_1 haroratda isitkich va mashinaning silindrida ishchi jism (gaz) berilgan bo'lsin (4-rasm). Ishchi jismga isitkich bergan Q_1 issiqlik hisobiga A ish bajariladi, ya'ni Q_1 issiqlikning hammasi A ishga sarf bo'ladi.

Plank ta'rifiga binoan yuqorida aytilgan jarayonni amalga oshirib bo'lmaydi. Ishchi jism isitkichdan olgan issiqlik Q_1 ni faqat bir qismini ishga aylantiradigan va qolgan qismini (Q_2) sovitkichga uzatadigan davriy jarayonni amalga oshirish mumkin. Bu real jarayonda Q_2 issiqlik miqdori ishchi jismning siqilish jarayonida, ya'ni ishchi jism boshlang'ich holatiga qaytishida pastroq haroratda $T_1 > T_2$, bo'lgan sovitkichga uzatadi. Q_2 issiqlik miqdorining qiymati yetarli darajada katta bo'lgani uchun issiqlik mashinasining foydali ish koeffitsiyenti:

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

hamma vaqt birdan kichik.

2. Karno ta'rifi. "Ideal issiqlik mashinasining foydali ish koeffitsiyenti (FIK) isitkich va sovitkich haroratlari farqi bilan aniqlaniladi". Karno sikli bo'yicha ishlayotgan issiqlik mashinasining FIK,

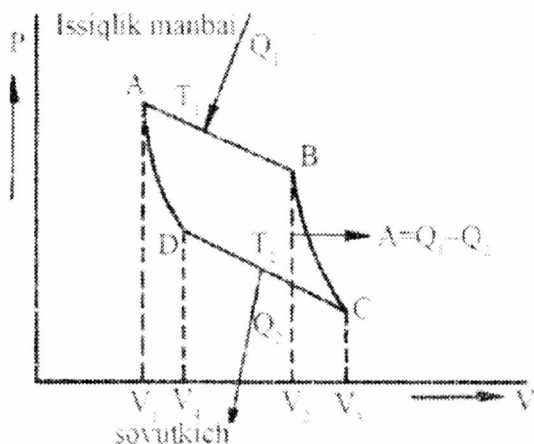
$$\frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

bu munosabat ham termodinamikaning ikkinchi qonunini ifodalaydi.

3. Klauzius ta'rifi. "Issiqlik sovuqroq jismdan issiqroq bo'lgan jismga o'z-o'zidan o'tmaydi". Buni amalga oshirish uchun tashqi manba ish bajarishi kerak. Issiqlik miqdori hamma vaqt issiqroq jismdan sovuqroq jismga o'z-o'zidan o'tadi. Klauzius ta'rifi ham jarayonning yo'nalishini ko'rsatadi.

4. Kelvin (Uilyam Tomson) ta'rifi: "Issiqlikni biror rezervuardan (issiqlik manbayidan) olib, uni sovtgichsiz, ekvivalent miqdor ishga aylantiradigan mashinani aylanma jarayon yordamida tuzish mumkin emas". Masalan, Yer yuzidagi okeanlarda suv miqdori juda ko'p. Agar

shu suv havzasidan issiqlikni olish yo'li bilan uning haroratini $0,1\text{ K}$ pasaytira olsak, unda yer sharidagi mashina va dastgohlarni 1500 yil davomida harakatga keltirish mumkin. Bunday mashinalar abadiy ishlaydigan mashinalarning ikkinchi turiga ekvivalent.



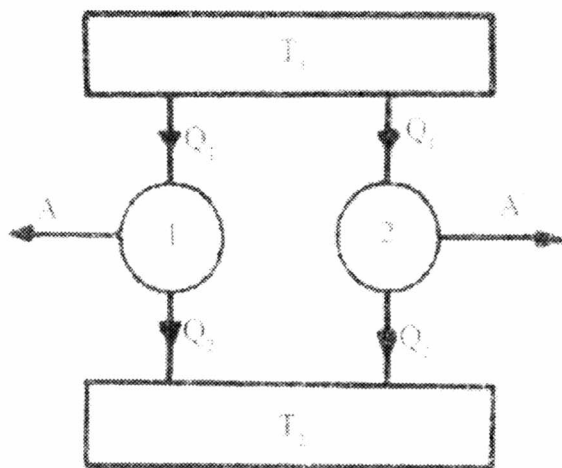
4-rasm. Issiqlikning ishchi jism orqali ishga aylanishi

Lekin abadiy ishlaydigan mashinalarning ikkinchi turi termodinamikaning ikkinchi qonuniga to'g'ri kelmaydi. Shuning uchun abadiy ishlaydigan mashinaning ikkinchi turini qurib bo'lmaydi. Juda ko'p yillar davomida muhandislar tomonidan abadiy ishlaydigan mashinalarning birinchi va ikkinchi turining loyihalari tavsiya etilgan va qurishga kirishishgan, lekin bu mashinalarning g'oyalari termodinamika birinchi va ikkinchi qonuniga zid kelganligi uchun abadiy mashinalar ishlanmagan.

1.2.2. Karno sikli

Karno siklini tushuntirishda ishchi jism sifatida nafaqat ideal gaz, balki boshqa elastik moddadan ham foydalanish mumkin. Karno sikli quyidagicha asoslangan: Karno siklida ishlayotgan issiqlik majmuasi FIK mashinada ishlatilgan ishchi jismga bog'liq bo'lmaydi.

Umumiy harorati issiqlik beruvchi va harorati T_2 bo'lgan issiqlik qabul qiluvchi harakatlarga ega bo'lgan va Karno siklida ishlayotgan ikkita bir-biriga biriktirilgan mashinalarni ko'rib chiqamiz (5-rasm).



5-rasm. Karno siklining sxematik ko'rinishi

Birinchi mashinada ishchi jism sifatida ideal gaz, ikkinchi mashinada esa har qanday elastik modda. Birinchi mashina issiqlik beruvchi mashinadan Q_1 issiqlik miqdori qabul qilib, A ish bajaradi va issiqlik qabul qiluvchiga Q_2 issiqlik miqdori beradi. Qaralayotgan jarayonni quyidagi shartga bo'ysunadi deb, ya'ni mashinalar issiqlik beruvchidan bir xil issiqlik miqdori qabul qiladi:

$$Q_1 = Q_1'$$

Agar mashinalar bir xil ish bajarsa ($A = A'$) u holda termodinamika I qonuniga asosan $Q_2 = Q_2'$ mashinalarning foydali ish koeffitsiyenti ($F I K$) ham bir xil $\eta = \eta'$. Agar birinchi mashina $F I K$ ikkinchisidan katta bo'lsa, (1) shartni qanoatlantirgan holda

$$\eta > \eta'$$

u holda,

$$A = A'$$

va

$$Q_2' = Q_2$$

Ikkinchi mashina issiqlik qabul qiluvchiga ishlatilmagan issiqlik miqdori beradi. Yuqoridagi shartni bajargan holda ikkinchi mashinani sovitkich mashina sifatida birinchi mashina hisobidan ishlashga majbur qilamiz.

Shunday qilib, issiqlik berish holatida hech narsa o'zgarmaydi (3-

rasm). Birinchi mashina A musbat ish bajaradi, ikkinchi mashina esa A dan kichik bo'lib, A' manfiy ish bajaradi.

Ikki mashina ish bajarishi natijasida qo'shimcha $A-A'$ musbat ish bajaradi. Uchinchi mashina isitkichdan Q_2' issiqlik miqdori oladi. Olingan Q_2' issiqlik miqdori isitkich birinchi mashinadan olayotgan Q_2 issiqlik miqdoridan katta bo'ladi. $Q_2'-Q_2$ issiqlik miqdorlari farqi $A-A'$ ish bajarishga sarflanadi. Termodinamikaning II qonuni bo'yicha bu jarayon sodir bo'lishi mumkin emas, chunki FIK η qiymati η dan katta bo'lmaydi.

$$\eta > \eta'$$

Entropiya jismda qancha foydasiz energiya borligini ko'rsatuvchi kattalik bo'lib, jismning holatiga bog'liq funksiya. Jismning holati o'zgarsa, entropiya ham o'zgaradi. Qaytar jarayonlarda.

Entropiya ham, xuddi sistemaning ichki energiyasi singari sistemaning holat funksiyasi (to'liq funksiya) bo'lib, uning o'zgarishi faqat sistemaning dastlabki va oxirgi holatiga bog'liq bo'lib jarayonning yo'liga bog'liq emas. Shunga ko'ra sistema I holatdan II holatga kelsa, entropiyaning o'zgarishi bilan ifodalaniadi.

Entropiya moddaning miqdoriga bog'liq, demak, ekstensiv miqdordir. Entropiya additiv (yig'indi) miqdordir, ya'ni sistema entropiyasi uni tashkil etgan tarkibiy qismlar entropiyasi yig'indisiga teng. Uning o'zgarishi esa ayrim bo'laklar entropiyasi o'zgarishi yig'indisiga teng, murakkab jarayonlar entropiyasining o'zgarishi jarayonni tashkil etuvchi ayrim jarayonlar entropiyalarining o'zgarishlari yig'indisiga teng.

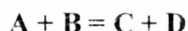
Nazorat savollari

1. Termodinamikaning ikkinchi qonuni qanday mazmun-mohiyatga ega?
2. Sistemadagi zarrachalarning tartibsizlik darajasini belgilaydigan termodinamik kattalik nima deyiladi?
3. Erkin energiya deganda nimani tushunasiz va metallurgiyada jarayonlarni qanday yo'naltirish mumkin?

1.2. KIMYOVIY MUVOZANAT

Metallurgik jarayonlarda kechadigan kimyoviy reaksiyalarning mohiyati boshlang'ich moddalardagi bog'lanishlarning uzilishi va

reaksiya mahsulotlarida yangi bog'lanishlarning paydo bo'lishidan iborat. Bunda har qaysi element atomlarining reaksiyadan oldingi va reaksiyadan keyingi umumiy soni o'zgarmasdan qoladi. Bog'lanishlar hosil bo'lishida energiya chiqishi, bog'lanishlar uzilganda esa yutilishi sababli kimyoviy reaksiyalarda energetik effekt sodir bo'ladi. Ma'lumki, agar boshlang'ich moddalardagi uziladigan bog'lanishlar puxtaligi reaksiya mahsulotlaridagi bog'lanishlar puxtaligidan kam bo'lsa energiya chiqadi, aks holda yutiladi. Odatda energiya issiqlik shaklida chiqadi yoki yutiladi. Moddalarning o'zgarishi haqidagi tasavvurlar, shuningdek, ularni sanoatda olishning iqtisodiy samaradorligi kimyoviy reaksiyalarning tezligi bilan bog'liq. Kimyoviy reaksiyalarning tezliklari va mexanizmlari haqidagi bo'lim kimyoviy kinetika deyiladi. Kimyoviy reaksiyaning tezligi deganda sistemaning hajmi o'zgarmaganda reaksiyaga kirishayotgan moddalardan birining konsentratsiyasining vaqt birligi ichida o'zgarishi tushuniladi.



A yoki B modda sarflangan sari reaksiyaning tezligi muayyan vaqt oralig'i uchun aniqlanishi mumkin, degan xulosa kelib chiqadi. A moddaning (B moddaning) konsentratsiyasi t_1 vaqtda C_1 kattalik, t_2 vaqtda C_2 kattalik bilan o'lgangani sababli $\Delta t = t_2 - t_1$ vaqt ichida modda konsentratsiyasining o'zgarishi $\Delta C = C_2 - C_1$ bo'ladi, bundan reaksiyaning o'rtacha tezligi (V) aniqlanadi:

$$V = C_2 - C_1 / t_2 - t_1 = \Delta C / \Delta t$$

Bu yerda A modda konsentratsiyasining va $C_2 - C_1$ ayirmaning qiymati manfiy bo'lishiga qaramay, reaksiyaning tezligi faqat musbat kattalik bo'lishi mumkin.

Reaksiya tezligiga ta'sir etuvchi omillar. Kimyoviy reaksiyaning tezligi reaksiyaga kirishayotgan moddalarning tabiatiga, reaksiyaning borish shart-sharoitlariga: konsentratsiya (C)ga, harorat (t)ga, katalizatorlarning ishtirok etish-etmasligiga, hamda, ba'zi omillarga (masalan, gazlarda bo'ladigan reaksiyalarda – bosimga, qattiq moddalarning reaksiyalarida – moddalarning maydalanganligiga, radioaktiv nurlantirishga, ba'zi organik birikmalarda kechadigan reaksiyalarda – quyosh nuriga) bog'liq bo'ladi.

Kimyoviy reaksiya tezligiga reaksiyaga kirishayotgan moddalar konsentratsiyalarining ta'siri. Kimyoviy reaksiyalarning tezligi

reaksiyaga kirishayotgan moddalar konsentratsiyalari ko'paytmasiga proporsionaldir.

$$V = k \cdot C_A C_B$$

Bunda C_A va C_B – A va B moddalarning konsentratsiyalari, mol/l; k – proporsionallik koeffitsiyenti, u reaksiyaning tezlik konstantasi deyiladi. Kimyoviy kinetikaning asosiy qonuni ko'pincha ta'sir etuvchi massalar qonuni yoki reaksiyaning kinetik tenglamasi deyiladi.

Kimyoviy reaksiya tezligiga haroratning ta'siri. Reaksiya tezligining haroratga bog'liqligi Vant–Goff qoidasi bilan aniqlanadi: harorat har 10°C ga ko'tarilganda ko'pchilik kimyoviy reaksiyalarning tezligi 2–4 marta ortadi.

$$V_{t_2} = V_{t_1} \cdot \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}}$$

bunda V_{t_1} , V_{t_2} – tegishli boshlang'ich (t_1) va oxirgi (t_2) haroratlardagi reaksiya tezligi, γ – reaksiya tezligining harorat koeffitsiyenti, u reaksiyaga kirishuvchi moddalarning harorati 10°C ko'tarilganda reaksiyaning tezligi necha marta ortishini ko'rsatadi.

Harorat o'zgariganda reaksiya tezligining tez o'zgarishini aktivlanish nazariyasi tushuntirib beradi. Bu nazariyaga ko'ra ushbu reaksiyani amalga oshirishga yetarli energiya bor aktiv molekularlar (zarrachalar) gina kimyoviy reaksiyaga kirishadi. Noaktiv zarrachalarga zaruriy qo'shimcha energiya berish yo'li bilan ularni aktiv zarrachalarga aylantirish mumkin – bu jarayon **aktivlanish** deyiladi. Aktivlanish usullaridan biri haroratni oshirish; harorat ko'tarilganda aktiv zarrachalar soni ko'payadi, shuning uchun reaksiya tezligi ham keskin ortadi.

Reaksiyaga kirishayotgan moddalar molekularini (zarrachalarini) aktiv zarrachalarga aylantirish ushun ularga berilishi lozim bo'lgan energiya **aktivlanish energiyasi** deyiladi. U E_a bilan belgilanadi va tajriba yo'li bilan aniqlanadi hamda kJ/mol da ifodalanadi.

Kataliz va katalizatorlar haqida tushuncha. Kimyoviy reaksiyaning tezligini katalizatorlar yordamida oshirish mumkin, chunki haroratni oshirgandan ko'ra katalizator ishlatgan afzalroq, bundan tashqari haroratni hamma vaqt ham oshirish mumkin emas.

Kimyoviy reaksiyalarning tezligini o'zgartiradigan moddalar **katalizatorlar** deyiladi. Ba'zi katalizatorlar reaksiyani tezlashtiradi–

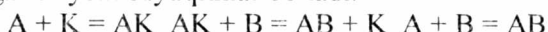
musbat kataliz yoki **kataliz**, boshqalari sekinlashtiradi – **manfiy kataliz** deyiladi.

Manfiy kataliz ko'pincha ingibitorlash, reaksiya tezligini kamaytiruvchi manfiy katalizatorlar esa **ingibitorlar** deyiladi.

Katalizatorlar ishtirokidagi kimyoviy reaksiyalar **katalitik reaksiyalar** deyiladi. Katalizatorning o'zi reaksiyalarda sarflanmaydi va oxirgi mahsulotlar tarkibiga kirmaydi. Katalizning ikki turi – gomogen (bir jinsli) va geterogen (bir jinsli emas) katalizlar bor.

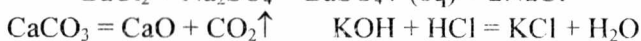
Gomogen katalizda reaksiyaga kirishuvchi moddalar va katalizator bir fazali sistemani – gaz yoki suyuqlik sistemani hosil qiladi, katalizator bilan reaksiyaga kirishuvchi moddalar orasida chegara sirti bo'lmaydi. Masalan: H_2O_2 ning tuzlar eritmasi ishtirokida parchalanishi.

Geterogen katalizda reaksiyaga kirishuvchi moddalar bilan katalizator turli fazalardan iborat sistemani hosil qiladi. Bunda reaksiyaga kirishuvchi moddalar bilan katalizator orasida chegara sirti bo'ladi. Odatda katalizator – qattiq modda, reaksiyaga kirishuvchi moddalar – gazlar yoki suyuqliklar bo'ladi.



Ba'zi moddalar qattiq katalizatorlarning aktivligini kamaytiradi yoki butunlay yo'qotadi. Bunday moddalar katalitik zaharlar deyiladi. Masalan: As, Hg, Pb birikmalari, ionli birikmalar. Lekin o'zi katalizator bo'lmay turib, shu reaksiya katalizatorlarning ta'sirini ko'paytiradigan moddalar ham bor. Bu moddalar **promotorlar** deyiladi.

Qaytar va qaytmas reaksiyalar. Kimyoviy reaksiyalar qaytmaslik va qaytarlik hususiyatlariga qarab ikki turga bo'linadi. Faqat bir yo'nalishda boradigan va reaksiyaga kirishayotgan boshlang'ich moddalar oxirgi mahsulotlarga to'liq aylanadigan reaksiyalar qaytmas reaksiyalar deyiladi. Qaytmas reaksiyalarda cho'kma tushishi, gaz modda ajralib chiqishi va kam dissotsiyalanadigan modda hosil bo'lishi mumkin, masalan,



Bir vaqtning o'zida bir – biriga teskari ikki yo'nalishda boradigan reaksiyalar qaytar reaksiyalar deyiladi. Qaytar reaksiyalarda tenglik ishorasi o'rniga qarama-qarshi strelka qo'yiladi, masalan, $3H_2 + N_2 \rightleftharpoons 2NH_3$.

Texnikada qaytar reaksiyalar afzal bo'lmaydi. Shu sababli ular turli usullar – harorat, bosim va boshqalarni o'zgartirish bilan amalda qaytmas qilinadi.

Qaytar reaksiyalar oxirigacha bormaydi va kimyoviy muvozanat qaror topishi bilan tugallanadi. Masalan, NH_3 sintezi reaksiyasida vaqt birligi ichida qancha molekula NH_3 hosil bo'lsa shuncha NH_3 azot bilan vodorodga ajraladigan holatda muvozanat qaror topadi. Demak, kimyoviy muvozanatga reaksiyaga kirishayotgan moddalar sistemasining to'g'ri va teskari reaksiyalarning tezligi o'zaro teng bo'lgan holati, deb ta'rif berish mumkin.

Muvozanat holatida to'g'ri reaksiya ham, teskari reaksiya ham to'xtamaydi, shuning ushun bunday muvozanat **dinamik muvozanat** deyiladi. Ikkala reaksiyaning ta'siri bir-birini yo'qotgani sababli reaksiyon aralashmada sezilarli o'zgarishlar sodir bo'lmaydi. Reaksiyaga kirishayotgan barcha moddalarning, ya'ni boshlang'ich moddalarning ham, hosil bo'ladigan moddalarning ham konsentratsiyalari o'zgarmasdan qoladi. Reaksiyaga kirishayotgan moddalarning kimyoviy muvozanati qaror topgandagi konsentratsiyasi **muvozanat konsentratsiyasi** deyiladi. Ular odatda reaksiyaga kirishayotgan moddalarning o'rta qavsga olingan formulalari bilan belgilanadi, masalan, $[\text{H}_2]$, $[\text{N}_2]$, $[\text{NH}_3]$, muvozanatmas konsentratsiyalar esa $\text{C}(\text{H}_2)$, $\text{C}(\text{N}_2)$, $\text{C}(\text{NH}_3)$ kabi belgilanadi.

Kimyoviy muvozanat holatiga reaksiyaga kirishayotgan moddalarning konsentratsiyasi, harorat, gazsimon moddalar uchun esa bosim ham ta'sir etadi. Bu parametrlardan bittasi o'zgarganida muvozanat buziladi va reaksiyaga kirishayotgan barsha moddalarning konsentratsiyalari yangi muvozanat qaror topgunga qadar o'zgaraveradi, bu muvozanat konsentratsiyalarning boshqa qiymatlarida qaror topadi. Reaksiya sistemasining bir muvozanat holatidan boshqasiga bunday o'tishi **kimyoviy muvozanatning siljishi** yoki **surilishi** deyiladi. Agar sharoit o'zgarganida oxirgi moddalarning konsentratsiyalari ko'paysa, muvozanat reaksiya mahsulotlari tomoniga siljigan bo'ladi. agar boshlang'ich moddalarning konsentratsiyasi ko'paysa, u holda muvozanat boshlang'ich moddalar hosil bo'lishi tomoniga siljigan bo'ladi.

Reaksiyaga kirishayotgan moddalarning konsentratsiyasi, harorat va bosim (gazlardagi reaksiyalarda) o'zgarganda kimyoviy muvo-

zanatning siljish yo'nalishi umumiy qoida bilan aniqlanadi, bu qoida **siljuvchan muvozanat tamoyili** yoki **Le-Shatelye tamoyili** deb ataladi.

Kimyoviy jarayonda hosil bo'ladigan mahsulotlar konsentratsiyasi ma'lum miqdorga yetganda reaksiya tezligi kamaya borishi ma'lum miqdordagi mahsulotning boshlang'ich moddalarga aylanishi bilan bog'langan.

Bunday vaziyatda o'ng tomonga boradigan reaksiya tezligi bilan chap tomonga boradigan reaksiya tezligi orasida ma'lum munosabat kuzatiladi. Bu munosabat o'zgarmas bo'lganda sistema dinamik muvozanat holatiga o'tadi. Bunday muvozanatda qarama-qarshi tomon yo'nalgan reaksiyalar tezliklari bir-biriga teng bo'lib vaqt birligida qancha mahsulot hosil bo'lsa, shuncha miqdorda u parchalanib boshlang'ich moddalarga aylanadi.

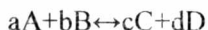
Bunday sistemalar uchun quyidagi xususiyat mavjud:

a) muvozanat holatidagi sistema tarkibi vaqt o'tishi bilan o'zgarmaydi.

b) Agar shunday sistemada tashqi ta'sir natijasida muvozanat buzilsa, u tashqi kuch yo'qolishidayoq o'z holatiga qaytib keladi.

c) Dinamik muvozanatni omillar ta'sirida xohlagan tomonga siljitish mumkin.

Qaytar reaksiyalar boshlangan vaqtda o'ng tomonga boradigan reaksiya tezligi ma'lum miqdorda moddalar hosil qilib ortib boradi. U maksimal qiymatga ega bo'lgandan keyin reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyasi kamaya beradi. Mahsulot miqdori ortib borishi natijasida teskari reaksiya tezligi ham ortib borishi tabiiydir. Shu jarayon qarama-qarshi tomon borayotgan reaksiyalar tezligi bir xil kattalikka ega bo'lguncha davom etadi. Qaytar reaksiyalar holat muvozanat konstantasi tavsiflaydi. Uning ifodasini keltirib chiqaramiz. Qaytar reaksiya



uchun o'ngga va chapga boradigan reaksiyalar tezlik ifodalari quyidagicha bo'ladi:

$$V_o = K_o \cdot [A]^a \cdot [B]^b \quad \text{va} \quad V_{ch} = K_{ch} [C]^c \cdot [D]^d$$

Bu yerda: K_o va K_{ch} ikkala reaksiyaning tezlik konstantalari. Ikkala reaksiya tezligi tenglashganda ($V_{ch} = V_o$) $K_o \cdot [A]^a \cdot [B]^b = K_{ch} [C]^c \cdot [D]^d$ bo'ladi.

Har bir qaytar reaksiya uchun bu qiymat ma'lum sharoitda doimiy kattalikka ega. U reaksiyada qatnashuvchi moddalar konsentratsiyasiga bog'liq emas, lekin harorat o'zgarishiga sezgir. Enderometrik jarayonlarda harorat ko'tarilsa, muvozanat konstantasi kattalashadi va aksincha ekzotermik jarayonlarda esa uning kichiklashishiga olib keladi. Muvozanat konstantasini hisoblash uchun reaksiyada qatnashuvchi moddalarning muvozanat konsentratsiyalarini amalda aniqlash talab etiladi. Bu qiymatlardan boshlang'ich moddalar konsentratsiyasini hisoblash mumkin.

K_M qiymati qancha katta bo'lsa, mahsulot unumi shunchalik yuqori bo'ladi.

Muvozanat holatini katalizator o'zgartirmaydi, lekin muvozanat holat qaror topishini tezlatadi. Ya'ni sistemaning statsionar holat kelishini osonlashtiradi.

Geterogen sistemalarda qattiq yoki suyuq moddalar konsentratsiyasi gazlarnikiga o'xshab o'zgartirmaydi. Ularning konsentratsiyalari reaksiya tezliklari ifodasiga kirmasligi to'g'risida aytib o'tilgan edi. Shunday holat muvozanat konstanta ifodasi uchun ham o'rin topadi.

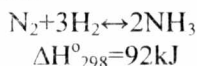
Masalan, $C_{(q)} + CO_2 \leftrightarrow 2CO_{(g)}$ tenglamasi uchun $K_M = P_{CO}^2 / P_{CO_2}$ bo'ladi.

Har qanday muvozanat holatidagi sistemaga tashqi omillar (reaksiyada qatnashuvchi moddalar konsentratsiyasi, gazlar uchun tashqi bosim, harorat) ta'siri natijasida muvozanat o'zgarishi kuzatiladi.

Muvozanatning o'zgarishini 1884-yilda Le-Shatelye ta'rifladi: *muvozanat holatda turgan sistemada harorat, bosim yoki moddalardan birining konsentratsiyasi o'zgartirilsa, muvozanat shu ta'sirni kamaytiruvchi reaksiya tomon siljiydi.*

Sistema harorati ko'tarilganda muvozanat endometrik jarayon tomonga, bosim orttirilganda hajmi bo'lgan moddalar hosil bo'ladigan reaksiya tomon siljiydi.

Misol uchun o'ng tomonga boradigan ekzotermik (teskari tomonga esa endometrik) jarayonni olamiz:



1. Harorat orttirilganda muvozanat chap tomonga siljiydi, ya'ni ammiakning parchalanishiga olib keladigan reaksiya tezligi ortadi.

Harorat pasayganda (sistema sovutilganda) muvozanat ammiak sintezi (o'ng tomon) ortadigan tomon siljiydi.

2. Bosim o'zgarishi bu sistema muvozanatiga ta'sir ko'rsatadi. Yopiq idishda o'zgarimas haroratda mahsulotlar kam hajm egallaydi, boshlang'ich moddalar esa ko'proq hajm egallaydi. Demak, reaksiya to'g'ri tomon borishi natijasida sistemada bosim kamayadi, reaksiya teskari tomon borganda esa bosim ortadi. Reaksiyon hajmni siqilganda muvozanat o'ng tomonga siljiydi va aks holda, bosim kamaytirilganda muvozanat chap tomonga siljiydi.

3. Konsentratsiya o'zgarishining muvozanatga ta'sirini ham Le-Shatelye tamoyili tushuntiradi. Agar boshlang'ich moddalardan birining konsentratsiyasi orttirilsa, shu modda ishtirokida o'ng tomonga boradigan reaksiya tezligi ortadi, ya'ni qo'shilgan modda konsentratsiyasini kamaytirishiga olib keladigan reaksiya tezligi teskari tomonga boradigannikiga qaraganda kattaroq bo'ladi. Muvozanat o'ng tomonga siljiydi.

Nazorat savollari:

1. Kimyoning kinetika bo'limi nimani o'rganadi?
2. Kimyoviy reaksiyalarning tezligiga ta'sir qiluvchi omillar qaysilar?
3. Kimyoviy muvozanat qachon vujudga keladi?
4. Siljuvchan muvozanat tamoyili yoki Le-Shatelye tamoyilining mohiyati nimada?

1.3. MUVOZANAT KONSTANTASINING HARORATGA BOG'LIQLIGI. FAZAVIY O'ZGARISHLAR

Reaksiya borayotganda harorat ko'tarilgan sari reaksiyaning tezligi orta boradi va haroratning ta'siri sezilarli bo'ladi. Ko'pchilik reaksiyalarda harorat 10°C ko'tarilganda reaksiya tezligi 2-4 marta ortadi. Haroratning reaksiyaga ta'siri miqdoriy jihatdan Vant-Goff - Arrenius tenglamasi bilan ifodalanadi. Vant-Goffning izoxorik-izobarik tenglamasiga ko'ra:

$$\ln K/dt = \Delta H/RT^2 \text{ bo'ladi.}$$

Bu yerda: K - muvozanat konstantasi; ΔH - issiqlik effekti; R - gazlarning universal doimiysi. $K=K_1/K_2$ bo'lganligidan issiqlik effekti (ΔH)ni A_1-A_2 ga teng deb qabul qilsak, u holda izoxorik-izobarik tenglamani quyidagicha yozish mumkin:

$$d \ln K_1 / dt - d \ln K_2 = A_1 / RT_2 - A_2 / RT_2$$

Arrenius quyidagi tenglamani chiqardi

$$d \ln K / dt = A / RT_2$$

bu tenglamani integrallaganda:

$$\ln K = -A / RT + C$$

hosil bo'ladi, bunda C – integrallash konstantasi. Agar $C = \ln 2$ qabul qilinsa, u holda

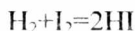
$$\ln K = \ln 2 - A / RT$$

$$\lg K = \lg 2 - A / 2.3 RT$$

$$\text{yoki } K = z \cdot e^{-A/RT} \text{ bo'ladi.}$$

Tezlik konstantasining haroratga qarab o'zgarishini miqdoriy jihatdan ifodalaydigan bu tenglama *Arrenius-Vant Goff qonuni* deb ataladi.

Aktiv o'zgarishlar nazariyasi. Moddalarning reaksiyaga kirishishi uchun birinchi shart, yuqorida aytib o'tilganidek, molekularning bir biri bilan o'zaro to'qnashishidir. Vaqt birligida to'qnashishlar sonini hisoblab chiqish mumkin. Gaz molekularining to'qnashuvini hisoblash oson bo'lganligidan misol tariqasida vodorod yodid hosil bo'lish reaksiyasini ko'ramiz:



Agar H_2 va I_2 bug'ining parsial bosimlari yig'indisi atmosfera bosimiga teng bo'lsa, ular molekularining o'zaro to'qnashish soni bir sekunda ($18^\circ C$ da) $5 \cdot 10^9$ ga yoki taxminan 10^{10} ga teng bo'ladi. Demak, har bir to'qnashish natijasida kimyoviy reaksiya sodir bo'lganda edi, bu reaksiya juda tez borib, taxminan 10^{10} sekunda tamom bo'lar edi. Kuzatilgan tezlik bu tezlikdan bir necha marta kam ekanligini ko'rsatadi.

Arrenius: "Normal molekular bilan bir qatorda katta energiyaga ega bo'lgan aktiv molekular to'qnashgandagina kimyoviy reaksiya sodir bo'ladi" degan edi. Aktiv molekularlarda ortiqcha energiya bo'lib, ularda katta kinetik energiya yoki katta tebranma energiya, yoxud yuqori energetik darajadagi elektronlar bo'ladi. Va buning hisobiga normal molekular aktiv molekularga aylanadi, hamda kimyoviy to'qnashishlarga sabab bo'ladi. Normal molekularning aktiv molekularga aylanish jarayoni aktivlanish deyiladi.

Kimyoviy reaksiyalarga olib kelgan to'qnashishlar deyiladi. To'qnashishlarning kimyoviy reaksiyalarga olib kelishi uchun bu

to'qnashishlarda ma'lum minimum energiya ajralib chiqishi kerak. Bu minimum energiya aktivlanish energiyasi deyiladi. Demak, effektiv to'qnashgandagina aktivlanish energiyasi ajralib chiqadi va kimyoviy reaksiya sodir bo'ladi.

Aktivlanish energiyasi ajralib chiqishi uchun to'qnashuvchi molekulalar eng kamida E energiyasiga ega bo'lishi kerak, deb faraz qilaylik. Bolsman qonuniga muvofiq energiyasi E energiyadan ortiq bo'lgan molekulalarning soni (N) quyidagiga teng bo'ladi.

$$N=N_0e^{-E/RT}$$

Bu yerda: N_0 -- molekulalarning umumiy soni, E – aktiv molekulalarning o'rtacha energiyasi.

Ikkita gaz molekulalari orasidagi umumiy to'qnashishlar soni (z)ni aktiv to'qnashishlar qiymati $e^{-E/RT}$ ga ko'paytmasi l ml hajmda l sekundda reaksiyaga kirishgan molekulalar soniga, ya'ni reaksiyaning tezlik konstantasiga teng bo'ladi.

$$K=z*e^{-E/RT}$$

Bu tenglama Arrenius tenglamasidir. Bu tenglama haroratning kimyoviy reaksiyalar tezligiga ta'sirini miqdoriy ifoda qiladi.

Bu tenglama turli reaksiyalar uchun sinab ko'rilganda gazlar orasidagi ko'pgina reaksiyalarning bu qonunga yaxshi bo'ysunishi, yuqoridagi nazariya bilan hisoblagan tezlikning tajribada topilgan tezlikka teng kelishi aniqlangan. Lekin shu bilan bir qatorda ba'zi reaksiyalarning bu qonunga bo'ysunmasligi ham aniqlandi. Ba'zi reaksiyalar uchun nazariy hisoblab chiqilgan tezlik tajribada topilgan tezlikka qaraganda bir necha marta, hatto 10^9 marta farq qilishi ma'lum bo'ldi.

Fazaviy o'zgarishlar modda bir fazadan ikkinchi fazaga o'tishida kimyoviy reaksiyalar ishtirokisiz bo'ladigan jarayonlar fazaviy o'zgarish deyiladi.

Bu jarayonga quyidagilar tegishlidir: erish, bug'lanish kristall modifikatsiyasining o'zgarishi, magniy xususiyatining o'zgarishlaridir. Bu jarayonning asosiy xususiyati – o'tish nuqtasi hisoblanadi, ya'ni o'sha haroratda modda ikkita fazada bo'ladi. Masalan $1539\text{ }^\circ\text{C}$ da temirning o'tish nuqtasi hisoblanadi. Bunda erigan holatda hamda qattiq holatda ham mavjud bo'ladi. $910\text{ }^\circ\text{C}$ da temirning ikkita qattiq fazada

mavjud bo'ladi, ya'ni hajmi markazlashgan (α -Fe) va cheti markazlashgan (γ -Fe) ko'rinishida mavjud bo'ladi.

Muvozanat konstantasining haroratga bog'liq holda o'zgarishini izoxora-izobara tenglamalari ifodalaydi. Izoterma tenglamasini harorat bo'yicha differensiallasak:

$$\frac{d\Delta G}{dT} = R \ln \frac{P_C^c \cdot P_D^d}{P_A^a \cdot P_B^b} - R \ln K_p - RT \frac{d \ln K_p}{dT}$$

ga ega bo'lamiz.

Agar jarayon izotermik-izoxorik ravishda borsa:

$$\frac{d \ln K_c}{dT} = \frac{\Delta U}{RT^2} \text{ va } \frac{d \ln K_c}{dT} = \frac{Q_v}{RT^2} \text{ kelib chiqadi.}$$

Bu tenglamalar reaksiyaning izoxora va izobara tenglamalari deyiladi.

Agar bu tenglamalar umumlashtirilsa, izoxora-izobara tenglamasi hosil bo'ladi:

$$\frac{d \ln K}{dT} = \frac{Q}{RT^2}$$

Bu tenglamadan quyidagi xulosalarni keltirib chiqarish mumkin: agar reaksiya ekzotermik bo'lsa, issiqlik musbat ishorali bo'ladi, demak, $d \ln K / dT < 0$ bo'ladi, ya'ni K bilan T teskari proporsional ravishda bog'lanadi, demak, T ortishi bilan K kamayadi, ya'ni reaksiya unumi kamayadi. Shunga ko'ra, ekzotermik reaksiyalarning unumini oshirish uchun ularni mumkin qadar past haroratda olib borish kerak. Endotermik reaksiyada aksincha K bilan T orasidagi miqdoriy bog'lanishni bilish va zaruriy amaliy hisoblarni bajarish uchun izoxora-izobara tenglamasini integrallash kerak:

$$\ln K = \int_{T_1}^{T_2} \frac{Q}{RT^2} dT; \ln K_c = \int_{T_1}^{T_2} \frac{\Delta U}{RT^2} dT; \ln K_p = \int_{T_1}^{T_2} \frac{\Delta H}{RT^2} dT$$

Termodinamika, muvozanat konstantasi qiymatini tajriba o'tkazmay turib nazariy usul bilan hisoblab chiqarishga imkon beradi. Bu katta amaliy ahamiyatga ega bo'lib, uni quyidagi tenglamalarga asoslanib hisoblanadi:

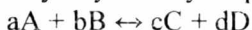
Agar sistemaga bosim ta'sir etsa, $\Delta G^0 = - RT \ln K_p$, u holda $\ln K_p = - \frac{\Delta G}{RT}$ bo'ladi. agar konsentratsiya ta'sir etsa, $\Delta F^0 = - RT \ln K_c$, u holda $\ln K_c = - \frac{\Delta F^0}{RT}$ bo'ladi.

Metallurgik jarayonlarda kechadigan kimyoviy reaksiyalarni termodinamik jihatdan tahlil qilmoqchi bo'lsak, berilgan haroratda oqib

o'tayotgan reaksiyalarning ham standart sharoitdagi ΔH va ΔS qiymatlarini va haroratlar farqidagi qiymatlarini bilish lozim bo'ladi. Berilgan haroratda entalpiyaning va entropiyaning qiymati quyidagicha:

$$H = H_0 + H_T; S = S_0 + S_T$$

Masalan, quyidagicha kimyoviy reaksiya o'qib o'tsin:



U holda bu reaksiyada ΔG qiymati quyidagicha aniqlanadi:

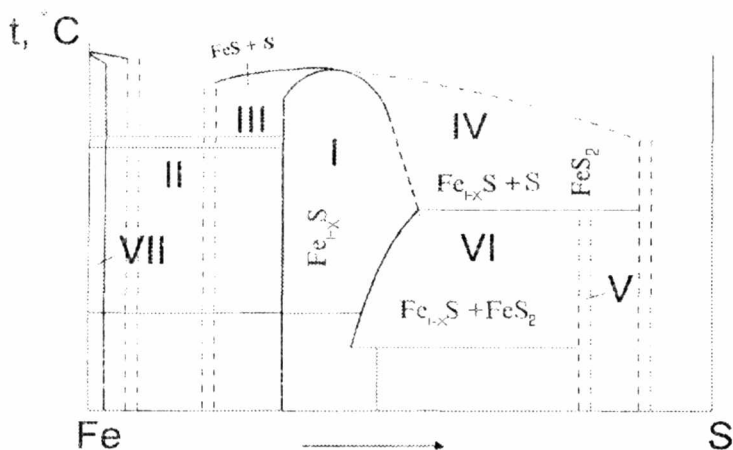
$$\Delta G = (dG_D^0 + cG_C^0) - (aG_A^0 + bG_B^0)$$

Yuqoridagi reaksiya uchun ΔH va ΔS larning qiymatlari ham shu usulda aniqlanadi. Bu tenglamadagi ΔH^0 , ΔS^0 , ΔF^0 , ΔG^0 lar A, B, C, D – moddalarning harorat 298 °K bo'lgandagi qiymatlari, ya'ni termodinamik funksiyalarning standart sharoitdagi qiymatlaridir.

1.3.1. Ikki va uch komponentli sistemaning fazali diagrammasi

Metall sulfidlari – sulfidli rudalar va shteynlarning asosiy tashkil qiluvchisidir. Ular turli xil ko'rinishda mavjud bo'ladi. Masalan, koveilin – CuS, xalkozin – Cu₂S, millerit – NiS, sfalerit – ZnS, galenit – PbS, temir sulfidi – FeS, pirit – FeS₂, monoklinik pirrotin – Fe₇S₈, geksagonal pirrotin – Fe₁₂S₁₃ va hokazo. Bularning ichida temirning oltingugurtli birikmalari pirometallurgik jarayonlarda juda katta ahamiyatga ega. Chunki ular sheynning asosiy qismini tashkil qiluvchi minerallar hisoblanadi. Bu esa temir va oltingugurtning birgalikdagi holat diagrammalarini ko'rishni taqozo etadi. Quyida temir – oltingugurt sistemasining holat diagrammasi keltirilgan bo'lib, bu sistemada bitta turg'un kimyoviy birikma paydo bo'ladi. Bu birikmaning nomi – **pirrotin** (1- faza), formulasi – Fe₇S₈, (monoklinik – Fe₇S₈ va geksagonal – Fe₁₂S₁₃). Bundan tashqari 745⁰ C cheklangan haroratda mustahkam bo'lgan kimyoviy birikma – **pirit** (FeS₂, 2- faza) ham mavjuddir (6- rasm). Ammo 745⁰ C dan yuqori haroratda pirit parchalanadi:





6-rasm. Fe-S sistemasining holat diagrammasi

Shuni aytib o'tish joizki, nazariyada kimyoviy birikmaning tarkibi unga yoziladigan formulaga mos kelmaydi. Masalan, temir sulfidining (ya'ni pirrotinning) formulasi $Fe_{1-x}S$ ga to'g'ri keladi. Bu kristall panjarada temir atomlarining oltingugurt atomlariga nisbatan x – o'lchamga kamligini bildiradi. Demak, x – pirrotinning kristallik tuzilishidagi temirning vakansiyasidir. Bu esa stexiometrik birikmaning to'liq bo'lmaganini bildiradi.

Stexiometrik birikma shunday birikmaki, ularning olinishida dastlabki elementlar ularning molekulyar og'irligi nisbatida olingandir.

1.3.2. Fazalar qoidasi va erkinlik darajasini aniqlash

Sistemaning boshqa qismlaridan chegara sirt bilan ajralgan, ulardan o'z termodinamik xossalari va kimyoviy tarkibi bilan farq qiladigan qismi – **faza (F)** deyiladi. Bir fazadan iborat sistema – **gomogen sistema**, bir necha fazadan iborat sistema – **geterogen sistema** deyiladi. Suyuq va qattiq fazalar – **kondensatlangan** (quyuqlashgan) **fazalar** deyiladi.

Komponentlar soni (K) – sistemadan ajratib olinganda mustaqil mavjud bo'la oladigan moddalar (tarkibiy qismlar) sonini bildiradi. Masalan, NaCl ning suvdagi eritmasida ikkita – NaCl va H_2O komponentlari mavjud.

Sistemaning termodinamik xossasini aniqlash uchun zarur boʻlgan parametrlarning eng kichik soni – **erkinlik darajasi** deyiladi. **Erkinlik darajalari soni (C)** – fazlar sonini oʻzgartirmasdan turib, maʼlum chegarada oʻzgartirilishi mumkin boʻlgan mustaqil oʻzgaruvchi kattaliklar parametrlari soniga teng.

Gibbsning fazalar qoidasi geterogen sistemalar uchun qoʻllaniladi:

$$\varphi(F, K, C) = 0$$

Uning matematik ifodasi quyidagilarga teng:

Agar sistema tarkibida uchuvchan birikmalar boʻlsa, u holda bu sistema uchun ikkita parametr – bosim va harorat ahamiyat kasb etadi. Uning ifodasi quyidagicha:

$$C = K - F + 2$$

Bu yerda: C – sistemaning erkinlik darajalari soni;

K – sistemadagi komponentlar soni;

F – sistemadagi fazalar soni.

Agar sistema faqat qattiq va suyuq holatlardan iborat boʻlsa, bosim oʻzgarimas boʻlgani uchun erkinlik darajasi bittaga kamayadi hamda gaz fazasi hisobga olinmaydi. Uning ifodasi esa quyidagicha:

$$C = K - F + 1$$

Nazorat savollari:

1. Kimyoviy muvozanatga harorat qanday taʼsir koʻrsatadi?
2. Harorat va kimyoviy muvozanat bogʻliqligining matematik ifodalari qanday?
3. Haroratning ortishi endotermik va ekzotermik reaksiyalar uchun qanday taʼsir qiladi?
4. Ikki komponentli fazalar diagrammasi deganda nimani tushunasiz?

1.4. TERMODINAMIKANING UCHINCHI QONUNI. ABSOLYUT ENTROPIYA USULI

Termodinamikaning uchinchi bosh qonuni. Ba'zi bir hisoblashlarda, masalan, muvozanat konstantasining qiymatini nazariy hisoblashda, termodinamik funksiyalarning (H , S , U , F , G) mutlaq qiymatini bilish kerak bo'ladi. Termodinamikaning I va II bosh qonunlari faqat bu funksiyalarning ma'lum jarayonida o'zgarishini aniqlashga imkon beradi. I va II bosh qonunlardan foydalanib termodinamik funksiyalarning mutlaq qiymatini hisoblab topish mumkin emas. III bosh qonundan foydalanib termodinamik funksiyalarning absolyut qiymatlarini topish mumkin bo'ladi. Masalan entalpiya (H) va entropiya (S) funksiyalarining absolyut qiymatini quyidagicha tasavvur qilish mumkin.

$$H = H_0 + H_x, S = S_0 + S_h$$

H , S – absolyut qiymatlar;

H_0 , S_0 – absolyut nol harorat $T = 0$ dagi qiymat;

H_x , S_h – ma'lum haroratdagi qiymat bilan absolyut noldagi qiymatning farqi:

$$G_1 = (H_0 + H_x) - T(S_0 + S_h)$$

yoki H_0 , S_0 harorat bog'liq bo'lmagan kattalik

$$dG = dH_x - TdS_x - (S_0 + S_x)dT;$$

Shunday qilib, bu kattaliklarning absolyut qiymatini hisoblash uchun ularning $T = 0$ dagi absolyut noldagi qiymatini bilish kerak.

I va II bosh qonunda turli funksiyalarning haroratga bog'liq holda o'zgarishi integral tarzida berilgan, masalan:

$$Q = \int_{T_2}^{T_1} \Delta C_p dT; \ln K = \int_{T_2}^{T_1} \frac{\Delta H}{RT^2} dT;$$

$$S - = \int_{T_2}^{T_1} \frac{C_p}{T} dT; U = \int_{T_2}^{T_1} C_v dT; H = \int_{T_2}^{T_1} C_p dT;$$

va hokazo. Funksiyalarning ma'lum haroratdagi qiymatini topish uchun ularning boshqa bir haroratdagi qiymatini bilish kerak. Bu esa noqulay bo'lib, har doimgi integrallarni yechishga imkon beravermaydi. Agar bu integrallardan integralning pastki chegarasi $T=0$ bo'lsa,

integrallash konstantasi shu funksiyalarning $T=0$ dagi qiymati bo'lib, u turg'un son bo'lar edi.

Nernst – Plank postulatlari. Nazariyadan olingan natija va xulosalarni termodinamikaning I va II bosh qonunidan keltirib chiqarib bo'lmaydi, shunga ko'ra ba'zan bu nazariya termodinamikaning III bosh qonuni deb ham ataladi. Bu nazariya natijasida termodinamik funksiyalarning absolyut qiymatini hisoblashga imkon yaratildi.

$Q = -\Delta H$ bilan $A = -\Delta G$ ning harorat bilan o'zgarishi Gibbs – Gelmgols tenglamasi:

$$\frac{A}{T} = \int \frac{\Delta H}{T^2} dT + C$$

va tajriba natijasi asosida, integral konstanta “S” ning qiymatiga qarab, ma'lum haroratda ΔG_1 bir necha qiymatga ega bo'lishi mumkin.

$$\left(\frac{\partial \Delta G_1}{\partial T}\right)_{T \rightarrow 0} = -(\Delta S)_{T \rightarrow 0} = 0$$

Bu tenglama bo'yicha, absolyut nolda kondensatlangan sistemalarda boradigan jarayonlarda entropiya o'zgarmaydi.

Shularga asoslangan holda yuqoridagi mulohazani davom ettirib Plank “Absolyut nolda kondensatlangan sistemada reaksiyaga kirishuvchi moddalarning entropiyasi nolga teng bo'ladi” deb aytiladi.

$$\lim_{T \rightarrow 0} S_{T \rightarrow 0} = 0$$

Bu holat aniqlashtirilib quyidagicha ta'riflanadi: “Absolyut nolda har qanday element yoki birikmaning to'g'ri tashkil topgan sof holdagi kristalining entropiyasi nolga teng, moddaning boshqa hamma hollaridagi entropiyasi esa noldan kattadir”.

Entropiyaning absolyut qiymati. Plank postulatidan foydalanib, moddalar termodinamik funksiyalarining turli holat va turli haroratga bog'liq holda o'zgarishni, bir holatdan ikkinchi holatga o'tgandagi yashirin issiqlik effekti qiymatlarini bilish kerak bo'ladi. Agar modda T – haroratda absolyut noldagi kristall shaklida bo'lsa $S = 0$ bo'lganligidan quyidagicha matematik ifoda kelib chiqadi:

$$S_T = \int_0^T \frac{C_p dT}{T}$$

bunda: S_T – kristall shakldagi shu moddalarning issiqlik sig‘imi.

Agar modda T – haroratga kelishidan oldin boshqa kristall shakliga o‘tgan bo‘lsa quyidagicha formula kelib chiqadi:

$$S_T = \int_0^{T_n} \frac{C_P dT}{T} + \frac{L_n}{T_n} + \int_0^T \frac{C'_P dT}{dT}$$

bu yerda: $\int_0^{T_n} \frac{C_P}{T} dT$ modda absolyut nol haroratda bir shakldan

ikkinchi shaklga o‘tish haroratigacha qizdirilganda, $\frac{L}{T_n}$ – o‘tish harorati

T_n da izotermik, bir shakldan ikkinchi shaklga o‘tganda (L_n – molar

o‘tish issiqligi, $\int_{T_k}^T \frac{C'_P}{dT} dT$ esa T_n haroratda turgan ikkinchi shakldagi

kristall T_n dan T haroratgacha qizdirilgandagi entropiya o‘zgarishi.

Absolyut nol haroratda hamma moddalar bir xil xossaga ega bo‘ladilar, demak, moddalar o‘z-o‘zidan o‘ziga xos xususiyatlarini yo‘qotadilar, moddani xossasiz tasavvur qilish mumkin emas.

Karno siklida sovutgichlarning harorati $T=0$ ga bo‘lsa, isitgichdan olingan issiqlikning hammasini ishga aylantirish mumkin bo‘lar edi.

Bu esa II bosh qonunga ziddir. Yuqorida bayon etilganlarga asoslangan holda III bosh qonunning postulati quyidagicha ta’riflanadi: Har qanday moddani absolyut nolgacha sovutish mumkin emas, ya’ni absolyut nol haroratga erishish mumkin emas.

Nazorat savollari:

1. Termodinamikaning uchinchi bosh qonunining asosiy mohiyati qanday tushuntiriladi?
2. Plank postulati qanday ta’rifga ega?
3. Entropiyaning absolyut qiymatini topish formulasi qanday?

Umumiy savollar

1. Sistema nima va uni qanday tushunchalar tavsiflaydi?
2. Termodinamikaning birinchi qonunining metallurgik jarayonlarga tatbiqi qanday?

3. Ekzotermik va endotermik reaksiyalar bir-biridan qanday farq qiladi?
4. Kimyoning kinetika bo'limi nimani o'rganadi?
5. Kimyoviy reaksiyalarning tezligiga ta'sir qiluvchi omillar qaysilar?
6. Kimyoviy muvozanat qachon vujudga keladi?
7. Siljvchan muvozanat tamoyili yoki Le-Shatelye tamoyilining mohiyati nimada?
8. Kimyoviy muvozanatga harorat qanday ta'sir ko'rsatadi?
9. Harorat va kimyoviy muvozanat bog'liqligining matematik ifodalari qanday?
10. Haroratning ortishi endotermik va ekzotermik reaksiyalar uchun qanday ta'sir qiladi?
11. Ikki komponentli fazalar diagrammasi deganda nimani tushunasiz?
12. Termodinamikaning uchinchi bosh qonunining asosiy mohiyati qanday tushuntiriladi?
12. Plank postulati qanday ta'rifga ega?
13. Entropiyaning absolyut qiymatini topish formulasi qanday?
14. Molekulyar fizikada issiqlik miqdori. Issiqlik sig'imi
15. Issiqlik sig'imining kvant nazariyasi va uning chegalanganligi.
16. Makroskopik sistema parametrlari.

II BOB. ERITMALAR VA ULARNING XUSUSIYATLARI

2.1. ERITMALAR. SUYULTIRILGAN ERITMALAR

Tabiatda va texnikada eritmalarning katta ahamiyati bor. O'simliklar moddalarini eritmalar holida o'zlashtiradi. Ovqatning hazm bo'lishi oziq moddalarning eritmaga o'tishi bilan bog'liq. Tabiatdagi barcha suvlar hamda fiziologik suyuqliklar-qon, limfa va boshqalar eritmalar hisoblanadi. Ko'pchilik kimyoviy reaksiyalar eritmalarda sodir bo'ladi.

Eritmalar deb ikki yoki undan ko'p komponentlar (tarkibiy qismlar) va ularning o'zaro ta'sir mahsulotlaridan tarkib topgan bir jinsli sistemalariga aytiladi. Masalan, H_2SO_4 ning eritmasi erituvchidan-suvdan (birinchi komponent), erigan moddadan-kislotadan (ikkinchi komponent) va ularning o'zaro ta'sir mahsulotlaridan-gidratlangan ionlardan: H^+ , HSO_4^- , SO_4^{2-} lardan tarkib topgan bo'ladi.

Agregat holatiga ko'ra eritmalar suyuq, qattiq va gazsimon holatda bo'ladi. Suyuq eritmalar moddalarning suvdagi eritmalari; qattiq eritmalar metallarning qotishmalari; gazsimon eritmalar gazlarning aralashmalari va havo raisol bo'la oladi. Bular orasida eng katta ahamiyatga ega bo'lgani suyuq (suvdagi) eritmalaridir.

Har qanday eritmaning muhim xususiyati uning tarkibi hisoblanadi. Eritmalar tarkibini son bilan ifodalashning har xil usullari bor: erigan moddning massa ulushi, molyar konsentratsiya va boshqalar.

Erish jarayoni bir modda molekulari yoki ionlari orasidagi oddiy maksimalanishdan iborat bo'lib qolmay, balki ayni moddalar erasida turli xil fizik-kimyoviy o'zaro ta'sirlar ham bo'lishi mumkin.

Eritmada qaysi moddaning miqdori ko'p bo'lsa, yoki qaysi modda o'z agregat holatini o'zgartirmagan bo'lsa shu modda erituvchi qolgani esa erigan modda deyiladi.

Eritmalar erigan modda zarrachalarining o'lchami katta kichikligiga qarab chin eritmalar kolloid eritmalar va dag'al dispers sistemalariga bo'linadi. Chin eritma erigan modda zarrachalarining o'lchami 10^6 nm dan kichik, kolloid eritmada 1 nm dan 100 nm gacha, dag'al dispers sistemalarda esa 100 nm dan katta bo'ladi.

Eritmalar ogregat holatiga ko'ra uch guruhga bo'linadi.

1. Gazlar aralashmasi (masalan havo).
2. Suyuq eritmalar.

3. Qattiq eritmalar.

Eriqan moddaning massa ulushi – bu o‘lchamsiz fizik kattalik bo‘lib, eriqan modda massasining eritmaning umumiy massasiga nisbatiga teng, ya‘ni

$$\omega_m = m_m / m$$

bunda ω_m – eriqan moddaning massa ulushi; m_m – eriqan moddaning massasi va m – eritmaning umumiy massasi.

Eriqan moddaning massa ulushi ω_m odatda birning ulushlarida yoki foizlarda ifodalanadi. Masalan, suvdagi H_2SO_4 ning massa ulushi 0,05 ga yoki 5 % ga teng, bu degani 100 g massali H_2SO_4 eritmasida 5 g H_2SO_4 va 95 g H_2O bor, demakdir.

Molyar konsentratsiya–bu eriqan modda miqdorining eritmaning hajmiga nisbatiga teng kattalik, ya‘ni $C(X) = n(X) / V$

Bunda $C(X)$ -X zarrachalarning molyar konsentratsiyasi, $n(X)$ -X modda zarralarining eritmadagi miqdori, V -eritmaning hajmi, uning asosiy birligi **mol/l**.

Masalan, $C(HCl)=0,1$ mol/l, $C(H_3PO_4)=0,5$ mol/l,
 $C(NH_4^+)=10$ mol/l, $C(H^+)=1 \cdot 10^{-5}$ mol/l.

Bir litrida bir mol eriqan modda bor eritma **molyar eritma** deyiladi. Masalan, 1L 1M NaOH eritmasini neytrallash uchun ushbu reaksiyalar tenglamalariga ko‘ra:

a) $NaOH + HCl = NaCl + H_2O$; b) $2NaOH + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + 2H_2O$

HCl va H_2SO_4 eritmalaridan quyidagi hajmda olish zarur:

1 L 1 M HCl yoki 0,5 L 1 M H_2SO_4 . Ravshanki, 0,5 L 2 M NaOH ni neytrallash uchun 0,5 L 2 M HCl yoki 0,25 L 1 M H_2SO_4 kerak bo‘ladi.

Eruvchanlik – bu moddaning suvda yoki boshqa erituvchida erish xossasidir. Suvda qattiq, suyuq va gazsimon moddalar erishi mumkin. Suvda eruvchanligiga ko‘ra barcha moddalar uchta guruhga bo‘linadi: yaxshi eriydigan, kam eriydigan va amalda erimaydigan moddalar. Amalda erimaydigan moddalar to‘g‘ridan-to‘g‘ri erimaydigan moddalar ham deyiladi. Eruvchanlik moddalarning tabiatiga bog‘liq, bundan tashqari u harorat va bosimga ham bog‘liq bo‘ladi. Erish jarayonining o‘zi eriqan modda zarrachlari bilan erituvchining o‘zaro ta‘sirlashuvidan iborat bo‘lgan hamda o‘z-o‘zidan sodir bo‘ladigan jarayondir.

Eritmalar erigan modda miqdoriga qarab uch xil bo'ladi: to'yingan, to'yinmagan va o'ta to'yingan eritmalar. Eriq moddaning ortiqchasi bilan dinamik muvozanatda turgan eritma **to'yingan eritma** deyiladi. **To'yinmagan eritmada** to'yingan eritmadagiga qaraganda kamroq, **o'ta to'yingan eritmada** esa ko'proq modda bo'ladi. O'ta to'yingan eritmalar ancha beqarordir. Idishni salgina chayqatish yoki eritmaga tuz kristalidan qo'shish ortiqcha erigan moddaning cho'kmaga tushishiga sabab bo'ladi.

Ko'pincha kam eriydigan va amalda erimaydigan moddalar umumiy nom bilan **kam eriydigan moddalar** deyiladi.

Eruvchanlik miqdoriy jihatdan to'yingan eritmaning konsentratsiyasi bilan ifodalanadi. Ko'pincha u berilgan haroratda 100 g erituvchida erish mumkin bo'lgan moddaning eng ko'p grammlar soni bilan ifodalanadi. Bu miqdor ba'zan **eruvchanlik koeffitsiyenti** yoki oddiygina qilib **moddaning eruvchanligi** deb ataladi. Masalan, 18 °C da 100 g H₂O da 51,7 g Pb(NO₃)₂ eriydi. (ya'ni Pb(NO₃)₂ ning eruvchanligi 18 °C da 51,7 ga teng).

Moddaning eruvchanligi haqida gapirilganda erishdagi haroratni albatta ko'rsatish kerak. Ko'pincha qattiq moddalarning eruvchanligi harorat ko'tarilishi bilan ortadi. Bu eruvchanlik egri chiziqlari yordamida yaqqol tasvirlanadi. Absissalar o'qiga harorat, ordinatalar o'qiga eruvchanlik koeffitsiyenti qo'yiladi. Eruvchanlik egri chiziqlari yordamida moddalarning turli haroratdagi eruvchanlik koeffitsiyenti oson aniqlanadi. Harorat pasayganida eritmadan moddaning ajralib chiqishi **kristallanish** deyiladi.

Moddalarning erishida issiqlik effekti sodir bo'ladi: moddaning tabiatiga qarab issiqlik chiqadi yoki yutiladi. Erish jarayonida issiqlik chiqqanida ekzotermik jarayon ($\Delta H < 0$), issiqlik yutilganida endotermik jarayon ($\Delta H > 0$) amalga oshadi. Erish issiqligi ΔH -bu 1 mol modda eriganida ajralib chiqadigan yoki yutiladigan issiqlik miqdoridir. Masalan, KOH uchun $\Delta H^0 = -55,65$ kJ/mol, NH₄NO₃ uchun esa $\Delta H^0 = +26,48$ kJ/mol.

Eriq moddaning erituvchi bilan kimyoviy o'zaro ta'siri natijasida **solvatlar** (erituvchi suv bo'lganida **gidratlar**) deyiladigan birikmalar hosil bo'ladi. Bunday birikmalarning hosil bo'lishi jihatidan eritmalar kimyoviy birikmalarga o'xshaydi.

Rus kimyogari D. I. Mendeleev eritmalarning kimyoviy nazariyasini yaratdi, uni juda ko'p tajribalar bilan asoslab berdi va 1887-yilda "Suvdagi eritmalarning solishtirma og'irligiga ko'ra tekshirish" nomli kitobida bayon qilib berdi.

Eritmaning sinflari. Moddalar suv bilan aralashtirilganda bir jinsli (eritmaga xos xususiyat) hamda ko'p jinsli sistemalar, ya'ni suspenziya va emulsiyalar hosil qilishi mumkin. Erish jarayonida dastlab moddalar maydalanadi, shu sababli haqiqiy eritmalar, shuningdek, suspenziya va emulsiyalar dispers sistemalar jumlasiga kiradi (disperslanish-maydalanish demakdir). Dispers sistemalar juda ko'p bo'ladi, ular bir-biridan qanday zarrachalar (qattiq, suyuq va gazsimon) ekanliklari va qanday muhitda (suyuq va gazsimon holatlarga) aralashganliklari bilan farq qiladi. Masalan, tutun yoki havodagi chang, bunda havo gazlar aralashmasi, tutun yoki chang-maydalangan qattiq jism zarrachalaridir.

Tarkibi – dispers muhiti – suv va boshqa suyuqliklar bo'lgan dispers sistemalar dispers zarrachalarning o'lchamlariga qarab haqiqiy eritmalar yoki eritmalar, kolloid eritmalar, dag'al dispers sistemalar yoki suspenziya va emulsiyalarga bo'linadi.

Haqiqiy eritmalarning dispers zarrachalari juda kichik o'lchamlarga ega, shuning uchun ularni **bir jinsli sistemalar** deb ataladi. Zarrachalarning o'lchamlari 1 nm (10^{-9} m) dan kichik bo'ladi.

Kolloid eritmalarda dispers zarrachalarning o'lchamlari 1-100 nm, hatto undan ham katta bo'lib, bu zarrachalar juda ko'p molekula yoki atomlardan iboratdir. Kolloid eritmalar ba'zi yuqori molekular moddalarni, masalan, oqsillarni suvda eritish natijasida, shu bilan birga kimyoviy reaksiyalar oqibatida ham hosil bo'ladi. Ularning xarakterli xossasi tiniqligi hisoblanadi.

Ba'zi kolloid eritmalar qaynatilganida elektr zaryadga ega bo'lgan ionlar desorbsiyalanadi, natijada kolloid zarrachalar yiriklasha boshlaydi va idish tubiga cho'kib qoladi.

Kolloid zarrachalarning bir-biriga yopishib, eritmadan cho'kish hodisasi **koagulyatsiya** deb ataladi. Ba'zi kolloid eritmalar koagulyatsiya natijasida iviq massa holatiga o'tadi, bu holatdagi modda **gel** (yoki iviq) deb ataladi. Masalan, 3 % li jelatina issiq suvda gelga yoki iviqqa aylanadi. Buning sababi shundaki, kolloid zarracha juda ko'p suv molekularini o'z atrofiga yig'adi. Ko'p gellar kundalik turmushda

(masalan, jele, marmelad, ba'zi bir nozu-ne'matlar) ko'plab ishlab chiqariladi va foydalaniladi.

Dag'al dispers sistemalar suspenziyalar va emulsiyalarga bo'linadi. **Suspenziyalar** – dispers zarrachalarning o'lchami 100 nm dan katta, zarrachalarni asbobsiz ko'z bilan ko'rish mumkin, oson cho'kadi, ba'zan bir necha daqiqa mobaynida cho'kadi, oddiy filtrlarda (qog'oz filtrda) ushlanib qoladi. **Emulsiyalar** – dispers zarrachalarning o'lchami 100 nm dan katta, ayrim tomchilarni asbobsiz ko'z bilan ko'rish mumkin, masalan o'simlik moyi yoki benzinning suv bilan aralashmasi.

Eritmaning eng muhim xarakteristikasi uning konsentratsiyasidir. Eritmaning muayyan miqdorda erigan modda miqdori eritmaning konsentratsiyasi deyiladi.

Barcha eritmalar o'zidan elektr tokini o'tkazishiga ko'ra ikki sinfga bo'linadi: elektrolit va noelektrolitlar. Elektrolit eritmalar o'zlaridan elektr oqimini yaxshi o'tqazadi. Bunaqangi eritmalarga kislota, asos, va tuzlarning suyuq eritmasi kiradi. Noelektrolit eritmalar ko'proq organik modda eritmasi kiradi.

Chin eritmalar – ikki (yoki bir qancha) moddning bir jinsli aralashmasidir. Chin eritmalar har xil agregat ko'rinishida bo'lishi mumkin. Asosan suyuq eritmalar to'g'risida to'xtalamiz. Suyuq eritmalar erituvchi va erigan yoki eruvchi moddadan tashkil topadi. Chin eritmada dispers muhit, erituvchi dispers faza eruvchi deb nomlanadi. Erish jaryonida o'z agregat holatini saqlab qolgan modda erituvchi hisoblanadi. Bir modda ichida boshqa bir moddaning ma'lum darajada maydalangan zarrachalar hamda taqsimlanishi natijasida hosil bo'lgan sistema dispers sistema deyiladi. Ma'lum darajada maydalangan holda taqsimlangan modda dispers faza deyiladi. Bu moddani o'rab olgan moddalar esa dispers muhit deb ataladi.

Eritmalar uch sinfga bo'linadi: ideal eritmalar, cheksiz suyultirilgan eritmalar va real eritmalar.

Ideal eritmalar deb bir xil agregat holatidagi va istalgan nisbatdagi tarkibiy qismlardan hosil bo'ladigan, issiqlik effekti ajralmaydigan, hajmi o'zgarmaydigan, ideal gazlar aralashganda entropiyaning o'zgarishi sodir bo'lgan o'zgarishga $\Delta S = \Delta S$ ideal hamda $\Delta V = 0$, $\Delta H = 0$ ga teng bo'lgan eritmalarga aytiladi.

Cheksiz suyultirilgan eritma – bu xil eritmalarda erigan moddaning konsentratsiyasi cheksiz kichik bo'ladi. Ideal bo'lmagan har qanday

cheksiz suyultirilgan eritmada erituvchi ideal eritmalar qonuniga bo'ysunadi. Erigan modda esa bo'ysunmaydi.

Nazorat savollari:

1. Eritmalar deb nimaga aytiladi?
2. Erigan moddaning massa ulushi deb nimaga aytiladi?
3. Molyar konsentratsiya deb nimaga aytiladi?
4. Eruvchanlik qanday tushuncha?

2.2. NUQSONSIZ ERITMALAR. TERMODINAMIK FAOLLIK

Ideal eritmalar deb bir xil agregat holatidagi va istalgan tarkibiy qismlardan hosil bo'ladigan, issiqlik effekti ajralmaydigan, hajmi o'zgar olmaydigan ideal gazlar aralashganda entropiyaning o'zgarishi sodir bo'lgan o'zgarishga $\Delta S = \Delta S$ ideal hamda

$$\Delta V = 0, \Delta H = 0 \text{ teng bo'lgan eritmalariga aytiladi.}$$

Ideal eritmalarining termodinamik xossasi parsial molyar kattaliklar yordamida ifodalanadi. Masalan bir mol eritma uchun.

$$\begin{aligned} \Delta V &= N_1 \Delta \bar{V}_1 + N_2 \Delta \bar{V}_2 \\ \Delta H &= N_1 \Delta \bar{H}_1 + N_2 \Delta \bar{H}_2 \\ \Delta S_{uo} &= N_1 \Delta \bar{S}_{1uo} + N_2 \Delta \bar{S}_{2uo} \end{aligned}$$

va hokazo.

$$\Delta S = \Delta S_1 + \Delta S_2 = n_1 R \ln \frac{V_1 + V_2}{V_1} + n_2 R \ln \frac{V_1 + V_2}{V_1}$$

tenglamaga muvofiq ideal gazlar aralashganda entropiyaning o'zgarishi.

$$\Delta S_{uo} = -R(N_1 \ln N_1 + N_2 \ln N_2)$$

va yuqorida keltirilgan tenglamalardan

$$\Delta H_1 = 0 \quad \Delta V_1 = 0 \quad \Delta S_{1uo} = -R \ln N_1$$

$$\Delta H_2 = 0 \quad \Delta V_2 = 0 \quad \Delta S_{2uo} = -R \ln N_2$$

Ideal eritmalarini ideal gazlardan farqi shundaki, ideal gazlarda zarrachalar orasidagi o'zaro ta'sir yo'q, lekin ideal eritmalarining zarrachalari orasida o'zaro ta'sir bor, ammo bu ta'sir turli xil zarrachalarda bir xil, ya'ni bir xil va har xil zarrachalar orasida bir xil o'zaro ta'sir mavjuddir.

O'xshash xossalari moddalardan tashkil topgan eritmalar ideal eritmalariga mos keladi. Masalan, izotoplar aralashmasi, izomerlar aralashmasi, bir gomologik qatordagi moddalar aralashmasi va hokazo. Eritma hosil bo'lganda komponentlar kimyoviy potentsiallarning o'garishi.

$$\Delta\mu_i = \Delta H_i - T\Delta\bar{S}_i$$

Ideal eritmalar uchun:

$$\mu_i = \mu_i^0 + RT \ln N_i$$

$$d\mu_i = RT \ln N_i = RT \frac{dN_i}{N_i}$$

$$\mu_i = \left(\frac{\partial \mu_i}{\partial N_i} \right)_{TP} = \frac{RT}{N_i}$$

μ_1^0 va μ_2^0 toza erituvchi va erituvchining kimyoviy potentsiali bo'lsa;

$$\mu_1 = \mu_1^0 + RT \ln N_1; \quad d\mu_1 = RT \ln N_1 = RT \frac{dN_1}{N_1}$$

Agar aralashayotgan moddalar suyuq holda bo'lsa, ideal eritmada differensial issiqlik effekti nolga teng bo'ladi. Agar erituvchi qattiq holda bo'lsa, Gess qonuniga muvofiq uning erish issiqligi effekti suyuqlinish issiqlik effektiga teng bo'ladi.

$$Q = Q_1 + Q_2$$

Q – erish issiqlik effekti, Q_1 – kristall panjarani buzishga sarf bo'lgan issiqlik energiyasi, Q_2 – eruvchi va erituvchining ta'sirlashishi natijasida ajralgan issiqlik. Ideal eritmalarda $Q_2=0$ bo'lganligidan $Q=Q_1$ bo'ladi. Ya'ni erish issiqligi eruvchining yashirin suyuqlanish issiqligiga teng.

Termodinamik faollik.

Real eritmalar ideal va cheksiz suyultirilgan eritmalar qonuniga bo'ysunmaydi. Real eritmalarining xossalari eritma konsentratsiyasidan tashqari eritmaning komponentlari orasidagi o'zaro ta'siriga ham bog'liq. Shunga ko'ra eritmaning xossalari bilan eritma konsentratsiyasi

bilan orasidagi bog'lanishni o'rganishda bu ta'sirni ham e'tiborga olish kerak. Lyuksning real eritmalar nazariyasid shu holat e'tiborga olingan. Real gazlar uchun bosim R o'rniga uchuvchanlik f ifodasining qo'llanilishini ko'rgan edik. Xuddi shunga o'xshash, real eritmada konsentratsiya (S, N) o'rniga termodinamik faollik a qo'llaniladi. Lyuks ta'rifiga ko'ra :

$$a = fC$$

a – termodinamik faollik, f – termodinamik faollik koeffitsiyenti, C – konsentratsiya.

Ideal va cheksiz suyultirilgan eritmalarda $f=1$ va $a = fC$ – zarrachalar o'rtasidagi o'zaro ta'sir kuchlarini aks etiradi, termodinamik faollik koeffitsiyenti ma'lum real eritma xossalari qabul qilingan standart holatdan cheklanishini xarakterlaydi.

Termodinamik tenglamalar real eritmalariga to'g'ri kelishi uchun ideal va cheksiz suyu

litirilgan eritmalariga mansub termodinamik tenglamalarda konsentratsiya ifodasi o'rniga termodinamik faollik ifodasini qo'llash kerak. Masalan, komponentlarning kimyoviy potentsiali quyidagicha:

$$\mu_i = \mu_i^0 + RT \ln a_i;$$

Metallurgiyada asosan konsentrlangan eritmalar foydalaniladi (qotishmalar, shteyn, shlak). Ularning xususiyatlarini fizik jihatdan tushunish maqsadida modda tarkibiga yaqin ya'ni bitta element izotoplari, temir va nikel eritmasi, FeO va MnO h.k. ideal eritmani xususiyatlarini ko'rib chiqamiz.

Ideal eritmalarining hosil bo'lishida hajmi va entalpiya qiymati o'zgarmaydi. ($dV=0$, va $dH=0$)

Shunday qilib $\Delta G_1 = \Delta H - T\Delta S$ tenglamaga mos ravishda $\Delta G_1 = -T\Delta S$ ya'ni ideal eritmalarining hosil bo'lishi faqatgina entropiya ΔS ning o'sishi bilan aniqlanadi.

Komponentlarining xususiyatlari yaqin bo'lgani uchun, ular zarrachalarning eritmada o'zaro ta'sirlashuvi toza holatda o'zaro ta'sirlashuvidan farq qilmaydi.

Nazorat savollari:

1. Ideal eritmalar deb nimaga aytiladi?

2. Eritmani tashkil qiluvchi komponentlar orasida qanday fizik-kimyoviy o'zgarishlar sodir bo'lib turadi?
3. Termodinamik faollik deganda nimani tushunasiz?

2.3. ELEKTRKIMYO ELEMENTLARI. ELEKTROLIT ERITMALAR. IONLARNI O'TKAZISH SONLARI

Elektrolitlar haqida tushuncha. 1887-yilda ilmiy jurnallardan birida Arreniusning "Suvda erigan moddalar dissotsiatsiyasi" degan maqolasi bosilib chiqdi. Arrenius bu maqolasida eritmalarning elektr o'tkazuvchanligi ustida qilgan o'z tekshirishlarining natijalarini ko'rsatib, eritmalarning elektr o'tkazish xususiyati bilan o'sha eritmalarning Raul hamda Vant-Goff qonunlariga bo'ysunmasligi o'rtasida yaqin bog'lanish borligiga e'tibor berdi.

Arrenius eritma elektr o'tkazuvchanligini o'lchab, uning osmotik bosimi qiymatini, demak, ayni eritma uchun tuzatish koeffitsiyentini hisobladi.

Eritmalari yoki suyuqlanmalari elektr tokini o'tkazuvchi moddalar **elektrolitlar** deyiladi.

Eritmasi yoki suyuqlanmasi elektr tokini o'tkazmaydigan moddalar **noelektrolitlar** deyiladi.

Asos, kislota va tuzlarni elektrolitlarga misol bo'ladi. Elektrolitlarning elektr o'tkazuvchanligi ularning molekularini musbat va manfiy zaryadlangan ionlarga ajralishiga bog'liq.

Shved olimi S. Arrenius elektrolitlarning xossalarini o'rganib (1887-yil) quyidagi xulosalarga keldi:

Elektrolitlar suvdagi eritmalarida yoki suyuqlanmalarida musbat va manfiy ionlarga dissotsiyalanadi.

Bu jarayon suvda erigan moddaning kristall panjara tugunlaridagi ionlar yoki kuchli qutblangan kovalent bog'lanishli molekularning suvning qutbli molekulari (dipollari) ta'sirida parchalanishi bilan tushuntiriladi. Qattiq moddalar suyuqlantirilganda esa bu jarayon fizik ta'sir – issiqlik energiya vositasida sodir bo'ladi. Musbat zaryadlangan ionlar kationlar, manfiy zaryadlangan ionlar anionlar deyiladi. Ionlarning uzluksiz harakati elektr tokini o'tkazishga sabab bo'ladi. Elektrolit ionlarga ajralganda bitta molekuladan ikki va undan ortiq ion hosil bo'lishi natijasida eritmadagi zarrachalarning umumiy soni ortadi.

Arrenius o'z nazariyasiga asoslanib kislota va asoslarni ta'riflaydi. Arrenius nazariyasiga muvofiq suvda eriganda vodorod ionlarini ajratadigan elektrolitlar kislotalar deb ataladi. Eritmada vodorod ionlarining konsentratsiyasi qanchalik yuqori bo'lsa, kislota shunchalik kuchli bo'ladi. Suvda eriganda gidroksil ionlarini ajratadigan elektrolitlar asoslar deb ataladi.

1891-yilda I.A. Kablukov dissotsiyalanish jarayoniga D.I. Mendeleevning gidratlar nazariyasi asosida qarab, erigan modda ionlari erituvchi molekulalari bilan kimyoviy birikib, ionlarning gidratlarini hosil qiladi degan xulosaga keldi. Shu bilan birga I.A. Kablukov Arrenius nazariyasining suvdagi eritmalar bilangina cheklanishini kuzatdi. Agar modda uchun muvofiq erituvchi tanlansa, suvda noelektrolit bo'lgan modda bunday erituvchida elektr tokini o'tkazuvchan bo'lishi mumkin.

Elektrolitlarning eritmalaridagi ionlar suv molekulalari bilan kimyoviy qo'shilishi, ya'ni gidratlanishi sababli ko'pchilik elektrolitlar suvdagi eritmalaridan kristallogidratlar holida ajralib chiqadi: gidratlanish tufayli ionlar o'zaro birikib, molekulalar hosil qilishi qiyinlashadi, ionni qurshab olgan suv molekulalari musbat va manfiy ionlarning bir-biri bilan birikishiga halal beradi, chunki suv elektrostatik tortishuv kuchini vakuumga nisbatan deyarli 80 marta zaiflashtiradi. Agar molekuladagi bog'lanish salmog'i orsa, dissotsiyalanish jarayoni ancha sust bo'lib o'ng tomonga chuqur bormaydi, ya'ni teskari tomon boradigan assotsiyalanish jarayonlari dissotsiyalanishga nisbatan chuqurroq bo'ladi. Gidratlanish hodisasi eritmalarining elektr o'tkazuvchanligiga ham ta'sir etadi. Masalan, litiy ion (Li^+) kichik radiusli bo'lgani uchun u ko'proq suv molekulalari bilan gidratlanadi: gidratlangan ionning eritmadagi harakat tezligi susayib (massasi kattalashgani tufayli) ketadi. Shu sababli LiCl eritmasining elektr o'tkazuvchanligiga nisbatan kam bo'ladi. Gidratlanish jarayoni eritmalar rangiga ham ta'sir ko'rsatadi.

Kuchli va kuchsiz elektrolitlar. Molekulalari hatto suyultirilgan eritmalarda ham oz darajada dissotsiyalanadigan elektrolitlar kuchsiz elektrolitlar deb ataladi. Ularga ba'zi kislotalar (masalan, sirka, sianid, karbonat kislotalar va hokazo), ba'zi asoslar (masalan ammoniy gidroksid, organik asoslar va hokazo) va ba'zi tuzlar (masalan, $\text{Hg}(\text{CN})_2$, HgCl_2 , $\text{Fe}(\text{SCN})_3$, FeF_3 va hokazo) kiradi.

Kuchsiz elektrolit eritmalarining solishtirma elektr o'tkazuvchanligi eritmadagi ionlar soniga bog'liq; kuchsiz elektrolitlarning dissotsiyalanish jarayoni uchun massalar ta'siri qonunini qo'llash mumkin. Arrenius nazariyasi ham kuchsiz elektrolitlarning eritmalarigagina tatbiq etiladi.

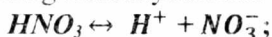
Har xil konsentratsiyadagi eritmalarda ham sezilarli darajada yaxshi dissotsiyalanadigan birikmalar kuchli elektrolitlar deb ataladi. Ularning dissotsiyalanish darajalari 100 foizga yaqinlashishi mumkin. Kuchli elektrolitlarga deyarli barcha tuzlar, kuchli kislota va kuchli asoslar kiradi. Kuchli elektrolitlarning eritmalaridagi ionlar miqdori ko'p bo'lganligi sababli ular orasidagi ionlararo tortishuv kuchlari ham sezilarli bo'ladi.

Arrenius nazariyasi kuchli elektrolitlarga tatbiq etilmaydi. Atom tuzilishi va kristall panjaralarining (turlari) aniqlangandan keyin 1920 yilda Arrenius nazariyasiga bir necha qo'shimcha kiritishga to'g'ri keldi. So'ngra kuchli elektrolitlar nazariyasi yaratildi. Bu nazariyaga muvofiq moddalar suvda eriganda ionlarga to'liq ajraladi. Masalan, osh tuzi eritmasida, faqat Na^+ va Cl^- ionlari bo'lib, NaCl molekullari bo'lmaydi. Binobarin osh tuzi eritmada 100 foiz dissotsiyalangan bo'lishi kerak. Kuchli elektrolitlar uchun dissotsiyalanish darjasi degan tushuncha o'z ma'nosini yo'qotadi, chunki kuchli elektrolitlarning eritmalarida dissotsiyalanmagan molekullar bo'lmaydi. Lekin tajribada NaCl ning 0,1 n eritmasi uchun $\alpha = 86\%$ ekanligi aniqlangan. Agar eritmaning konsentratsiyasi oshirilsa α ning qiymati kamayadi.

Demak, kuchli elektrolitlarning tajribada topilgan dissotsiyalanish darajasi Arrenius nazariyasi asosida ham va to'la dissotsiyalanish nazariyasi asosida ham hisoblab topilgan qiymatdan farq qiladi. Kuchli elektrolitlarning dissotsiyalanish darajasi deganda, tajribada topiladigan qiymat, boshqacha aytganda, effektiv dissotsiyalanish darajasini tushunishimiz kerak.

Kislota, asos va tuzlarning dissotsiyalanishi. Eritmada vodorod kationi (H^+) va kislota qoldig'i anioniga dissotsiyalanuvchi birikmalar kislotalar deyiladi.

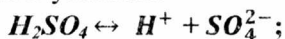
Masalan, nitrat kislota eritmasining dissotsiyalanishi:



Xlorid kislota eritmasining dissotsiyalanishi:

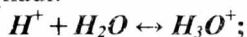


Sulfat kislotaning dissotsiyalanishi:

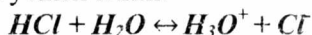


Dissotsiyalanish jarayoni qaytar, ya'ni ham to'g'ri va ham teskari yo'nalishda sodir bo'ladi. Shuning uchun dissotsiyalanish jarayoni tenglamasida tenglik belgisi \leftrightarrow qo'llaniladi. Dissotsiatsiyaga teskari jarayon bu assotsillanish deyiladi.

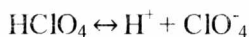
Eritmada H^+ ionining mavjudligi eritmalarining kislotali xususiyatiga sabab bo'ladi. Ta'kidlash joizki, suvli eritmada kislotaning dissotsiyalanishidan hosil bo'lgan vodorod ioni H^+ erkin holatda bo'lmay donor-akseptor mexanizmi bo'yicha suv molekulasiga birikib olib gidroksoniy ioni hosil qiladi:



Demak misol uchun, xlorid kislotaning dissotsiyalanishi tenglamasini quyidagicha yozish lozim:



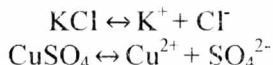
Erituvchi molekularining vodorod ioni (proton) ni o'ziga biriktirib olish qobiliyati (ya'ni proton akseptorligi) qancha kuchli bo'lsa kislotaning dissotsiyalanishi shuncha osonlashadi. Masalan, sirka kislotaning CH_3COOH ning suvga nisbatan suyuq ammiakda dissotsiyalanishi kuchliroq sodir bo'ladi. Demak, sirka kislota CH_3COOH suvli eritmada oz dissotsiyalangani uchun kuchsiz kislota hisoblansa, ammiakli eritmada esa u kuchli kislotaadir. Shunday qilib, dissotsiyalanish tenglamasining yuqoridagi oxirgi ko'rinishdagi yozuvi moddaning dissotsiyalanishiga erituvchi tabiatining ta'sirini yaqqolroq ifodalaydi. Biroq, dissotsiyalanish tenglamalarini soddalashtirish maqsadida, odatda tenglamada erituvchi molekulasini formulasi ko'rsatilmaydi. H_3O^+ o'rniga esa H^+ yoziladi. Misol uchun, perxlorat kislotaning dissotsiyalanishi:



Asoslar eritmalarida metall ioni bilan birgalikda gidroksid ionlariga dissotsiyalanadi.

Ba'zi metallarning gidroksidlari ham kislota, ham asos xossalarini namoyon qiladi. Bunday gidroksidlar amfoter gidroksidlar deyiladi.

Tuzlar eritmalarida metall ionlari bilan kislota qoldig'i ionlarga dissotsiyalanadi. Masalan:



Suvdagi eritmalarida ionlarga to'liq ajraladigan elektrolitlar kuchli elektrolitlar deyiladi.

Ular jumlasiga HClO_4 , HCl , va boshqa kuchli kislotalar, NaOH , KOH , Ca(OH)_2 , Ba(OH)_2 , kabi kuchli asoslar va suvda yaxshi eriydigan tuzlar kiradi.

Suvdagi eritmalarida qisman dissotsiyalanib juda oz miqdorda ionlar hosil qiluvchi elektrolitlar kuchsiz elektrolitlar deyiladi.

Kuchsiz elektrolitlarga kuchsiz kislotalar (CH_3COOH , H_2S , H_2CO_3 , HCN) qiyin eruvchi asoslar, shuningdek NH_4OH va qiyin eriydigan tuzlar kiradi.

Moddalarning tuzilishiga qarab, ularning dissotsiyalanishi ham turlicha bo'ladi. Suvli muhitda gidratlangan ionlarning hosil bo'lishi quyidagi ikki mexanizm bo'yicha boradi:

Ion tuzilishidagi kristallarining eritmadaagi dissotsiatsiyasi. Natriy xlorid NaCl kristallari suvga tushirilganda kristallar yuzasidagi Cl^- ionlariga suvning dipollari o'zining musbat zaryadlangan tomoni bilan, Na^+ ionlariga esa manfiy tomoni bilan elektrostatik tortiladi (ion dipol ta'sir). Ionlarining suv dipollari bilan bunday o'zaro ta'siri natijasida kristallarining ionlari o'rtasidagi bog'lanish bo'shashadi va ular eritmaga gidratlangan ionlar holida o'tadi.

Qutbli kovalent bog'lanishli moddalarning erishidagi dissotsiatsiyasi.

Qutbli molekullarning (masalan HCl) suv bilan o'zaro ta'siri natijasida (dipol-dipol ta'siri) dipollararo bog'lanish vujudga kelib, eruvchi modda molekulasi qutblanadi. Natijada eruvchi modda ionli holatga o'tadi va ionlarga parchalanadi. Qutbli molekuladan hosil bo'lgan ionlar ham gidratlanadi.

Bu nazariyani 1887-yilda shved olimi S. Arrenius kashf etdi. Uning mohiyati quyidagilardan iborat:

1. Elektrolitlar suvda eriganda musbat va manfiy zaryadli ionlarga ajraladi. Bu jarayonni elektrolitik dissotsiatsiya deb ataladi.

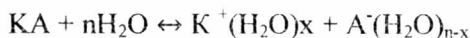
2. Elektr toki ta'sirida musbat zaryadli ionlar katodga, manfiy zaryadli ionlar anodga tortiladi. Shu sababli ularni mos ravishda kationlar va anionlar deb ataladi.

3. Dissotsiatsiya qaytar jarayondir.

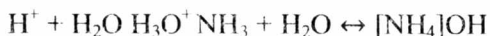
Eritmasi yoki suyuqlanmasi elektr tokini o'tkazadigan moddalarni elektrolitlar deyiladi. Elektrolitlarga tuzlar, kislotalar va asoslarning suvdagi eritmaları kiradi.

Eritmasi elektr tokini o'tkazmaydigan moddalarni noelektrolitlar deyiladi. Noelektrolitlarga kislorod, shakar, glyukoza, mochevina kabi moddalarning suvdagi eritmaları kiradi.

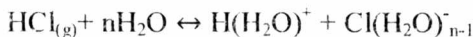
Arrenius nazariyasining kamchiligi shundaki, u erituvchi va erigan modda zarrachalarining o'zaro ta'sirlashuvini hisobga olmaydi. Vaholanki, eritmada ionlar erkin holda emas, balki gidratlangan holda bo'ladi:



Masalan, vodorod ioni eritmada gidroksoniy ioni holda bo'lishi aniqlangan:



Qutbli kovalent bog'lanishli moddalar molekularidagi atomlar orasidagi bog' qutbli suv molekulari ta'sirida bo'shashadi va dissotsiatsiya ro'y beradi:



Erituvchining ionlar orasidagi tortishuv kuchini susaytirish xos-sasiga dielektrik o'tkazuvchanlik deyiladi. Dielektrik o'tkazuvchanlik shu muhitda zaryadlar orasidagi tortishuv kuchi vakuumdagiga nisbatan necha marta kuchsiz ekanligini ko'rsatadi. Kulon qonuniga binoan e_1 va e_2 zaryadlar orasidagi masofa r bo'lsa, ular orasidagi tortishuv kuchi Q quyidagicha aniqlanadi:

$$Q = \frac{e_1 \cdot e_2}{E \cdot r^2}$$

bunda: E — erituvchining dielektrik o'tkazuvchanligi.

Formuladan ko'rinib turibdiki, ayni erituvchi uchun E qancha katta bo'lsa, tortishuv kuchi shuncha kichik bo'ladi. Suvning dielektrik doimiyligi eng katta ($E=81$).

Kislota, tuz va asoslar suvda eritilganda elektr tokini o'tkazadigan eritmalar hosil qiladi. Bu hodisani tekshirish natijasida S. Arrenius 1887-yilda elektrolitik dissotsiyanish nazariyasini yaratdi. Bu nazariyaga ko'ra, elektrolit moddalar suvda eritilganda ularning molekulari musbat va manfiy zaryadlardan zarrachalarga ajraladi ya'ni dissotsiyanadi.

Bunda qanday modda eritilganiga qarab eritmada musbat ionlar – vodorod hamda metall ionlari va manfiy ionlar gidroksil hamda kislota qoldig‘i ionlari hosil bo‘ladi. Elektrolitlar eritilganda molekularning hammasi emas, balki bir qismi ionlarga dissotsiyalanadi.

Molekularning ionlarga ajralish darajasi dissotsiyalanish darajasi bilan belgilanadi. Ionlarga ajralgan molekular sonining eritmadagi umumiy molekular soniga nisbati dissotsiyalanish idarajasi (α) deyiladi.

Eritmalarning elektr o‘tkazuvchanligi. Fizik kimyoning kimyoviy energiyani elektr energiyasiga va aksincha, elektr energiyasini kimyoviy energiyaga aylanishi bilan bog‘liq bo‘lgan qonuniyatlarini o‘rganadigan bo‘limi elektrkimyo deb ataladi. Elektrkimyo katta amaliy ahamiyatga ega bo‘lib elektrolid, elektr o‘tkazuvchanlik va elektr yutuvchi kuchlar haqidagi ta‘limotni o‘rganadi.

Barcha moddalar elektr o‘tkazuvchanligi jihatidan o‘tkazgich, yarimo‘tkazgich va izolyatorlarga bo‘linadi. O‘tkazgichlarning o‘zi 1-tur va 2-tur o‘tkazgichlarga bo‘linadi.

1-tur o‘tkazgichlarga barcha metallar va ularning qotishmalarini, shuningdek, ko‘mir va grafit kiradi. Elektr o‘tkazuvchanlik erkin elektronlarning tartibli harakati hisoblanadi.

2-tur o‘tkazgichlarga elektrolitlarning (tuzlar, kisotalar va asoslar) eritmaları va suyuqlamalari kiradi. Bunda elektr toki elektrolit ionlar orqali uzatiladi, natijada modda kimyoviy jihatdan o‘zgaradi.

Elektroliz. Faraday qonunlari. Eritmalarda elektr toki ta‘sirida kimyoviy reaksiyalar sodir bo‘ladigan jarayon elektroliz deyiladi.

Elektroliz elektr toki ta‘sirida parchalanish demakdir. Elektroliz jarayoni sanoat va qiyloq xo‘jaliklarida katta hamiyatga ega.

Elektroliz jarayonida elektrod elektrolid chegarasida elektrkimyoviy reaksiyalar sodir bo‘lib, bunda elektrolit bilan eritmadagi ionlar o‘zaro elektron almashadi.

Katodda elektronlar elektroddan ionga onodda esa iondan elektrodga o‘tadi, bunda ionlar yoki molekular o‘zining elektr zaryadini yo‘qotadi yoki o‘zgartiradi.

Elektrolitlarda sodir bo‘ladigan elektrkimyoviy reaksiyalarda faqat elektronlar elektr tashishi eritmadagi ionlar o‘zaro elektron almashadi.

Katodda elektronlar elektrodan ionga anoddan esa iondan elektrodgacha o'tadi, bunda ionlar yoki molekularlar o'zining elektr zaryadini yo'qotadi yoki o'zgartiradi.

Elektrolitlarda sodir bo'ladigan elektrkimyoviy reaksiyalarda faqat elektronlar elektr tashishi eritmadagi ionlar esa valentligini o'zgarishi, lekin elektrodlar zaryadsizlanmasligi ham mumkin. Ingliz olimi M. Faradey elektrolizni tajribada o'rganib, ikkita muhim qonunni kashf etadi.

1. Elektroliz vaqtida elektrodlardagi moddalar miqdori elektrolit orqali o'tgan elektr miqdoriga to'g'ri mutanosibdir.

2. Turli xil elektrolitlardan bir xil miqdordagi elektr o'tkazilganda elektrodlarda ajraladigan moddalar miqdori shu moddalarning kimyoviy ekvivalentlariga to'g'ri mutanosibdir.

AgNO_3 , CuSO_4 va Na_2SO_4 eritmaları orqali kulon elektr o'tkazilganda katodda 1,118 mg qonuni, 0,3293 mg mis va 0,010446 mg vodorod ajralib chiqadi. Kimyoviy ekvivalentning elektrkimyoviy ekvivalentga nisbati o'zgarimas kattalik bo'lib, eritma $16487 \pm 1,6 \frac{K}{g \cdot ekv}$

(yaxlitlanganda 96500) ga teng va bu Faradey soni deyiladi.

Shunday qilib, elektroliz usuli bilan eritmadagi gramm-ekvivalent modda ajratib olish yoki uni o'zgartirish uchun bir Faradey elektr sarflash kerak. Zanjir orqali o'tgan elektr miqdorini aniq o'lchash usuli Faradey qonuniga aoslangan. Bunda o'lchashlar uchun kumushli, misli va boshqa kalorimetrler ishlatiladi. Bu asboblarda elektroliz mahsulotlarining miqdori ma'lum bo'lgach sarflangan elektr miqdori oson topiladi.

Faradey qonunlari. Elektroliz jarayonida elektrodalarda ajralib chiqqan moddalarning miqdori bilan sarf bo'lgan elektr toki miqdori orasidagi bog'lanish M. Faradey qonunlarida o'z aksini topgan.

Faradeyning 1-qonuni. Elektroliz davomida elektrodalarda ajralib chiqqan moddalar (yoki elektrod erishi natijasida hosil bo'lgan modalar) massasi elektrolit eritmasi orqali o'tgan elektr tokining miqdoriga to'g'ri proporsional bo'ladi.

$$M = K \cdot Q$$

m – ajralib chiqqan modda massasi;

Q – tok miqdori;

K – elektr kimyoviy ekvivalent.

Faradeyning 2-qonuni. Agar turli xil elektrolitlar eritmaları orqal bir xil miqdorda elektr toki o'tkazilsa elektrodalarda ajralib chiqadigan moddalarning massa miqdori o'sha moddalarning kimyoviy ekvivalentiga to'g'ri proporsional bo'ladi.

Har qanday moddalarning ekvivalent miqdorini hosil qilish uchun bir xil miqdordagi elektr toki miqdorini sarf qilish kerak. Bu miqdor tokni Faradey soni (F) deb ataladi. Faradey soni F elektron zaryadning Avagadro soniga ko'paytmasiga teng.

$$F = N_A \cdot \bar{e} = 6,02 \cdot 10^{23} \cdot 1,6022 \cdot 10^{-19} \text{ Kl} = 96485 \text{ Kl}$$

Har qanday moddaning bir ekvivalent miqdorini olish uchun eritma yoki suyuqlanma orqali 96485 Kl miqdorda elektr tokini o'tkazish kerak.

Nazorat savollari:

1. Elektrolit eritmaları deb qanday eritmalar ga aytiladi?
2. Elektroliz jarayonining asosiy mohiyati nimada?
3. Elektroliz jarayonida uchraydigan qonuniyatlarni qaysi olim birinchi bo'lib kuzatgan?

2.4. GALVANIK ELEMENTLARNING TERMODINAMIKASI

Oksidlanish potentsiali haqida tushuncha. Har bir element yoki ionning oksidlovchilik va qaytaruvchilik xususiyatining miqdoriy tavsifnomasi sifatida oksidlanish potentsiali qiymati xizmat qiladi. Oksidlanish potentsiali (o.p.) tushunchasini quyidagi misol bilan tushunib olaylik.

Rux metali bo'lakchasini (xohlagan biror metall bo'lakchasi ham xuddi shunday xossaga ega) uning tuzi (ZnSO_4) eritmasiga tushirilsa, rux elektrodi hosil bo'ladi va elektrod da metallning sirti bilan eritma sirti chegarasida elektrkimyoviy reaksiya boradi. Bu reaksiya natijasida Zn – plastinkasi tarkibidagi rux atomlari ikkitadan elektron chiqarib oksidlana boshlaydi:



Elektronlar metall plastinkasida qoladi, eritmaga Zn^{2+} ionlari o'tadi. Natijada eritma bilan metall plastinka sirtida qo'sh elektr (metall manfiy va eritma musbat) zaryadli qavat hosil bo'ladi.

Hosil bo'lgan qo'sh elektr qavatda zaryadlarning bir nuqtadan ikkinchi nuqtaga ko'chishi ro'y beradi.

Eritma bilan metall plastinkasi sirt chegaralarida zaryadning (yoki elektronlarning) bir nuqtadan ikkinchi nuqtaga ko'chishi tufayli bajarilgan ish – shu metall (ion)ning **oksidlanish potentsiali** deyiladi. Har qanday element (ion)ning oksidlanish potentsiali $E_{oksid/qayt}$ holida belgilanadi va “volt – v”, “millivolt – mv” birliklarda o'lchanadi.

Har bir elektrod potentsialining qiymati elementning yoki eritmadagi ionning tabiatiga, miqdori (konsentratsiyasi) va haroratiga bog'liq. Bu bog'lanishni **Nernst tenglamasi** orqali ifodalash mumkin:

$$E = E_{oksid/qayt}^0 + \frac{2,3RT}{nF} \lg \frac{[oksid]}{[qayt]}$$

Bu yerda: E – oksidlanish potentsiali, v;

$E_{oksid/qayt}^0$ – standart oksidlanish potentsiali, v;

R – universal gaz doimiysi 8,314 J/(mol·K);

T – mutlaq harorat (standart sharoit uchun), T=298 K (t=25 °C);

n – berilgan yoki qabul qilingan elektronlar soni;

F – Faradey soni, 96500 Kl;

[oksid] – moddaning oksidlangan shakli konsentratsiyasi, mol/l;

[qayt] – moddaning qaytarilgan shakli konsentratsiyasi, mol/l.

Agar R, T, F larning son qiymatlarini o'rniga qo'ysak, **Nernst** formulasi quyidagi ko'rinishga keladi:

$$E = E_{oksid/qayt}^0 + \frac{0,059}{n} \lg \frac{[oksid]}{[qayt]}$$

Metall elektrodlarida qaytarilgan shakl metalli atomiga to'g'ri kelgani uchun tenglamadagi [qayt]=[Me^o]=1 mol/l gat eng, deb qabul qilinadi va u holda Nernst tenglamasi quyidagi ko'rinishda yoziladi:

$$E = E_{Me^{n+}/Me}^0 + \frac{2,3RT}{nF} \lg [Me^{n+}]$$

Agar 1-jadvalda keltirilgan metallarning E^o qiymatlarini manfiy ishorali qiymatidan boshlab o'sib borishi tartibida joylashtirib chiqilsa, metallarning oksidlanish potentsiali qatori – metallarning kuchlanishlar qatori hosil bo'ladi.

Kimyoviy galvanik elementlar. Kimyoviy galvanik elementlarda elektr yurituvchi kuch (elektr energiyasi) kimyoviy reaksiya energiyasi hisobiga hosil bo'ladi. Bu xil elementlarga Daniel Yakobi elementi misol bo'la oladi.

Daniel Yakobi elementi mis va rux elektrodlaridan tuziladi. Mis elektrod Cu²⁺ ioni bor eritmaga (masalan, CuSO₄ eritmaga), rux elektrod

esa Zn^{2+} ioni bor eritma (masalan, $ZnSO_4$ eritmasi) tushuniladi. Eritmalar chegarasida hosil bo'ladigan diffuzion potentsiallarni yo'qotish uchun ular orasiga kaliy yodid (KI) eritmasidan iborat "ko'prik" qo'yiladi.

Metallarning elektrkimyoviy kuchlanishlar qatori yoki standart elektrod potentsiallar qatori (Beketov qatori)

1-jadval

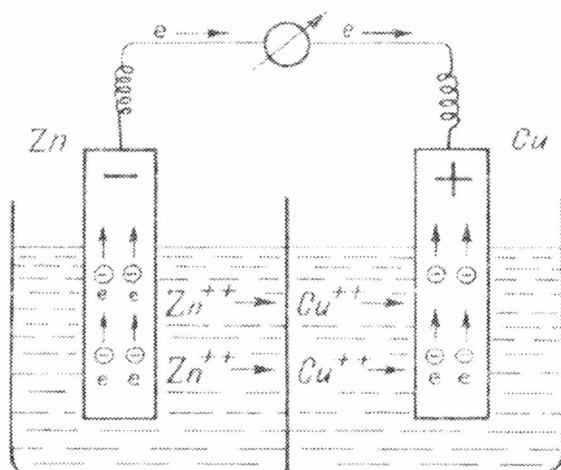
Metall	E°, V	Metall	E°, V	Metall	E°, V	Metall	E°, V
Li^+ / Li	-3,045	La^{3+} / La	-2,522	Ga^{3+} / Ga	-0,560	Re^{III} / Re	+0,300
Rb^+ / Rb	-2,925	Y^{3+} / Y	-2,372	Fe^{2+} / Fe	-0,441	Bi^{III} / Bi	+0,317
K^+ / K	-2,924	Mg^{2+} / Mg	-2,370	Cd^{2+} / Cd	-0,404	Cu^{2+} / Cu	+0,338
Cs^+ / Cs	-2,923	Sc^{3+} / Sc	-2,077	In^{3+} / In	-0,338	Hg_2^{2+} / Hg	+0,796
Ra^{2+} / Ra	-2,916	Be^{2+} / Be	-1,847	Co^{2+} / Co	-0,277	Ag^+ / Ag	+0,799
Ba^{2+} / Ba	-2,905	Al^{3+} / Al	-1,700	Ni^{2+} / Ni	-0,234	Rh^{3+} / Rh	+0,800
Sr^{2+} / Sr	-2,888	Ti^{3+} / Ti	-1,208	Sn^{2+} / Sn	-0,141	Pd^{2+} / Pd	+0,915
Ca^{2+} / Ca	-2,864	Mn^{2+} / Mn	-1,192	Pb^{2+} / Pb	-0,126	Pt^{II} / Pt	+0,963
Na^+ / Na	-2,771	Cr^{2+} / Cr	-0,852	H^+ / H_2	\pm 0,000	Au^+ / Au	+1,691
Ac^{3+} / Ac	-2,600	Zn^{2+} / Zn	-0,763	Sb^{III} / Sb	+0,240		

Yuqorida qayd etilib o'tilganidek, mis elektrod mis kuporosi eritmasiga tushirilganda, mis bilan mis kuporosi eritmasi chegarasida potensial hosil bo'ladi. Xuddi shuningdek rux bilan rux kuporosi

eritmasi chegarasida ham potensial hosil bo'ladi. Agar elektrodlar bir-biri bilan tutashtirilmasa, elektrodlarda muvozanat holatdagi potentsiallar hosil bo'lishi bilan jarayon nihoyasiga yetadi.

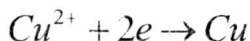
Agar elektrodlar elektr oqimini o'tkazuvchi material (masalan, mis sim) bilan tutashtirilsa va bu ishga elektrning mavjudligini bildiruvchi biror asbob (masalan galvanometr) ulansa, bu asbob sim orqali elektr oqimi o'tayotganligini ko'rsatadi. Elektrodlar sim orqali tutashtirilganda quyidagi o'zgarishlar yuz beradi. Elektrodda hosil bo'lgan potentsiallar qiymatining har xil bo'lganligidan, ular baravarlashishga intiladi.

Rux elektrodning potentsiali mis elektrodning potentsialiga nisbatan manfiyroq. Bu potentsiallar baravarlashishi uchun rux elektrodning potentsiali manfiylashishi kerak. Natijada elektronlar rux elektrodidan mis elektrodiga sim orqali o'ta boshlaydi. Shunday qilib, elektrodlar tutashtirilgan simda elektronlar tutamining oqimi, ya'ni elektr oqimi paydo bo'ladi.



7-rasm. Daniel Yakobining galvanik elementi

Elektronlarning rux elektrodan mis elektrodga o'tishi natijasida elektrodlarda elektr qo'sh qavatining muvozanati bo'ladi. Natijada mis elektrod manfiylashadi. Rux elektrod esa musbatlashadi. O'z navbatida elektrodlarda buzilgan muvozanatni tiklash uchun yangi Cu²⁺ ionlar eritmadan mis elektrodga o'tirib, kelayotgan elektronlarni neytrallaydi.



Ya'ni mis cho'kadi, rux elektrodda esa aksincha bo'ladi. Elektroddan eritmaga ketayotgan elektronlarning o'rnini qoplash uchun yangi Zn^{2+} ionlari eritmaga o'tib, elektrodda yangi elektronlarni qoldiradi:

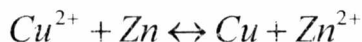
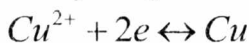


Shunday qilib, element ishlagan vaqtda mis elektrodda qaytarilish, rux elektrodda esa oksidlanish jarayoni boradi, ya'ni rux elektrkimyoviy eriydi. Moddalarning erituvchiga ion holatiga o'tib erishiga elektrkimyoviy erish deyiladi. Masalan, AgCl suvda AgCl holida emas, balki Ag^+ va Cl^- ion holida eriydi. Elektrodda rux metali holida emas, balki rux ioni Zn^{2+} o'tgan holda eriydi. Har qanday galvanik elementning bir elektrodida oksidlanish, ikkinchi elektrodida qaytarilish jarayoni boradi. Qaytarilish jarayoni borgan elektrod musbat qutb (+), oksidlanish jarayoni borgan elektrod esa manfiy qutb (-) ishorasi bilan belgilanadi.

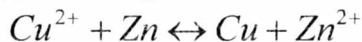
Agar galvanik element faqat elektr musbat elektrodlardan tuzilgan bo'lsa, elektr musbatligi kuchliroq elektrod musbat, elektr musbatligi kuchsizroq elektrod esa manfiy qutbli bo'ladi.

Demak, kuchlanishlar qatorida yuqorida turgan metall manfiy va pastda turgan metall musbat qutbli bo'ladi. Masalan, Zn va Ni elektroddan tuzilgan galvanik elementda Ni musbat Zn manfiy qutbli bo'ladi.

Agar musbat va manfiy elektrodlarda borayotgan kimyoviy jarayonlarning tenglamalari bir-biriga qo'shilsa, galvanik elementda sodir bo'layotgan kimyoviy reaksiya tenglamasi hosil bo'ladi:



Demak, Daniel Yakobi elementida elektr yurituvchi kuch (EYUK) quyidagi reaksiya energiyasi hisobiga hosil bo'ladi.



Bu ionli reaksiya quyidagi molekulyar reaksiyaga muvofiq keladi:



Shunday qilib, hamma oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari ma'lum sharoitda o'tkazilganda (galvanik elementda) elektr oqimi hosil bo'ladi.

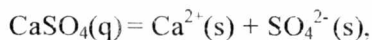
Nazorat savollari:

1. Oksidlanish potentsiali deganda nimani tushunasiz?
2. Misning standart elektrod potentsiali nechaga teng?
3. Galvanik element tushunchasini qanday izohlaysiz?

2.5. ELEKTROLITLAR FAOLLIGI

Eruvchanlik ko'paytmasi. Qiyin eriydigan moddalarning ($CaSO_4$, $AgCl$, $BaSO_4$ va boshqalar) to'yingan eritmasida cho'kma bilan erigan modda ionlari o'rtasida muvozanat qaror topadi. Masalan, $25^\circ C$ da $CaSO_4$ eritmasida:

$$K = \frac{[Ca^{2+}] \cdot [SO_4^{2-}]}{CaSO_4}$$



Kasrning maxrajidagi $K[CaSO_4] = K_1$ o'zgarmas qiymatga uning eruvchanlik ko'paytmasi (EK) deyiladi.

Ayni haroratda qiyin eriydigan moddalarning to'yingan eritmasida ionlar konsentratsiyalari ko'paytmasi o'zgarmas son bo'lib, shu moddaning eruvchanlik ko'paytmasi deyiladi.

EK — haroratga bog'liq bo'lgan kattalik:

$$EK = [Ca^{2+}] \cdot [SO_4^{2-}] = 2,25 \cdot 10^{-4}.$$

Juda ko'p moddalar uchun **EK** qiymati berilgan va u moddalarning eruvchanligini hisoblashlarda ishlatiladi. Quyidagi jadvalga ko'ra eng yomon eriydigan birikma HgS deyish mumkin.

$25^\circ C$ da ba'zi qiyin eruvchan tuzlarning eruvchanlik ko'paytmasi

2-jadval

Birikmalar	Eruvchanlik ko'paytmasi	Birikmalar	Eruvchanlik ko'paytmasi
$CaSO_4$	$2,25 \cdot 10^{-4}$	$Zn(OH)_2$	$1 \cdot 10^{-17}$
$CaCO_3$	$5 \cdot 10^{-9}$	FeS	$5 \cdot 10^{-18}$
$BaSO_4$	$1,1 \cdot 10^{-10}$	$Cu(OH)_2$	$2,2 \cdot 10^{-20}$
$AgCl$	$1,8 \cdot 10^{-10}$	ZnS	$1 \cdot 10^{-23}$

MnS	$2,5 \cdot 10^{-10}$	CuS	$6 \cdot 10^{-36}$
AgBr	$6 \cdot 10^{-13}$	Cu ₂ S	$1 \cdot 10^{-48}$
AgI	$1 \cdot 10^{-16}$	HgS	$1 \cdot 10^{-52}$

Ionli reaksiyalar va ionlar muvozanatining siljishi. Barcha elektrolitlar ishtirokida amalga oshadigan reaksiyalar ionlar orasida sodir bo'radi. Bunday reaksiyalar ionli reaksiyalardir. Ion almashinish reaksiyalariga quyidagilar kiradi:

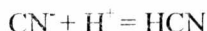
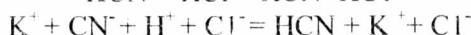
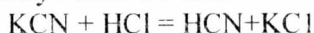
Neytrallanish reaksiyalari. Kislota va asoslarning o'zaro ta'siri tufayli tuz va suv hosil bo'lish reaksiyasidir:

$2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ (reaksiyaning molekular tenglamasi)

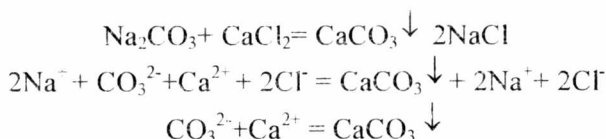
$2\text{Na}^+ + 2\text{OH}^- + 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} = 2\text{Na}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$ (to'liq ionli tenglama)

$\text{OH}^- + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{O}$ (qisqartirilgan ionli tenglama)

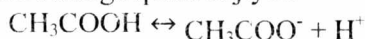
Reaksiya paytida kuchsiz elektrolitlarning hosil bo'lishi ham ion almashinuv reaksiyalari tufayli sodir bo'radi:



Reaksiya davomida yomon eriydigan moddalar hosil bo'lishi yuz bersa:



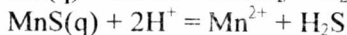
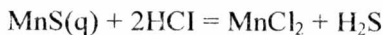
Ionlar orasidagi reaksiyalar doimo muvozanatda bo'radi. Agar sirka kislota eritmasiga natriy atsetat qo'shilsa muvozanat chapga, ya'ni molekularlar hosil bo'lishi tarafiga qarab siljiydi:



Eritmaga kuchsiz elektroliti bilan bir xil ionga ega bo'lgan elektrolit qo'shilsa, muvozanat kuchsiz elektrolitning dissotsiyalanish darajasi kamayish tarafiga qarab suriladi. Agar sirka kislota eritmasiga biror kuchli kislota, masalan, HCl qo'shilsa, muvozanat ionlar konsentratsiyasini kamayishi (chapga) tarafiga qarab siljiydi.

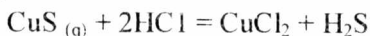
Ionlar konsentratsiyasi ortishi uchun bu eritmaga ishqor qo'shish kerak bo'ladi.

Kam eriydigan tuz $MnS(q)$ xlorid kislotada eritilsa, erish jarayoni oson sodir bo'ladi:



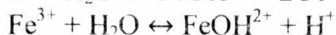
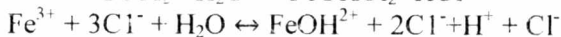
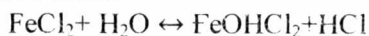
Eruvchanlik ko'paytmasiga ko'ra $E_{K_{MnS}} = 2,5 \cdot 10^{-10}$ ga teng. $K_{H_2S} = 6 \cdot 10^{-22}$. Shuning uchun muvozanat o'ngga surilgan.

Shunday muvozanat mis sulfidi va xlorid kislotada eritmasi orasida sodir bo'lishi kuzatilsa:



$E_{K_{CuS}} = 6 \cdot 10^{-36}$; bu qiymat H_2S ning dissotsiyalanish konstantasidan ancha kichik, shuning uchun muvozanat bu jarayonda chapga siljigan. Mis sulfidi xlorid kislotasida erimaydi.

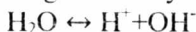
Ba'zan gidroliz reaksiyalaridagi muvozanatning siljishiga ham ionlarning qo'shilishi ta'sir etadi:



Muvozanatni o'ngga siljitish uchun suyultirish yoki FT ionlarini bog'lash, ya'ni ishqor qo'shish kerak. Muvozanatning chapga surilishi uchun esa eritmadagi H^+ ionlarini ko'paytirish talab etiladi.

Neytrallanish reaksiyalari laboratoriyalarda oshqozon shirasi kislotaligini aniqlashda, xlorid, sulfat, borat kislotada kabi anorganik kislotalarni, sirka, benzoil, limon, salitsilga o'xshash organik kislotalarining miqdoriy aniqlash uchun ishlatiladi.

Suvning ion ko'paytmasi. Suv ham kuchsiz elektrolitlarga kiradi. Suv molekulasida oz bo'lsada ionlarga dissotsiyalanadi:



Suv uchun dissotsiyalanish konstantasining qiymati yozilsa:

$$K_D \frac{[H^+] \cdot [OH^-]}{[H_2O]} = 1,8 \cdot 10^{-16} \quad (20^0 C)$$

Agar shu qiymat asosida $[H^+] \cdot [OH^-]$ ko'paytma topilsa, u suvning ion ko'paytmasi deyiladi.

$$K_w = [H^+] \cdot [OH^-] = K_D [H_2O] = 1,8 \cdot 10^{-16} \cdot \frac{1000}{18} = 1 \cdot 10^{-14}$$

— suvning ion ko'paytmasi; $K_d = 1,8 \cdot 10^{-16}$

Agar eritmada vodorod va gidroksil ionlari konsentratsiyasi teng $[H^+] = [OH^-]$ bo'lsa, muhit neytral hisoblanadi. Bunda $[H^+] = [OH^-] = 10^{-7}$ mol/l ga teng bo'ladi.

Agar muhit kislotali bo'lsa, vodorod ionlari konsentratsiyasi gidroksil ionlari konsentratsiyasidan katta bo'lib, $[H^+] > 10^{-7}$ bo'ladi.

Agar muhit ishqoriy bo'lsa, vodorod ionlari konsentratsiyasi gidroksil ionlari konsentratsiyasidan kichik bo'lib, $[H^+] < 10^{-7}$ bo'ladi.

Lekin vodorod ionlari konsentratsiyasi orqali hisoblashlarda juda kichik sonlar ishlatilgani uchun bunday hisoblar anchagina qiyinchiliklar yuzaga keltiradi. Hisoblashlarni osonlashtirish uchun vodorod ko'rsatkich yoki pH qabul qilingan.

Vodorod ko'rsatkich yoki pH deb, vodorod ionlari konsentratsiyasining teskari ishora bilan olingan o'nli logarifmi tushuniladi:

$$pH = -\lg[H^+],$$

$$\text{Shunga o'xshash } pOH = -\lg[OH^-].$$

Toza suvning pH qiymati $pH = -\lg[10^{-7}] = -(-7) \lg 10 = 7$ ga teng. Hisoblashlarga ko'ra kislotali muhit uchun pH qiymati 0 dan 7 gacha o'zgaradi.

Ishqoriy muhitda esa pH qiymati 7 dan 14 gacha bo'lgan soni aniq qabul qiladi.

$[H^+] \cdot [OH^-] = 10^{-14}$ qiymat logarifmlansa, unda $pH + pOH = 14$ ga teng.

Oxirgi tenglama pH ma'lum bo'lsa, pOH ni yoki teskarisini topishga imkon beradi

Kislota va asoslar to'g'risidagi zamonaviy tasavvurlar. Arrenius nazariyasiga ko'ra kislotalar dissotsiyalanganda H^+ kationi hosil qiladigan moddalardir. Asoslar dissotsiyalanganda OH^- anioni hosil bo'ladi. Sharoitga qarab ham H^+ va ham OH^- anioni hosil qiladigan moddalar amfoter elektrolitlar deyiladi.

Lekin bunday qarashlar anchagina kamchiliklarga ega bo'lib, ulardan eng muhimlari:

— dissotsiyalanish sababini va bunda erituvchining o'rni hisobga olinmagan;

— kislota va asoslarning ta'rifi ham juda to'g'ri emas. Shunday organik moddalar borki (sulfadimezin) ular vodorod ionini ajratmaydi, lekin kislota xossalriga ega;

— ayni paytda trimetilamin, geksametilentetramin, amidopirin kabi birikmalar gidroksil guruhiga ega emas, lekin asos xossalarini namoyon etadi;

— bu nazariyani suvsiz elektrolitlar hamda kuchli elektrolitlarga qoʻllab boʻlmaydi.

Faollik, faollik koeffitsiyenti. Eritmaning ion kuchi. Kuchli elektrolitlar. Kuchli elektrolitlar eritmalarida ionlar konsentratsiyasi yuqoriligi sababli eritmadagi elektrostatik ta'sir ancha kuchli hisoblanadi. Kuchli elektrolitlar nazariyasi P. Debay va E. Xyukkel tomonidan ishlab chiqilgan boʻlib, ionlar orasidagi elektrostatik ta'sirning eritma xossalariga ta'sirini tushuntiradi.

Bu nazariya asosida har bir ion atrofida qarama-qarshi zaryadli ion atmosferasi borligi asos qilib olingan. Ion atmosferasining hosil boʻlishi, bir xil zaryadlangan ionlarning bir-biridan qochishi va har xil zaryadli ionlarning oʻzaro tortilishiga asoslangan. Ana shu hodisa tufayli har bir ion qarama-qarshi zaryadli ionlar bilan oʻralgan. Ion atmosferasining zichligi markaziy ionda eng yuqori boʻlib undan uzoqlashgan sari kamayadi. Ion atmosferasining zichligi va oʻlchami elektrolit eritmasining termodinamik xossalariga bogʻliq.

Odatda, kuchsiz kislota va asoslarning dissotsiyalanish konstantasi oʻzgarmas haroratda doimiy qiymatga ega. Lekin elektrolit konsentratsiyasi oshganda ($C > 0,2$ mol/l) eritmadagi ionlar soni ortib, ularning oʻzaro va erituvchi molekulari bilan ta'siri kuchyadi, bu esa elektrolit dissotsiyalanish konstantasini oʻzgarishiga olib keladi.

Konsentratsiya va ion kuchi oʻzgarishi bilan dissotsiyalanish konstantasidagi oʻzgarishlarni tavsiflaydigan kattalik faollik deyiladi.

1907-yil amerikalik olim Lyuis konsentratsiyani toʻlaroq ifodalash uchun faollik tushunchasini kiritdi. Faollik shunday kattalik boʻlib, uni massalar ta'sir qonuni ifodasiga qoʻyilsa bu tenglama har qanday konsentratsiyada oʻrinli boʻlib qoladi. Demak, faollik haqiqiy konsentratsiyadir. Faollik quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$a = \gamma \cdot C.$$

Bunda: a -erigan moddaning faolligi, mol/l, C - erigan moddaning konsentratsiyasi, γ -faollikning molar koeffitsiyenti (u oʻlchamsiz kattalik).

Agar molal konsentratsiya olinsa, faollik koeffitsiyenti molyar faollik koeffitsiyenti deyiladi.

Agar konsentratsiya o'rniga faollik qo'yilsa dissotsiyalanish konstantasi konsentratsiyaga bog'liq bo'lmay qoladi. Masalan, HA kislotasi uchun dissotsiyalanish konstantasini faollik bilan bog'lash mumkin:

$$K_a = \frac{a_{H^+} \cdot a_{A^-}}{a_{HA}} = \frac{[H^+] \cdot [A^-] \cdot \gamma_{\pm}}{[HA] \cdot \gamma_{HA}}$$

K_a — termodinamik dissotsiyalanish konstantasi deyiladi. Bu qiymat eritmadagi ion kuchiga bog'liq emas.

Suyultirilgan eitmalarda faollik koeffitsiyenti birga teng, faollik va molyarlik o'zaro teng bo'ladi. Demak, faollik ideal eritmalarining real eritmalaridan farqini baholashda qo'llanilishi mumkin. Faollik koeffitsiyenti eritmaning ion kuchiga bog'liq bo'lib, elektrolit tabiatiga bog'liq emas. Turli zaryadli ionlarning kuchi 2-jadvalda keltirilgan.

Eritmaning ion kuchi — elektrolit eritmasidagi ionlarning elektrostatik ta'sirini tavsiflab beradigan kattalikdir. Ion kuchi qiymati barcha ionlar konsentratsiyasi va zaryadi ko'paytmasining yig'indisini yarmiga teng:

$$I = \frac{(C_1 Z_1^2 + C_2 Z_2^2 + C_3 Z_3^2 + \dots)}{2}$$

Bunda C_1 , C_2 , C_3 eritmadagi har xil ionlarning molyar konsentratsiyalari;

Z_1 , Z_2 , Z_3 — ionlarning zaryadlari.

Kuchsiz elektrolitlar ion kuchuni _oppish uchun uning konsentratsiyasi dissotsiyalanish darajasiga ko'paytiriladi. Dissotsiyalanmagan molekullarning ion kuchi nolga teng.

Eritmalardagi turlicha zaryadlangan ionlarning faollik koeffitsiyentlarining qiymati

3-jadval

Eritmaning ion kuchi	Ionlarning faollik koeffitsiyenti		
	Bir zaryadli	Ikki zaryadli	Uch zaryadli
0	1,0	1,00	1,00
0,001	0,97	0,87	0,73
0,002	0,95	0,82	0,64
0,005	0,93	0,74	0,51
0,01	0,90	0,66	0,39

0,05	0,81	0,44	0,15
0,10	0,76	0,33	0,08

Nazorat savollari:

1. Eruvchanlik ko'paytmasi deganda nimani tushunasiz?
2. Suvning ion ko'paytmasi nechaga teng?
3. Eritmaning ion kuchi qanday aniqlanadi?

2.6. BOLSMANNING TAQSIMLANISH QONUNI

Issiqlik almashuvi va sistema holatini o'zgartirish usullari. Bir jinsdan boshqa jinsga ish bajarmasdan energiya uzatish jarayoni issiqlik almashinuv yoki issiqlik uzatish deyiladi. Issiqlik almashinuv issiqlik o'tkazuvchanlik, konveksiya va nurlanish yo'li bilan sodir bo'ladi. Jism qizdirilganda uning zarrachalarining issiqlik harakati kuchayadi va uning harorati ko'tariladi. Natijada qo'shni zarrachalarga uzatiladi va ularni harakat tezligi ortadi ya'ni jismning galdagi qismining haroratsi ko'tariladi. Demak issilik uzatiladi. Turli moddalarning issiqlik o'tkazuvchanilgi turlicha bo'ladi.

Konveksiya. Konveksiya vaqtida issiqlini gaz yoki suyuqlik oqimining ozi ko'chiradi. Suyuqlik va gazlarning issiqlik manbaiga yaqin bo'lgan qatlami tez isib kengayadi, uning zichligi kamayadi, natijada yuqoriga qalqib chiqib boshlaydi. Uning o'tniga yuqori sovuqroq qatlami egallaydi bu jarayonda issiqlik, suyuqli yoki gaz molekularining yuqori haroratli qatlamlardan harorati pastroq qatlamlarga birdaniga siljishi bilan uzatiladi. Bu hodisaga konveksiya deyiladi. Konveksiya bo'lmaganda plita ustiga qo'yilgan idishdagi sav juda sekinlik bilan isigan bo'lar edi.

Nurlanish. Qizigan hamma jismlar issiqlikni boshqa jismlarga nurlanish – nur siochish yo'li bilan uzatadi. Issiqlikni nurlar orqali uzatish issiqlik uzatishning boshqa turlaridan shu bilan farq qiladiki, hech qanday moddaning molekulasi bo'lmagan mutlaq va qumda ham issiqlik uzataveradi.

Issilik almashinuvida suyuqlik yoki gaz (bug') ish bajaruvchi jism jism hisoblanadi. Issiqlik almashuv nazariyasi energiya uzatish haqidagi ma'lumotning bir qismi bo'lib, termodinamika bilan birga issiqlik texnikasining nazariy asosini tashkil qiladi. Bug' qozonlarida, bug' va gaz quvurlarida, pechlarda issiqlik almashinuv hodisasi ro'y beradi.

Tabiatda uzluksiz issiqlik almashinuv bo'lib turadi. Masalan, havoning yerga yaqin turgan qatlami va tuproqning yuqori qatlamida harorat muttasil o'zgarib turadi. Kunduzi tuproq quyoshdan issiqlikni ko'p yutib isiydi, kechasi esa aksincha soviydi. Tuproqning isishi va sovishi o'simliklarning rivojlanishiga katta ta'sir ko'rsatadi. Haydalgan qora tuproq quyosh nurlari ta'sirida ko'proq isiydi, ammo u ustda o'simlik o'sib yotgan yer tuproqqa qaraganda tezroq soviydi ham.

Tuproq va havo orasida issiqlik almashuviga ob-havo ham ta'sir qiladi. Ochiq bulutsiz tunda tuproq qattiq soviydi. Tuproqdagi issiqlik nurlanish tarzida to'xtovsiz tarqaladi. Erta bahorda bunday kechalari tuproqning sirti muzlashi mumkin. Agar havo bulut bo'lsa, bulut yerni qoplab olib, tuproqni nurlanish yo'li bilan issiqlik yo'qotishdan saqlovchi o'ziga xos parda vazifasini o'taydi.

Issiqxonalar tuproqni va tuproq ustidagi havoning haroratini ko'tarish vositalarini biri bo'lib, quyosh nurlaridan to'laroq foydalanishga imkon beradi.

Quyoshning ko'rinadigan nurlarini shisha yaxshi o'tkazadi, bu nurlar qorantir tuproqqa tushgach uni qizdiradi. Ammo shish yer ustidagi havoni sovitmay turadi, chunki u yer sirtidan tarqaluvchi ko'rinmas issiqlik nurlarini yomon o'tkazadi.

Shunday qilib, issiqxonalar oynasi issiqlikni tutib qoladi. Issiqxona ichidagi harorat usti ochiq yerdagi haroratdan taxminan 10°C daraja yuqori bo'ladi.

Issiqlik texnikasi issiqlik almashinuvining nazariy va amaliy masalalarini o'rganadi. Issiqlik almashuv issiqlik oqimi miqdori Q ga jismlar sirti S ga issiqlik almashuv koeffitsiyenti α va haroratlar farqi $t_2 - t_1$; $t_2 < t_1$ ga bog'liq bo'lib, u quyidagicha ifodalanadi:

$$Q = \alpha S (t_2 - t_1)$$

Bu Nyuton-Puxman formulasi deyiladi.

Bunda $\alpha = \frac{Q}{S} \frac{1}{t_2 - t_1} \frac{Q}{S} = q$ ga teng deb olib, buni issiqlik

oqimi zichligi deyiladi, va u $\alpha = \frac{q}{t_2 - t_1}$ kabi yoziladi.

Haroratlar farqi $t_2 - t_1 = 1$ bo'lganda issiqlik almashuv koeffitsiyenti issiqlik oqimi zichligiga teng bo'ladi. Issiqlik almashuvda jismlar orasidagi chegarada sovuq jismning sekin harakatlanadigan molekulalari bilan issiq jismning tezroq harakatlanadigan molekulalari o'zaro ta'sirlashadi. Natijada molekulalarning kinetik energiyalari tenglashadi. Sovuq jism molekulalarining tezligi ortadi, issiq jism molekulalarining tezligi kamayadi.

Issiqlik almashuvda energiya bir turdan boshqa turga aylanadi. Issiq jism ichki energiyasining bir qismi sovuq jismga uzatiladi.

Mutlaq harorat. O'tinlarni arralash jarayonida, nasos yordamida mashina shinasiga havo urilganda, sim, arra va nasos qiziganini sezamiz.

Jismlarni tez harakatga keltirganda, demak jismni hosil qilgan zarralarning harakati tufayli issiqlik hosil bo'ladi. Jismning issiqlik bilan undagi molekulalarning shunday o'zaro va chambarchas bo'g'langanki, jismdagi issiqlikning eng yuqori darajasiga nihoyatda kichik tezligi to'g'ri keladi va nihoyat harorat nol bo'lganda atom va molekulalar mutlaq harakatsiz holatda bo'lishlari kerak.

Gazlar, masalan, vodorod, geliy, kislorod isitilganda bir xil kengayar va harorat o'zgarganda o'zining bosimini bir xil o'zgartirar ekan. Hisoblashlar shuni ko'rsatar ekanki, vodorodning 0^0 C dagi

energetik kattaligi $3,76 \cdot 10^{-21}$ J ga teng. $\frac{PV}{N}$ nisbatning o'ng tomonini Q bilan belgilab, formulani quyidagicha yozib olamiz:

$$Q = \frac{PV}{N}$$

Energetik birliklar o'lanadigan Q harorat o'rniga gradus hisobiga o'lanadigan T haroratga to'g'ri proporsional deb hisoblaymiz:

$$Q = kT$$

bu yerda k — proporsionallik koeffitsiyenti, binobarin, (1) va (2) formulalardan

$$\frac{PV}{N} = kT$$

ekanligi kelib chiqadi.

Bolsman doimiysi. (2) formulada k koeffitsiyentini bir Kelvin Selsiy shkalasidagi bir gradusga teng bo'ladigan qilib aniqlaymiz. Bizga yuqoridam ma'lumki, 0°C dagi energetik holati $3,76 \cdot 10^{-21} \text{ J}$ va 100°C energetik holati $5,14 \cdot 10^{-21} \text{ J}$ ga teng ekan. Shunga asosan

$$\theta_{100} - \theta_0 = k(T_2 - T_1)K$$

yoki

$$\theta_{100} - \theta_0 = k100K = (5,14 - 3,76) \cdot 10^{-21} \text{ J}.$$

Shuning uchun,

$$k = \frac{5,14 \cdot 10^{-21} \text{ J} - 3,76 \cdot 10^{-21} \text{ J}}{100K} = 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}}$$

$$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}}$$

Bu yerda k koeffitsiyent — gazlarning mo'lekulyar kinetik nazariyasidan biri bo'lishi avstraliyalik ulug' fizik Bolsman sharafiga Bolsman doimiysi deb ataladi. Bolsman doimiysini bilgan holda mutlaq nolning Selsiy shkalasidagi qiymatini topish mumkin. Buning uchun absolyut haroratning 0°C da $kT_1 = 3,76 \cdot 10^{-23} \text{ J}$ bo'lganda

$$T_1 = \frac{3,76 \cdot 10^{-21} J}{1,3 \cdot 10^{-23} \frac{J}{K}} \approx 273 K$$

Mutlaq nol haroratining fizik mazmunini tushutirib berish.

Agar biz darsning boshlanishidagi fizik kattaliklarga murojaat qilsak,

$$\frac{PV}{N} = const = \frac{2}{3} \bar{E}$$

ya'ni harorat molekular harakatining kinetik energiyasi bilan bog'langan edi, bu bog'lanishni batafsilroq ko'rib chiqamiz.

$$\frac{PV}{N} = \frac{2}{3} \bar{E} \quad \frac{PV}{N} = kT$$

yoki

$$\frac{2}{3} \bar{E} = kT \quad \bar{E} = \frac{2}{3} kT$$

yoki

Xulosa: Matematik hisoblardan ko'rinib turibdiki, gaz molekulasini ilgarilanma harakatining o'rtacha kinetik energiyasi mutlaq haroratga proporsional ekan, bu munosabat jismlarning istalgan holatlari uchun o'rinlidir. Harorat mutlaqo nolga yaqinlashgan sari molekularning issiqlik harakatining energiyasi ham nolga yaqinlashgan sari molekularning issiqlik harakatining energiyasi ham nolga yaqinlashadi. Harorat mutlaq nolga yaqin haroratlarda atom va molekularning mexanik harakati Nyuton qonunlariga bo'ysunmay qo'yadi. Mexanik harakatlar yo'q bo'lib ketib, faqatgina kvant mexanik harakatlarga qoladi. Hozirgi vaqtda olimlar muloq nol haroratga erishish maqsadida katta ilmiy ishlar olib bormoqdalar, chunki absolut nolga yaqin haroratlarda jismlarning o'ta o'tkazuvchanlik o'ta oquvchanlik va shunga o'xshash xossalari namoyon bo'la boshlaydi, Qattiq jismlarni yuqorida ko'rsatib o'tilgan xossalari hozirgi zamon mexanika taraqqiyotida muhim rol o'ynaydi.

Jismlarning ichki energiyasining o'zgarishi. Jismning ichki energiyasi qandaydir o'zgarmaydigan kattalik emas, bir jismning o'zida ichki energiyasi o'zgarib turishi mumkin. Masalan, harorat ko'tarilganda jismning ichki energiyasi oshadi, shu jism molekularining

oʻrtacha kinetik energiyasi oshadi. Harorat pasayganda esa aksincha, jismning ichki energiyasi kamayadi.

Shuningdek jism bir agregat holatidan ikkinchisiga oʻtganda, deformatsiyalanganda, maydaroq boʻlaklarga parchalanganda uning ichki energiyasi oʻzgaradi, chunki bu hollarning barchasida zarralarning bir-biriga nisbatan joylashuvi oʻzgaradi, demak ularning potensial energiyasi ham oʻzgaradi.

Bu aytilganlarda kelib chiqadiki, jismning ichki energiyasi uning holatiga bogʻliq emas. Jism holati oʻzgarganda uning ichki energiyasi ham oʻzgaradi.

Endi qanday jarayonlar natijasida jismning ichki energiyasi oʻzgarishini koʻraylik.

Agar harakat qilayotgan jism ishqalanish kuchini yengib ish bajarsa, uning mexanik energiyasi kamayadi, shu bilan birga jismning holati ham oʻzgaradi. Ishqalanganda jismlar isiydi, mayda boʻlaklarga parchalanadi, hatto bir agregat holatdan ikkinchisiga ham oʻtish mumkin. Demak ish bajarish jarayonida jismning ichki energiyasi oʻzgaradi.

Jismlarning ichki energiyasini boshqa yoʻllar bilan ham oʻzgartirish mumkin. Gaz plitaqsi ustiga qoʻyilgan suv qaynaydi, uning ichki energiyasi oʻzgaradi. Uydagi mhavo va boshqa buyumlar pechkadan yoki bugʻ bilan isitish batareyasidan issiqlik olib isiydi, demak, ularning molekularining oʻrtacha kinetik energiyasi koʻpaygani uchun ichki energiyasi koʻpayadi.

Ammo bunda ish bajarilmaydi. Demak, ichki energiyaning oʻzgarishi faqat ish bajarilgandagina emas, balki turli issiqlik jarayonlarida ham roʻy berishi mumkin ekan.

Jism ichki energiyasining hech qanday ish bajarmasdan oʻzgarishi jarayoni issiqlik uzatish deb ataladi. Issiqlik uzatish jismlar bevosita bir-biriga tekkanda ham, bir-biridan maʼlum uzoqlikda boʻlganda ham roʻy beradi.

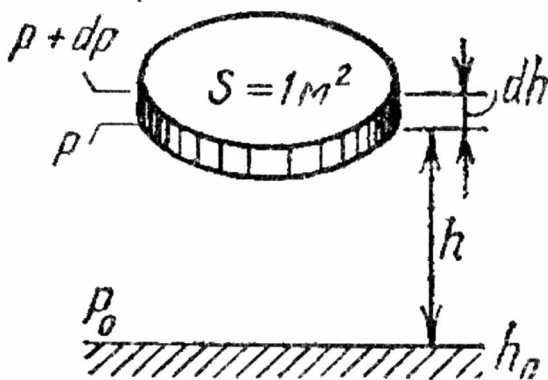
Demak, jismning ichki energiyasi oshsa, u atrofdan maʼlum bir miqdorda energiya olgan boʻladi, yoki aksincha ichki energiyaning kamayishi esa jism oʻz energiyasidan bir qismini berganligini koʻrsatadi.

Issiqlik deb ataladigan maxsus kattalik issiqlik uzatish jarayonida jismning olgan yoki bergan energiyasining oʻlchovi boʻladi.

Shunday qilib, jismning ichki energiyasini ikki usul bilan: mexanik ish bajarish yoki issiqlik uzatish usuli bilan o'zgartirish mumkin.

Ichki energiyaning mexanik energiyaga aylanishidek teskari jarayonni ham kuzatish mumkin. Agar broberka ichidagi suv uzatilsa suvning ichki energiyasi ortib boshlaydi. Suv qaynaydi, bug bosimi shu qadar ortib ketadiki, tiqin o'tilib chiqib, yuqoriga uchib ketadi. Tiqinning kinetik energiyasi bug'ning ichki energiyasi hisobiga ortadi. Suv bug'i kengayganda ish bajarib soviydi. Bunda bug'ning ichki energiyasi kamayadi.

Bolsman taqsimot qonuni. Ideal gaz molekulyar-kinetik nazariyasining asosiy tenglamasi va gazning holat tenglamasini keltirib chiqarishda hamda molekularning tezliklari bo'yicha taqsimlanishiga oid Maksvell qonunida gaz molekulariga tashqi kuchlar ta'sir qilmaydi va shular sababli molekular berilgan hajmda bir tekis taqsimlangan deb hisoblandi. Aslida atmosferamiz ostidagi gazning har bir molekulasini birinchidan Yerning tortish kuchi maydonida bo'lsa, ikkinchidan havo molekulari doimo issiqlik harakatida bo'ladi.



8-rasm. Atmosferamizdagi havo molekularining balandlik bo'yicha taqsimlanishi

Havo molekularining issiqlik harakati bo'lmaganda edi, barcha molekular yer sirtida to'planib 10 metr qalinlikdagi zich qatlamni hosil qilgan bo'lar edi. Shunday qilib, havo molekularining issiqlik harakati va Yer tortish kuchining bir vaqtning o'zida ta'siri tufayli yer

atrofida bizni doimo o'rab turgan atmosfera mavjud. Atmosferamizdagi havo molekulalarining balandlik bo'yicha taqsimlanishi shu ikki ta'sir kuchlarining natijasidir.

Yer sirtida balandlikni h_0 , bosimni p_0 va hajm birligidagi molekulalar sonini n_0 deb olaylik. h balandlikda R bosim ostida birlik hajmda n dona molekula mavjud deb hisoblaylik. h -balandlikda qalinligi dh va asosining yuzi $S=1 \text{ m}^2$ bo'lgan qatlamni ajrataylik. Gazni bir jinsli deb, uning haroratini esa o'zgarmas deb olaylik (6.5-rasm). Bu qatlamning quyi va yuqori asoslariga ta'sir etuvchi atmosfera bosimini R va $R + dR$ deb belgilaylik. Bu elementar hajmdagi molekulalar soni hajm birligidagi molekulalar sonining (n), uning hajmiga $dv = Sdh$ ko'paytmasi bilan ifodalanadi. Qatlamning umumiy og'irligi esa

$$dp = n \cdot Sdh \cdot m_M g$$

teng bo'ladi va quyidagi bosimni hosil qiladi

$$dP = \frac{dp}{S} = -\frac{n m_M g S dh}{S} = -n m_M g dh$$

Minus ishorasi h orta borishi bilan bosimni kamayayotganligini ko'rsatadi.

$$P = nkT$$

(7) ni (8) ga taqsimlasak

$$\frac{dP}{P} = -\frac{m_M g dh}{kT}$$

hosil qilamiz, uni g , T o'zgarmas deb hisoblab h_0 dan h gacha va R_0 dan R gacha integrallaylik

$$\int_{p_0}^p \frac{dp}{p} = -\frac{m_M g}{kT} \int_{h_0}^h dh$$

$$\ln p - \ln p_0 = -\frac{m_M g}{kT} (h - h_0)$$

tenglamani hosil qilamiz. Bu ifoda ustida potentsiallashni bajarsak:

$$\frac{P}{P_0} = e^{-\frac{m_M g}{kT} (h - h_0)}$$

yoki $h_0=0$ da

$$P = P_0 e^{-\frac{m_M g}{kT} h}$$

ifodaga erishamiz, $\kappa = \frac{R}{N_A}$, $m_m \cdot N_A = \mu$ ekanliklarini e'tiborga olsak formulani quyidagi ko'rinishda yozamiz:

$$P = P_0 e^{-\frac{\mu g h}{RT}}$$

Bu tenglama **barometrik formula** deb ataladi.

Nazorat savollari:

1. Issiqlik almashuvi deganda nimani tushunasiz?
2. Sistemaning ichki energiyasining oshishini qanday izohlaysiz?
3. Bolsmanni taqsimlanish qonuniyatining mohiyati nima?

Umumiy savollar

1. Eritmalar deb nimaga aytiladi?
2. Erigan moddaning massa ulushi deb nimaga aytiladi?
3. Molyar konsentratsiya deb nimaga aytiladi?
4. Eruvchanlik qanday tushuncha?
5. Ideal eritmalar deb nimaga aytiladi?
6. Eritmani tashkil qiluvchi komponentlar orasida qanday fizik-kimyoviy o'zgarishlar sodir bo'lib turadi?
7. Termodinamik faollik deganda nimani tushunasiz?
8. Elektrolit eritmaları deb qanday eritmalariga aytiladi?
9. Elektroliz jarayonining asosiy mohiyati nimada?
10. Elektroliz jarayonida uchraydigan qonuniyatlarni qaysi olim birinchi bo'lib kuzatgan?
11. Oksidlanish potentsiali deganda nimani tushunasiz?
12. Misning standart elektrod potentsiali nechaga teng?
13. Galvanik element tushunchasini qanday izohlaysiz?
14. Eruvchanlik ko'paytmasi deganda nimani tushunasiz?
15. Suvning ion ko'paytmasi nechaga teng?
16. Eritmaning ion kuchi qanday aniqlanadi?
17. Issiqlik almashuvi deganda nimani tushunasiz?
18. Sistemaning ichki energiyasining oshishini qanday izohlaysiz?
19. Bolsmanni taqsimlanish qonuniyatining mohiyati nima?

III BOB. GAZLAR ISSIQLIK SIG'IMLARI, GAZLARDA, SUYUQLIKLARDA VA QATTIQ JISMLARDA O'TKAZUVCHANLIGI

3.1. IDEAL GAZNING ISSIQLIK SIG'IMI. ISSIQLIK SIG'IMINING KVANT NAZARIYASI.

Molekulyar fizikada issiqlik miqdori. Issiqlik sig'imi. Issiqlikni ichki energiyaning sifat belgilarini anglatuvchi kattalik deyish mumkin, chunki issiqlik orqali berilgan moddaning harorati yuqori yoki past ekanligi to'g'risida ma'lumot olamiz. Issiqlikni kontakt yoki nurlanish tufayli uzatish mumkin. Birinchidan, haroratlar har xil bo'lgan moddalar o'zaro bir-biriga tekizilsa, ma'lum vaqtdan keyin har ikki moddaning haroratlari sekin-asta bir xil qiymatga o'zgarishini kuzatish mumkin. Ikkinchidan, Quyosh nurlari ta'sirida atrof-muhit isiydi.

Bir-biriga tekizish yoki nurlanish orqali bir sistemadan ikkinchi sistemaga berilgan yoki undan olingan energiya issiqlik miqdori deyiladi.

Issiqlik miqdori ham energiya birliklarida o'lchanadi. Issiqlik miqdori *joul*da o'lchanadi. Issiqlik miqdori ham, xuddi bajarilgan ish kabi, holat funksiyasidir. U faqat moddaning boshlang'ich va oxirgi holatlari bilan emas, balki modda holatlarining o'zgarishi amalga oshgan jarayon bilan ham aniqlanadi.

Moddaning *issiqlik sig'imi*, modda haroratini bir kelvinga oshirish uchun unga berilgan issiqlik miqdori bilan xarakterlanadi. Gazlarning issiqlik sig'imini o'rganishda solishtirma issiqlik sig'im va molyar issiqlik sig'im tushunchalaridan foydalanamiz.

a) 1 kg gaz haroratini $1K$ ga oshirish uchun kerak bo'lgan issiqlik miqdori bilan o'lchanadigan kattalikka *solishtirma issiqlik sig'imi* deb ataladi. Solishtirma issiqlik sig'imi kichik s harfi bilan belgilanadi va $J/kg K$ da o'lchanadi.

b) 1 mol gaz haroratini $1K$ ga oshirish uchun kerak bo'lgan issiqlik miqdori bilan o'lchanadigan kattalikka *molyar issiqlik sig'im* deb ataladi. Molyar issiqlik sig'im katta S harfi bilan belgilanadi va $J/mol K$ da o'lchanadi. Bu ikki issiqlik sig'imlar orasida quyidagicha bog'lanish bor. Molyar massa $\mu \text{ kg/mol}$ ekanligini eslasak

$$C = \mu c \text{ yoki } c = \frac{1}{\mu} C$$

munosabat hosil bo'ladi. Ixtiyoriy m massali gazning issiqlik sig'imi esa $mc = \frac{m}{\mu} C$ ga teng bo'ladi. **O'zgarmas hajmdagi ideal gazning molyar issiqlik sig'imi** deganda 1 mol ideal gaz haroratining 1 K ga o'zgarishiga mos keladigan ichki energiya o'zgarishi tushuniladi. Odatda, o'zgarmas hajmdagi gazning molyar issiqlik sig'imi S_V bilan belgilanadi

$$C_V = \frac{dU_M}{dT} = \frac{d}{dT} \left(\frac{i}{2} RT \right) = \frac{i}{2} R$$

Gazning o'zgarmas bosimda molyar issiqlik sig'imini

$$C_p = \frac{\delta Q}{dT} = \frac{dU_M}{dT} + \frac{\delta A}{dT}$$

yoki

$$C_p = C_V + \frac{pdV_M}{dt}$$

shaklda yozish mumkin. 1 mol gaz uchun yozilgan holat tenglamasi ($RV_m = RT$) ga differensiallash amalini qo'llab $RdV_m = RdT$ tenglikni hosil qilamiz. Uni

$$C_p = C_V + R = \frac{i+2}{2} R$$

nisbatini olsak va γ bilan belgilasak,

$$\gamma = \frac{C_p}{C_V} = \frac{i+2}{i}$$

hosil bo'ladi.

3.1.1. Issiqlik sig'imining kvant nazariyasi va uning chegaralanganligi.

Gaz molekulasining *erkinlik darajasi* deganda, shu gaz holatini to'la aniqlovchi va bir-biriga bog'liq bo'lmagan *koordinatalar soni* tushuniladi. Agar molekula bir to'g'ri chiziq bo'ylab harakatlanayotgan bo'lsa, uning vaziyati bitta koordinata bilan aniqlanadi, demak ($i=1$)

erkinlik darajalar soni birga teng. Molekula tekislikda harakatlanayotgan bo'lsa, uning holatini ikkita koordinata bilan aniqlash mumkin, demak $i=2$. Fazoda molekula vaziyati uchta koordinata bilan aniqlanadi, $i=3$ ga teng. Gaz ikki atomli bo'lgan holda molekulaning erkinlik darajasi ortadi ($i=5$). Molekulalar 3 va undan ortiq atomlardan iborat bo'lsa, $i=6$ bo'ladi. Umumiy erkinlik darajasi nechaga teng bo'lishidan qat'iy nazar, uning uchasi ilgarilama harakatga mos keladi.

Klassik nazariyaga asosan molekulaning to'la mexanik energiyasi erkinlik darajalari bo'yicha bir tekis taqsimlanadi va bitta

erkinlik darajasiga to'g'ri kelgan energiya $\frac{1}{2}kT$ ga teng. Molekulalari

bitta, ikkita va ko'p atomdan iborat bo'lgan ideal gazning o'zgarmas hajmdagi molyar issiqlik sig'imi (S_v) va o'zgarmas bosimdagi molyar issiqlik sig'imi (S_p) uchun quyidagi hisoblashlarni bajaraylik $i=3$ bir atomli gaz molekulasi uchun

$$C_v = \frac{i}{2}R = \frac{3}{2}R = \frac{3}{2} \cdot 8,31 \text{ J/mol K} = 12,47 \text{ J/mol K}$$

$$C_p = \frac{i+2}{2}R = \frac{5}{2} \cdot 8,31 \text{ J/mol K} = 20,78 \text{ J/mol K}$$

$i=5$ ikki atomli gaz molekulasi uchun

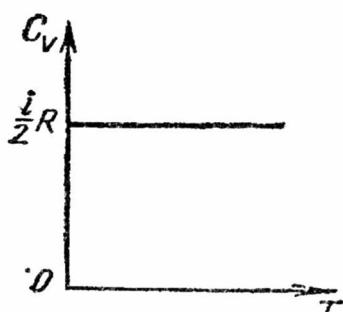
$$C_v = \frac{i}{2}R = \frac{5}{2}R = 20,78 \text{ J/mol K};$$

$$C_p = \frac{i+2}{2}R = \frac{7}{2}R = 29,09 \text{ J/mol K}$$

$i=6$ uch va undan ortiq atomlardan tashkil topgan molekulalar uchun

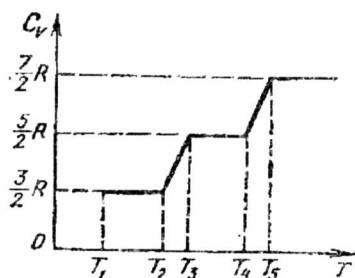
$$C_v = \frac{i}{2}R = \frac{6}{2}R = 24,94 \text{ J/mol K};$$

$$C_p = \frac{i+2}{2}R = \frac{8}{2}R = 33,25 \text{ J/mol K}$$



9-rasm.

Issiqlik sig'imining haroratga bog'liqligi



10-rasm.

Issiqlik sig'imning haroratga bog'liqligini

Bu topilgan natijalarni ba'zi gazlar uchun tajribada topilgan molyar issiqlik sig'imi (S_v va S_r) bilan solishtiraylik. Bir atomli gazlar geliy uchun $S_v = 12,48$, $S_r = 20,94$ va argon uchun $S_v = 12,48$, $S_r = 21,23$ bu tajriba natijalari klassik nazariya asosida hisoblangan. Molekulalari ikki atomdan tashkil topgan N_2 , N_2 gazlar uchun [$C_v^{H_2} = 20,39$, $C_p^{H_2} = 28,76$; $C_v^{N_2} = 20,77$, $S_r = 28,64$] ham tajriba va nazariya natijalari orasida yetarlicha moslik mavjudligiga qanoat hosil qilamiz. Lekin molekulalari uch va undan ortiq atomdan tashkil topgan gazlar uchun tajriba natijalari $C_v^{H_2O} = 27,84$, $C_p^{H_2O} = 36,22$;

$C_v^{CH_4} = 27,26$, $C_p^{CH_4} = 35,63$ (suv bug'lari va metan gazlari uchun) nazariy hisoblarga mos kelmasligini ko'rib turibmiz.

Endi issiqlik sig'imining haroratga bog'liqligini tekshiraylik. Klassik nazariyaga asosan issiqlik sig'im haroratga bog'liq emas (9-rasm).

Tajriba natijalari esa issiqlik sig'imning haroratga bog'liq ekanligini ko'rsatdi (10-rasm). Rasmdagi grafikda molekulalari ikki atomdan iborat bo'lgan gazlar uchun o'zgarmas hajmdagi molyar issiqlik sig'imning haroratga bog'liqligi tasvirlangan. Grafikdan shu narsa ko'rinadiki, S_v ning qiymati faqat ayrim harorat oraliglaridagina o'zgarib qolmaydi va ular i ning turli qiymatlariga mos keladi. Past va yuqori haroratlarda amaliy qiymatlarning nazariy qiymatlardan farqi yetarli darajada kattadir. Amalda harorat ko'tarilsa, S_v oshadi, harorat pasaysa S_v

kamayadi. Bulardan ko'rinadiki, tajriba yo'li bilan olingan natijalarni nazariy qiymatlardan farqini klassik nazariya tushuntirishga oqizdir. Klassik nazariya molekula va atomlarning aylanma va tebranma harakat energiyalari harorat o'zgarishiga mos bo'lgan kT energiyaning **uzluksiz** qiymatlarini qabul qiladi deb tushuntiradi. Kvant mexanikasida esa atom sistemalar energiyasi **diskret** (uzlukli) qiymatlarga ega bo'la oladi deb, yoki boshqacha aytganda, atom sistemalar energiyasining o'zgarishi **sakrashsimon tarzda** amalga oshadi deb o'rganadi.

Shunday qilib, gaz issiqlik sig'imini tushuntirishdagi ba'zi qiyinchiliklar klassik nazariyaning chegaralanganligini ko'rsatadi. Bu esa molekularning harakati **kvant** mexanikasidagina to'la tushuntirilishi mumkinligini ifodalaydi.

Makroskopik sistema parametrlari. Juda ko'p sonli atom va molekularlardan tashkil topgan sistema – **makroskopik sistema** deb ataladi. Makroskopik sistema holatini to'la ravishda aniqlay oladigan fizik kattaliklar **makroskopik parametrlar** deb ataladi. Shu parametrlar va ularning o'lchov birliklari bilan tanishaylik.

Hajm. Tashqi kuchlar ta'siriga qaramay qattiq jism molekulari orasida o'zaro ta'sir kuchli bo'lgani uchun o'zlarining hajmlari va shaklini, suyuqliklar esa o'z hajmlarini saqlaydilar. Gazlar esa molekular orasida o'zaro ta'sir kuchsiz bo'lgani uchun o'zi so'lingan idish hajmini egallaydi. Shunday qilib, **sistema hajmi** degan fizik kattalik kiritiladi, hajm M^3 larda o'lchanadi.

Harorat. Moddaning issiqlik holatini xarakterlash uchun termodinamik kattalik **harorat** tushunchasi kiritiladi.

SI da haroratning absolyut termodinamik shkalasi, ya'ni **Kelvin shkalasi** asosiy birlik sifatida qabul qilingan. **Suvning uchlanma nuqtasi, ya'ni qattiq, suyuq va gazsimon fazalarining muvozanatli holatini aniqlovchi nuqta haroratigacha bo'lgan harorat intervalining $1/273,16$ qismi bir kelvin (K) deb qabul qilingan.** Bu birlikdan tashqari, haroratni o'lchashda **Celsiy shkalasi** keng qo'llaniladi. Normal bosimda muzning erishi va suvning qaynash haroratlari intervalining $1/100$ ulishi celsiy shkalasidagi 1°C ni beradi. Suvning muzlash, erish va bug'lanish fazalarining muvozanatli holatiga to'g'ri kelgan haroratni 0°C deb olsak, u vaqtda uchlanma nuqtaning harorati kelvin shkalasida $273,16\text{ K}$ shu sharoitda suvning qaynash harorati esa $373,16\text{ K}$ teng bo'ladi.

Demak, Keivin va Selsiy shkalalari orasidagi bog'lanish quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$T = 273,16 + t$$

bunda sistemaning Kelvin shkalasi bo'yicha o'Ichangan harorat T harfi bilan, Selsiy shkalasi bo'yicha o'Ichangan harorat esa t harfi bilan belgilanadi.

Bosim. Bosim ($R=F/S$) yuza birligiga normal ta'sir etuvchi kuch bilan o'Ichanuvchi fizik kattalikdir. Bosimning asosiy birligi sifatida **paskal (Pa)** qabul qilingan. Bosimning **millimetr simob ustuni (mm.sim.ust)** birligidan ham foydalaniladi. Bu birliklar orasida quyidagicha bog'lanish bor $1 \text{ mm.sim.ust} = 133,322 \text{ Pa}$

Modda miqdori. Modda miqdorini o'Ichash uchun asosiy birlik sifatida Mol qabul qilingan. Moddaning bir molining massasiga uning **molyar massasi** deyiladi. **Uglerod - 12 ning 0,012 kg massasidagi atomlar soniga teng strukturaviy element (masalan, atom, molekula) lardan tashkil topgan moddaning miqdori bir mol(μ) deb ataladi.** Molyar massa kg/mol da o'Ichlanadi va μ harfi bilan belgilanadi. Masalan, kislorod (O_2) ning molyar massasi $\mu=0,032 \text{ kg/mol}$, vodorod (N_2) uchun $\mu=0,02 \text{ kg/mol}$, azot (N_2) uchun $\mu=0,028 \text{ kg/mol}$, 1 mol moddadagi molekularlar soni moddaning turiga bog'liq bo'lmagan o'zgarmas kattalik bo'lib **Avogadro soni** deb ataladi va odatda, N_A deb belgilanadi, u $N_A = 6,0222 \cdot 10^{23} \text{ 1/mol}$ teng bo'ladi.

Molekulalarining soni N ga teng bo'lgan modda miqdorida necha mol borligini aniqlash uchun quyidagi ifodadan foydalanamiz:

$$\nu = \frac{N}{N_A}, \quad \nu = \frac{m}{\mu}$$

Bitta gaz molekulaning massasi m_m kg bo'lsa, bir mol gazning massasi, ya'ni molyar massasi

$$\mu = m_M \cdot N_A \text{ kg/mol}$$

teng bo'ladi. N ta molekulalardan tashkil topgan gazning massasi: $M=m_m N$. Bu ikki massaning nisbatidan foydalanib birer V hajmdagi molekulalarning sonini aniqlaylik:

$$N = \frac{M}{\mu \cdot N_A}$$

Demak, N ta gaz molekulasi egallagan hajm ma'lum bo'lsa, birlik hajmdagi molekular soni, ya'ni **molekular konsentratsiyasini** aniqlash mumkin.

$$n = \frac{N}{V}$$

Normal sharoitda 1 kilomol gazning egallagan hajmi $V_0 = 22,4 \text{ m}^3$ ekanligini e'tiborga olib, 1 m^3 hajmdagi molekular soni $n_0 = N_A/V_m = 2,7 \cdot 10^{25} \text{ m}^{-3}$ ga teng ekanligi aniqlanadi. Bu esa **Loschmidt soni** deb ataladi.

Molekular massa $\sim 10^{-26} \text{ kg}$ juda kichik bo'lganligi sababli, odatda, atom va molekularning massalarini massaning atom birligi (*m.a.b.*) da ifodalanadi. *M.a.b.* qiymat jihatdan uglerod - 12 atomi massasining 1/12 ulushiga teng qilib olinadi:

$$1 \text{ m.a.b.} = \frac{1}{12} m_c = 1,6607 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

Nazorat savollari:

1. Issiqlik sig'imi deganda nimani tushunasiz?
2. Moddalarning issiqlik sig'imi qanday aniqlanadi?
3. Sistemaning qanday parametrlari mavjud?

3.2. MODDA IONLARINI GAZLARDA, SUYUQLIKLARDA VA QATTIQ JISMLARDA O'TKAZUVCHANLIGI. IDEAL GAZLARDAGI O'TUVCHANLIK

Issiqlik o'tkazuvchanlik. Issiqlik o'tkazuvchanlik – bu haroratlar farqi borligi tufayli tutash muhitda issiqlikning molekulyar uzatilishidir.

Issiqlik almashinuvining bunday usuli, asosan qattiq jismning ichida ham, shuningdek bir-biriga tegib turgan ikkita qattiq jism orasida ham sodir bo'ladi. Issiqlik o'tkazuvchanlik suyuqlik yoki gaz qatlami orqali ham amalga oshishi mumkin, lekin umuman olganda suyuqlik va gazlar (suyuqlangan metallar bundan mustasno) issiqlikni juda yomon o'tkazuvchan hisoblanadi.

Bir jinsli izotrop jismning isishini ko'raylik. Barcha yo'nalishlar bo'yicha bir xil fizik xossalarga ega bo'lgan jismlarga izotrop jismlar deb aytiladi. Bunday jismni isitish vaqtida uning turli nuqtalaridagi harorat vaqt bo'yicha o'zgaradi va issiqlik yuqori harorat sohasidan past harorat sohasiga tarqaydi.

Vaqtning ayni paytida ko'rib chiqilayotgan fazoning barcha nuqtalaridagi harorat qiymatlarining yig'indisi harorat maydoni deyiladi. Harorat maydoni quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$t=f(x,y,z,\tau)$$

bu yerda x,y,z – nuqta koordinatalari; τ - vaqt.

Agar jismning harorati koordinata va vaqtning funksiyasi bo'lsa, u holda harorat maydoni nostatsionar bo'ladi:

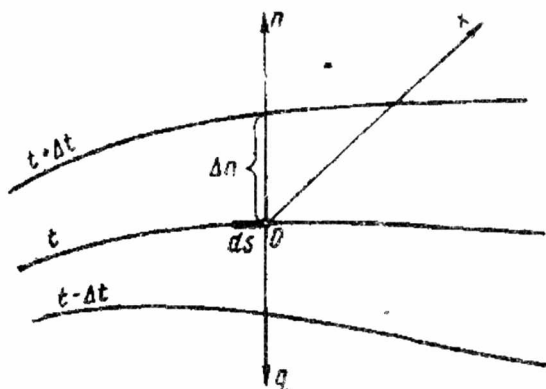
$$t=f(x,y,z,\tau); \partial t/\partial \tau \neq 0$$

Agar jismning harorati faqat koordinataning funksiyasi bo'lib, vaqt davomida o'zgarmasa, u holda harorat maydoni statsionar bo'ladi.

$$t=f(x,y,z); \partial t/\partial \tau = 0$$

Harorat maydoni uchta, ikkita va bitta koordinataning funksiyasi bo'lishi mumkin va mos ravishda, u uch, ikki va bir o'lchamli deyiladi. Hamma nuqtalarida harorat bir xil bo'ladigan sirt izotermik sirt deyiladi.

Fazoning ayni nuqtasining o'zida bir vaqtda ikki xil harorat bo'lishi mumkin emasligi uchun, turli izotermik sirtlar hech vaqt bir-biri bilan kesishmaydi. Ularning barchasi jism sirtida tugaydi yoki butunlay uning ichida joylashadi. Jismning harorati izotermik sirtlarni kesib o'tadigan yo'nalishlardagina o'zgaradi (11-rasm).



11-rasm. Harorat gradienti haqidagi tushunchaga doir izotermalar.

Bunda uzunlik birligida haroratning eng katta o'zgarishi izotermik sirtga normal n yo'nalishida bo'ladi.

Harorat o'zgarishi Δt ning izotermadagi normal bo'yicha masofa Δn ga nisbati harorat gradienti deyiladi:

$$\lim\left[\frac{\Delta t}{\Delta n}\right]_{\Delta n \rightarrow 0} = \frac{\partial t}{\partial n} = \text{grad}t$$

Harorat gradienti – izotermik sirtga tushirilgan normal bo'yicha yo'nalgan vektordir. Uning haroratning ortishi tomoniga yo'nalishi musbat yo'nalish hisoblanadi. Issiqlik almashinuvining boshqa turlari kabi, issiqlik o'tkazuvchanlik jarayoni ham jismning turli nuqtalarida harorat bir xil bo'lmagandagina amalga oshadi, ya'ni $\text{grad}t \neq 0$. Ixtiyoriy sirdan vaqt birligi ichida o'tadigan issiqlik miqdori Q issiqlik oqimi deyiladi. Issiqlik oqimining vektori doimo haroratning pasayish tomoniga yo'nalgan bo'ladi.

Fransuz olimi Furiye qattiq jismlardagi issiqlik o'tkazuvchanlik jarayonlarini o'rganib, yuza birligi dF dan vaqt birligi $d\tau$ ichida o'tayotgan dQ issiqlik miqdori va harorat gradienti o'rtasidagi bog'lanishni aniqladi.

$$dQ = -\lambda dF \text{ grad} t \quad d\tau = -\lambda dF d\tau (\partial t / \partial n)$$

(5) tenglama issiqlik o'tkazuvchanlikning asosiy qonunini ifodalaydi va Furiye qonuni deyiladi. Shu tenglamadagi minus ishora issiqlik oqimi bilan harorat gradientining vektorlari qarama-qarshi tomonga yo'nalganligini bildiradi.

(5) ifodadagi proporsionallik koeffitsiyenti λ issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti deyiladi. Izotermik sirt birligidan vaqt birligi ichida o'tadigan issiqlik miqdori issiqlik oqimining zichligi deyiladi.

$$q = -dQ / (dF d\tau) \quad \text{yoki} \quad q = -\lambda (\partial t / \partial n)$$

Issiqlik oqimi zichligi q ning vektori doimo haroratning pasayishi tomoniga yo'nalgan bo'ladi. Ixtiyoriy sirt F dan vaqt birligi ichida o'tayotgan issiqlik miqdori quyidagicha aniqlanadi:

$$Q = \int_0^{\tau} \int_0^F \chi dF d\tau (\partial t / \partial n) .$$

Yuqorida o'rganilgan kattaliklarni birliklari quyidagicha: harorat gradiyenti – grad/m; issiqlik oqimi – Vt; issiqlik oqimining zichligi – Vt/m²

Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyentining birligi (8) ifodadan aniqlanadi:

$$\lambda = -\frac{Q}{F(\partial t / \partial n)} = \frac{Vt}{m \cdot \text{grad}}$$

Demak, issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyentining qiymati, son jihatdan, haroratlar farqi 1°C bo'lganda devorning birlik qatlamidan o'tadigan solishtirma issiqlik oqimiga teng. Turli xil moddalar uchun λ ma'lum bir qiymatga ega bo'lib, u moddaning tuzilishiga, zichligiga, bosimiga va haroratiga bog'liq.

Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti χ ning qiymati har qaysi jism uchun tajribadan topiladi. Ko'pchilik materiallar uchun λ ning haroratga bog'liqligini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$\lambda = \lambda_0 [1 + b(t - t_0)]$$

bu yerda: $\lambda_0 - t_0^{\circ}\text{C}$ haroratdagi issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti; t – harorat, $^{\circ}\text{C}$; b – tajriba orqali aniqlanadigan harorat koeffitsiyenti.

Metallar issiqlikni eng yaxshi o'tkazadilar, ularda λ 3 dan 458 $\text{Vt}/(\text{m} \cdot \text{grad})$ gacha o'zgaradi. Toza metallarning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti (alyuminiydan tashqari) harorat ortishi bilan pasayadi. Yengil g'ovak materiallar issiqlikni yomon o'tkazadi, chunki ularning g'ovaklari havo bilan to'lgan bo'ladi. Agar $\lambda < 0.2 \text{ Vt}/(\text{m} \cdot \text{grad})$ bo'lsa, bunday materiallar issiqlik izolyatsiya materiallari deyiladi. Bunday materiallarning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti harorat ko'tarilishi bilan ortadi. Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyentiga namlikning ta'siri katta. Suvning issiqlik o'tkazuvchanligi yomon, lekin ho'l materialning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti uning quruq holatidagi issiqlik o'tkazuvchanligiga nisbatan ancha katta bo'ladi. Bunga sabab shuki, suv issiqlikni havoga qaraganda deyarli 20 marta yaxshi o'tkazadi, shu sababli jism g'ovaklarining suv bilan to'lishi uning issiqlik izolyatsiya xossalarini keskin kamaytirib yuboradi.

Harorat ko'tarilishi bilan tomchi suyuqliklarning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti kamayadi, gazlarniki esa ortadi. Suvning λ si harorat 0°C dan 127°C gacha ko'tarilganda ortadi, bundan keyin ham harorat ko'tarilsa λ kamayadi.

3-jadvalda ayrim materiallarning issiqlik va harorat o'tkazuvchanlik koeffitsiyentlari keltirilgan.

Izotermik sirt dF dan dt vaqt ichida o'tayotgan issiqlik miqdorini aniqlash uchun (9) tenglamani F va τ bo'yicha integrallash lozim, ya'ni

jism ichidagi harorat maydonini bilish kerak. Bu masalani yechish uchun issiqlik o'tkazuvchanlikning differensial tenglamasi keltirib chiqariladi.

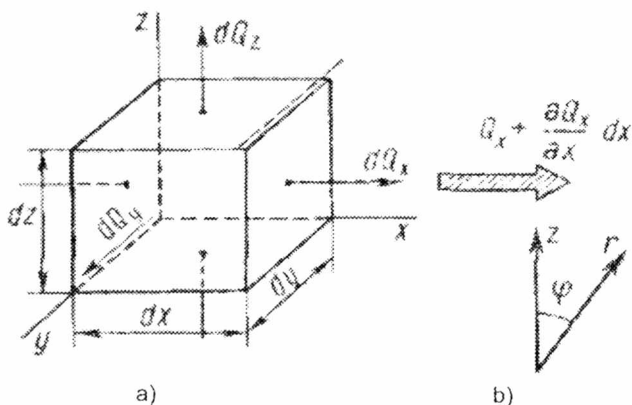
4-jadval

Ayrim materiallarning issiqlik va harorat o'tkazuvchanlik koeffitsiyentlari

Materiallar nomi	ρ , kg/m ³	t, °C	λ , Wt/(m·grad)	c, kJ/(m·grad)	$Q \cdot 10^6$ m ² /sek.
Asbest	770	30	0,11163	0,816	0,186
Beton	2300	20	0,279	1,13	0,622
Nam tuproq	1700	17	0,657	2,01	0,192
Pishiq g'isht	1800	0	0,768	0,879	-
Muz	920	0	2,25	2,26	1,08
Quruq qum	1500	20	0,326	0,795	2,74
Shisha	2500	20	0,744	0,67	0,444
Alyuminiy	2670	0	204	0,921	86,7
Mis	8800	0	384	0,381	112,5
Nikel	9000	20	58	0,461	17,8
Kumush	10500	0	458	0,234	170
Uglerodli po'lat	7900	20	45	0,461	14,7
Suv	999,9	0	0,5513	4,212	0,131
Havo (quruq)	1,293	0	0,0244	1,005	18,8
Kislorod	1,429	0	0,0247	0,915	18,8

Tenglamani keltirib chiqarishda quyidagi shartlar qabul qilinadi: jism bir jinsli va izotrop; uning fizik parametrlari o'zgarmas. Energiyaning saqlanish qonuniga asosan, jismning elementar hajmiga τ vaqt ichida tashqaridan issiqlik o'tkazuvchanlik yo'li bilan keltirilgan dQ_1 issiqlik miqdori va ichki issiqlik manbai tomonidan ajralib chiqayotgan issiqlik miqdori dQ_2 yig'indisi jismning ichki energiyasining o'zgarishiga teng bo'lishi kerak $dQ=dU$:

$$dQ_1+dQ_2=dQ$$



12-rasm. Issiqlik o'tkazuvchanlikning differensial tenglamasi:
 Dekart (a) va Silindrik (b) koordinatalardagi ko'rinishi.

Bu tenglama hadlarini Dekart koordinata tizimida aniqlash uchun jismda tomonlari dx , dy , va dz bo'lgan parallelepiped ajratib olamiz (2-rasm).

Bu yerda dQ_x , dQ_y , dQ_z – olib keltirilayotgan issiqlik. dQ_{x+dx} , dQ_{y+dy} , dQ_{z+dz} – olib ketilayotgan issiqlik. U holda $dy \cdot dz$ qirra uchun Fyurje qonuniga asosan:

$$dQ_x = -\chi \frac{\partial t}{\partial x} dydzd\tau; \quad dQ_x = -\chi \left[\left(\frac{\partial t}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial t}{\partial x} \right) dx \right) dydzd\tau = \right. \\
\left. = -\chi \left(\frac{\partial t}{\partial x} + \frac{\partial^2 t}{\partial x^2} dx \right) dydzd\tau. \right.$$

Bu kattaliklar farqi parallelepipedda qolayotgan issiqlik miqdorini beradi:

Xuddi shunday bog'lanishni qolgan ikki qirra uchun keltirib chiqarish mumkin. U holda jismga keltirilgan va unda qolgan umumiy issiqlik miqdori quyidagiga teng bo'ladi:

$$dQ_1 = \lambda \left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} \right) dx dy dz d\tau$$

Agar ichki issiqlik manbaining solishtirma issiqlik unumdorligini q_v (J/m^3) orqali belgilasak quyidagicha ko'rinishda bo'ladi:

$$dQ_2 = q_v \cdot dx \cdot dy \cdot dz \cdot dt$$

Shamot va boshqa metallarni ishlab chiqarishda bunday pechlar keng qo'llanilmoqda. Issiqlik bir jismdan ikkinchisiga nur orqali uzatilish jarayoni nurli issiqlik almashinuvi deyiladi. Issiqlik nurlarining tarqalishi bu jism ichki energiyasining elektromagnit to'liq energiyasiga aylanishidir. Harorati absolyut noldan farqli bo'lgan hamma jismlar nur tarqatadi.

Nurlanish energiyasi asosan nur tarqatayotgan jismning fizik xossalari va haroratiga bog'liqdir. Elektromagnit to'liqlar bir-biridan to'liq uzunligi yoki tebranish chastotasi bilan farqlanadi. Agar to'liq uzunligi λ , tebranish chastotasini N bilan belgilasak, u holda barcha nurlar uchun vakuumdagi tezlik $w = \lambda N = 3 \cdot 10^8$ m/s bo'ladi. Nur energiyasini tashuvchi zarra sifatida foton qabul qilingan. Foton (yunon rhos(rhotos) – yorug'lik) harakatlanayotgan vaqtda ma'lum massaga ega, tinch holatda uning massasi nolga teng bo'ladi. Nurlar orasida ko'zga ko'rinadigan ($\lambda = 0,4 \div 0,8 \mu\text{m}$) va infraqizil ($\lambda = 0,8 \div 800 \mu\text{m}$) nurlar ko'p miqdorda issiqlik energiyasini eltganligi sababli ular issiqlik nurlari deyiladi.

Ko'pchilik qattiq va suyuq jismlar 0 dan ∞ gacha oraliqda bo'lgan barcha to'liq uzunligidagi energiyani chiqaradi, ya'ni bu jismlarning nurlanish spektrlari yaxlit (tutash) bo'ladi. Ba'zi jismlar uzlukli spektrli, ya'ni faqat muayyan to'liq uzunli

Issiqlik uzatilish qonuniyatlari. Harakatlanuvchi muhit va uning boshqa (qattiq jism, suyuqlik yoki gaz) bilan chegara sirti orasidagi konvektiv issiqlik almashinuviga issiqlik berish deyiladi.

Konvektiv issiqlik berish nazariyasining asosiy vazifasi oqim yuvib o'tadigan qattiq jism orqali o'tadigan issiqlik miqdorini aniqlashdir. Issiqlikning yakuniy oqimi doimo haroratning pasayish tomoniga yo'nalgan bo'ladi.

Issiqlik berishni amalda hisoblashda Nyuton qonunidan foydalaniladi.

$$Q = \alpha F (t_c - t_{dev}) \cdot \tau$$

Bu tenglik 1701-yili I.Nyuton tomonidan olingan bo'lib, Nyutonning konvektiv issiqlik berish qonuni deb aytiladi. Bu qonunga asosan suyuqlikdan devorga yoki devordan suyuqlikka o'tadigan issiqlik miqdori Q issiqlik almashinuvida ishtirok etayotgan sirt F ga, harorat

tushishi $t_c - t_{dev}$ ga va issiqlik almashinuv vaqti τ ga proporsional bo'ladi. Bu yerda t_{dev} – devor sirtining harorati; t_c – devor sirtini yuvib o'tadigan muhitning harorati. Suyuqlik bilan qattiq jism orasidagi issiqlik almashinuvining konkret shart-sharoitlarini hisobga oluvchi proporsionallik koeffitsiyenti α issiqlik berish koeffitsiyenti deyiladi.

Quyidagi formulada $F = 1m^2vat = 1$ sek deb qabul qilsak, bir kvadrat metr yuzadan o'tadigan issiqlik oqimining Vatt hisobidagi zichligini olamiz:

$$q = \alpha(t_c - t_{dev})$$

yoki

$$q = \frac{t_c - t_{dev}}{1/\alpha}$$

Issiqlik berish koeffitsiyentiga teskari bo'lgan $1/\alpha$ kattalik issiqlik berishning termik qarshiligi deyiladi. Yuqoridagi tenglamani α ga nisbatan yechsak quyidagini olamiz:

$$\alpha = \frac{q}{t_c - t_{dev}}$$

Yuqorida berilgan tenglikka ko'ra, issiqlik berish koeffitsiyenti α issiqlik oqimining zichligi q ning jism sirtining harorati va tevarak muhit harorati orasidagi farqqa nisbatidan iborat. Harorat bosimi $1^\circ C$ ga teng bo'lganda issiqlik berish koeffitsiyenti α son jihatidan issiqlik oqimining zichligiga teng bo'ladi.

Konvektiv issiqlik almashinuvi ancha murakkab jarayon. Bu jarayonni hisoblashda asosiy masala issiqlik berish koeffitsiyenti α ni aniqlashdir. Issiqlik berish koeffitsiyenti α juda ko'p faktorlarga bog'liq bo'lib, ulardan asosiylari quyidagilar: Suyuqlik oqimining vujudga kelish sabablari.

Vujudga kelish sabablariga qarab, suyuqlikning harakati erkin va majburiy harakatlanishga bo'linadi. Erkin harakatlanish yoki tabiiy konveksiya notekis isitilgan suyuqlikda (gazda) vujudga keladi. Bunda vujudga keladigan haroratlar zichliklarning farq qilishiga va suyuqlikdagi zichligi kamroq makrozarralarning suyuqlik yuzasiga qalqib chiqishiga olib keladi, bu esa harakatlanishni keltirib chiqaradi. Erkin harakatning jadalligi suyuqlik turiga, makrozarralarining haroratlari

farqiga va jarayon bo'layotgan hajmga bog'liq. Suyuqlikning majburiy harakatlanishi yoki majburiy konveksiya tashqi qo'zg'atuvchilar: ventilyatorlar, nasoslar va shunga o'xshashlarning ta'sir etishi bilan bog'liq. Bular yordamida suyuqlikni harakatlanish tezligini keng ko'lamda o'zgartirish va shu bilan issiqlik almashinuv tezligini boshqarish mumkin.

Nazorat savollari:

1. Issiqlik o'tkazuvchanlik deganda nimani tushunasiz?
2. Shamotli g'ishtlarning issiqlik o'tkazuvchanligi nechaga teng?
3. Diffuziya hodisasining sababi nimada?
4. Nima sababdan harorat ortishi bilan diffuziyaning borishi tezlashadi?

Umumiy savollar

1. Issiqlik sig'imi deganda nimani tushunasiz?
2. Moddalarning issiqlik sig'imi qanday aniqlanadi?
3. Sistemaning qanday parametrlari mavjud?
4. Issiqlik o'tkazuvchanlik deganda nimani tushunasiz?
5. Shamotli g'ishtlarning issiqlik o'tkazuvchanligi nechaga teng?
6. Diffuziya hodisasining sababi nimada?
7. Nima sababdan harorat ortishi bilan diffuziyaning borishi tezlashadi?
8. Issiqlik o'tkazuvchanlik.
9. Issiqlik uzatilish qonuniyatlari.
10. Suyuqlikning oqish tartibi.

IV BOB. DIFFUZION HARAKATLANISH

4.1. QATTIQ JISMLARDAGI DIFFUZION HARAKATLANISH. GAZLARDA DIFFUZION HARAKATLANISHI. ERITMALARDA DIFFUZIYA HOLATI

Diffuziya hodisasi. Diffuziya lotincha soʻz boʻlib diffuziya – tarqalish, sochilish degan maʼnoni anglatadi. Diffuziya – deb bir modda molekularining ikkinchi moddaga, ikkinchi modda molekularining birinchi moddaga oʻzaro oʻtishiga aytiladi.

Gazlarda diffuzion harakatlanish. Diffuziya hodisasiga misol tariqasida xonada toʻkilgan atir hidining tarqalishi, suyuqlikka solingan shakar yoki tuzning erishini keltirish mumkin.

Xonada atirning toʻkilgan vaqtini belgilab, undan bir necha metr masofada oʻtiraylik. Uning hidini darhol emas, balki maʼlum vaqtdan soʻnggina sezamiz. Nima sababdan shunday boʻladi? Chunki atir bugʻlanganda molekulariga ajralib, havo molekulari orasiga kirishadi. Molekulaning tezligi katta boʻlsa-da, u oʻz yoʻlida juda koʻp marta havo molekulari bilan toʻqnashib, oʻz yoʻnalishini oʻzgartiradi.

Suyuqliklarda diffuziya hodisasi. Suyuqliklarda diffuziya hodisasini kuzatish uchun quyidagi tajribani qilaylik. Stakan yoki piyola olib, bir choy qoshiqchada shakar solaylik, soʻngra juda sekin, shakar bilan aralashib ketmaydigan holda suv kuyaylik. Birozdan soʻng stakan tagidagi suv xiralashganini koʻramiz. Bu shakar qiyomi.

Qattiq jismlarda diffuziya hodisasi. Juda yaxshi silliqlangan qoʻrgʻoshin va oltindan yasalgan ikkita plastinani olib, bir-birining ustiga qoʻyishgan. Ular ustidan yuk bostirib, xona haroratida 4-5 yil qoldirishgan. Shundan soʻng ularni olib qaralsa, plastinalar bir-biriga taxminan 1 mm kirishib ketganligi kuzatilgan.

Demak, diffuziya hodisasi gazlarda tezroq, suyuqliklarda sekinroq, qattiq jismlarda juda sekin boradi. Diffuziyaning borish tezligi haroratga ham bogʻliq. Harorat ortishi bilan diffuziya tezlashadi.

Diffuziya hodisasi tabiatda muhim rol oynaydi. Masalan, diffuziya tufayli havoda sanoatdan chiqqan zaharli gazlar tarqalib ketadi. Nafas chiqarilganda chiqqan Karbonat angidrid gazi ham burun atrofida toʻplanib qolmaydi. Sabzavotlarni tuzlash ham diffuziya hodisasiga asoslangan. Diffuziya inson va hayvonlar hayotida katta ahamiyatga ega. Masalan, hayvondagi kislorod diffuziya tufayli inson terisi orqali

organizmga kiradi. Diffuziya tufayli oziqlantiruvchi moddalar hayvonlar ichigidan qonga o'tadi.

Qattiq jismlar uchun atomlarning kristall panjarada tartibli joylashishi xarakterli bo'lsa-da, har holda atomlar panjarada ham siljishi mumkin.

Asosan, kichik tebranishlar xarakterida bo'lgan issiqlik harakatlar ba'zi hollarda atomlarning panjaradagi o'z o'rinlarini batamom tark etishlariga olib keladi. Atomlarning bunday ajralishi mumkin ekanligi qattiq jismlarning bug'lanishi mumkinligidan dalolat beradi. To'g'ri, bug'lanishda atomlar mutlaqo ajralishi mumkin emas deb aytishga hech qanday asos yo'q.

Atomlarning panjara tugunlaridagi o'z o'rinlarini huddi shunday tark etishlari tufayli kristallarda Shottki va Frenkel nuqsonlari yuzaga keladi. Atomlarning ana shunday ajralishi va kelgusida kristalldagi siljish tufayli qattiq jismlarda diffuziya ro'y beradi.

Gazlardagi singari qattiq jismlarda ham zarralarning issiqlik harakati energiyasi turlicha bo'ladi. Shuningdek, har qanday haroratda ham shunday atomlar ulushi bo'ladiki, ularning energiyasi o'rtacha energiyadan ancha ortiq va bu atomlarning panjaradagi o'rinlarini tark etib, yangi o'rinlarini egallashi uchun yetarli bo'ladi.

Harorat qancha yuqori bo'lsa, bunday atomlar soni shuncha ko'p bo'ladi. Shuning uchun harorat ortgani sari D diffuziya koeffitsiyenti tez (eksponensial qonunga muvofiq) ortadi. Biroq yetarlicha katta energiya atomlar soni hamma vaqt kam bo'ladi (agar haroratidan ancha past bo'lsa), shuning uchun qattiq jismda diffuziya gazlar va suyuqliklardagiga qaraganda sekinroq jarayon bo'ladi.

Masalan, misning oltinda diffuziyalanish koeffitsiyenti $300^{\circ}C$ da $1,5 \cdot 10^{-5} sm^2 / sek$ ga teng. Taqqoslash uchun metal spirtining suvdagi eritmasining suvda diffuziyalanishi koeffitsiyenti $D = 1,3 \cdot 10^{-5} sm^2 / sek$, argonning geliyda diffuziyalanish koeffitsiyenti $D = 0,7 sm^2 / sek$ ekanini ko'rsatib o'tamiz. Shunga qaramasdan, qattiq jismlarda diffuziya hodisasi qator jarayonlarda katta rol o'ynaydi.

Bunday diffuziya bir komponentli moddalarda (bunday holda o'z - o'zidan diffuziya deyiladi) ko'p komponentli moddalarda, mono - va polikristalllarda kuzatiladi.

Atomlarning panjara vakant o'rinlarga o'tishi vakansiyalarning atomlar harakatiga qarama-qarshi yo'nalishda ko'chishiga ekvivalent ekanligi ravshan.

Uchinchi usuldagi diffuziya mexanizmi eng muhim rol o'ynaydi. Bunda diffuziya sodir bo'lishi uchun qattiq jismda vakansiyalarning zichlik gradienti bo'lishi kerak, chunki atomlar odatda biror yo'nalishda boshqa yo'nalishdagidan ko'proq ko'chadi. Polikristalllarda kristallchalarning chegaralaridagi vakansiyalarning to'lish jarayoni muhim rol o'ynaydi.

Keyingi paytlarda sun'iy radioaktiv moddalarning borligi ularning nurlanishidan oson payqaladi. Bu uslub (nishonli atomlar uslubi) o'z-o'zidan diffuziyalanish hodisasini, ya'ni qattiq jismlarda shu jismlar atomlarining diffuziyasini tadqiq qilishga imkon beradi.

Atomlar tugunidan har qanday siljishi, jumladan, qo'shni vakansiyaga siljishi ham qo'shimcha energiya talab qiladi, ehtimol, atom bu energiyani fluktuatsiyalar natijasida oladi.

Bu ehtimollik hamma vaqtdagi singari Bolsman qonuni bilan aniqlanadi:

$$\frac{n}{n_0} = e^{-q/kT}$$

Bu yerda q – atomning panjara tugunidan sakrashi uchun zarur bo'lgan energiya bo'lib, atomning vakansiyaga siljish energiyasi deb ataladi. Qattiq jismlarda o'z-o'zidan diffuziyalanish koeffitsiyentlari shunday ko'rinishda yozilishi mumkin:

$$D = \frac{1}{6} \cdot \frac{a^2}{t}$$

Bu yerda: a – panjara doimiysi va t atomning panjara tugunida o'rtacha bo'lish vaqti.

W kattalik vakansiya hosil bo'lish energiyasi ω va atomlarning vakansiyaga siljish energiyasi q ning yig'idisiga teng bo'lib, diffuziyani aktivlashtirish energiyasi deb ataladi va bu kattalik ham mazkur modda uchun xarakteristika bo'ladi.

Umumiy savollar

1. Diffuziya deganda nimani tushunasiz?
2. Gazsimon moddalarda qanday diffuzion harakatlanish kuzatiladi?
3. Qattiq moddalarda qanday diffuzion harakatlanish kuzatiladi?

V BOB. METALLURGIYA SANOATINI TASHKIL ETISH

5.1. METALLARNING SINFLANISHI VA ISHLATILISHI. METALLURGIK JARAYONLARNING SINFLANISHI

Metallar haqida tushuncha. 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 saksonga yaqini tabiatda uchrab, sanoat ahamiyatiga egadir. Metallarning 12 tasi s-elementlar, 32 tasi d-elementlar, 28 tasi f-elementlar va qolgani 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 yassiluvchi 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.

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), alyuminiy 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 angidrid, 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 aldhamasi (ZnS) va boshqalarni ko‘rsatish mumkin. Ba‘zan bir

necha metallarning sulfidlari aralash holda uchrab, **polimetall** rudani tashkil qiladi.

Metallarning sinflanishi. Mendeleyev 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, alyuminiy, magniy, titan);

b) Qiyin eruvchi metallar (volfram, molibden);

d) Tarqoq metallar (galliy, indiy, talliy, germaniy, selen, tellur, reniy);

e) Kamyob yer metallari (skandiy, itriy, lantan va lantanoidlar);

f) Radioaktiv metallar (uran, toriy, poloniy, radiy, plutoniy).

Metallurgiya sanoatini tashkil etish. 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.

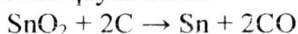
O‘zbekiston rangli metallardan – mis, oltin, kumush, qo‘rg‘oshin, rux, volfram, molibden va shu guruhga kiruvchi boshqa metallarning aniqlangan zaxiralari ega. Rangli metallar rudalarining zaxiralari asosan Olmaliq va Navoiy ruda maydonlarida joylashgan. Masalan, Qalmoqqir koni noyob konlardan bo‘lib, 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 korxonalaridan biridir. Qo‘rg‘oshin, rux, asosan, Jizzax viloyatining Uchquloch 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, raketasoziqlikni 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‘shilib (bronza shaklida), nikel bilan qo‘shilib (melxior shaklida), alyuminiy bilan qo‘shilib (duralyuminiy), rux bilan qo‘shilib (latun shaklida) elektrotexnika va mashinasozlikda keng foydalaniladi. Qo‘rg‘oshin – akkumulyatorlar ishlab chiqarishda, elektr kabellar ishlab chiqarishda, rux bilan qo‘shilib temir buyumlarning zanglamasligi uchun ularni sirlashda, oq tunuka va podshipniklar ishlab chiqarishda foydalaniladi. Shuningdek, rangli metallar elektr tokini yaxshi o‘tkazganligi sababli

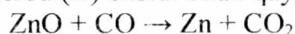
elektr energiyasini iste'molchilarga yetkazishda, aloqa tizimida juda ko'p foydalaniladi. Rangli metallurgiya mahsulotlari respublika iqtisodiyoti rivoji uchun eng asosiy yo'nalish bo'lgan avtomobilsozlik, radio, elektronika kabi sanoat tarmoqlarida ishlatiladi.

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 amalga oshiriladi. Qaytarilish (tiklanish) jarayonlariga misol tariqasida quyidagi reaksiyalarni keltiramiz:

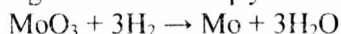
a) qalayning ko'mir bilan qaytarilishi:



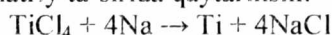
b) rux oksidining uglerod (II) oksidi bilan qaytarilishi:



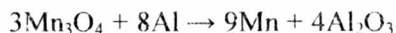
d) molibden oksidning vodorod bilan qaytarilishi:



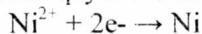
e) titan xloridning natriy ta'sirida qaytarilishi:



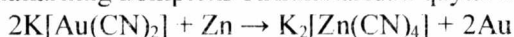
f) metall oksidlarining Si, Al, Mg va boshqalar ta'sirida qaytarilishi:



g) metall ionlarining katodda qaytarilishi:

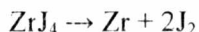


h) nodir metallarning kompleks birikmalaridan qaytarilishi:

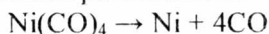


Termik parchalanish jarayonlariga misol tariqasida quyidagi reaksiyalarni keltiramiz:

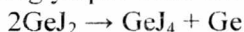
a) sirkoniy (IV) yodidning cho'g'langan volframda termik parchalanishi:



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 fizik xossalari jumlasiga ularning optik, termik, mexanik, elektr va boshqa xossalari kiradi. Metallarning xossalari – ularning yaltiroqligi va shaffof emasligidir. Alyuminiy 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 – binafsharangga, stronsiy – qizil, kalsiy – qovoqrangga bo'yaydi. Bu hodisa asosida spektral analiz usuli yaratilgan. Yerdagi va kosmosdagi moddalarning atom spektrolarini 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 – litydir ($\rho=0,534 \text{ g/sm}^3$). 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, Ti, 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

Metallurgik jarayonlarning sinflanishi. *Metallurgiya* deb, ruda va boshqa turdagi metall tarkibli materiallardan metall olish jarayonlarini o'zida qamrab olgan fan, texnika va sanoat tarmog'iga aytiladi. Metallurgiya geologiya, konchilik ishi, rudalarni boyitish, metallurgiyaning o'zi va metallga ishlov berish (quymakorlik ishi, metallarga bosim ostida ishlov berish va b.) lardan iborat bo'lgan konchilik – metallurgiya sanoatining umumiy zanjirida markaziy bo'g'in hisoblanadi.

Hozirgi kun metallurgiyasida 75 xildan ko'p metallar va ular asosida turli-tuman qotishmalar ishlab chiqariladi. Metallar olishning usullariga qarab metallurgik jarayonlar uchga bo'linadi:

- 1) Pirometallurgiya;
- 2) Gidrometallurgiya;
- 3) Elektrometallurgiya.

Pirometallurgiya metallurgiyada yetakchi o'rinni egallaydi. Bu jarayon metall saqlovchi xomashyolardan metallarni yuqori haroratlarda tiklanish, oksidlovchi kuydirish, xlorlovchi kuydirish, sulfatlovchi kuydirish, parchalanish hamda sulfid va oksidlarning o'zaro reaksiyalari yordamida olish kabi usullarni o'z ichiga oladi. Tiklovchilar sifatida ko'mir, koks, aktiv metallar, uglerod (II) oksid, vodorod va metan gazlari ishlatiladi.

Har bir metallurgik jarayonining asosiy maqsadi – bo'sh tog' jinsidan qimmatbaho moddalar – metallarni sof, elementar holatida yoki birikma shaklida ajratib olishdir.

Pirometallurgiyada uchraydigan jarayonlarni shartli ravishda quyidagi asosiy guruhlariga bo'lish mumkin:

1. Ajralish va disproporsiyalanish.
2. Tiklanish.
3. Metallotermiya.
4. Oksidlanish.
5. Oksid yoki metallarni sulfidlash.
6. Xlorlash.
7. Eritish
8. Fazalarning likvatsiya orqali bo'linishi.
9. Sublimatsiya va bug'lanish.

Gidrometallurgik jarayonlar esa asosan ikki bosqichga bo'lingan. Birinchisida metall yoki birikmani suyuq holatga o'tkaziladi. Buning

uchun suv yoki boshqa noorganik erituvchi moddalar qo'llanilishi mumkin. Bularga oddiy eritish, tanlab eritish va boshqa usullar kiradi. Ikkinchi bosqichida esa suyuq holatda bo'lgan metall ionlarini sof holatga o'tkazishdir. Buning uchun sorbsiya, cho'ktirish, sementatsiya, ion flotatsiyasi, ekstraksiya, elektroliz va bir qancha boshqa usullar qo'llanilishi mumkin.

Elektrometallurgiyada metall saqlagan xomashyolarni elektr toki yordamida suyuqlanma yoki eritmali elektroliz qilish yo'li bilan ular tarkibidagi qimmatbaho metallar ajratib olinadi. Bu usul bilan, asosan, yengil va nisbatan aktivroq metallar ajratib olinadi. Elektrolizdan ba'zi metallarni tozalash uchun ham foydalaniladi. Tozalanadigan metallardan anod tayyorlanadi. Elektroliz vaqtida anod eriydi, metall ionlari eritmaga o'tadi, katodda esa ular cho'kadi.

Nazorat savollari:

1. Qanday xususiyatlari bo'lgan elementlar metallar deyiladi?
2. Metallar qanday sinflarga ajratiladi?
3. Metallurgiya deganda nimani tushunasiz?
4. Metallarni ishlab chiqarish usullariga qarab metallurgik jarayonlar nechaga bo'linadi?

5.2. RANGLI METALLAR XOMASHYOSI. METALLURGIK ISHLAB CHIQARISHNING MAHSULOTLARI VA YARIM MAHSULOTLAR

Rangli metallurgiya ishlab chiqarish sanoatining eng ko'p xomashyo iste'mol qiladigan tarmog'i hisoblanadi. Rangli metal ishlab chiqarishda katta miqdorda turli foydali qazilmalar, ikkilamchi metall tarkibli materiallar va boshqa qo'shimcha material sarflanadi.

Rangli metallar olishda rudali xomashyo ko'p sarflanadi.

Rangli metallarning xomashyo tarkibida miqdori kamligi sababli birlik mahsulot ishlab chiqarish uchun nihoyatda ko'p miqdorda xomashyo sarflanadi, ya'ni qayta ishlanayotgan xomashyo tarkibida metall miqdori qancha kam bo'lsa, korxonaning yillik rejasini bajarish uchun shuncha ko'p ruda qayta ishlanadi. Shuning uchun rangli metallurgiya korxonalari o'zlarining ishlab chiqarish dasturlarini bajarish uchun yiliga o'n millionlab tonna ruda qayta ishlashlari kerak.

Rangli metallurgiya sanoat korxonalarida rudali xomashyodan tashqari ko'mir, tabiiy gaz, flyus, o'tga chidamli material ishlab chiqar-

rish uchun mineral xomashyo kabi boshqa turdagi foydali qazilmalar ko'p miqdorda qayta ishlanadi.

Tog' jinslari erning ichki yoki ustki qatlamlarida geologik jarayonlar ta'sirida hosil bo'lgan tabiiy birikmalar hisoblanadi. Ruda va boshqa turdagi foydali qazilmalarning yer qatlamida hosil bo'lishini asosiy sababi ayirim element va uning birikmalarini alohida joylarda to'planish xususiyati borligidir. Ruda deb, tarkibida metall yoki metallar yetarlicha miqdorda bo'lgan, hozirgi zamon boyitish va metallurgiya texnikasi yordamida qayta ishlaganda iqtisodiy samara olinadigan tog' jinsiga aytiladi.

«Ruda» tushunchasi geologik, texnik va iqtisodiy ma'noga ega. Rudani metallurgik qayta ishlash imkonini beradigan asosiy metallning rudadagi minimal miqdori rentabellik minimumi deyiladi.

Ruda boshqa tog' jinslari singari mineral –tabiiy kimyoviy birikmalardan tashkil topgan. Ruda tarkibidagi minerallar, asosan tarkibida qimmatli komponent bo'lgan rudali va keraksiz jinslariga bo'linadi. Keraksiz jinslarga odatda ajratib olinayotgan metall va boshqa qimmatli komponent bo'lmagan minerallar kiradi. Ko'pincha keraksiz jins hosil qiladigan minerallar kvars, karbonat, silikat, alyumosilikalar va boshqalar hisoblanadi. Ko'pgina hollarda keraksiz jinslarga temir tarkibli minerallarni ham hisoblashadi, biroq hozirgi vaqtda bu to'g'ri hisoblanmaydi.

«Keraksiz jins» tushunchasi ham shartli hisoblanadi. Chiqitsiz metallurgik jarayonlarni yaratishga yo'naltirilgan metallurgik texnologiyalar taraqqiyoti bir qator qurilish materiallari (sement, shlak mahsulotlari va boshqalar) olish uchun keraksiz jins komponentlaridan to'liq foydalanish yo'llarini ishlab chiqdi.

Ruda tarkibi odatda kimyoviy yo'l bilan aniklanadi. Biroq amaliy maqsadlar uchun kimyoviy tarkibni bilish etarli hisoblanmaydi. Xomashyo tarkibidagi minerallar turi (mineralogik tarkib) va minerallar orasida hamma komponentlarni taqsimlanishi (fazoviy tarkib) ni ham bilish kerak. Mineralogik va fazoviy tarkibni bilish qayta ishlanayotgan xomashyoning hamma komponentlari metallurgik qayta ishlaganda o'zini tutishini oldindan aytish, to'g'ri keladigan ratsional texnologiyani tanlash va metallurgik hisob-kitoblarni to'g'ri bajarishni imkonini beradi. Rudalar metall tarkibli tog' jinsi sifatida bir qator xususiyatlar bo'yicha tasniflanadi.

Amalda tarkibidan bir metall olinadigan rudalar oddiy yoki mono-metall rudalar deyiladi. Bunday rudalarga misol sifatida, hamda shartli ravishda hozirgi vaqtda faqatgina temir rudalarining ayrim navlarini keltirish mumkin. Rangli metall rudalarining hammasi, kelib chiqishiga ko'ra polimetall (yoki kompleks) hisoblanadi va tarkibida kamida ikkita ajratib olinadigan metall bo'ladi. Kimyoviy (shuningdek mineralogik) tarkibiga ko'ra hozirda tarkibidan 10–15 tagacha qimmatli komponent ajratib olinayotgan mis, mis – nikeli, mis – ruxli, mis – qo'rg'oshin – ruxli rudalar murakkab hisoblanadi.

Metall tarkibli minerallar to'g'riga (ko'rinishi) ko'ra rangli metall rudalari quyidagi asosiy guruhlarga bo'linadi:

1. Sulfidli, tarkibidagi metall oltingugurt bilan birikib sulfid ko'rinishida bo'ladi. Bunday rudalarga misli, mis-ruxli, mis – molibdenli, mis - nikeli, qo'rg'oshin – ruxli (polimetall) rudalar taaluqlidir;

2. Oksidli, tarkibidagi metall turli kislorod birikmalari: oksidlar, karbonatlar, gidroksidlar va hokazolar bilan birikkan ko'rinishda bo'ladi. Bunday rudalarga misol qilib alyuminiyli, oksidlangan nikelli, qalayli, mis va kamyob metall rudalarining ayrim ko'rinishlarini keltirish mumkin;

1. Sof, tarkibida metall erkin holda uchraydi. Tabiatda erkin holda oltin, kumush, mis, platina, vismut, simob uchraydi;

2. Aralash, metall sulfidli, oksidli ko'rinishda, ayrim hollarda erkin holda bo'ladi (mis rudalari);

3. Xloridli, tarkibida metall vodorod xlorid kislotasi tuzlari ko'rinishida bo'ladi. Bunday rudalardan magniy, shuningdek bir qator yengil va noyob metallar ajratib olinadi.

Sulfidli minerallar mineralizatsiyalanish xususiyatiga ko'ra, o'z navbatida deyarli to'liq sulfidlardan tashkil topgan va qisman sulfidlar keraksiz jins ichida birikib keladiganlarga bo'linadi.

Rangli metall rudalari ko'pchilik hollarda kambag'al hisoblanadi va ularda bir necha foiz, hattoki foizdan bir necha ulush miqdorida asosiy metall bo'lish mumkin. Asosiy metallga yo'ldosh komponent sifatida uchraydigan elementlar miqdori asosiy metallga nisbatan bir necha marta kam bo'ladi. Biroq ko'pchilik yo'ldosh komponentlar qiymati jihatdan asosiy metall bilan teng, ayrim hollarda esa rudaning asosiy komponentlaridan qimmat hisoblanadi. Qimmatli komponentlar qatoriga rangli metall rudalarida 40–50% (massasi bo'yicha) va undan

ortiq miqdorda bo'lgan temirni kiritish mumkin. Rangli metall rudalarini kompleks qayta ishlashning iqtisodiy ahamiyati 5-jadvalda keltirilgan.

Tarkibi jihatdan murakkab bo'lgan polimetall rudalarini qayta ishlaganda uning hamma komponentlaridan, shu jumladan keraksiz jinslardan ham to'liq foydalanishga erishish kerak, ya'ni chiqtsiz texnologiyani qo'llashga intilish kerak. Kon-metallurgiya ishlab chiqarishining rivojlanish darajasi va qo'llanilayotgan texnologiya haqida birinchi navbatda tayyor mahsulotga o'tkazilgan komponentlar qiymatini, ularning dastlabki xomashyo rudasi tarkibidagi qiymatiga nisbati bilan aniqlanadigan, qayta ishlanayotgan xomashyodan kompleks foydalanishning amaliy koeffitsiyenti orqali baholanadi.

5- jadval

Rangli metall rudalarini kompleks qayta ishlashning iqtisodiy ahamiyati

Ruda turi	Komponent							
	Cu	Zn	Pb	Ni	Co	Fe	S	Nodir metallar
Misli (piritli)	2.58/17.3	1.09/5.2	-	-	-	40/20.4	46/20.4	-/15.0
Mis-ruxli	2.5/15.4	2.5/11	0.5/2.5	-	-	37/17.3	40/33.8	-/20
Mis-nikelli	2.5/14.7	-	-	1.5/ 32.6	0.05/0.6	27/12	25/20.1	-/20
Oksidlangan nikelli	0.01/0.14	-	-	1.2/60.2	0.1/2.81	35/36.8	-	-
Polimetalli	0.5/1.9	13/34.6	9/27	-	-	8.5/2.4	18/9.1	-/25

Izoh. 1. Suratda-komponentning rudadagi miqdori, % mahrajda – komponentning nisbiy qiymati, %. 2. Nodir metallarning nisbiy qiymati shartli qabul qilingin. 3. Ruda komponentlarining nisbiy qiymati 1981 y. narxlarida hisoblangan.

Rudani metallurgik qayta ishlash mumkinligi va maqsadga muvofiqqligini belgilaydigan rentabellik minimumi, ya'ni asosiy metallning minimal miqdori vaqt o'tgan sayin kamaymoqda. Agar XIX asr oxirida mis rudasi sinfiga tarkibida mis miqdori 1,5 % kam bo'lmagan tog'

jinslari hisoblangan bo'lsa, hozirda bu ko'rsatkich 0,4–0,5% gacha tushib ketdi.

Rentabellik minimumi kamayishida boyitish va metallurgiya texnikasining takomillashishi va rivojlanishi, hamda xomashyodan kompleks foydalanish koeffitsiyenti ortishi sabab bo'lmoqda, ya'ni qancha ko'p qimmat komponentlar ajratib elinsa, shuncha asosiy metall miqdori kam bo'lgan rudalarni iqtisodiy va texnik jihatdan samarali qazib olish va qayta ishlash mumkin.

Rudalar ham boshqa foydali qazilmalar singari, yer qatlamida tabiiy holda to'planadi va bu to'planish konlar deb ataladi. Qimmatli komponentlarning konlardagi miqdori klark deb ataladigan yer qatlamidagi o'rtacha miqdoridan ancha yuqori bo'ladi. Tabiatda keng tarkazagan metall alyuminiy hisoblanadi.

Unga nisbatan kengroq tarqalgan element kislorod (47,0%) va kremniy (29,5%) hisoblanadi.

6- jadvall

Ayirim metallarning yer qatlamida tarqalishi quyidagi berilganlar bilan xarakterlanadi, %

Alyuminiy	8,05	Volfram	$7 \cdot 10^{-2}$
Temir	4,65	Molibden	$1 \cdot 10^{-3}$
Kalsiy	2,96	Qo'rg'oshin	$8 \cdot 10^{-4}$
Natriy	2,50	Qalay	$6 \cdot 10^{-4}$
Kaliy	2,50	Uran	$5 \cdot 10^{-4}$
Magniy	1,87	Selen	$8 \cdot 10^{-5}$
Titan	0,45	Platina	$2 \cdot 10^{-5}$
Mis	0,01	Kumush	$4 \cdot 10^{-6}$
Rux	0,02	Oltin	$5 \cdot 10^{-7}$
Nikel	0,018	Reniy	$1 \cdot 10^{-7}$

Klarki $10^{-15}\%$ ga yaqin bo'lgan aktiniy va poloniy tabiatda kamroq uchraydi.

Bu metallar odatda uncha yuqori bo'lmagan miqdorda asosiy metall minerallarida qo'shimcha sifatida uchraydi. Rangli metall zahiralari insoniyat qadami yetgan joylarda metallurgik ishlab chiqarishni va unga bog'liq holda rudani qazib olishning uzluksiz rivojlanishi nati-

jasida kamayib bormoqda. Biroq ularning tabiiy zahirasi erigan tuzlar ko‘rinishida rangli metallari bo‘lgan dengiz va okean suvlari hisobidan anchaga oshirilishi mumkin.

Rudali xomashyodan tashqari ikkilamchi xomashyodan ham foydalanishadi. Ikkilamchi xomashyoga metallni qayta ishlash sanoati chiqitlari, yaroqsiz va o‘z muddatini o‘tab bo‘lgan metall detallar va mahsulotlar, turli metali lom, maishiy jihozlar va boshqalar kiradi.

Hozirda ko‘plab miqdorda ikkilamchi xomashyodan alyuminiy va asosiy og‘ir metallar ishlab chiqarilmoqda. Zamonaviy iqtisodiyot uchun ikkilamchi qimmatbaho metallar ishlab chiqarish muhim ahamiyat kasb etmoqda. Ikkilamchi xomashyoni metallurgik ishlab chiqarishga jalb etilishi tabiiy ruda xomashyolaridan tejab sarflash, oddiy va arzon metallurgik usullar bilan metall olish, metall mahsulotlar ishlab chiqarishni ko‘paytirish imkonini beradi.

Kelajakda ikkilamchi xomashyo ayirim rangli metallar ishlab chiqarish uchun asosiy xomashyo bo‘lishi, rudali xomashyoni qayta ishlash hisobidan esa shu metallni ishlab chiqarish va iste‘mol qilish orasidagi yetishmovchilik qoplanishi kerak.

5.2.1. Metallurgik ishlab chiqarishning mahsulotlari va yarim mahsulotlari

Rangli metallurgiya sanoat ishlab chiqarishining kompleks tarmog‘i hisoblanadi. Rangli metallurgiya korxonalarini ishlab chiqaradigan tayyor mahsulotlar turi keng va xilma-xildir. Metallurgiya zavodlari, metall mahsulotlaridan tashqari, ko‘p miqdorda qo‘shimcha, shu jumladan metall mahsulotlariga to‘g‘ridan-to‘g‘ri tegishli bo‘lmagan mahsulotlar ishlab chiqaradi.

Ayirim rangli metallurgiya korxonalarini mahsulotlari quyidagilar bo‘lishi mumkin:

1. quyma, katod, prokat va boshqa ko‘rinishdagi rangli metall va qotishmalar;
2. kimyoviy mahsulotlar: sulfat kislota, sof oltingugurt, mis va nikel kupurosi, kalsinatsiyali soda, turli kimyoviy reaktivlar.
3. mineral o‘g‘itlar: superfosfat, ammosfos va boshqalar;
4. qurilish materiallari: sement, shlak mahsulotlari va boshqalar;
5. issiqlik va elektr energiya;
6. kislorod va argon.

Xomashyo tasnifi, metallurgik ishlab chiqarish mahsulotlari va materiallari sifatli va o'lchamiga bo'lgan talab va me'yorlar davlat standarti (GOST) va texnik shartlar (TU) bilan belgilanadi.

Rangli metallurgiya korxonalarida rangli metall rudalarini qayta ishlaganda tayyor mahsulotdan tashqari, metallurgik ishlab chiqarish yarim mahsulotlari va chiqindilari olinadi. Bularga shlak, shteyn, chang, gazlar, kek, shlam, eritmalar va boshqalar kiradi.

Metallar. Metallar metallurgik ishlab chiqarishning asosiy mahsuloti hisoblanadi. Rangli metallurgiyada qo'llanilayotgan texnologiya va olinayotgan metall tarkibiga bog'liq holda qoramtir va tozalangan metallar farqlanadi. Maqsadga ko'ra iste'molchi tomonidan to'g'ridan-to'g'ri ishlatsa mumkin bo'lgan tayyor mahsulot tozalangan metall deyiladi.

Qoramtir metall deb, qo'shimchalari bo'lgan metallga aytiladi. Qo'shimchalar sifatida asosiy metallga yo'ldosh bo'lgan zararli va qimmatli elementlar uchrashi mumkin. Zararli qo'shimchalar asosiy metallning xossalari (elektro'tkazuvchanlik, korroziyaga barqarorlik va boshqalar)ni yomonlashtiradi va ularni bevosila ishlatishga to'sqinlik qiladi. Qimmatli yo'ldosh elementlar – nodir metallar, selen, gallyi, indiy, vismut va boshqalar ajralib olinishi kerak. Qoramtir metallar qo'shimchalardan tozalanish uchun – rafinirlashga yuboriladi.

Ayrim rangli metallurgiya korxonalari uncha ko'p bo'lmagan miqdorda o'ta yuqori tozalikdagi metallar ishlab chiqaradi. Bunday metallarni olish katta miqdorda qo'shimcha harajatlar, mehnat, vaqt talab qiladi. Shuning uchun ularni ishlab chiqarish cheklangan. Rangli metallar qimmatbaho materiallar toifasiga kiradi. Shu sababli ulardan to'g'ri va tejamli foydalanish muhim ahamiyat kasb etadi.

5.2.2. Pirometallurgiya mahsulotlari. Shteynlar.

Shteyn deb, qo'shimchalarni eritadigan temir sulfid bilan asosiy og'ir rangli metall sulfidlarining qorishmasiga aytiladi. Shteynlar metall tarkibli oraliq mahsulot hisoblanadi, ular asosan mis, nikel va qisman qo'rg'oshin pirometallurgiyasida olinadi. Rangli metallurgiyada misli, mis-nikelli, nikelli va polimetall shteynlar olinadi (7-jadval).

Rangli metallarning shteyulari tarkibi

Shteyn turi	Miqdori, %					
	Cu	Ni	Rb	Zn	Fe	S
Misli	10-60	Do 0.5	Do1	1-6	30-50	23-26
Mis-nikelli	5-10	5-13	-	-	40-60	24-27
Nikelli	0,1-0,3	12-20	-	-	55-60	15-22
Polimeta	10-30	-	10-20	5-10	20-40	13-22

Ular suyuq holda hosil bo'ladi va deyarli suyuq shlak bilan aralashib ketmaydi, bu esa tindirish yo'li bilan ularni bir-biridan ajratish imkonini beradi. Shteyn va shlakni bir-biridan tez ajratish uchun, ularning zichliklari orasidagi farq kamida 1t/m bo'lishi kerak.

Mis shteynlarida asosiy komponentlar mis va temir sulfidlari hisoblanadi. Mis – nikel shteynlarida ko'proq Ni_3S_2 , Cu_2S , FeS bo'ladi.

Mis va mis – nikel shteynlarining muhim xususiyatlari ularda oltingugurt miqdori (23-27%) bir xil bo'lishi va kislorodning temir oksidlari (Fe_2O_3) eritmasi ko'rinishida uchrashi hisoblanadi. Metallurgik amallarni bajarganda bunday shteynlarda oltingugurt miqdori 25% ga teng deb qabul qilinadi. Asosiy metallning shteyndagi miqdori oshishi bilan, kislorod miqdori kamayadi, ya'ni shteyn qancha kambag'al bo'lsa, shuncha unda kislorod miqdori ko'p bo'ladi.

Mis va mis – nikel shteynlari hamma nodir metallarni yaxshi erituvchi (to'plovchi) hisoblanadi. Bundan tashqari, ular tarkibida albatta selen, tellur, vismut, kadmiy va boshqa elementlar bo'ladi.

Nikel shteynlarida oltingugurt miqdori o'zgaruvchan bo'ladi. U eritish vaqtida ferronikel miqdoriga bog'liq bo'ladi. Nikel shteynlarida kislorod deyarli bo'lmaydi.

Shteyn qovushqoqligi harorat, shuningdek oltingugurt va temir miqdori ko'paysa kamayadi.

Shlaklar. Shlak ko'pgina metallurgik eritish jarayonlarining ikkinchi shartli mahsuloti hisoblanadi. Ular keraksiz jins va flyuslarning oksidlanishi hisobidan hosil bo'ladi va asosan oksidlardan tashkil

topgan boʻladi. Shlak hosil qiluvchi komponentlardan tashqari, amalda zavod shlaklari tarkibida maʼlum miqdorda ajratib olinayotgan metall ham boʻladi.

Agar shlaklar tarkibida qimmatli komponentlar miqdori kamroq boʻlsa, ular chiqit mahsulotlari hisoblanadi, yaʼni metallurgik ishlab chiqarishning chiqindilaridir. Biroq shlaklarni chiqit deb shartli hisoblash kerak. Metallurgik texnika va texnologiyaning taraqqiy etishi bilan ular bir qator rangli metallar, shuningdek temir va boshqa qimmatli komponentlar olish uchun qimmatli xomashyo boʻlishi mumkin.

Ayirim metallurgik eritish turlarida, ayniqsa tozalash jarayonlarida boy shlaklar olinadi. Bunday shlaklar albatta tozalanishi kerak. Ular koʻpincha asosiy metallurgik jarayonlardan biriga qaytariladi yoki maxsus qayta ishlanadi.

Rangli metall ruda va boyitmalarini eritganda shlak juda koʻp miqdorda ajralib chiqadi va shixtaning massasidan 60–120% tashkil etadi. Kambagʻal rudalarni eritganda koʻp miqdorda flyus qoʻshilishi 100% va undan ortiq miqdorda shlak chiqishiga olib keladi.

Shlaklar asosiy fizik- kimyoviy oʻzgarishlar va metall tarkibli mahsulot va yakuniy tarkibli shlak olinadigan, shuningdek erish jarayoni suyuq mahsulotlari ajraladigan muhit hisoblanadi. Shlak massasi va ogʻirligi erish jarayonida issiqlik sarfini belgilab beradi va erish jarayoni koʻrsatkichlariga sezilarli taʼsir etadi. Qimmatli metallarning olinmay qolishi olinayotgan shlakning chiqishi va xossalari bogʻliq boʻladi.

Qimmatli metallarning shlaklarga qoʻshilib yoʻq boʻlishi ularning oksidlarini shlaklanishi va qisman shteynning shlak eritmasida erishi (elektrkimyoviy yoʻqotish), shuningdek mayda, sulfidli yoki metall boʻlakchalarining shlakda muallaq holda boʻlishi qolib ketishi (mexanik yoʻqotish) bilan izohlanadi.

Har qaysi metallurgik jarayon va uni amalga oshirish uchun ishlatilayotgan eritish qurilmasi uchun qatʼiy belgilangan maʼlum texnologik va iqtisodiy talablarga javob beradigan shlakning optimal tarkibi tanlanadi. Koʻpgina hollarda olinayotgan shlak tarkibini toʻgʻirlash kerak boʻladi. Shlak tarkibini optimal darajaga yetkazish uchun dastlabki shixtaga toʻgʻri keladigan flyus – mineral qoʻshimcha kiritish kerak. Koʻp miqdorda flyus qoʻshilishi har doim ham maqsadga muvofiq emas, chunki rudali xomashyoni eritish, shlak miqdorining

ko'p chiqishi, yoqilg'i ko'p sarflanishi sababli pechning ishlab chiqarish unumdorligi pasayishiga olib keladi.

Optimal tarkibli shlak olish uchun rangli metallurgiyada flyus sifatida kvarsit va ohak ishlatiladi. Ko'pincha oddiy kvarsitli jins o'rnida oltin tarkibli kvars rudalari ishlatiladi. Chunki shteyn yoki qoramtir metallga eritish paytida nodir metallar ham yo'l-yo'lakay ajratib olinadi.

Gaz va chang. Ko'pchilik metallurgik jarayonlar sezilarli miqdorda gaz va chang chiqishi bilan boradi. Bu ikkala mahsulot pechdan birga chiqarilib yuboriladi.

Chiqarilib yuborilayotgan metallurgik gazlar, kimyoviy reaksiyalar natijasida hosil bo'ladigan texnologik, yoqilg'i yonishi natijasida hosil bo'ladigan yoqilgi gazlariga bo'linadi. Chiqib kelayotgan gazlar tarkibi va miqdori qayta ishlanayotgan xomashyo turi va qo'llanilayotgan metallurgik jarayonga ko'ra aniqlanadi.

Texnologik gazlarning asosiy komponenti oltingugurt oksidi (SO_2), gaz (SO_2), uglerod oksidi (CO) va suv bug'lari hisoblanadi. Yoqilg'i yonishi natijasida ko'proq SO_2 , CO va H_2O hosil bo'ladi. Bundan tashqari, gazlarda jarayonga havo bilan birga kirib kelgan azot va erkin kislorod bo'ladi.

Chiqib kelayotgan gazlarni kompleks qayta ishlash quyidagilarni nazarda tutadi:

- qimmatli komponentlarni ushlab qolish;
- bug', issiq suv va boshqalar olish uchun gazlarning fizik issiqligidan foydalanish;
- atrof – muhitni asrash maqsadida chiqib ketayotgan gazlarni tozalash.

Metallurgik jarayonlarda hosil bo'ladigan changni shartli ravishda yirik va maydalarga tasniflash mumkin. Yirik changlarni hosil bo'lishi qayta ishlanayotgan shixta yoki metallurgik qayta ishlanayotgan mahsulot mayda bo'lakchalariga gaz oqimining ta'siri bilan bog'liq. Chang bo'lakchalarining yirikligi va miqdori gaz oqimining tezligi va qayta ishlanayotgan xomashyoning yirikligi bilan aniqlanadi. Yirik changlarni kimyoviy tarkibi ular hosil bo'layotgan xomashyo tarkibiga o'xshash bo'ladi. Yirik changlar jarayonga qaytariladi.

Mayda changlar oson uchuvchan komponentlarni uchib chiqishi natijasida hosil bo'ladi. Buning natijasida hosil bo'ladigan bug'lar gaz oqimi bilan chiqib ketadi va gazlarni sovutganda qattiq bo'lakchalar

yoki suyuq tomchilar holida to'planadi. Kimyoviy tarkibiga ko'ra mayda changlar dastlabki xomashyo tarkibidan tubdan farq qiladi, ular uchuvchan komponentlar, misol uchun ruh, kadmiy, qo'rg'oshin, germaniy, indiy va boshqa sochma va noyob metallar bilan boyigan bo'ladi. Mayda changlar bu komponentlarni ajratib olish uchun qimmatli xomashyo hisoblanadi, shuning uchun ular albatta keyingi qayta ishlashga yuboriladi.

Metallurgik jarayonlar natijasida hosil bo'ladigan hamma changlar ushlab qolinishi shart. Bu vaqtda ikkita maqsad ko'zlanadi: 1. mayda chang tarkibiga o'tgan qimmatli komponentlardan foydalanish; 2. Atrof-muhit ifloslanishining oldini olish.

Gidrometallurgiya mahsulotlari. Hidrometallurgik jarayonlarning asosiy mahsuloti eritma va kek hisoblanadi.

Eritmalar deb, tarkibi erigan modda va erituvchidan tashkil topgan bir jinsli sistemaga aytiladi. Eritmalarning asosiy xususiyati ularning konsentratsiyasi hisoblanadi.

Kek kukunsimon qattiq mahsulot hisoblanadi. Hosil bo'lish tabiatiga ko'ra sanoat keklari ikki xil bo'ladi:

- 1) eritilayotgan xomashyoning erimay qolgan qismi;
- 2) erigan mahsulotlarni erkin holda yoki erimaydigan kimyoviy birikmalar ko'rinishida sementatsiya, kimyoviy cho'ktirish (cho'kma) mahsulotlari.

Nazorat savollari:

1. Diffuziya deganda nimani tushunasiz?
2. Gazsimon moddalarda qanday iffusion harakatlanish kuzatiladi?
3. Qattiq moddalarda qanday iffusion harakatlanish kuzatiladi?

5.3. METALLURGIK YOQILG'ILAR VA ULARNING XILLARI

Yoqilg'ilar haqida qisqacha ma'lumot. Metallurgik pechlarni issiqlik energiyasi bilan ta'minlashda asosiy manba yoqilg'i hisoblanadi. Yoqilg'i deb shunday moddaga aytiladiki, uni kislorodli muhitda qizdirilganda shiddat bilan oksidlanib (yonib) ma'lum miqdorda issiqlik chiqaradi. Bunday moddalarga elementar oltingugurt, sulfidli minerallarning oksidlanishi va uglerodi yuqori bo'lgan birikmalar kiradi.

Sanoatda uglerodli yoqilg'ilar keng qo'llaniladi, ular tabiiy va sun'iy bo'lib, qattiq, suyuq va gaz holida mavjuddir. Ular jumlasiga ko'mir, neft va tabiiy gaz kiradi.

Tabiiy yoqilg'ilar har doim ham metallurgik jarayonlar talablariga javob beravermaydi. Yoqilg'ilarning sifatini yaxshilash maqsadida ularga maxsus ishlov beriladi. Ishlov berish jarayonlariga qattiq yoqilg'ini boyitish, qattiq yoqilg'ini gaz holdagi yoqilg'iga keltirish, ko'mirlarni kokslash, ko'mir changlardan briketlar tayyorlash, neftni qayta ishlash, tabiiy gazni konversiyalash va boshqalar kiradi.

Yoqilg'i xossalariga: kimyoviy tarkibi, qizdirishga munosabati, issiqlik darajasi va yoqilg'i yonishining kalorimetrik harorati kabilar kiradi.

Yoqilg'ining kimyoviy tarkibini uglerod, vodorod, azot, kislorod va oltingugurtdan tashqari suv W va yonish natijasida hosil bo'ladigan kul A, ya'ni turli mineral birikmalar tashkil etadi. Yoqilg'ining asosini uglerod tashkil etib, uning yonishi natijasida issiqlik ajraladi.

Yoqilg'ida uglerod organik birikmalar holda bo'lib, uning miqdori 85–90 % gacha yetadi. Kislorod bilan bog'lanmagan ma'lum miqdordagi vodorod yonganida ham ma'lum miqdorda issiqlik ajraladi.

Azot, kislorod bilan bog'langan vodorod yoqilg'i uchun unsur birikmalar bo'lib, yoqilg'ining energetik tasnifiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Yoqilg'ida oltingugurt uch xil birikma, ya'ni organik S_{or} , sulfidni (oltingugurt kolchedani) S_k va sulfat S_{st} holda bo'ladi. Organik va sulfidli oltingugurt yonganda ma'lum miqdorda issiqlik ajraladi, shunga qaramay ularning yoqilg'i tarkibida oz miqdorda bo'lishi maqsadga muvofiq. Sababi ularning yonishi natijasida atmosfera havosini zaharlovchi SO_2 gazi hosil bo'ladi.

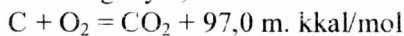
Yoqilg'ining tarkibidagi namlik uning sifatini pasaytiradi. Yoqilg'i tarkibidagi namlik tashqi va ichki (yoki mikroskopik) namliklarga ajratiladi. Ularning birinchisini yoqilg'ini - 40°C haroratda quritish bilan va ikkinchisini esa yoqilg'ini 100°C haroratgacha qizdirish usuli bilan yo'qotish mumkin.

Qattiq yoqilg'ilarning yonishi natijasida ma'lum miqdorda yonmaydigan chiqindilar ajraladi – u kul deb yuritiladi. Bu chiqindining tarkibini asosan metallar oksidlari, kremniy, alyuminiy, magniy, kalsiy va boshqa elementlar tashkil etib, ular yoqilg'ining sifatini pasaytiradi.

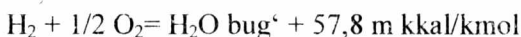
Yoqilg'ini qizdirishga munosabati. Ma'lumki, ba'zi yonilg'ini qizdirilganda tarkibi ma'lum darajada o'zgaradi. Shunga asosan yoqilg'ilar qizdirishga chidamli va issiqlikka chidamsiz guruhlariga ajraladi. Tabiiy yoqilg'ilarni hammasi qizdirishga chidamli yoqilg'ilar sinfiga

kiradi, bunga asosan qattiq holdagi yoqilg'ilar misol bo'la oladi. Yoqilg'ilarning bu xususiyati katta ahamiyatga egaligi uni qayta ishlashga mumkinligidir, ya'ni ulardan yonuvchi gazlar olinishi, koks tayyorlash, haydash va yonilg'ini yoqish jarayonlari.

Yoqilg'ini issiqlik darajasi Q – uning eng asosiy ko'rsatkichi bo'lib aniq birlikdagi yoqilg'ini to'liq yondirishda, ya'ni oksidlanishda ajralgan issiqlik miqdorini belgilaydi, masalan



1kg C uchun 7,83 kkal



1kg H₂ uchun 28,9 kkal.

Qattiq va suyuq yoqilg'ilar bu ko'rsatkich kkal/kg da, gazlar uchun kkal/m³ da ifodalanadi.

Yoqilg'ining kalorimetrik issiqligi t_k, C – bu yoqilg'i yongandagi eng yuqori darajada beradigan issiqlik bo'lib, yonish davrida unga berilishi kerak bo'lgan havo nazariy jihatdan uning to'liq yonishiga sarflanadi.

$$t_k = \frac{Q_n^{ish}}{\sum V_r C_r}$$

bu yerda: V_r – yonilg'ining to'liq yonishida hosil bo'lgan mahsulot hajmi, m³/kg

C_r – yonilg'ining O°C dan t_k oralig'idagi o'rtacha issiqlik sig'imi, kkal/(m³°C).

5.3.1. Yoqilg'ilarning turlari va ularni metallurgik pechlarda ishlatish

Qattiq yoqilg'ilar odatda tabiiy va sun'iy bo'ladi. Tabiiy yoqilg'ilarga o'tin, torf, qo'ng'ir, ko'mir, toshko'mir, antratsit va yonuvchi slanes kiradi, sun'iylariga esa – pista ko'mir, koks, briketlar, ko'mir kukunlari va changlari kiradi. Metallurgik pechlarda qattiq yoqilg'i turlaridan asosan koks va ko'mir kukunlar keng qo'llaniladi, boshqalari esa cheklangan miqdorda ishlatiladi.

O'tin – daraxtsimon o'simlik yoqilg'isidir. Tabiatdagi daraxtlarning turi xilma-xil bo'lishiga qaramay ularning organik massasi umuman bir xil bo'lib, tarkibi taxminan 50% C, 43% O₂ va 6% H₂

lardan tashkil topgan. O'tinning yonishidan qoladigan chiqindi kul 1–2 % ni tashkil etadi.

O'tinli yoqilg'ilar asosan metallurgik pechlarni yangitdan ishga tushirish jarayonida, ya'ni yangi qurilgan pechlarni, ta'mir qilingan pechlarni va ma'lum vaqtgacha to'xtatilgan pechlarni ishlatishda qizitish uchun qo'llaniladi.

Torf ham tabiiy yoqilg'ilar turkumiga kirib, foydali qazilma hisoblanadi. Torfning tarkibidagi uglerod moddasining kamligi, issiqlik energiyasining pastligi va ko'p miqdorda mineral chiqindisi borligi sababli metallurgik pechlarda deyarli foydalanilmaydi. Torf asosan ikkilamchi yoqilg'i olishda elektrstantsiya va kimyo sanoatida keng foydalaniladi.

Qo'ng'ir ko'mir – torfga nisbatan ancha keyin paydo bo'lgan o'simlik yoqilg'ilari turkumiga kirib, uning tarkibi yoshiga qarab o'zgaradi va "yetilgan" hamda "yetilmagan" sinflarga bo'linadi.

Qo'ng'ir ko'mir tarkibidagi namlikning yuqori bo'lishi, chiqindi minerallarining ko'pligi, hamda beradigan issiqlik energiyasining kam bo'lganligi sababli metallurgik pechlarda cheklangan miqdorda foydalaniladi. Qo'ng'ir ko'mir metallurgik pechlarda asosan generator yoqilg'i gazini, ya'ni uni yoqib CO₂ gazini olish uchun va past haroratda ishlaydigan pechlarni isitish uchun ishlatiladi.

Tosh ko'mir – qo'ng'ir ko'mirdan ancha farq qilib, tarkibidagi uglerodning miqdori 70-80 % gacha yetib, kislorodning miqdori esa 6-10% bo'ladi. Toshko'mir, zichligi yuqoriligi, havodagi namlikni tortib olish qobiliyatining pastligi va tarkibidagi uchuvchi elementlarning kamligi bilan qo'ng'ir ko'mirdan farq qiladi. Toshko'mir tarkibidagi elementlarning miqdoriga va energetik tasnifiga asosan bir necha sinflarga ajraladi, jumladan D – uzun alangali, G – gazli, J – moyli, K – koksli va h. k. Metallurgik pechlarda yoqilg'i sifatida, D va G markali toshko'mirlar chang holdida ishlatiladi, K, J, OS markalari esa metallurgik koks olishda qo'llaniladi.

Antratsit – yoshi jihatdan qattiq yoqilg'ilar orasida oxirgi o'rinda bo'lib, tarkibidagi uglerodning miqdori 84–94 % gacha va uchuvchi moddalar 3–7 % gacha bo'lishi mumkin. Antratsit asosan rangli metallurgiyada shaxtali pechlarda koks o'rnida ishlatiladi, shuningdek metallurgik pechlar uchun gaz holdagi yoqilg'i olishda qo'llaniladi.

Yonuvchi slanes – qo‘ng‘ir ko‘mirlar sinfiga mansub bo‘lib, uning tarkibidagi chiqindi minerallarining miqdori 40–70 % va uglerodining miqdori 10–30% bo‘ladi. Shu sababli metallurgik pechlarda yonuvchi slaneslardan suyuq va gzsimon mahsulot holida foydalaniladi.

Pista ko‘mir – yog‘och mahsulotlarini juda kam havo bo‘lgan muhitda, 400–500°C haroratda qizdirish orqali tayyorlanadi. Pista ko‘mir yuqori gigroskopik xususiyatga egadir. Uning tarkibida 10% gacha namlik bo‘lib, ochiq havoda saqlansa namligi 40% gacha ortadi. Pista ko‘mirning tarkibida oltingugurtning yo‘qligi va chiqindi minerallarining kamligi sababli uni metallarni tozalashda qaytaruvchi, tiklovchi sifatida va erigan metalni quyishda qoliplarga muhofaza qatlam sifatida qo‘llaniladi. Pista ko‘mirni qora metallurgiyada domna pechlarida yoqilg‘i sifatida ishlatish mumkin.

Koks – toshko‘mirni havosiz sharoitda 1000–1100°C haroratda quruq qizdirish orqali olinadi. Kimyo sanoatida koks tayyorlash jarayoni maxsus texnologiyada olib boriladi. Bu jarayon maxsus koks tayyorlash batareyalarida olib boriladi. Kokslash jarayoni natijasida quyidagi mahsulotlar olinadi. Massaga nisbatan 15% hisobida 78% koks, 15% koks gazi, 3,5% toshko‘mir moyi, 0,3% ammiak, 07% xomaki benzol va 2,5% yog‘li suv. Kokslash jarayonida ajralib chiqqan gazning issiqlik sig‘imi taxminan 4500 kkal/m³ ni tashkil etib, yuqori haroratda ishlaydigan metallurgik pechlarda, koks tayyorlash pechlarida yoqilg‘i sifatida ishlatiladi.

Koks toshko‘mirga nisbatan mexanik mustahkam, issiqlik berish energiyasi (1=6600kg/kkal) va kalorimetrik harorati 700°C ga teng. Koksning bu ko‘rsatkichlari uni metallurgik pechlarda shaxtali, domna hamda metallurgik jarayonlarida qaytaruvchi sifatida keng foydalanishga asosiy omil bo‘ladi.

Ko‘mir kukuni – toshko‘mir yoki qo‘ng‘ir ko‘mirni 0,05–0,07mm yiriklikda maydalab tayyorlanadi. Tayyor mahsulot tarkibida namlikning miqdori 0,5 % dan kam bo‘lmasligi shart.

Metallurgik pechlarda yoqilg‘i sifatida qo‘llaniladigan ko‘mir kukunlarining o‘lchami quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$R = 6 + 0,5L$$

bu yerda: R – ko‘mir kukunining yirikligi, mm

L – yoqilg‘i tarkibidagi uchuvchi moddaning miqdori, massasiga nisbatan hisobda.

5.3.2. Suyuq holiday yoqilg'ilar

Neft – yagona tabiiy suyuq yoqilg'i hisoblanadi. Sun'iy, suyuq yoqilg'ilarning turlari esa xilma-xil bo'lib, ularning asosiylari neftni qayta ishlash natijasida olingan benzin, kerosin, motor yoqilg'isi, mazut; qattiq yoqilg'ini qayta ishlashdan olingan smola va mator yoqilg'isi, kolloidli yoqilg'ilar hamda sintetik suyuq yoqilg'ildir.

Suyuq yoqilg'ilarning qattiq yoqilg'ilarga nisbatan afzalliklari quyidagilardan iboratdir, ya'ni yuqori issiqlik energiyasiga egaligi ($Q_H^{sh} = 8500-1000$ kkal/kg), chiqindini miqdorini pastligi ($A^{ish} = 0:0,3\%$), alanga oldirishni soddaligi, po'lat quvurlar orqali bir joydan ikkinchi joyga uzatilishi mumkinligi va h.k.

Metallurgik pechlarni ishlashida suyuq yoqilg'ilardan – mazut keng foydalaniladi. Mazut neftni haydash natijasida olingan mahsulot bo'lib, yuqori haroratda ishlaydigan kuydirish, eritish va metallarni tozalash pechlarida ishlatiladi.

Mazutning sifati uning qovushqoqligi, undagi chiqindining miqdori va alanganlash harorati bilan belgilanadi. Mazutning qovushqoqlik darajasini shartli ravishda 80°C haroratda qabul qilinib, yuqori sifat ko'rsatkichi 2,5:6,0 gacha, pastkisi esa 13:13,5 oralig'ida. Mazut tarkibida chiqindining miqdori 0,1:0,63%, namligi 1:4% va solishtirma og'irligi 0,91–0,99 g/sm³ ga teng. Mazutning sifatiga ta'sir ko'rsatuvchi elementlardan oltingugurt va parafindir. Kam oltingugurt markali mazut tarkibida 0.05–0.5% gacha va oltingugurtli markasida esa 3–3, 5 % dan oshmasligi kerak.

Mazut moysimon modda bo'lib, uzoq vaqt sifati buzilmay maxsus joylarda saqlanishi mumkin. Uning bu xususiyatidan foydalangan holda metallurgik zavodlarda pechlarni doimiy yoqilg'i bilan ta'minlash maqsadida ishlatilayotgan boshqa turdagi yoqilg'ilardan tabiiy gaz, ko'mir, koks tashqari ma'lum miqdorda mazut yoqilg'isi ham saqlanadi.

5.3.3. Gaz holiday yoqilg'ilar

Zamonaviy metallurgik pechlarning asosiy yoqilg'ilaridan biri – gaz holiday yoqilg'ilar hisoblanadi. Ular o'z navbatida tabiiy va sun'iy bo'lib, birinchisiga Er ostidan olinayotgan tabiiy gaz, ikkinchisiga esa qattiq va suyuq yoqilg'ilarni qayta ishlash natijasida olingan gazlar kiradi.

Gaz holiday yoqilg'ilarning boshqa turdagi yoqilg'ilardan bir qator afzalliklari mavjud, ularga:

1. issiqlikni energiyasining yuqoriligi $Q > 3000$ kkal/m;
2. tarkibida chiqindi mineral va changlarning kamligi;
3. ularni yondirishda jarayon haroratini boshqarish mumkinligi;
4. uzoq masofalarga quvurlar yordamida uzatish mumkinligi;
5. past sifatli qattiq yoqilg'ilarni qayta ishlab olish mumkinligi va h.k.

Gaz holiday yoqilg'ilar metallurgiyada nafaqat yoqilg'i sifatida balki metall ajratib olish jarayonida qaytaruvchi sifatida ham foydalaniladi. Quyida metallurgiyada qo'llaniladigan gaz holiday yoqilg'ilarning asosiylari tasnifi bilan tanishib chiqamiz.

Tabiiy gaz. Tabiiy gazlar Yer bag'rida paydo bo'lib, asosini metan CH_4 tashkil etadi. U tabiatda:

1. haqiqiy gaz konlaridan (CH_4 – 93 % gacha)
2. neft konlarida (CH_4 – 54 % gacha) birgalikda uchraydi.

Tabiiy gaz quritish, kuydirish, eritish va tozalash pechlarida yoqilg'i sifatida ishlatiladi.

Koks gazi – toshko'mirdan koks tayyorlashda olinadi. Koks gazining issiqlik energiyasi $Q = 4000$ kkal/m³ bo'lib, pechlar uchun sifatli yoqilg'i hisoblanadi. Koks gazi qora metallurgiyada asosiy yoqilg'i va metallni tozalashda qaytaruvchi sifatida foydalaniladi.

Domna va koloshnik gazlari domna pechlari va rangli metallurgiya pechlarining ikkilamchi mahsuloti hisoblanadi. Bu gazlar asosan past haroratda ishlaydigan pechlarda, suv qaynatish qozonlarida va boshqa dastgohlarni isitish uchun ishlatiladi.

Nazorat savollari:

1. Qanday yoqilg'i turlarini bilasiz?
2. Qattiq yoqilg'ilarining suyuq yoqilg'ilardan qanday afzalligi bor?
3. Tabiiy gazning tarkibi qanday moddalar?

5.4. O'TGA CHIDAMLI MATERIALLAR, ULARNING XILLARI VA ISHLATILISHI

5.4.1. O'tga chidamli materiallar haqida qisqacha ma'lumot.

Zamonaviy metallurgik pechlar qurilishida ko'p miqdorda turli materiallar qo'llash talab qilinadi, ulardan asosiylari: issiqlikka va o'tga chidamli materiallar, metallar, metall qotishmalar va oddiy qurilish materiallari. Issiqlikka va o'tga chidamli materiallar pechlarning ishchi

qismlarini, ya'ni yuqori haroratli jarayonlar boradigan ishchi bo'limlarni yig'ishda ishlatiladi. Metall va metall qotishmalari pechning tashqi qoplamalarini, mahkamlash ustunlarida, harakatlanuvchi qismlarda, sovitish sistemalarida qo'llaniladi. Oddiy qurilish materiallari – g'isht, sement, qum, xarsangtosh va shag'allar asosan pechlarning fundamentini tayyorlashda, texnologik gazlar harakatlanuvchi qismlarni yig'ishda foydalaniladi.

O'tga chidamli materiallar deb – uzoq vaqt davomida 1000°C dan yuqori bo'lgan haroratga bardosh berib, o'zining mexanik mustahkamligini va shaklini saqlab turuvchi materiallarga aytiladi. O'tga chidamli materiallar quyidagi talablarni qanoatlantirishi shart, ya'ni:

1. O'tga chidamliligi – 1580°C dan kam bo'lmasligi.
2. 1000°C dan yuqori haroratda ham yetarli darajada texnik mustahkamlikka ega bo'lishi.
3. Jarayon harorati o'zgarishiga chidamliligi.
4. Metallurgik jarayonlar borishi davomida kimyoviy mustahkamligi.
5. Qizdirish natijasida o'zining shaklini va hajmini saqlab qolishi.
6. Fizik xususiyatlari – issiqlik o'tkazuvchanlik, g'ovaklik, solishtirma kattaliklari va hokazolarga javob berishi.
7. Ko'plab ishlab chiqarishda tannarxining arzonligi.

Metallurgik pechlar qurilishida qo'llanilayotgan o'tga chidamli materiallar oksidli yoki uglerodli birikmalardan tayyorlanadi.

Ular o'zining tarkibiga ko'ra 20 ta guruhdan iborat 8 ta sinfga bo'linadi:

I. Kremniy oksidli

a) issiqqa chidamli g'ishtlar, dinasli bo'lib tarkibida SiO_2 ning miqdori 90% dan kam bo'lmasligi kerak.

b) kvarsli shisha, SiO_2 ning miqdori 99 % dan oshmasligi kerak.

II. Alyumosilikatli

a) yarim kislotali, tarkibida 70–80% SiO_2 va Al_2O_3 0–30% dan kam bo'lmasligi kerak.

b) shamotli, tarkibini 30% dan 45% gacha Al_2O_3 tashkil qiladi.

d) yuqori alyumosilikatli tarkibida Al_2O_3 45% dan kam bo'lmasligi kerak.

III. Magnizitli

a) tarkibida magniy oksidi – MgO ning miqdori 85% dan kam emas.

b) tarkibidagi dolomitli CaO va MgO larining miqdori (molekulyar miqdorda) bir-biriga yaqin yoki MgO ortiqroq.

d) foresterli, tarkibi MgO va SiO₂ lardan iborat bo'lib, ularning molekulyar nisbati taxminan 1 ga teng yoki MgO miqdori ortiqroq.

e) shipinelli MgO·Al₂O₃ va Cr₂O₃ dan tashkil topgan.

IV. Xromli

a) tarkibida 30% oralig'ida Cr₂O₃ bo'ladi.

b) xrom-magnezitli-tarkibi 10–30% Sg₂O₃ va 30–70% MgO dan iborat.

V. Uglerodli

a) grafitli, tarkibini 30–60% ni C tashkil qiladi.

b) koksli, tarkibini 70–90% ni C dan tashkil qiladi.

VI. Sirkoniyl

a) sirkoniyl, ZrO₂·SiO₂ mineralidan tayyorlanadi.

b) sirkonli ZrO₂ dan tayyorlanadi.

VII. Oksidli

a) berilli oksididan tayyorlangan mahsulot.

b) toriy oksididan tayyorlangan mahsulot.

d) seziiy oksididan tayyorlangan mahsulot.

VIII. Karbitli va nitritli

a) korborundli, tarkibida 30% dan 90% gacha SiC₄ mavjud.

b) nitridan, karbid va baritdan tashkil topgan mahsulotlar.

O'tga chidamli materiallar issiqlikga chidamli xossasiga ko'ra uchta guruhga ajratiladi.

1. O'tga chidamli – 158°C dan 177°C gacha,

2. Yuqori haroratga chidamli 177°C dan 200°C gacha,

3. O'ta yuqori haroratga chidamli 200°C dan yuqori.

O'tga chidamli mahsulotlar termik ishlov berilishiga asosan 3 guruhga bo'linadi:

1. Kuydirilmaydigan;

2. Kuydiriladigan;

3. Erish haroratiga qadar qizdirib termik ishlov beriladigan.

Metallurgik pechlar qurilishida asosan tabiiy xomashyolardan maxsus tayyorlangan o'tga chidamli materiallar ishlatiladi. Ularni tayyorlashda tabiiy o'tga chidamli materiallar qum, kvarsli qum SiO₂, slanes temir xromati FeO·Cr₂O₃, asbest 3MgO·4SiO₂·H₂O kaolin Al₂O₃·3SiO₂·2H₂O va boshqa minerallardan foydalaniladi. Shuningdek

bu materiallarga qayta ishlov bermagan holda ham pechlar kurilishida ishlatish mumkin. Masalan, asbest va slanes – issiqlik o'tkazmaydigan materiallar sifatida qoplamalar orasini to'ldirishda, kvarsli qum, kaolin va sement qorishmasidan pechlar g'ishtlarini terishda, choklarini suvashda va mahsulot chiqadigan tuynuklarni yopishda foydalaniladi.

O'tga chidamli materiallarni tanlash, ulardan mahsulot tayyorlash va ishlatish mutaxassisidan yuqori bilim va mahorat talab qiladi, chunki yo'l qo'yilgan xatolar qurilgan metallurgik pechlarning mustahkamligini pasaytiribgina qolmay, hatto baxtsiz hodisalarga olib keladi. Shu sababli issiqlikka chidamli mahsulotlar tayyorlash qat'iy texnologik talablar asosida olib borilishi shart, bularga:

1. Xomashyoni tayyorlash. Tabiiy xomashyoni saralash, unsur elementlardan tozalash maqsadida uni boyitish, kuydirish orqali uning tarkibidagi karbonatlarni, gidratlarni, organik birikmalarni parchalash va mustahkam birikma olish, uni maydalash, yanchish va yirikligi bo'yicha saralashdan iborat.

2. Dastlabki aralashma – shixta tayyorlash, bu jarayonda tayyorlanayotgan mahsulot tarkibini tashkil etuvchi moddalar aniq miqdorda solinib, yaxshi aralashtiriladi, so'ngra ma'lum miqdorda suv bilan namlanadi.

4. Mahsulotni quritish, ya'ni uning mikroskopik namligini ma'lum haroratda parchalashdan iboratdir.

5. Mahsulotni kuydirish. Bu jarayon g'isht pishirish pechlarida yoki to'g'ridan-to'g'ri metallurgik pechlarning o'zida amalga oshiriladi.

6. Tayyor mahsulotning texnik nazorati – bu korxonaning maxsus bo'limiga yuklatilgan bo'lib, tayyorlangan issiqlikka chidamli mahsulotlarni sifatini tekshirib va saralab maxsus konteynerlarga joylanadi yoki ehtiyot choralarini inobatga olgan holda iste'molchiga jo'natiladi.

5.4.2. O'tga chidamli mahsulotlarning tasnifi va ishlatilishi **Dinasli mahsulotlar**

Dinasli o'tga chidamli mahsulotlarga – tarkibida SiO_2 93% dan kam bo'lmagan va quyidagi tarkibli mahsulotlar kiradi:

SiO_2 –93–94,5%, Al_2O_3 –1,5%, CaO 2–2, 8%

Issiqlikka chidamlilik harorati

t=1690–1710°C

Dinasli mahsulotlardan – qora va rangli metallurgiyada yuqori haroratda ishlaydigan eritish, yallig‘ qaytarish, elektr pech va metallni olovli tozalash pechlarining ishchi qismlari yig‘iladi.

Shamotli

Shamotli o‘tga chidamli materiallar tarkibida 30–45% Al_2O_3 bo‘lib, uch turda bo‘ladi.

1. Asosiy – tarkibida Al_2O_3 30% dan kam bo‘lmasdan, qo‘shimcha TiO_2 mavjud.

2. Kislota – 30% $Al_2O_3 + TiO_2$

3. Ko‘mirli – ko‘mir va organik birikmalar miqdori 16–20% dan ko‘p bo‘lmasligi kerak. $t = 1300–1690$ °C.

Shamotli mahsulotlar kuydirish pechlarida gaz harakatlanish yo‘laklari, kovishlarda va boshqa qismlarda qo‘llaniladi.

Magnezitli va xromli

Bu guruh o‘tga chidamli materiallarning 6 ta guruhdan iborat bo‘lib, ularga:

1. Magnezitli, MgO ;

2. Dolomitli MgO va CaO ;

3. Forsterli $2 MgO \cdot SiO_2$;

4. Shinelli $MgO \cdot Al_2O_3$ va $MgO \cdot Sr_2O_3$;

5. Xromatli $FeO \cdot CrO_2$;

6. Xrom – magnezitli MgO va CrO_2 .

Ular 1550°C dan 2000°C haroratni ko‘taradi va pech qurilishining turli qismlarida qo‘llaniladi.

Uglerodli o‘tga chidamli materiallar. Ularning uchta turi bo‘lib, ularga korborundli, grafitli va uglerodlilar misol bo‘ladi. Korborundli material tarkibida 85–90% SiC bo‘lib, ulardan tayyorlangan materiallar oksidlanish reaksiyasiga chidamli va mufil pechlari uchun o‘tga chidamli plitalar tayyorlashda ishlatiladi. Bunday materiallar 2000°C haroratda ham o‘zining fizik xususiyatini saqlab qoladi.

Issiqlik o‘tkazmaydigan materiallar. Tabiatda issiqlik o‘tkazmaydigan modda – havodir, uning issiqlik o‘tkazish koeffitsiyenti juda kam bo‘lib 0,02 kkal/(m·soat·grad). Shuning uchun tabiatda va texnikada orasida havo bo‘lgan g‘ovak materiallar qo‘llaniladi. Metallurgik pechlar qurilishida issiqlik o‘tkazmaydigan yuqori g‘ovaklikka ega materiallar keng qo‘llaniladi. Texnikada ularni yengil o‘tga

chidamli materiallar deb nomlanadi, ular ikki xil turda bo'ladi, ya'ni tabiiy va sun'iy.

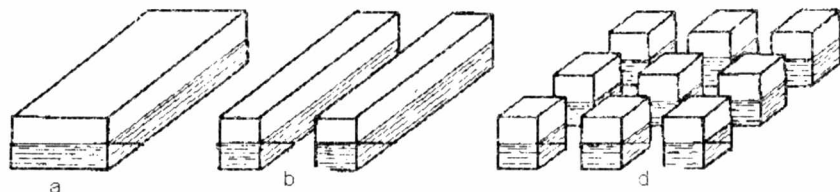
Tabiiylariga – dolomit infuzor tuproq, tuproq va asbest kiradi. Birinchi ikkitasining tarkibini asosini, ya'ni 80–95% SiO₂ tashkil etadi. Ular yuqori g'ovaklikga, kichik sig'imga va kichik issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyentga 0,05–0,12 kkal/(m·soat·grad) ega. Dolomit amorf ko'rinishdagi kremniy oksidi bo'lib, g'ovak tuproq strukturasi ega. Infuzor tuproq dolomitdan strukturasi jihatidan farq qiluvchi tog' jinsidir. Bu materiallar izolyatsiya g'ishtlarini tayyorlashda, oraliqlarni to'ldirishda va pechning tashqi – ishchi organi bo'lmagan devorlarini suvashda qo'llaniladi. Asbest – magniyning tabiiy suvli silikati bo'lib, issiqlik o'tkazish koeffisienti 0,13 kkal/(m·s·grad) shuningdek yuqori darajali o'tga chidamli materialdir. U to'ldiruvchi sifatida kukun holida, karton, paxta va arqon holida ishlatiladi.

Sun'iy issiqlik o'tkazmaydigan materiallar, ya'ni yengil, o'tga chidamli materiallar shamotdan, oksidlardan va qisman dinasli materiallardan tayyorlanadi. Bu tayyorlangan materiallarning g'ovakligi 50–85% ni tashkil etadi, oddiy o'tga chidamli materiallarniki esa 5–30% ni tashkil qiladi. Yengil, o'tga chidamli materiallarning zichligi 0,27–1,3 kg/sm² bo'lib, issiqlik o'tkazish koeffitsiyenti 0,09–0,7 kkal/(n. Soat. Grad.). Bu materiallar qo'llanilishiga qarab ikki sinfga bo'linadi, ya'ni ichki izolyatsiyada qo'llaniluvchi va tashqi izolyatsiyada qo'llaniluvchi materiallar.

Yengil, o'tga chidamli materiallar pechlarning turli konstruksiyasida qo'llaniladi, jumladan shamotlilari pechlarning kam mexanik kuch ta'sir qiluvchi, shlak ta'siriga uchramaydigan, harorati 1200–1350°C dan oshmaydigan joylarida qo'llaniladi. Pechlar qurilishida issiqlik o'tkazmaydigan materiallar sifati shuningdek shlakli paxtalardan foydalaniladi. Shlakli paxtalar rangli va qora metallurgiyada chiqayotgan erib turgan shlakka havo purkash yo'li bilan olinadi. Ulardan to'ldiruvchi sifatida, yengil, o'tga chidamli blok plitalar tayyorlashda qo'llaniladi.

Pechlarning asosiy qismlari. Metallurgiyada qo'llaniladigan pechlarning asosiy elementlaridan biri, uning asosi fundamentidir. Pechlarning fundamenti statik va dinamik kuchlarga bardosh beradigan bo'lishi kerak. Statik kuchlarga pechlarning devorlari, ishchi va hamma metallardan tayyorlangan qismlar kiradi. Dinamik kuchlarda esa, pech-

larga shixta material solganda, eritish jarayoni davomida hosil bo'ladigan, tayyor mahsulot olinayotganda va pechlarning o'zi harakatlanayotganda hosil bo'ladigan kuchlanishlar inobatga olinadi.



13-rasm. Metallurgik pechlarning fundamentlarining turlari

Pechlar fundamentlari turli konstruksiyada bo'lib, ularning asosiyarlari:

- a) butun yuza bo'ylab;
- b) tasma shaklida, ya'ni ensiz, uzun plitalar holida;
- d) alohida-alohida blok plitalar holida tayyorlanadi.

Butun yuza bo'yicha bajariladigan fundamentlar – asosan yalilg' qaytaruvchi, marten va boshqa shu kabi pechlar uchun qo'llaniladi, bunday pechlar tagining sovishi maqsadga muvofiq emas.

Tasma shaklida va bloklar holida tayyorlangan fundamentlar esa aksincha tagi sovutiladigan pechlar (masalan, metall boyitma eritiladigan pechlar) da qo'llaniladi.

Pechlarning fundamentini tayyorlashda xarsangtoshlardan, beton, qurilish va o'tga chidamli g'ishtlar, hamda chiqindi shlaklardan foydalaniladi.

Eritish pechlarini qurishda uning atrofiga suv to'planishiga nihoyatda ehtiyot bo'lishi shart. Suv to'planishi natijasida portlash, pechlarning yyemirilishi va ishchilar jarohatlanishi mumkin. Shularning oldini olish maqsadida pechlar suv o'tgan inshootlardan (suv quvuri, kanalizatsiya) yiroqda quriladi, shuningdek pechlar-ning atrofiga drenajlar quriladi.

5.4.3. Pechlarning korpusi

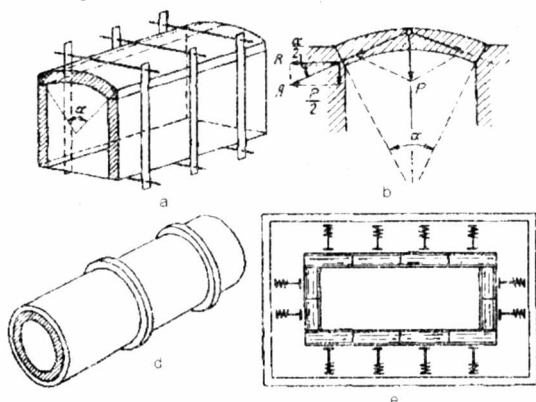
Pechlarning asosi futerovkadan, (o'tga chidamli g'ishtlardan terilgan devori) tashqi mahkamlagichdan, xomashyo solinadigan va

tayyor mahsulot olinadigan hamda gazlar harakatlanadigan yoʻldan tashkil topgan.

Pech asosining mahkamlagichlari pechlarning turiga qarab, alohida-alohida metallardan tayyorlangan, metall belbogʻlar holda yoki pech asosini toʻla qoplagan metall qobigʻdan iborat boʻladi, (14-rasm).

Qoplamaga ishlatiladigan metall listlarning qalinligi 8mm dan 30 mm ga boradi.

Toʻgʻri toʻrtburchak shaklidagi pechlarning shipi yarim yoy shaklida quriladi, sabab pechdagi issiqlik nuri eritilayotgan mahsulot tomon yoʻnaltirishdir. Shuning uchun pechlar shipini tayyorlash katta javobgarlikni talab qilib, yoyni qurishda unga tushadigan tayanch kuchi P quyidagi formula orqali hisoblanadi:



14-rasm. Metallurgik pechlar asosining mahkamlanish usullari

$$P = A \cos \frac{\alpha}{2}; \quad A = \frac{\alpha}{2 \sin \frac{\alpha}{2}}; \quad P = \frac{P}{2} \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2}$$

Pech qizdirilganda devorlari issiqlikdan sezilarli darajada kengayadi, shu kengayishni hisobga olib, asosiy formulaga k – koʻeffitsiyent kiritamiz. U holda formulamiz quyidagi koʻrinishda boʻladi:

$$P = k \frac{P}{2} \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2}$$

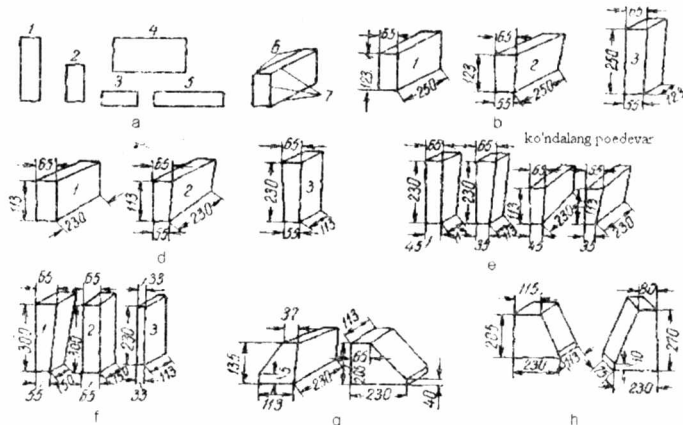
Harorat $t=1000^{\circ}\text{C}$ bo'lganda $k=2,5$ va harorat $t=1200 \div 1500^{\circ}\text{C}$ bo'lganda $k = 3 \div 3,5$ qabul qilinadi.

Silindr shaklidagi pechlar to'liq metall qobiqdan iborat bo'lib, uning ustida bir necha umuman qalin metall dan tayyorlangan belbog'lar (bandaj) bilan mahkamlanadi.

Shaxtali pechlar suv yordamida sovutiladi. Shu sababdan pech devorlari atrofida suv harakatlanishi uchun maxsus tayyorlangan moslamalar – kesonlar joylashtiriladi. Kesonlar o'zaro bog'liq bo'lib, (suv harakatlanishi uchun) tashqi metall belbog'larga mahkamlanadi.

5.4.4. Pechlarning o'tga chidamli g'ishtlardan teriladigan elementari

Pechlarning teriladigan elementlari yoki futerovkasi metallurgik pechlarning eng asosiy qismi bo'lib, uning uzoq vaqt davomida ishlashi, unda boradigan jarayonlarni texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlari futerovkaning sifatiga bog'liqdir. Shu sababli pechlarning futerovkalarini tayyorlashda ishlatiladigan o'tga chidamli g'isht, beton va boshqa materiallarni tayyorlashda, transportirovka qilishda (bir joydan ikkinchi joyga o'chirishda) va saqlashda ma'lum qoida va talablarga qat'iy rioya qilish shart.



15-rasm. Metallurgik pechlarni yig'ishda ishlatiladigan o'tga chidamli g'ishtlarining shakli va standart o'lchamlari

Pechlarni teriladigan yoki yig'iladigan elementlariga quyidagilar kiradi: yon devorlari, shipi, tag qismi va har xil tuynuklar. Bu elementlar o'tga chidamli turli shaklga va har xil o'lchamga ega bo'lgan standart g'ishtlardan teriladi. (24-rasm)

Pechlar devorlari -- tekis yuza holida yoki radial yuza holida teriladi. Pechlarning devorlariga ishlatiladigan standart g'ishtning o'lchami 230 mm qabul qilingan bo'lib, pechning devorlari texnik talabga asosan 1, 1,5 va 2 g'isht qilib terilishi mumkin. Metallurgik pechlarning devorlari ikki tomonlama bo'ladi, ya'ni ichki va tashqi. Ichki qismi – futerovka deyiladi. Tashqi qismi – esa asosi deb qabul qilingan.

Nazorat savollari:

1. O'tga chidamli materiallarning qanday turlarini bilasiz?
2. Shamotli g'ishtlar tarkibida qanday birikmalar bor?
3. Metallurgik pechlarning asosiy qismlariga nimalar kiradi?

Umuniy savollar

1. Qanday xususiyatlari bo'lgan elementlar metallar deyiladi?
2. Metallar qanday sinflarga ajratiladi?
3. Metallurgiya deganda nimani tushunasiz?
4. Metallarni ishlab chiqarish usullariga qarab metallurgik jarayonlar nechaga bo'linadi?
5. Diffuziya deganda nimani tushunasiz?
6. Gazsimon moddalarda qanday diffuzion harakatlanish kuzatiladi?
7. Qattiq moddalarda qanday diffuzion harakatlanish kuzatiladi?
8. Diffuziya deganda nimani tushunasiz?
9. Gazsimon moddalarda qanday diffuzion harakatlanish kuzatiladi?
10. Qattiq moddalarda qanday diffuzion harakatlanish kuzatiladi?
11. Qanday yoqilg'i turlarini bilasiz?
12. Qattiq yoqilg'ilarning suyuq yoqilg'ilardan qanday afzalligi bor?
13. Tabiiy gazning tarkibi qanday moddalar?
14. O'tga chidamli materiallarning qanday turlarini bilasiz?
15. Shamotli g'ishtlar tarkibida qanday birikmalar bor?
16. Metallurgik pechlarning asosiy qismlariga nimalar kiradi?

VI BOB. RANGLI METALLARNI ISHLAB CHIQRISH TEXNOLOGIYALARI

6.1. MIS METALLURGIYASI. MISNING XOSSALARI VA ISHLATILISHI, MIS AJRATIB OLISH UCHUN ISHLATILADIGAN XOMASHYOLAR

6.1.1. Misli xomashyolar va minerallar tarkibi

Ma'danchilik sanoatida deyarli barcha qazilma boyliklarni ishlab chiqarish va qayta eritish keng qo'llaniladi. Biror bir ma'dan olish uchun u qaysi toifada- rangli, qora yoki nodir bo'lishidan qat'iy nazar asosiy xomashyo ma'dantosh yoki rudadir. Ulardan tashqari qazilma boylik sifatida, o'tga chidamli, olovbardosh hamda (flyusli) kvarsli ashyolarni ham e'tiborga olish mumkin.

Ruda -- bu tog' jinslaridan tashkil topgan bo'lib, tarkibidagi ma'dan (0,351 dan kam bo'lmagan) qancha foizligidan qat'iy nazar ma'danchilik sanoatida qayta ishlash natijasida iqtisodiy samara bera olidigan xomashyodir.

Biz ko'proq misli ruda yoki tarkibida misi bor ashyolar haqida so'z yuritamiz. Misli rudalar zamonaviy uskunalar bilan jihozlangan konlarda ochiq yoki yopiq usullar bilan qazib olinadi.

Respublikamizda va mustaqil davlatlar hamkorligi (MDH) mamlakatlarida ko'proq ochiq usul bilan, tarkibidagi mis 0,35–0,5 foizdan kam bo'lmagan rudalar sanoatda ishlatilmoqda.

Har qanday ruda asosan tog' jinslari hamda minerallaridan tashkil topgan. Minerallar o'z o'rnida rudali, ya'ni tarkibida ajratib olishga moyilligi bor rangli ma'danlar, hamda nokerak tog' jinslaridan iborat bo'ladi. nokerak tog' jinslari asosan tarkibida kam miqdorda rangli hamda kerakli bo'lmagan minerallardan iborat bo'lib, ko'proq silikatli, karbonatli, kvarsli va alyuminosilikatli minerallardan tashkil topgan bo'ladi. gohu ushbu minerallar tarkibida temir oksidi ham bo'ladi.

Rudalarning tarkibi asosan kimyoviy, fizik-kimyoviy yoki fizik usullarga asoslangan tahlillar bilan aniqlanadi. Ko'p hollarda yuqorida qayd etilgan tahlillar biz kutgan natijani bermasligi mumkin, ya'ni rudaning kimyoviy tarkibini bilsakda, ma'danning qanday minerallar, birikmalar tarkibida mujassamligini yoki ajratib olish kerak bo'lgan ma'danning fazali tarkibini bilish alohida ahamiyat kasb etadi. Xomashyo yoki ruda tarkibidagi mineral hamda birikmalarning ratsional

va fazaviy tarkibini aniq bilishimiz esa, ma'danchilik jarayonini to'g'ri tanlashimizga va qaysi usul bilan uni qayta ishlab, eritib, iqtisodiy samara bera oladigan texnologiyani qo'llashimizga imkon yaratadi. Shuningdek, metallurgik hisob uning ratsional tarkibini hisoblash, ashyolar tengligini keltirib chiqarishda, rudaning fazali hamda mineral tarkibini bilgan holdagina amalga oshiriladi.

Mineral tarkibining xilma-xilligiga qarab, rangli ma'danli rudalar to'rt xil turga bo'linadi:

1. Sulfidli rudalar, ya'ni ma'dan asosan oltingugurt bilan birikkan holda bo'ladi.

2. Oksidlangan rudalar, ya'ni unda tarkibidagi ma'danlar kislorod bilan birikkan holda, ba'zan oksidli, gidrooksidli, karbonatli holda bo'ladi.

3. Aralash holdagi rudalar. Bunda ma'dan ham oksid, ham sulfid holda uchrashi mumkin.

4. Tug'ma ma'dan, ya'ni sof holdagi ma'danli rudalar. Bunda ma'dan asosan erkin holatda joylashgan bo'ladi.

Yer qobig'idagi birikmalarda ma'danlar juda kam joylashganligiga qaramay, hozirgi kunda ularni qazib olib, boyitib, qayta ishlab, sanoatda iqtisodiy samara bera oladigan usullar bilan sof ma'dan holda kerakli miqdorda olinmoqda. Biz ko'rib chiqayotgan mis ma'dani ham yer qobig'ida 0,01 foizinigina tashkil etadi holos. Joylashish xususiyati bo'yicha yuqorida ta'kidlab o'tilgan to'rtta turi ham tabiatda uchrab turadi. Shuningdek, mis ma'danining ikki yuz ellikdan ortiq minerallari bo'lib, ulardan ba'zi birlari juda kam uchraydi. Asosan sanoatda misning oltingugurt va kislorod bilan birikkan minerallar ko'p uchraganligi tufayli, mis ishlab chiqarishda har ikkala xili ham keng qo'llaniladi.

Mustaqil davlatlar hamkorligi mamlakatlarida, hamda O'zbekistonda ko'proq sulfidli rudalar sanoatda ishlatilsa, chet ellarda oksidli hamda aralash rudalar ham qazib olinmoqda. Respublikamizda asosan sulfidli rudalar qazib olinayotganligi uchun batafsilroq shu rudalar haqida ma'lumot beramiz. Sulfidli rudalar o'z o'rnida yalpi va tarqoq turlarga bo'linadi. Yalpi rudalar o'z nomi bilan ma'lumki, asosan sulfidli birikmalardan iborat bo'lib: nokerak tog' jinslari va boshqalar bor-yo'g'i 10–20 % ni tashkil qiladi, holos. Tarqoq rudalarda buning aksi,

ya'ni asosiy massa nokerak tog' jinslari bo'lib, sulfidli birikmalar o'zina miqdorni 11,0% tashkil etadi.

Quyida sulfidli va kislorodli minerallarning tabiatda keng ko'lamda uchrab turadiganlarining nomlarini va misning ular tarkibidagi foiz ko'rsatkichi keltirilgan:

8-jadval

Tarkibida mis bo'lgan asosiy minerallar

№	Mineral-larning nomi	Farkibi (formulasi)	Nazariy tarkibi, %				Nisbiy og'irligi, g/m ³
			mis	oltin-gugur t	kislorod	Bosh-qalar	
1	Tenorit	CuO	79,8	-	20,2		5,8-6,3
2	Kuprit	Cu ₂ O	88,8	-	11,2		5,8-6,1
3	Xalkantit	CuSO ₄ × 5H ₂ O	25,4	12,8	25,7		2,1-2,3
4	Malaxit	CuCO ₃ × Cu(OH) ₂	57,5	-	28,9		3,9
5	Azurit	2CuCO ₃ × Cu(OH) ₂	55,1	-	32,6		3,7-3,8
6	Xrizokolla	CuSiO ₃ × 2H ₂ O	36,0	-	27,5		2,0-2,2
7	Diopfaz	CuSiO ₃ × H ₂ O	40,5	-	30,4		-
8	Kovellin	CuS	66,4	33,6	-		4,6
9	Xalkozin	Cu ₂ S	79,8	20,2	-		5,5-5,8
10	Xalkopirit	CuFeS ₂	34,5	35,0	-		4,2
11	Bornit	Cu ₃ FeS ₄	63,3	25,5	-		4,9-5,4
12	Mis molibdati	CuMoO ₄	28,41		28,64	42,95	
13	Kubanit	CuFe ₂ S ₃	23,5				
14	Talnaxit	CuFeS _(1,8-2)	36-34,6				

Rangli ma'danlarni ajratib olish kerak bo'lgan ma'danlarning rudadagi miqdoriga qarab, ularni polimetall (ko'p ma'danli) hamda monometall (bir ma'danli) rudalarga ajratamiz. Monometall deganimizda, ajratib olish uchun qazib olingan rudaning tarkibida bitta

ma'dan bo'lib, texnologik jarayon fakat o'sha rudani qayta ishlash uchun muljallangan bo'ladi. Polimetalli ruda qazilma konlarida juda ko'p joylashgan bo'lib, ko'p hollarda o'ntagacha, ayrim hollarda o'ntadan ortiq bo'lgan ma'danlarni o'zida birlashtirib, shulardan ko'pchiligini texnologiya jarayoni bo'yicha ajratib olish, olinayotgan iqtisodiy samarani oshiradi. Biz ko'rib chiqayotgan mis rudasi ko'pincha mana shu guruhga mansub bo'lib, uning tarkibida mis bilan nikel, kobalt, oltin kumush yoki mis ruxli, unga qo'rhoshin, kadmiy, goxan mis molibdenli unday hollarida unga volfram, oltin, reniy kabi unsurlar bilan birgalikda uchraydi.

9-jadval

MDH davlatlarida mis zaxiralari

<i>Davlatlar</i>	Konlarni soni	Zaxiralari, mln. t	Umumiy zaxiralari, mln. t	MDX zaxirasidan % hisobida
MDH	238	49,8	69,9	100
Rossiya	120	20,0	30,0	40,1
Qozoqiston	74	14,0	20,0	28,1
O'zbekiston	6	10,3	12,0	20,7
Armaniston	14	4,2	6,0	8,4
Ozarbayjon	5	0,6	1,0	1,2
Gruziya	4	0,4	0,6	0,8
Qirg'iziston	3	0,2	0,2	0,4
Tojikiston	12	0,1	0,1	0,2
Dunyo bo'yicha		340,0	650,0	

Bugungi kunda qazib olinayotgan mis konlariga va o'rganilayotgan konlar haqidagi ma'lumotlarga e'tibor bersak, tarkib jihatidan ular ancha kerakli ma'danlar bo'yicha kambag'aldir. Misning tarkibi bu

konlarda ko'p hollarda 1–2 foizni tashkil etsa, katta konlarda esa bu ko'rsatkich 0,35–0,75 foizdangina iborat. Lekin shunday mis konlari mavjudki, bo'lar tabiatda o'ziga xos mo'jiza kasb etgan desak mubolag'a bo'lmaydi. Tarkibida misi bor tabiiy birikmalarning bir joyga mujassam bo'lishi o'z o'rnida mis konlarini hosil qilsada, ularning joylashuvi va kimyoviy tarkibi jihatdan yuqorida sanab o'tilgan barcha ruda turlariga to'g'ri keladi.

Hamdo'stlik davlatlarda mis asosan Olmaliq, Balxash, Djezkazgan, Norilsk va boshqa yirik tog' – metallurgiya kombinatlarida ishlab chiqariladi. Bu kombinatlarda to'liq sxema – konchilik ishlari – boyitish – homaki mis olish – uni tozalash – tayyor mahsulot olish qismlari mavjud.

Olmaliq sharoitida qayta ishlashga tarkibida misning miqdori 0,37–0,42 % bo'lgan rudalar keladi. Bu rudadan 16–18 % mis boyitmasi olinadi. Metallurgik pechlarga yuklanadigan shixtani tarkibida 14–16 % mis bor.

6.1.2. Misning xossalari va ishlatilishi

Mis (Cu) – qizg'ish ko'rinishidagi metall bo'lib, yuqori plastiklik va oquvchanlik xususiyatiga ega. Misning zichligi $8,96 \text{ g/sm}^3$, erish harorati $1083 \text{ }^\circ\text{C}$, issiqlik va elektr o'tkazuvchanlik xossasi yaxshi. Yumshoq bo'lganligi sababli kesuvchi asbobda ishlov berishi murakkabroq, lekin yaxshi jilolanadi.

Mis ochiq havoda oksidlanadi va bu oksid qatlami uni yemirilishdan saqlaydi. Mis azot kislotasida va sulfat kislotasining eritmasida, harorat ortishi bilan yengil eriydi. Xlorid kislotasida esa, kislorodning ishtirokida eriydi.

Mis, qulay fizik va mexanik xususiyatlarga ega bo'lganligi sababli, sanoatda juda keng qo'llaniladi.

Misni ishlab chiqarishi XX asrni ikkinchi yarmida keng rivojlangan. 2005-yilda dunyoda taxminan 14,5–15,0 mln. t. mis ishlab chiqildi. Eng ko'p ishlab chiqqan davlat – Chili bo'lib u erda 5 mln. tonnaga yaqin mis ishlab chiqildi. Chilidan tashqari asosiy mis ishlab chiqaradigan davlatlar: AQSH, Kanada, Avstraliya, Yaponiya, Germaniya, Ispaniya, Meksika, Portugaliya, Rossiya, Polsha, O'zbekiston, Qozog'iston va boshqalardir.

10-jadvalda oxirgi yillarda MDH davlatlari va dunyo bo'yicha rafinirlangan misni ishlab chiqarish ko'rsatkichlari keltirilgan.

10-jadval

**Rafinirlangan misni dunyo bo'yicha ishlab chiqarilishi
(ming tonn, ikkilamchi ishlab chiqarishni hisobga olingan)**

Asosiy ishlab chiqaruvchi davlatlar	2000 y.	2001y.	2002 y.	2003 y.	2004 y.	2005 y.
Hammasi	13211	13637	13581	13680	14508	14916
Chili	4602	4739	4580	4900	5410	5320
AQSH	1450	1340	1140	1120	1160	1150
Indoneziya	1006	1046	1160	979	840	1050
Peru	554	722	843	831	1040	1000
Avstraliya	841	869	883	830	854	930
Rossiya	600	620	695	675	675	675
Xitoy	593	590	585	610	620	640
Kanada	634	633	600	558	564	580
Polsha	465	474	503	495	531	530
Qo'zog'iston	430	470	490	485	461	400
Qolgan davlatlar	2036	2134	2102	2197	2353	2641

Iste'mol bo'yicha rangli metallar ichida mis alyuminiydan keyin ikkinchi o'rinda turadi. Mis va uni birikmalarini asosiy iste'molchi sohalar:

- elektrotexnika va elektronika – 21%;
- transport mashinasozligi – 11%;
- sanoat dastgohlari – 9% ;
- qurilish materiallari – 49%;
- kimyo sanoati, qishloq xo'jaligi
- va boshqa sohalar – 10%

2005 yilda misni asosiy iste'molchilari, ming tonna:

Xitoy – 3000;

AQSH – 2200;

Yaponiya – 1200;

Angliya – 600;

Chili – 34;

JAR – 63;

Olmoniya – 800.

O'zbekistonda Olmaliq tog'-metallurgiya kombinatining mis eritish zavodida bir yilda 147 ming tonna katod mis ishlab chiqariladi.

Oxirgi davrlarda misni elektrotexnikada iste'moli, optika rivojlanishi sababli, biroz kamayib bormoqda. Lekin uni har xil qotishmalar ishlab chiqarishida iste'moli tobora oshib boryapti.

Xalq xo'jaligida misning quyidagi qotishmalari keng qo'llanilmoqda: jez (latun), bronza, melxior, neyzelber kiradi.

Jez (latun) – mis rux qotishmasi bo'lib, ruxning miqdori 45% gacha bo'ladi. Jezning narxi misga nisbatan arzon va yuqori mexanik xususiyatlarga ega: plastik deformatsiyalanishi yengil, kesuvchi asbobda oson ishlanadi va yaxshi jilolanadi. Jez ochiq havoda o'z rangini tez yo'qotadi va qorayishi mumkin. Zichligi $8,2-8,6 \text{ g/sm}^3$, erish harorati $900-1045 \text{ }^\circ\text{C}$. Tarkibida mis yuqori bo'lgan – tompakning (rux taxminan 20% gacha) rangi, oltin qotishmalarining rangiga ancha o'xshash bo'ladi. Ulardan turli sovg'a, sport ko'krak nishonlari, badiiy idishlar va arzon taqinchoqlar tayyorlashda keng qo'llaniladi.

Bronza – mis qalay qotishmasi bo'lib, qalayning miqdori 3–12% oralig'ida bo'ladi. Qotishmaning mo'ljallangan vazifasiga qarab, uning tarkibiga: rux, qo'rg'oshin, fosfor, nikel qo'shiladi.

Qalayli bronzalardan tashqari alyuminli, kremniyli, berilliyli, kadmiyli bronzalar ham mavjud.

Bronzaning zichligi $7,5-8,8 \text{ g/sm}^3$, erish harorati $1010-1140 \text{ }^\circ\text{C}$. Qalayli bronzalarning quymakorlik xususiyatlari yuqori bo'lganligi sababli, badiiy quymalar olishda keng qo'llaniladi.

Badiiy ishlov berishda, berilliyli bronzalar keng qo'llaniladi, chunki ularning qattiqligi va mustahkamligi yuqori, korroziyaga esa ancha chidamli hisoblanadi.

Melxior – mis nikel qotishmasi bo'lib, tarkibida 18–20% oralig'ida nikel bo'ladi. Bezaklovchi qotishmalar turiga kiradi va yoqimli kumush rangida tovlanadi. Korroziyaga mustahkamligi yuqori. Plastikligi yaxshi bo'lganligi sababli: shtamplab, zarb etilib, kesilib, kavsharlanib va jilolanib mahsulot tayyorlashda keng foydalaniladi. Melxiordan tayyorlangan mahsulotlarning mustahkamligi yuqori bo'ladi. Melxiorning zichligi $8,9 \text{ g/sm}^3$ atrofida, erish harorati $1170 \text{ }^\circ\text{C}$.

Melxiorning xususiyatlari – kumushning xususiyatlariga o'xshash bo'lganligi sababli, melxiordan katta miqdorda oshxona anjomlari va arzon taqinchoqlar tayyorlanadi.

Neyzelber – mis asosidagi, uch qo‘shimchali qotishma bo‘lib, tarkibida misdan tashqari, 13,5–16,5% nikel va 18–20% rux bo‘ladi. Ko‘rinishi jihatidan melxiorga ancha o‘xshash, lekin melxiorga nisbatan arzon. Yetarli darajada plastik, oquvchan, mustahkam va korroziyaga chidamli. Zichligi $8,4 \text{ g/sm}^3$, erish harorati $1050 \text{ }^\circ\text{C}$.

Melxior singari, nezelber ham, oshxona anjomlari, arzon taqinchoqlar va filligranli buyumlar uchun keng miqdorda qo‘llaniladi.

6.1.3. Misning xomashyolarini boyitish texnologiyasi

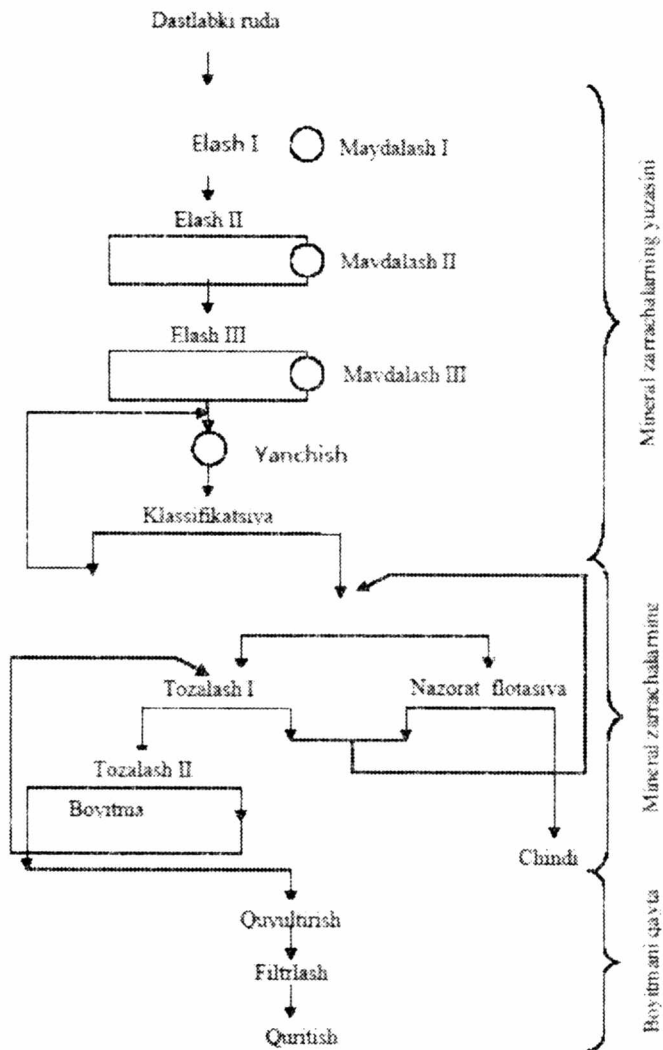
Mis rudalarini to‘g‘ridan-to‘g‘ri eritish, qayta ishlash doimo iqtisodiy samara beravermaydi. Shuning uchun mis rudalari boyitilgandan keyingina boyitmani qayta ishlashga mo‘ljallangan.

Mis boyitmasini olish uchun, asosan, saylanma (selektiv) flotatsiya usuli keng qo‘llanib kelinmoqda. Mis rudasi xoh ochiq, xoh yopiq usulda qazib olinmasin, mis boyitish fabrikasiga temiryo‘l vagonlarida yoki avtomobil transportlari orqali keltiriladi. Keltirilgan rudalar bar xil hajm va shaklda bo‘ladi. Shuning uchun ular maydalagich va tegirmonlarda maydalanib saralanadi.

Maydalash va yanchish jarayoni bir necha bosqichda, bir necha xil turlardan iborat bo‘lgan tegirmon va maydalagichlarda olib boriladi. Birinchi bosqichda 300–1500 mm li ruda kelib tushadi va jag‘li, konusli maydalagichlarda maydalanib, 100–300 mm ruda holiga keltiriladi. So‘ng ikkinchi bosqichga o‘tiladi. Unda ruda 100–300 mm dan 10–50 mm gacha jag‘li maydalagichlar yordamida maydalanadi va bu jarayon *o‘rta maydalash jarayoni* deb ataladi. Keyingi jarayon kichik maydalash jarayoni. Ruda qisqa konusli, sterjenli maydalagichlar orqali 3–10 mm gacha maydalanadi. Shundan so‘ng zalvorli, sterjenli tegirmonlarda 0,05–2,0 mm, hatto bundan ham mayda holigacha yanchiladi. Bu maydalash bosqichlaridan so‘ng rudalar boyitish jarayoniga o‘tiladi, ya‘ni boyitish flotatsiya yoki gravitatsiya usullari orqali olib boriladi. Bu usullarda jarayonni tezlatish, yengillatish uchun organik va anorganik reagentlardan foydalaniladi. Ishlatilish yo‘nalishiga qarab, flotatsiya uchun qo‘llaniladigan reagentlar quyidagi turlarga bo‘linadi: yig‘uvchilar, ko‘pik hosil qiluvchilar, tazyiqlagichlar, faollashtiruvchilar va muhitni me‘yorlovchilar.

Yig‘uvchilar – bular belgilangan mineral zarralarini suv bilan ivitib saralab olishga, yig‘ishga asoslangan. Bular ko‘proq qalayli, kam

hollarda natriyli ksantogenatlar bo'lib, ular zarrachalarning havo pufakchalariga yopishishini ta'minlaydi.



18-rasm. Flotatsiya boyitish fabrikasining texnologik sxemasi

Ko'pik hosil qiluvchilar – asosan alifatik spirtlar, fenollar, krezol va boshqa shunga o'xshash sintetik mahsulotlarni o'z ichiga oladi. Ular suyuqlik va havo chegarasidagi fazalar orasidagi tortishish kuchini kamaytiradi. Bu esa havo pufakchalarining o'ta mayda bo'lishini ta'minlaydi va ko'pincha mustahkam va barqaror qiladi.

Tazyiqlagichlar – olinmoqchi bo'lgan mineralni flotatsiya mobaynida ushlab qolib, tazyiq o'tkazish orqali ko'proq namlab, minerallarni bo'ktirishga xizmat qiladi.

Muhitni me'yorlovchilar – ularning fizik va kimyoviy xossalarini bilgan holda muhitni kerakli me'yorda saqlash uchun qo'llaniladi. Flotatsiya jarayonida reagentlarning qay tarz va usulda ishlatilishi belgilab qo'yiladi.

Boyitish natijasida boy bo'lgan boyitma (tarkibidagi Cu – 15–20 %; S–28–32% va hokazo) hamda asosi nokerak tog' jinslaridan iborat bo'lgan tashlanma chiqindi, bo'tana loyqa holda maxsus joyga quvurlar orqali suyuq holatda chiqarib yuboriladi. Tindirilgan suv orqaga, sanoatga, xususan, flotatsiyaga qaytariladi. 4-jadvalda ayrim rivojlangan mamlakatlarning zavodlaridagi boyitmalarning flotatsion tarkibi berilgan.

OTMK da mis rudalari mis boyitish fabrikasida amalga oshiriladi. Fabrika tizimida ikkita maydalash bo'limi bor:

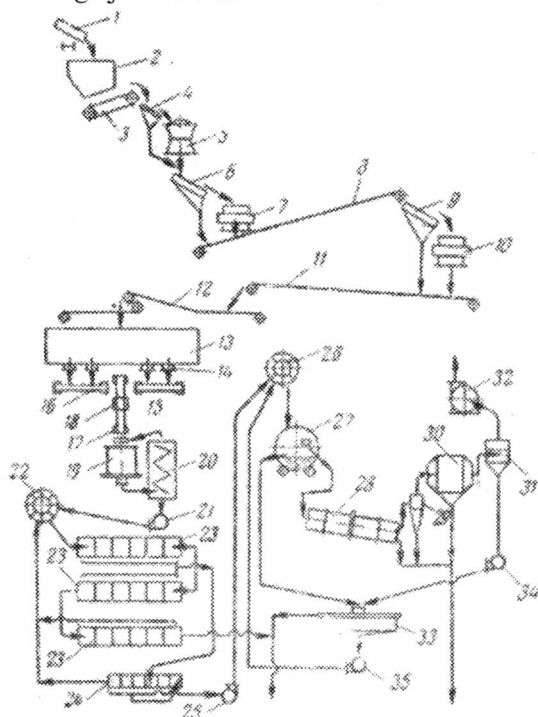
– yirik maydalash bo'limi. Unda uchta konussimon maydalaydigan mashina KKD–1500/180 tinmay ishlab turadi, ularning har bittasi yiliga 15 mln. tonna ma'danli ruda unumdorligiga ega:

– mayda va o'rta maydalash bo'limi. Unda o'rta KSD – 2200 va KSD – 3000 va mayda KMD – 2200 va KMD – 3000 maydalaydigan dastgohlar ishlatiladi, ularning umumiy soni 34 ta. to'liq unumdorligi – yiliga 29 mln. tonna rudani qayta ishlashi mumkin.

Fabrikaning asosiy binosida 10 ta texnologik qism bo'lib, ular 3,6x4,0; 3,6x5,6; 4,5x6,0 metr miqdordagi sharli tegirmonlar bilan hamda 6,3 kub.metr, 12,54 kub.metr, 16,0 kub.metr hajmli flotatsion mashinalar bilan ta'minlangan. Unda maydalangan ruda boyitiladi.

Kollektiv boyitma seleksion flotatsiyaga yuborilib, undan mis boyitmasi va molibden boyitmai sanoat mahsuloti holida ajratib olinadi. Quyuqlanish suvini siqib chiqarish va quritishdan keyin mis boyitmasi (OTMK) mis eritish zavodiga jo'natiladi. Fabrika chiqindilari

gidrotransport yordamida fabrikadan 12 km uzoqlikda joylashgan chiqindilar omboriga jo'natiladi.



19-rasm. Flotatsiya boyitish fabrikasining apparatlar zanjiri sxemasi: 1-o'zi to'ntkariladigan vagon; 2-qabul qiluvchi bunker; 3-plastinkasimon ta'minlagich; 4-panjarali g'alvir; 5-yirik maydalash uchun konusli maydalagich; 6 va 9-vibratsion g'alvirlar; 7-o'rta maydalash uchun konusli maydalagich; 8 va 11-tasmali konveyer; 10-mayda maydalash uchun konusli maydalagich; 12-bo'shatuvchi aravachali tasmali konveyer; 13-maydalangan ruda bunkeri; 14-maydalangan ruda ta'minlagichlari; 15- va 16-yig'ma tasmali konveyerlar; 17-qiya lentali konveyer; 18-konveyer tarozlari; 19-sharli tegirmon; 20-spiralli klassifikator; 21,25,34,35-qum nasoslari; 22 va 26-bo'tana bo'luvchilar; 23 va 24-flotatsiya mashinalari; 27-barabanli vakuum-filtr; 28-barabanli quritgich; 29-batareyali siklonlar; 30-elektr filtr; 31-ko'pikli chang ushlagich; 32-tutun so'ruvchi; 33-quyultirgich.

6.1.4. Mis boyitmalarini kuydirish

Metallurgiyada kuydirish ruda va boyitmalardan metall olish texnologiyasida xomashyoni metallurgik jarayonlarga tayyorlash bosqichidir.

Metallurgiyada xomashyoni kuydirishning bir necha turi bo'lib, ularga,

1. oksidlovchi kuydirish;
2. sulfatlovchi kuydirish;
3. xlorlovchi kuydirish;
4. aglomeratsion kuydirish.

Oksidlovchi kuydirish rangli va qora metallurgiyada quyi dagi masalalarda qo'llaniladi.

– ruda tarkibidagi gidratli namlikni va uchuvchan moddalarni ajratish uchun;

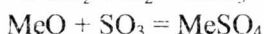
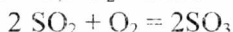
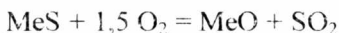
– rudani oltingugurt mishyak va fosfor kabi po'lat uchun zararli elementlardan tozalashda.

Rangli metallurgiyada oksidlovchi kuydirish jarayoni keng qo'llaniladi. Texnologik nuqtai nazarda og'ir rangli metallurgiyasida oksidlovchi kuydirish ikki maqsadda qo'llaniladi ya'ni sulfidli ruda va boyitma tarkibidagi oltingugurti yo'qotish va temir sulfidi shlak hosil qiluvchi oksid shakliga o'tkazish (mis, qo'rg'oshin) ajartib olish.

– ruda va boyitma tarkibidagi suvda qiyin eriydigan metall sulfidlarini oksidlab suvli eritmada yaxshi eriydigan birikmalarni olishda qo'llaniladi (jumladan rux metallurgiyasida).

Sulfatlovchi kuydirishning maqsadi ruda va boyitma tarkibidagi metall birikmalarni (MeO, MeS) suvda yaxshi eriydigan metall sulfatlarini (MeSO₄) olishdir. Ushbu jarayon yuqori haroratda SO₂, SO₃ gazlarni ishtirokida olib boriladi.

Kuydirish davomida oksid yoki sulfat quyidagi yakunlovchi reaksiyalar orqali o'tadi:



Birinchi reaksiya deyarli bir tomonlama oqib o'tadi. Ikkinchi reaksiya uchun:

$$K_p = P^2 \text{SO}_3 / \text{RSO}_2 \cdot \text{PO}_2$$

Bu yerdan



Bir qator zavodlarda tarkibida mis kam bo'lgan xomashyoni qayta ishalash qo'llaniladi. Olmaliq sharoitida boyitmada misning miqdori borgan sari kamayib boryapti. Shuning uchun uni birinchi pog'onada kuydirish, ishlab chiqish samaradorligini oshirishi mumkin.

Dastlabki pog'onada boyitmani kuydirish, mis miqdori yuqoriroq bo'lgan kuyindini olish, misi ko'proq bo'lgan shteyn va sulfat kislotasi olishi mumkin bo'lgan texnologik gazlarni olishga imkon yaratadi.

Mis boyitmalarini kuydirish uchun eng mos dastgoh – bu qaynar qatlamli (KS) pechdir (4.5-rasm). Pechda kuydirish harorati 650–750 °C daraja bo'lganda sulfatlovchi 850–1050 °C esa oksidlovchi kuydirish amalga oshiriladi.

Nazorat savollari

1. Mis qotishmalaridan qanday turlarni bilasiz?
2. Misning qanday xomashyolari bor?
3. Misli xomashyolarni kuydirish jarayoni qanday amalga oshiriladi?
4. Misli xomashyolar va minerallar tarkibi.
5. Misning xossalari va ishlatilishi.
6. Misning xomashyolarini boyitish texnologiyasi.
7. Mis boyitmalarini kuydirish.

6.2. OLTIN METALLURGIYASI. OLTIN ISHLAB CHIQRISHDAGI METALLURGIK JARAYONLARNING TAVSIFI

6.2.1. Oltinning fizik-kimyoviy xususiyatlari va minerallari

Oltin quyma shaklida sof sariq rangda, erigan holda – yashil, mayin maydalangan holatda ko'k-kulrang va hatto qora rangda bo'lishi mumkin.

Oltinning erish harorati – 1063,4 °C, qaynash harorati esa – 2966,0 °C.

Oltin juda toblanuvchan metall bo'lib undan 0,0001 mm qalinligidagi plastina olish mumkin. Oltinning cho'ziluvchanligi ham juda yuqori, 0,05 g oltindan 160 m sim cho'zish mumkin.

Oltin tarkibidagi qo'shimcha moddalar oltinning toblanuvchanligini, cho'ziluvchanligini pasaytiradi. Masalan, oltin tarkibida 0,1%–

Al; 1% – Fe yoki 1% – Sn bo'lsa oltinning qattiqligi ortadi, 0,005 % – Pb, 0,01% – Te yoki 0,1% – Bi bo'lsa oltin mo'rt bo'ladi.

Erigan holda oltin gazlarni yutish xususiyatiga ega. Masalan, oltin vodorod yoki kislorod gazlari muhitida 37–46 hajm vodorod va 33–46 hajm kislorodni yutadi.

Kimyoviy inertligi tufayli oltin rudalarda asosan tug'ma metall holida uchraydi. Sof oltin zarrachalarining kimyoviy tarkibi keng chegarada o'zgarib turadi, lekin hamisha miqdor jihatdan oltin ustun turadi. Sof oltindagi tipik qo'shimchalar – kumush, mis, temir, oz miqdorda margimush (mishyak), tellur, selen va boshqa elementlardir.

Sof metall zarrachalaridagi oltinning miqdori 75–90 %, undan tashqari kumush 1–10 %, temir va mis 1% gacha.

Kimyoviy birikma hisoblanuvchi oltinning minerallaridan – telluridlar mavjud. Oltin telluridlarda quyidagi birikmalar holatida uchraydi: AuAgTe₄ – silverit; AuAgTe₂ – krennerit; Au₃AgTe₂ – petsit.

Oltinning asosiy minerallari va ulardagi oltinning miqdori 10 – jadvalda keltirilgan:

Oltinning asosiy minerallari

10- jadval

Oltinning minerallari	Oltinning miqdori, %
Tug'ma oltin	90-100
Elektrum	70-90
Kyustelit	30-70
Telluridlar:	
kalaverit	43,6
petsit	25,4
silvinit	24,2
Antimonitlar:	
aurostibit	46,4

Oltinning ma'lum minerallaridan, sanoatda ahamiyatga bo'lgani, tug'ma oltindir, qolgan minerallar esa kam uchraydi. Rudalarda sof oltin ma'lum shaklga ega bo'lmagan xilma-xil ko'rinishda uchrashi mumkin (ilgaksimon, sim, donasimon, tangasimon).

Sof oltin zarrachalarining o'lchami keng chegarada o'zgarib, mikroskop ostida ko'rinadigan juda kichik zarrachalardan tortib, 10–100 μm li gigant yombi holida ham uchrashi mumkin.

Oltin zarrachalarning kattaligi uning eng asosiy texnologik xossaligidan biri hisoblanadi, chunki unga asosanib oltinni rudalardan ajratib olishda ma'lum bir texnologik jarayonlarni tanlanadi.

Oltinning kattalik o'lchamlari quyidagi ko'rsatkichlar bilan belgilanadi: yirik oltin + 70 μm , mayda oltin – 70 μm , mayin zarrachali oltin – 1 μm .

Tarkibida oltin mavjud rudalarni qayta ishlashning texnologik sxemasi xilma-xilligi bilan ajralib turadi. Qaysi bir sxema tanlash juda ko'p omillarga bog'liq, ularning asosiylari: rudadagi oltinning tavsifi, rudaning dastlabki kattaligi, rudaning moddiy tarkibi, rudada oltindan tashqari qimmatbaho komponentlarning mavjudligi, qayta ishlash texnologiyasini murakkablashtiruvchi komponentlarning mavjudligi va h.k.

Rudadan oltinni ajratib olishning texnologik jarayonlariga tayyorlov (maydalash, yanchish), boyitish (gravitatsion boyitish, flotatsion boyitish) va metallurgik jarayonlar (amalgamatsiya, sianlash, sorbsion tanlab eritish, desorbsiya, rux kukuni bilan cho'ktirish (sementatsiya), elektr cho'ktirish) kiradi.

Tanlangan texnologik sxema oltinni rudadan yuqori darajada ajratib olishni, homashyoning kompleks ravishda ishlatilishini, moddiy, energetik va mehnat resurslarining kam miqdorda sarflanishini, sanoat chiqindilari bilan atrof-muhitni eng kam miqdorda ifloslantirishini ta'minlash kerak.

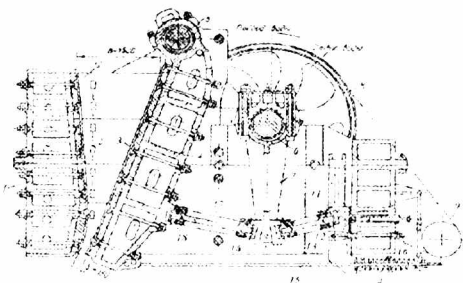
Oltin saralash korxonalarining oxirgi mahsuloti xomaki oltin yoki oltin bo'y cho'kma hisoblanadi. Bu mahsulotlarning keyingi qayta ishlanishi maxsus affina zavodlarida yuqori tozalikdagi oltin olish bilan amalga oshiriladi.

6.2.2. Oltin saqlagan rudalarni qayta ishlashga tayyorlash

Bu jarayonlarning asosiy maqsadi rudalar tarkibidagi oltinning yuzasini, boyitish yoki gidrometallurgik usulda ajratib olish jarayonlari uchun ochishdir.

Maydalash va yanchish jarayoni, barcha sarf xarajatning 50% ini tashkil etadigan og'ir va murakkab ishdir.

Oltin va kumush zarrasi -- ochilib, uni gidrometallurgiya usulida eritib, kimyoviy ajratib olishga yaroqli holda qoldirish maqsadga muvofiqdir. Tabiatda yirik oltin zarralari bilan, bir qatorda o'ta mayda oltin zarralari mavjud. Shu boisdan rudalarni 0,4 mm dan 0,074mm gacha maydalash lozim bo'ladi. Ko'pincha rudaning maydalash darajasini, shu ruda tarkibidagi halaqit beruvchi moddalarning borligi belgilaydi. Odatda rudalar yirik, o'rta va kichik o'lchamda maydalash bilan bosqichma-bosqich amalga oshiriladi. Bunda har bir maydalashdan so'ng orada g'alvirlash jarayoni qo'yiladi. Maydalash uchun konusli, jag'li, qiska konusli maydalash mashinalari (drobilkalar) ishlatiladi (17-rasm).



a. b.

19-rasm. a--konusli maydalash mashinasining ko'rinishi, b--jag'li maydalash mashinasining tuzilishi

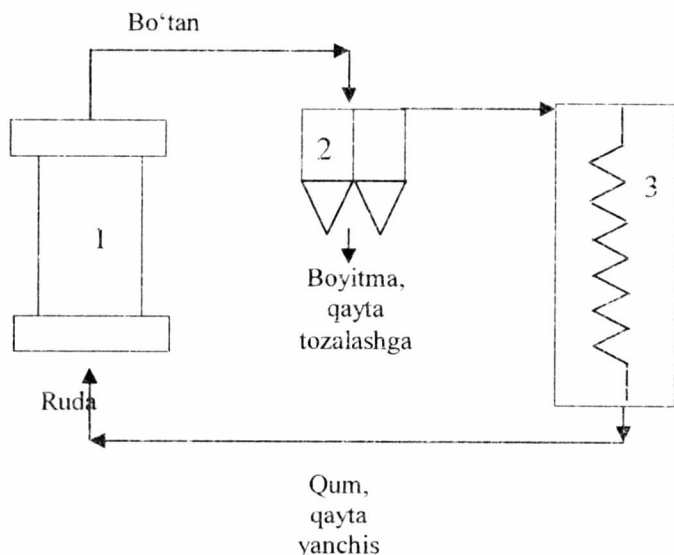
Ikki bosqichli maydalashda ruda 20 mm, uch bosqichli maydalashda 6,0 mm o'lchamgacha maydalanadi. Maydalash jarayonidan chiqqan mahsulot oltin yuzasini to'la ochish maqsadida yanchish jarayoniga yuboriladi. Yanchish ham maydalash kabi bir, ikki yoki uch bosqichda amalga oshirilishi mumkin. Bosqichlar soni ruda tarkibidagi oltinning to'liq ochilishiga bog'liqdir. Yanchish jarayoni tegirmon deb nomlanuvchi dastgohlarda amalga oshiriladi. Yanchish jarayonida rudani quruq yoki ho'l holatda (bo'tana shaklida) olib borish mumkin. Tegirmonlar yanchadigan usuliga qarab ho'l holatda o'zi yanchar, sharli (soqqali), sierjenli va boshqa turlarga bo'linadi.

O'zbekiston Respublikasining oltin saralash fabrikalari va oltin ajratib olish zavodlarida ko'pincha ikki bosqichli yanchish jarayoni qabul qilingan. Yanchishning birinchi bosqichida odatda o'zi yanchar tegirmonlar, ikkinchi bosqichida esa sharli tegirmonlar qo'llaniladi.

Yanchish ho‘l holatda olib boriladi. Tegirmonlardan chiqadigan yanchilgan mahsulot bo‘tana shaklida bo‘ladi.

Yanchish jarayoni yanchish darajasi bilan belgilanadi. Yanchish darajasini aniqlovchi ko‘rsatkich bu bo‘tana tarkibidagi 0,074 mm sinfining miqdoridir. Yanchilgan mahsulotda 0,074 mm sinfining miqdori oltin ishlab chiqarish sanoatida 80–85 % dan kam bo‘lmasligi kerak. Bu ko‘rsatkichda ruda tarkibida oltin zarralari deyarli to‘liq ochiladi.

Yanchish jarayonida belgilangan ko‘rsatkichga qadar yanchilmay qolgan rudani to‘liq yanchish maqsadida, tegirmonlardan chiqadigan mahsulot sinflanadi va yirik mahsulotlar qaytadan tegirmonlarga qaytariladi. Masalan Respublikamizadagi oltin saralash fabrikalarida yanchish jarayonining birinchi bosqichida tegirmon spiralli sinflagich, ikkinchi bosqichdagi tegirmonlar esa gidrosiklon deb nomlanuvchi sinflagichlar bilan birga ishlaydi. Tegirmon yonidagi spiralli sinflagichlar yirik o‘lchamli 1–3mm rudani qaytarib tegirmonga yuklaydi. Gidrosiklonda bo‘tana “qum” va “sliv” (suyuq bo‘tana) deb nomlanuvchi mahsulotlarga ajratiladi. Qum qaytadan yanchiladi, sliv esa keyingi jarayonlarga jo‘natiladi.



20-rasm. Yirik oltinni cho‘ktirish usulida ajratib olish sxemasi
1-tegirmon; 2-cho‘ktirish mashinasi; 3-sinflagich

Gravitatsion usulda esa, oltin saqlovchi ruda tarkibidan yirik oltin ajratib olinadi. Respublikamizning oltin ajratib olish zavodlarida (GMZ-1, GMZ-2, GMZ-3, Marjonbuloq oltin saralash fabrikasi) gravitatsion boyitishning quyidagi usullari qo'llaniladi:

- cho'ktirish mashinalarida yirik oltinni ajratib olish;
- cho'ktirish mashinasida olingan boyitmani konsentratsion stolda qayta tozalash.

Cho'ktirish mashinalari odatda yanchish jarayoning birinchi bosqichida tegirmon bilan birgalikda ishlatiladi. Yirik oltinni cho'ktirish usulida ajratib olishning sxemasi 20-rasmda ko'rsatilgan.

6.2.3. Konsentratsion stolda oltinni ajratib olish

Yuqorida aytgandek, cho'ktirish mashinalarida olingan boyitma konsentratsion stollarda qayta tozalanadi. Qayta tozalash natijasida oltinga boy mahsulot oladi, uning tarkibidagi oltinning miqdori 1 kg/tonna gacha yetishi mumkin.

Konsentratsion stol sosna daraxtidan tayyorlangan doska va uning ustidan qoplangan rezinadan iborat tekislikdir. Qiya tekislik deka deyiladi. Stolning tebranish takrorligi bir minutda 275–300 marotaba, dekaning ustida yirik mahsulotlarni ushlab olish uchun “narifleniya” (yassi-qobirg'alar) deb nomlanuvchi moslamalar mavjud. Bo'tana stolning yuklanish qismiga beriladi va dekaning qiyalik burchagiga bog'liq tezlik bilan oqib tushadi.

Suspenziya oqimining harakatlanishi natijasida og'ir minerallar narifleniyalar yordamida ushlab qolinadi, yengil zarrachalar esa o'z harakatini davom ettiradi. Konsentratsion stollari gravitatsiya usulida boyitishning asosiy dastgohlaridan biridir. Boyitish stoli quyidagi qismlardan iborat (3-rasm):

1. Stanina – stolining tayanch tagligi bo'lib xizmat qiladi.
2. Deka – boyitish stolining qiya tekisligi – ishchi organ.
3. Yassi – qobirg'alar (narifleniya).
4. Harakatga keltiruvchi mexanizm.

Stol dekasi ma'lum burchak ostida burila oladi. Uning usti taxta, rezina, linoleum bilan qoplangan bo'lishi mumkin. Qovurg'alar tepadan pastga bir-biridan uzun ma'lum oraliqda joylashadi. Uning balandligi 2 mm bo'ladi.

5. Xomashyo bo'tana qabul qilish qutisi eng tepada joylashadi.

Stol ilgari lama bo'ylama harakat bilan tebranadi. Suv bilan bo'tana yuvib turiladi. O'lchami 0–2 mm bo'lgan ruda zarralari, bunday stollarda yaxshi saralanadi. Zichligi katta bo'lgan zarralar, qobirg'alar orasidan, stol chetiga surilib pastga to'kilib og'ir material boyitmani tashkil etadi. Yengil qum zarralari suv bilan tez ko'tarilib, yuvilib, stol boshi va o'rta qismida pastga tushib to'planib chiqit va oraliq mahsulot sifatida to'planadi. Stol oxirida eng og'ir, o'rta og'ir va og'irroq zarralar ilonizsimon birin ketin oqim bilan ajratilib chiqish kuzatiladi (4-rasm).

Boyitish stollari GMZ-1, GMZ-2 kabi zavodlarda cho'ktirish mashinasidan keyin qo'yiladi. Boyitish stoli katta samara bilan ishlaydigan gravitatsiya usulida boyitish dastgohlaridan biridir.

Boyitmalar qayta-qayta o'tkazilib talabga javob beradigan holga keltiriladi. Bundan chiqqan boyitmalar asosan oltin saqlovchi flyus sifatida mis eritish shixtasiga qo'shiladi, yoki korxonaning o'zida qayta ishlanishi mumkin.

6.2.4. Gidrometallurgik usulda oltinni ajratib olish

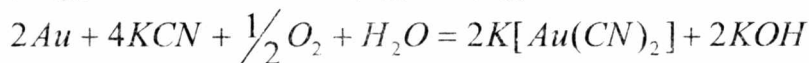
Sanoatda oltin gidrometallurgik jarayonlar yordamida ishlab chiqariladi. Tarkibida oltin mavjud rudalarni gidrometallurgik usullarda qayta ishlashning mohiyati, shundan iboratki ruda tayyorlov jarayonlaridan so'ng, ishqoriy va ishqoriy yer metallarning sian tuzlarining (KCN, NaCN) suyultirilgan eritmalarida, havo kislorodi ishtirokida tanlab eritiladi. Eritmaga o'tgan oltin turli usullarda eritmada ajratib olinishi mumkin, masalan: rux kukuni bilan cho'ktirish, ionalmashuvchi qatronlar bilan sorbsiyalash, aktivlangan ko'mir bilan sorbsiyalash.

Sianlash jarayonida kislorod oksidlovchi bo'lib chiqadi. Oltinni sianlash jarayoni muvaffaqiyatli o'tishi uchun eritmalarda sianidning miqdori kam bo'lishi kerak. Tanlab eritish jarayonida sianidning miqdori 0,05 – 0,15 %. Sianidning kam miqdorini quyidagicha tushuntirsa bo'ladi: sianid miqdori oshgani bilan tanlab eritish jarayonida oltindan tashqari eritmaga rudadagi boshqa nodir emas metallar o'tadi.

Sianlash jarayoni bir maromda o'tishiga va oltinni chiqindilar bilan yo'qolishini kamaytirishda, qayta ishlanadigan rudadagi oltin zarrachalarining o'lchamlari va ko'rinishi katta rol o'ynaydi, buni quyidagicha tushuntirsa bo'ladi: birinchidan bo'sh tog' jinslaridan yirik bo'lishi kerak; ikkinchidan tanlab eritish jarayoni bir me'yorda borishi uchun, oltin zarrachalari mayda va bir o'lchamda bo'lishi kerak, chunki

yirik o'lchamli oltin donachalari eritmaga o'tishni ulgurmaydi va tashlandiq mahsulotlar bilan chiqindixonaga tashlanadi.

Stexiometrik hisobot bo'yicha KCN ning 4 molekulasi ($M_{\text{KCN}} = 65,11$ g), 2 atom oltinni eritadi ($A_{\text{Au}} = 197,2$ g):



demak 1 g. sianid $197,2 : (65,11 \cdot 2) = 1,51$ g oltinni eritadi, bir gramm oltinni eritish uchun $(65,11 \cdot 2) : 197,2 = 0,65$ g KCN talab qilinadi. Ammo amalda sianidning sarfi 30–40 marotaba bo'ladi (32–100 g). Bundan kelib chiqadiki, sianlash jaryonida sianidning sarfi oshganda, sianidning isrof bo'lishi yuz beradi. Sianidning isrof bo'lishini ikki guruhga bo'lish mumkin: mexanik va kimyoviy.

Mexanik isrof bo'lish, sianid eritmalarini dastgohdan dastgohga nasoslar orqali oqib o'tish natijasida hosil bo'ladi.

Kimyoviy isrof bo'lish, sianidning rudadagi bo'sh tog' jinslari bilan reaksiyaga kirishi, sianid tuzlarining parachalanib HCN bog'larini hosil bo'lishi natijasida hosil bo'ladi.

HCN bog'larini hosil bo'lishini oldini olish uchun, tarkibida oltin mavjud bo'lgan rudalarni sianid eritmalarida tanlab eritish jarayonini ishqoriy muhitda olib borishadi.

6.2.5. Sianlash usullari va dastgohlari

Sianlash jarayoni oltin sanoatiga o'tgan asrning oxirlarida kirib keldi. U vaqtlarda hali boyitish va gidrometallurgiya asbob uskunalari hali mavjud emas edi. Mayin yanchishning narxi baland bo'lgani sababli va katta miqdorda yanchilgan mahsulotni uzluksiz tanlab eritish, suvsizlantirish va filtrlash jarayonlari ishlab chiqilmaganligi uchun, sianlash jarayonini sanoatga kirib kelishining boshlang'ich davrida, dag'al yanchilgan rudani sianlash jarayoni sizdirib o'tish tanlab eritish usulida amalga oshirilgan. Sizdirib o'tish usulida sianlash jarayonini doirasimon yoki to'g'ri to'rtburchakli idishlar – chanlarda olib boriladi.

Doirasimon chanlarning diametri 12–14 metrgacha, balandligi 2–4 m bo'ladi. To'g'ri to'rtburchakli channing o'lchamlari: uzunligi 25 m, kengligi 15m gacha bo'lib, ularning sig'imi 800–900 t gacha boradi. Chan tarkibida oltin mavjud ruda bilan to'ldirilgandan so'ng, unga qattiq moddani qoplagunga qadar sianid eritmasi beriladi. Ma'lum vaqtdan so'ng eritma channing pastki qismida o'rnatilgan jo'mrak orqali

chiqarib yuboriladi. Rudadan metall to'liq eritmaga o'tmagan bo'lsa, chan yangi eritma bilan to'ldiriladi.

Tanlab eritish tamom bo'lgandan so'ng, qattiq faza toza suv bilan bir necha marta chayiladi. Qoldiq channing tubidagi maxsus tuynuk orqali chandan chiqarib yuboriladi. So'ngra yangi ruda bilan to'ldiriladi.

Bu usulda jarayonni olib borish uchun qayta ishlanadigan xom-ashyoda, tuproq, il (suspenziya holatdagi zarrachalarning yig'indisi), mayda zarralarning mavjudligiga yo'l qo'yilmas edi. Shu sababdan, tanlab eritish jarayonidan avval yanchilgan ruda sinflarga bo'linardi. Sinflash jarayonining yirik mahsulotlari sizdirib o'tish yo'li bilan qayta ishlanardi, illar esa chiqindixonaga tashlanardi. Illarda asosan mayin oltin zarrachalari bo'lgani sababli ular yo'qolib ketardi va oltinni ajratib olish darajasi past qiymatlarga ega bo'lar edi.

Gidrometallurgiya dastgohlarning takomillashishi bilan oltin ishlab chiqarish sanoatida qayta ishlashda tarkibida mayin oltin bo'lgan rudalar qo'llana boshlandi, bunda rudaning hammasi birgalikda tanlab eritiladi. Bu jarayonning nomi "to'liq il jarayoni" deb nomlandi.

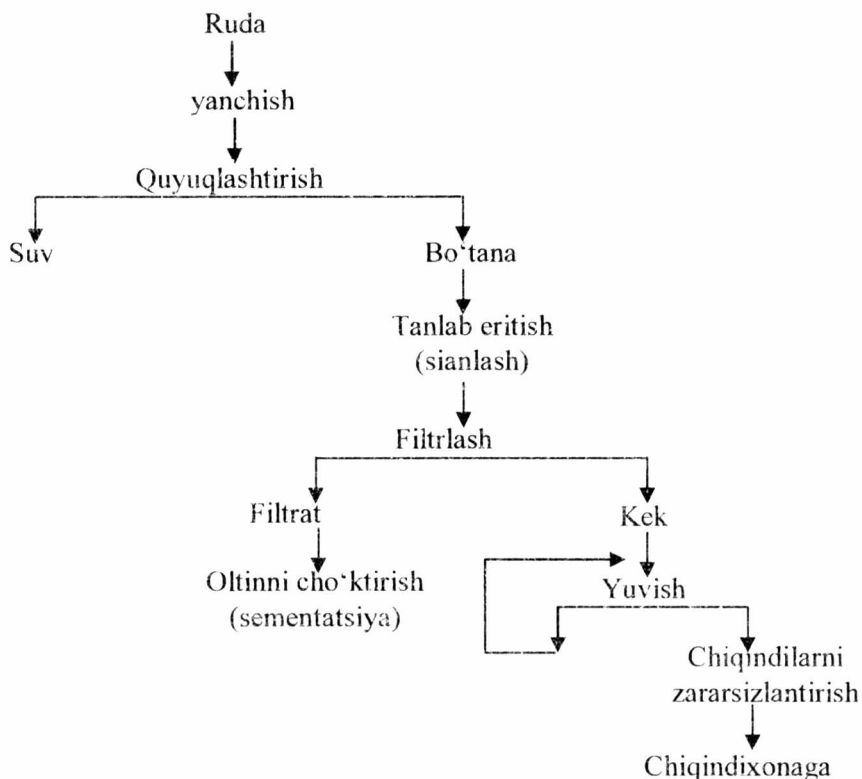
"To'liq il jarayoni" bo'yicha tarkibida oltin mavjud rudalarni qayta ishlash sxemasi 21-rasmda ko'rsatilgan.

Sxemada keltirilgan gidrometallurgik jarayonlarda (quyuqlashtirish, tanlab eritish, filtrlash) qo'llaniladigan dastgohlarning qisqa ta'rifini beramiz:

– **Quyuqlashtirish** (suvsizlantirish) jarayoni – yanchish jarayonidan chiqqan bo'tanadagi ortiqcha suvdan xalos bo'lish maqsadida qo'llaniladi.

Ko'p hollarda quyuqlashtirgich tubiga cho'kkan mahsulotda 50 % gacha suv qoladi. Quyuqlashish darajasi yanchilgan mahsulotning yirikligiga, zichligiga va fizik-kimyoviy xususiyatlariga bog'liq.

Kerakli metallni keraksiz moddalardan gidrometallurgiya usuli bilan ajratib olish uchun kon mahsuloti maxsus sharoitda, maxsus kimyoviy modda (reagent)ning suvdagi eritmasi bilan aralashtiriladi. Bunda kerakli metall yoki uning birikmasi reagent bilan reaksiyaga kirishib, suvda yaxshi eriydigan modda hosil qiladi va metall eritmaga o'tadi. Keraksiz birikmalar esa o'z holicha qoladi. Bu jarayon – **tanlab eritish** deb ataladi.

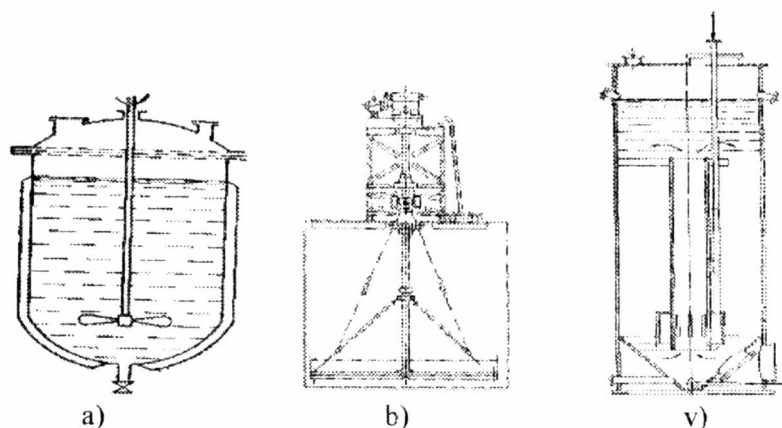


21-rasm. "To'liq il" jarayonining texnologik sxemasi

Tanlab eritish mexanik, pnevmomexanik, pnevmatik (pachuk) aralashtirgichlar bilan ishlaydigan dastgohlarda (agitatorlarda) amalga oshiriladi. Tanlab eritish dastgohlari 22-rasmda ko'rsatilgan:

Hozirgi kunda oltin sanoatida asosan pnevmomexanik aralashtirgichli agitatorlar va pnevmatik aralashtirgichli agitatorlar qo'llaniladi. Pnevmatik agitatorlar – "pachuk" deb ham nomlanadi.

Pnevmmexanik aralashtirgichli agitatorning diametri balandligidan kata bo'ladi. Agitatorning markazida, dastgohning tubiga yotmaydigan va tishli mexanizm yordamida aylantiriladigan quvur o'rnatilgan. Quvurga bosim bilan havo beriladi. Quvurning pastki qismida qumlarni agitator tubining markaziga olib keladigan "skreboklar" o'rnatilgan.



22-rasm. Tanlab eritish dastgohlari: a—mexanik aralashtirgichli agitator; b—pnevmomexanik aralashtirgichli agitator; v—pnevmatik aralashtirgichli agitator.

Pnevmatik aralashtirgichli agitator – “pachuk” bo‘yi 15 m gacha bo‘lgan konussimon tubli silindrik dastgohdir. Dastgohning ichidagi bo‘tanani aralashtirish uchun siqilgan havo ishlatiladi. Siqilgan havo yordamida aralashtirish uchun aerolift prinsipidan foydalaniladi. Havo kompressor yordamida markaziy quvurga beriladi. Markaziy quvurda havo, suyuqlik va qattiq zarrachalarning aralashmasi hosil bo‘ladi. Markaziy quvurdagi aralashmaning zichligi apparatning boshqa qismida joylashgan bo‘tana zichligidan kam bo‘ladi. Zichliklar o‘rtasidagi farq natijasida butun massa harakatga keladi.

Tarkibida oltin mavjud rudalarni sianlash jarayonlari davriy va uzluksiz maromda olib borilishi mumkin.

Davriy maromda olib boriladigan jarayonlarda, reaksiyaga kirishuvchi moddalar – ruda (boyitma) va eritma dastgohlarga bir vaqtda yuklanadi va ma‘lum vaqt davomida ishlov berilgandan so‘ng, dastgoh mahsulotdan bo‘shatilib, yangi turkum ashyolar bilan to‘ldiriladi.

Uzluksiz maromda olib boriladigan jarayonlarda qattiq ashyo bilan suyuqlik bo‘tana holda tanlab eritish dastgohiga uzluksiz beriladi va mahsulotlar undan uzluksiz chiqarilib turiladi. Buning uchun ketma-ket ulangan dastgohlardan foydalaniladi.

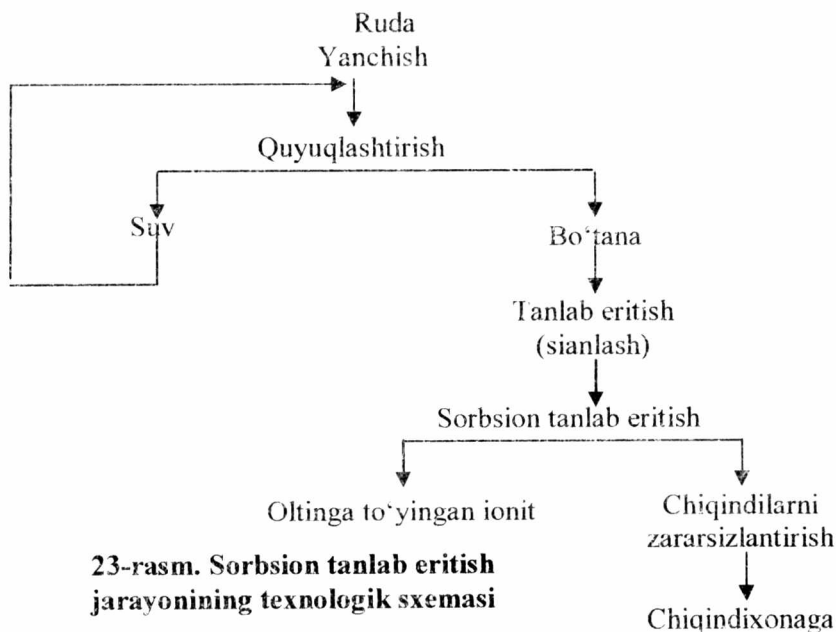
Tanlab eritish uzluksiz maromda tashkil etilganda, tanlab eritish dastgohlari ketma-ket (kaskadda) oʻrnatiladi. Kaskaddagi agitatorlar (pachuklar) soni uchtdan boʻlmasligi kerak.

Tanlab eritish jarayonidan soʻng boʻtana filtrlanadi va hosil boʻlgan tiniq eritmadan oltin ajratib olinadi. Filtrlash uchun har xil turdagi filtrlar qoʻllanadi: ramali filtrlar, barabansimon vakuum filtrlar, diskli vakuum filtrlar.

6.2.6. Sorbsion tanlab eritish

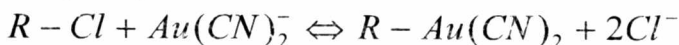
Ionitlar deb ataluvchi qattiq moddalarning oʻz ionlarini ishorasi bir xil boʻlgan eritmadagi ionlarga almashtirishi hisobiga eritmadan metall ionlarini ajratib olishga *ionalmashuv jarayonlar* deyiladi.

Sorbsion tanlab eritish jarayonining asosida ionalmashuv jarayonlar yotadi. Sorbsion tanlab eritish texnologiyasining “toʻliq il” jarayonidan farqi shundaki, bu texnologiyada narxi baland boʻlgan filtrlash amaliyotlari yoʻq. Sorbsion tanlab eritish jarayonining texnologik sxemasi 23-rasmda koʻrsatilgan:



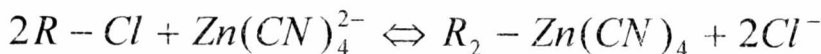
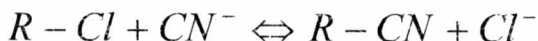
23-rasm. Sorbsion tanlab eritish jarayonining texnologik sxemasi

Ionitlar yordamida oltinni sianli eritmalardan ajratib olish quyidagi umumiy reaksiya orqali boradi:



$R - Cl$ – ionalmashuvchi ionit – yoki “qatron”.

Tarkibida oltin bor rudalarda oltindan tashqari boshqa birikmalar ham mavjud va ular sianlash paytida eritmaga o‘tadi va ionitlar bilan sorbsiyalanadi (shimiladi):



Sianli jarayonda ionalmashuv ionitlarni qo‘llash uch xil usulda olib boriladi:

- nodir metallarni tindirilgan sianli eritmalardan sorbsiyalash;
- tanlab eritish jarayonidan chiqqan bo‘tanadan sorbsiyalash;
- tanlab eritish paytida sorbsiyalash.

Birinchi usul bo‘yicha – rudadan oltin odatdagidek sianlash usuli bilan eritmaga o‘tkaziladi, faqat oltin eritmadan rux kukuni bilan cho‘ktirilmaydi, balki ionalmashuvchi ionitlar yordamida eritmadan ajratib olinadi. Lekin ionitlarning narxi baland bo‘lgani uchun u ancha arzon va yaxshi cho‘ktiradigan rux yordamida cho‘ktirish usuli bilan bellasha olmaydi.

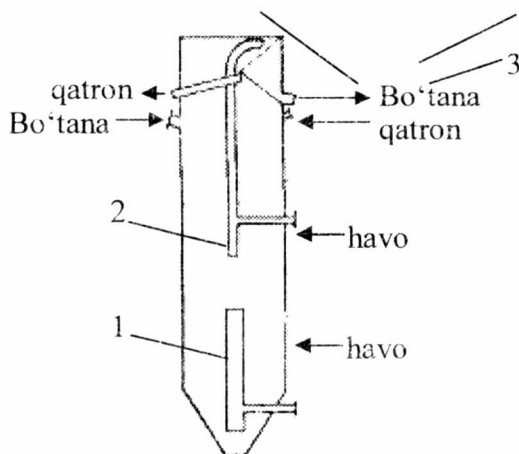
Ikkinchi va uchinchi usul bo‘yicha – ionitlar bilan tindirilgan oltinli eritmadan emas, balki sianlash jarayonidagi bo‘tana ta’sirlashadi. Bunda oltin sianli eritmada erib, bo‘tananing o‘zida ionitga sorbsiyalanadi (shimiladi). Tanlab eritish va sorbsiyalash jarayonlarining birlashtirilgani uchun jarayon sorbsion tanlab eritish deyiladi.

Sorbsion tanlab eritish maxsus sorbsion «pachuklarda» bo‘tana va ionitning qarama-qarshi harakatlanishida amalga oshiriladi

Ionit oxirgi pachukka yuklanadi va birinchi pachukdan oltinga to‘yingan ionit chiqariladi.

Sorbsion tanlab eritish jarayonida ishlatiladigan pachuklarda ionitni bo‘tanadan ajratib olish uchun, pachukda maxsus elak (g‘alvir) o‘rnatilgan (24-rasm).

Ionitning o‘lchami (0,5-2 mm) bo‘tanadagi yanchilgan rudaning o‘lchamidan yirik, g‘alvirning ko‘zining o‘lchami esa ionitning o‘lchamidan kichik, ruda zarrachalaridan esa yirik bo‘ladi. Ionitning zarrachalari g‘alvirda ushlanib bo‘tanadan ajraladi.



24-rasm. Sorbsion tanlab eritish jarayonini amalga oshirish dastgohining (pachukning) sxematik chizmasi:

1 – “sirkulyator” – tarkibida qatron mavjud bo‘tanani aralashtirish moslamasi; 2 – “aerolift” – qatron va bo‘tanani harakatlantiruvchi moslama; 3 – “tarnov”; 4 – “g‘alvir” – qatron va bo‘tanani ajratishga mo‘ljallangan moslama; 5 – “tarnov”.

6.2.7. Oltinni to‘yingan ionitdan desorbsiyalash

Sorbsion tanlab eritish jarayonida eritmaga oltin va kumushdan tashqari, ruda tarkibidagi unsur elementlar o‘tadi va sorbentga shimiladi. Shuning uchun to‘yingan ionitning tarkibida yuqori miqdorda unsur komponentlar mavjud – temir, mis, rux, nikel, erkin sianid ionlari. Ionitni oltin va unsur elementlardan tozalash maqsadida uni regen-

eratsiyalashadi. Regeneratsiya jarayonidan so'ng ionitning sorbsion xususiyatlari tiklanadi va u qaytadan jarayonga qaytariladi. Ionitni regeneratsiyalash jarayoni uning tarkibidan oltin va unsur elementlarni desorbsiyalash jarayonlaridan tashkil topgan.

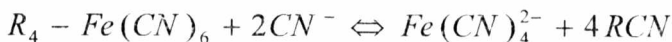
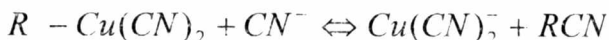
To'yingan ionitni regeneratsiyalash o'z ichiga quyidagi asosiy jarayonlarni oladi:

1. Diafragmali cho'ktirish mashinasida to'yingan ionitni bo'tanadagi qumlardan yuvish.

2. Yuvish kolonnasida ionitni illardan yuvish. 1 hajm ionitni yuvish uchun 10 hajm suv sarflanadi, suv oqimining tezligi 10–15 m/soat, yuvish jarayonining davomiyligi 6–12 soat.

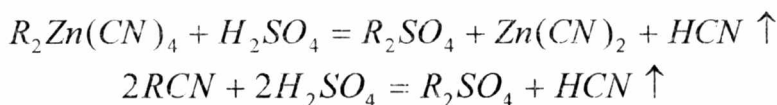
3. NaCN eritmali bilan ionit tarkibidan temir va mis birikmalarini desorbsiyalash. Jarayonning shartlari: NaCN eritmasining konsentratsiyasi 40–50 g/l, eritmaning harorati 50–60 °C, eritmaning sarfi 1 hajm ionitga 5 hajm eritma, eritmani berish tezligi 1–2 m/soat, jarayonning davomiyligi 20–25 soat. Uzlüksiz rejimda desorbsiyalashda kolonnalarning soni 2. Ionitda misning qoldiq miqdori 0,5 g/kg gacha, temirni 0,5–1,0 g/kg gacha. Ionit sian ko'rinishiga o'tadi. Desorbsiya jarayonidagi hosil bo'lgan sianli elyuat tarkibidan erkin sianidning miqdori yuqori bo'lgani sababli u sianlash sikliga yuboriladi.

Temir birikmasini smola hajmidan desorbsiyalash jarayoni quyidagi reaksiya bilan ifodalanadi:

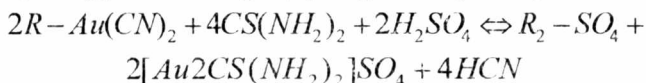


4. NaCN eritmasidan ionitni suv bilan yuvish. Jarayonning sharti: yuvishda suvning miqdori 1 hajm ionitga 5 hajm suv, suv oqimining tezligi 1–2 m/soat, jarayonning davomiyligi 15–16 soat. Uzlüksiz rejimda desorbsiyalashda kolonnalarning soni 1. Yuvishdan chiquvchi elyuat NaCN bo'yicha konsentratsiyasi 40–50 g/l gacha ko'tariladi hamda temir va misni desorbsiyalashga yuboriladi.

5. Konsentratsiyasi 20–25 g/l bo'lgan sulfat kislota eritmali bilan ionit tarkibidan rux, nikel va erkin sianidni desorbsiyalash. Jarayonning sharti: Eritmaning miqdori 1 hajm ionitga 6 hajm eritma, harorat 50–60 °C, eritmani berish tezligi 1–2 m/soat, jarayonning davomiyligi 30–35 soat, kolonnalar soni 2. Ionitdagi ruxning qoldiq miqdori 1–2 g/kg gacha, nikelniki 0,3–0,5 g/kg gacha.



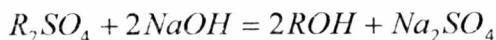
6. Konsentratsiyasi tiomochevina bo'yicha 80–90 g/l va sulfat kislota bo'yicha 20–25 g/l bo'lgan nordon eritmalar bilan ionit hajmidan oltin va kumushni desorbsiyalash. Nodir metallarni desorbsiyalash jarayoni, konsentratsiyalangan eritmalar olish maqsadida eritmalarining kam sarfida uzoq davom etadi. Desorbsiyalash jarayonida ionit tarkibidagi oltin sianid kompleksi oltinning tiomochevina kompleksiga o'tadi $[Au(Thio)_2]^+$ va eritmaga quyidagi reaksiya bo'yicha o'tadi:



Jarayonning sharti: eritmaning miqdori 1 hajm ionitga 4–5 hajm eritma, harorat 50–60 °C, eritmani berish tezligi 1–2 m/soat, jarayonning davomiyligi 60–75 soat, kolonnalar soni 4–5, anionitda oltinning qoldiq miqdori 0,3 g/kg gacha. Tiomochevina eritmaları ulardan oltinni cho'kirtirgandan so'ng qaytadan desorbsiyalash jarayonida qo'llanadi.

7. Ionitni oltin saqlovchi tiomochevina eritmasidan suv bilan yuvish. Jarayonning shartlari: yuvish suvining miqdori 1 hajm ionitga 1 hajm suv, harorat 50–60 °C, eritmani berish tezligi 1–2 m/soat, jarayonning davomiyligi 30–35 soat, kolonnalar soni 2, yuvilgan eritmadagi tiomochevinaning qoldiq konsentratsiyasi 10 g/l gacha.

8. NaOH ning konsentratsiyasi 40–50 g/l bo'lgan ishqoriy eritma bilan ionitga ishlov berish. Ishqor bilan yuvish natijasida ionit tarkibidagi qoldiq sianid, tiomochevina, silikat tuzlar desorbsiyalanadi. Ishqor ionit tarkibidagi bir qator cho'kindilarni eritadi va uning g'ovakligini va kinetika xususiyatlarini oshiradi. Ishqor bilan ishlov berish natijasida ionit dastlabki holatigacha tiklanadi. Jarayonning sharti: eritmaning miqdori 1 hajm ionitga 2 hajm eritma, harorat 15–20 °C, eritmani filtrlash tezligi 1–2 m/soat, jarayonning davomiyligi 30–35 soat, kolonnalar soni 2, chiqadigan eritmadagi NaOH ning qoldiq konsentratsiyasi 15–20 g/l, ionitdagi ruxning qoldiq konsentratsiyasi 0,2–0,3 g/kg.

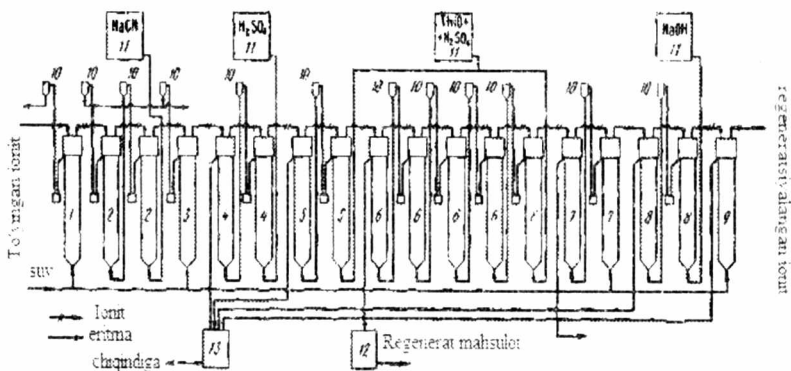


9. Anionitni ishqoriy eritmadan suv bilan yuvish. Jarayonning sharti: yuvish suvining miqdori 1 hajm ionitga 4 hajm suv, harorat 15–20 °C, eritmani filtrlash tezligi 15–16 soat, kolonnalar soni 1.

Regeneratsiyadan so'ng ionitda oltinning miqdori 0,1–0,3 g/kg ni tashkil etadi, unsur elementlarning yig'indi miqdori 5 g/kg dan oshmaydi. Regeneratsiyadan so'ng ionit sorbsion bo'linga yuboriladi va sorbsion tanlab eritish jarayoniga yuklanadi.

Regeneratsiya jarayonidagi reagentlarning sarfi 1 tonna qayta ishlanadigan ruda uchun quyidagicha, g/t: NaCN 500–600, sulfat kislota 200–250, NaOH 200–250, tiomochevina 100–200.

Regeneratsiya jarayonini uzluksiz va davriy rejimda olib borish mumkin. Uzluksiz rejimda ketma-ket joylashgan kolonnalarda olib borishadi (10-rasm). To'yingan ionit birinchi kolonnaga yuklanadi va oxirgi kolonnadan regeneratsiyalangan ionit chiqariladi. Har bitta jarayon uchun bitta yoki bir nechta kolonnalar tegishli. Kolonnalar bo'yicha ionitning harakatlanishi alohidagi aeroliftlar yordamida amalga oshiriladi.



25-rasm. Regeneratsiya jarayonini uzluksiz rejimda olib borish sxemasi

Nazorat savollari:

1. Oltinning qanday minerallarini bilasiz?
2. Oltinni boyitishda qanday texnologiyalar ishlatiladi?
3. Oltinni gidrometallurgik qayta ishlashda sorbsion-desorbsion tanlab eritishdan asosiy maqsad nima?

6.3. RUX METALLURGIYASI. RUX ISHLAB CHIQRISHDAGI METALLURGIK JARAYONLARNING TAVSIFI

6.3.1. Rux ishlab chiqarish xomashyosi va asosiy texnologiyalari

Ishlab chiqarish hajmi bo'yicha rux, alyuminiy va misdan keyin uchinchi o'rinda turadi. Bir yilda dunyoda 5–7 mln.t rux ishlab chiqariladi. Olmaliq tog'-metallurgiya kombinati tarkibidagi rux zavodi bir yilda 100 ming tonnadan ziyodroqdir rux ishlab chiqarish imkoniyatiga ega.

Xorijiy davlatlarda rux ishlab chiqarish quyidagilarda mavjuddir: AQSH, Yaponiya, Rossiya, Kanada, Avstraliya, Germaniya, Fransiya, Bolgariya, Polsha, Qozog'iston va boshqalardir.

Dunyo miqyosida ishlab chiqarilgan rux quyidagi sohalarda ishlatiladi,%:

- oq tunuka olish 36;
- latun va bronza olish 26;
- quymakorlik 26;
- rux prokati 3;
- kimyo mollari 6,5.

Ruxni asosiy o'zlashtiruvchi davlatlar AQSH, Yaponiya, Germaniya, Rossiya. O'zbekiston o'zining mahsulotini xorijiy davlatlarga eksport qiladi.

Tabiatda rux asosan sulfid birikmasi holatida uchraydi, shunindek ruxning oksidlangan birikmalari ham mavjuddir.

Ishlab chiqarishda keng miqdorda kompleks rux – qo'rg'oshin sulfidli polimetallik rudalar qo'llaniladi. Bu rudalarda asosiy metallardan tashqari mis, kadmiy, nodir va kamyob metallar mavjud. Hozirgi paytda qayta ishlaga jalb etiladigan rudalarning tarkibida ruxning miqdori 1,5 %, rux-qo'rg'oshin rudalarda 1,0–1,5% Zn va 0,4–0,5% Pb mavjud. Bu rudalar qayta ishlashdan oldin boyitiladi. Asosiy boyitish usuli – selektiv flotatsiyadir. Oldin rudadan kollektiv rux-qo'rg'oshin boyitmasi olinadi, keyin u alohida rux va qo'rg'oshin boyitmalariga ajratiladi.

Sulfidli rudalarda rux asosan sfalerit – ZnS shaklda uchraydi. Oksidlangan rudalarda rux karbonat $ZnCO_3$ (smitsonit) va gidrosinkiy $ZnSO_3 \cdot 2 ZnS$ va silikat (valletit Zn_2SiO_4) turlarda uchraydi.

Boyitish natijasida ruxni boyitmaga o'tish darajasi 70–85% tashkil qiladi. Rux boyitmasini taxminiy tarkibi quyidagicha, %: Zn 40–60; Pb

0,2–3,5; Cu 0,15–2,3; Fe 2,5–13; S 30–35; Cd 0,1–0,5; As 0,03–0,3; Sb 0,01–0,07; In 0,001–0,07. Boyitmaning granulometrik tarkibi 30–35% (-75 mkm) dan 70–90% (-75mkm) gacha o'zgaradi.

Boyitmaning asosiy texnologik ko'rsatkichlari quyidagilardir:

- zichlik – 3,4–4,3 g/sm³;
- to'kilmov massasi – 1,9–2,3 g/sm³;
- namlik – 10–16%;
- quritilgandan keyingi namligi – 6–8 %.

Rux (Zn) – zangori oq rangli metall, juda mo'rt, 100–150 °C qizdirilganda plastik holatga o'tadi, yengil bolg'alanadi va cho'ziladi, zichligi 7,13 g/sm³, erish harorati 419,5 °C. Ochiq havoda tez oksidlanib, yuzasida parda hosil bo'ladi. Suvga bardoshligi yuqori, lekin xlorid, azot va sulfat kislotalarida yengil eriydi.

6.3.2. Rux boyitmasini kuydirish jarayoni

Boyitmani kuydirishdan asosiy maqsad – sulfidli ruxni tiklanish jarayoniga tayyorlangan oksid holatiga tezroq va kam sarf xarajatlar bilan o'tkazishdir. Kuydirish natijasida kuyindi shunday holatda olish kerakki, undan keyingi qayta ishlash bosqichlarida ruxni ajratib olish ko'rsatkichlari yuqori qiymatlarda bo'lishi kerak. Shuning bilan bir qatorda, kuydirishda ajralib chiqayotgan oltingugurt birikmalari to'laroq darajada sulfat kislotasi olish uchun yuborilishi lozim.

Pirometallurgik usul uchun kuyindi aglomerat shaklda olinadi va aglomerat keyinchalik yuqori haroratda qattiq uglerod yoki boshqa tiklovchilar modda yordamida tiklanadi.

Gidrometallurgiya usuli uchun tanlab eritishga mo'ljallangan kuyindi quyidagi talablarga javob berishi kerak:

1) sulfidlarda oltingugurt miqdori iloji boricha kam bo'lishi kerak (0,1–0,3 %);

2) kuyindida sulfat ko'rinishdagi oltingugurt birikmalarining miqdori bir me'yorda bo'lishi (S_{so_4} 2–4 %);

3) kuyindida mayda fraksiyaning (0,15 mm) yuqori miqdorda bo'lishi;

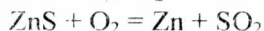
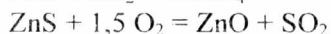
4) ferrit va silikat shakldagi rux miqdorining kam miqdorda bo'lishi.

Zamonaviy amaliyotda tanlab eritish jarayoni uchun javob beradigan kuyindi qaynar qatlam (QQ) pechlarida, 900–1000 °C oralig'ida olinadi.

6.3.3. Rux boyitmasini kuydirish jarayonining kimyoviy reaksiyalari

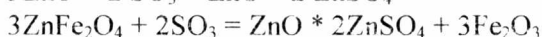
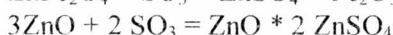
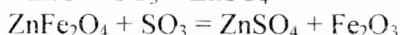
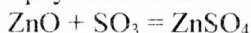
Jarayonning kimyoviy reaksiyalari deb, dastlabki xomashyoda birin-ketin o'tadigan kimyoviy o'zgarishlariga aytiladi. Jarayon natijasida boradigan kimyoviy jarayonlar yakuniy mahsulotlar bilan tavsiflanadi.

Kuydirish jarayonida dastlabki reaksiyalar uch turda bo'lishi mumkin:



Tajriba natijalariga ko'ra, kuydirish jarayonida sulfidlarning oksidlanishidan boshlab 900 °C gacha birinchi qattiq mahsulot bo'lib ZnO paydo bo'ladi. Yuqoriroq haroratlarda esa moddaning bug' holatga o'tishi kuzatiladi va bu jarayon (3) reaksiyaning borishi bilan tushuntiriladi.

Kuydirish jarayonida ikkilamchi rux sulfatlari quyidagi reaksiyalar natijasida paydo bo'lishlari mumkin:



Yuqorida qayd etilgan kimyoviy reaksiyalarning termodinamik ko'rsatkichlari quyidagilar:

Reaksiya	t, °C	G, kJ	lg K _m
ZnS + 2O ₂ = ZnSO ₄	25	- 675	118,6
	1000	- 383	36,3
ZnS + 1,5O ₂ = ZnO + SO ₂	25	- 440	77,4
	1000	- 253	24,0
ZnO + O ₂ = Zn + SO ₂	25	- 104	18,3
	1000	- 123	11,7

Sulfidlarni oksidlanishida ikkilamchi reaksiyalarning termodinamik tavsiflari:

Reaksiya	t, °C	G, kJ	lg K _m
ZnS + 2O ₂ = ZnSO ₄	25	- 76,5	118,6
	1025	- 12,2	0,49
2SO ₂ +O ₂ = 2SO ₃	25	- 196	24,3
	1025	- 179	16,80

Rux boyitmasini kuydirishda sulfat paydo bo'lishi texnologik ahamiyatga ega. Sulfatlarning termodinamik turg'unligi reaksiyaning ajralishi muvozanati bilan baholanadi:

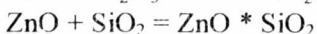
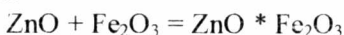


Ushbu reaksiyaning o'zgarish doimiyligi haroratga bog'liqdir:

$$\lg P_{\text{SO}_3} = 11,757 - 8586,0 / T$$

Rux boyitmasini kuydirishda, gaz tarkibida SO₂ va O₂ miqdoriga bog'liq bo'lgan holda, sulfatning maksimal paydo bo'lish harorati 750–850 °C ga to'g'ri keladi.

Kuydirish davrida rux ferrit va silikat shakllarga bog'lanishi mumkin:



Bu ikkita birikma, keyingi tanlab eritishda sulfat kislotasida qiyin eriydi va ruxni isrofgarchiligini oshiradi. Shuning uchun kuydirish jarayoni, rux ferriti va rux silikati iloji boricha kam hosil bo'lishi bilan olib borilishi shart.

Rux boyitmalarida ko'pincha qo'rg'oshin va kadmiy bor. Asosan ular sulfid ko'rinishda mavjuddir: PbS – galenit va CdS – grikonit.

Kuydirish paytida qo'rg'oshin sulfidi 700–800 °C da qo'rg'oshin oksidi (PbO) holiga oson o'tadi. Qo'rg'oshin oksidi esa noruda moddalar bilan reaksiyaga kirishib, past haroratlarda eriydigan birikmalar paydo qilishi mumkin.

Kadmiy sulfidi 735 °C da alanga oladi va oksid shakliga o'tadi. Ikkala sulfidlar yuqori haroratda uchuvchanlik xususiyatiga ega.

Rux boyitmalarida mis xalkopirit, xalkozin va kovellin turlarida uchraydi. Bu birikmalarning kuydirish jarayonida o'zgarishlari mis xomashyosini qayta ishlashda kechadigan jarayonlarga o'xshashdir.

Zamonaviy zavodlarda rux boyitmasini kuydirish jarayoni Qaynar qatlam («QQ») pechlarida o'tkaziladi.

“QQ” pechlarida kuydirish jarayonining boshqa turdagi kuydirish pechlaridan afzalliklari quyidagilardir:

1) yuqori ishlab chiqarish unumdorligi (oddiy pechlarga nisbatdan 2–3 marta yuqoriroq);

2) kuydirish jarayonining tartiblanishi va mahsulotning sifati;

3) chiqindi gazlarda SO_2 ning yuqori miqdori va undan sulfat kislotasini olishning qulayligi;

4) tanlab eritishda salbiy ta'sir etuvchi ferrit va silikat birikmalarining cheklangan holatda paydo bo'lishi va boshqalardir.

Rux zavodlarida, tarkibi har xil bo'lgan, bir necha boyitmalar qayta ishlanadi. Shixta tayyorlash davrida boyitmalar shunday nisbatlikda olinadiki, ular rux, yo'ldosh foydali element va zarar komponentlar bo'yicha aniq tarkibga ega bo'lishi zarur.

Qayta ishlashga kelgan rux boyitmasining taxminiy tarkibi, %: 45–60 Zn; 29–35 S; 6–12 Fe; 1,5–5,0 Al_2O_3 ; 0,2–4,4 Pb; 0,1–3,0 Cu; 0,4–3,0; SiO_2 ; 0,5–1,5 CaO; 0,2–1,0 MgO; 0,25–0,8 Cd; 0,01–0,4 As; 0,01–0,3 Sb 20–160 g/t Ag va 0,5–10 g/t Au.

Shixta pechga quruq yoki bo'tana shaklida yuklanadi. Tashqaridan keltirilgan va tarkibi yaqin bo'lgan boyitmalar quruq shaklda qo'llaniladi. Agarda rux zavodi boyitish fabrikasi yonida bo'lsa, yoki boyitmalarning tarkibi katta farq qilsa, bo'tana shaklda yuklash maqsadga muvofiqroq bo'ladi.

Quruq shixta olish uchun boyitmalar bir xil tarkibdagi shixta olish maqsadida aralastiriladi va quritish barabanida qoldiq namlik 6–8 % gacha quritiladi.

O'zbekiston rangli metallurgiyasida rux boyitmalarini kuydirishda silindrik shakldagi «QQ» pechlari keng tarqalgan. Ularning tubini maydoni 34 m², forkameralar maydoni 1,5 m², balandligi – 10 m, kuydirilgan moddani ajralib chiqish balandligi 1,0–1,2 m. Soplolardagi teshiklar kesimi maydoni, podning maydoniga nisbatdan 0,8–1,0 % tashkil qiladi.

Kukunsimon sulfidli rux boyitamlarini “QQ” pechida kuydirishda boyitma muallaq holda bo'lishi uchun, pechga beriladigan gazning tezligi 10–12 m/sek tashkil etadi. Gazning tezligini oshirish, ortiqcha chang ajralib chiqishiga olib keladi. Agarda gazning tezligi pastroq bo'lsa, shixta moddalari muallaq holatda ajralib chiqib, soplolarga cho'kib qoladi.

«QQ» pechining normal ishlashi uchun uning hajmida issiqlik balansini ushlab turish kerak. Issiqlikni taqsimlanishi, %: texnologik gazlar bilan 60 %; chang va devor orqali sarflanishi 20 %. Issiqlikning qolgani maxsus moslama yordamida pechdan chiqarilishi kerak, aks holda issiqlik to'planib moddani o'ta qizishiga olib kelishi mumkin. Ortiqcha issiqlik maxsus trubkali kesson orqali pechdan tashqariga chiqariladi.

Texnologik gazlar kotel – utilizator orqali o'tkaziladi. Bu dastgohda issiqlikning 55 % bug' olishga ishlatiladi. Qolgan issiqlik isrof bo'ladi. Kotel-utilizator yuqori ko'rsatkichli bug' ishlab chiqaradi (400–565°C, 4,5–6,0 mPa va 1,1–1,4 t/t boyitmaga).

Pechga beradigan havoni hajmi nazariy hisobotlardan kelib chiqadi va 1500–1600 m³/t boyitmaga to'g'ri qiladi. Havoning ortiqcha berilishi 20–30 % (= 1,2 / 1,3).

Kuydirish pechini normal ishlashi uchun quyidagi talablar bajarilishi kerak:

1) shixtaning mineralogik tarkibini va o'lchamlarini doimiyliги va qatlamga bir xil tezlikda yuklanishi;

2) havoning pech tubi maydoni bo'yicha bir xil taqsimlanishi;

3) pech hajmiga beriladigan havoning doimiy bosimi;

4) pechning ishchi hajmida va boshqa dastgohlarda o'zgarmas bosim bo'lishi.

Sanoat ishlab chiqarish sharoitida qaynar qatlam havoning 15–16 kPa bosimida paydo bo'ladi. Bulardan 4–5 kPa li pech tubining gidravlik qarshiligini bartaraf qilishga sarflanadi. Demak «QQ» pechining gidravlik qarshiligi taxminan 10 kPa ni tashkil qiladi.

6.3.4. Kuydirilgan rux boyitmasini tanlab eritish jarayoni

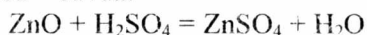
Kuyindini tanlab eritishning asosiy maqsadi kuyindi tarkibidagi rux birikmalarini iloji boricha to'laroq eritmaga o'tkazish va elektrolizga toza eritma yetkaza olishdir. Tanlab eritish jarayoni sulfat kislota eritmalari bilan olib boriladi. Erituvchi sifatida sulfat kislotani tanlashda quyidagi omillar hisobga olingan:

1) rux oksidini – ZnO yaxshi erishi;

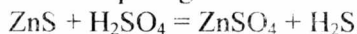
2) bo'lajak elektrolitik tiklanishda qulaylik;

3) rux zavodlarida sulfat kislotasining mavjudligi;

Rux oksidi sulfat kislotaning kuchsiz eritmasida yaxshi eriydi, rux sulfati esa – suvda:



Rux sulfidi qizitilgan kuchli sulfat kislotasida erishi mumkin:



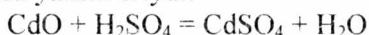
bunda zaharli vodorod sulfid gazi ajralib chiqadi.

Kuydirish davomida bir qancha miqdorda rux silikati, ($n\text{ZnO} \cdot m\text{SiO}_2$), rux ferriti ($x\text{ZnO} \cdot y\text{Fe}_2\text{O}_3$) va alyuminatlari ($\text{ZnO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$) paydo bo'ladi. Bu birikmalar sulfat kislota eritmasida qiyin eriydi. Ularning erish qobiliyati harorat va sulfat kislotaning konsentratsiyasi oshib borishi bilan oshadi.

Masalan, rux ferritidan ruxni eritmaga o'tkazish uchun sulfat kislotaning konsentratsiyasi 200–300 g/l va 80–90 °C harorat talab qilinadi.

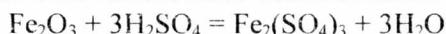
Ruxdan tashqari, kuyindida temir, mis, kadmiy, qo'rg'oshin, kumush, oltin, nikel, kobalt, marganes, bariy, kalsiy, alyuminiy va boshqa metallar bor.

Kadmiy xususiyatlari bo'yicha ruxga yaqin, uni oksidi CdO sulfat kislotasida yaxshi eriydi:

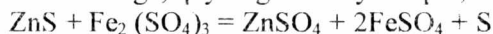


Kuyindidan eritmaga 85–90 % kadmiy o'tadi. Temir kuyindida, asosan rux va mis ferritlar shaklida uchraydi, shuningdek kuyindida temir oksidlari Fe_2O_3 , va Fe_3O_4 ham mavjud. Sulfat kislota eritmasida Fe_2O_3 qisman eriydi.

Kuydirish pechining siklon changida kam miqdorda $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ uchraydi. Uch valentli temir sulfati eritmada ham hosil bo'ladi:



Eritmada $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ mis birikmalari, SO_2 va metall sulfidlari bilan ikki valentli temir sulfatigacha FeSO_4 tiklanadi. Bu jarayon ruxni kuyindidan eritmaga, quyidagi reaksiya orqali, o'tishiga ko'maklashadi:



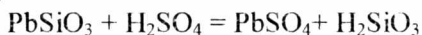
Eritmaga kuyindidan faqat 3–4 % temir o'tadi, uni eritmadagi miqdori 1–2 g/l tashkil etadi.

Mis kuyindida oksid (CuO , Cu_2O), ferrit ($n\text{CuO} \cdot m\text{Fe}_2\text{O}_3$), silikat ($x\text{Cu}_2\text{O} \cdot y\text{SiO}_2$) shakllarda uchraydi. Eng oson CuO eriydi va CuSO_4 ni hosil qiladi. Mis ferriti, rux ferritiga o'xshab, qiyin eriydi. Tanlab eritishda taxminan misning yarmi eriydi, yarmi esa kekda qoladi.

Surma (III) va mishyak (III) oksidlangan birikmalari kuyindini tanlab eritishda $As_2(SO_4)_3$ va $Sb_2(SO_4)_3$ shakllarda eritmaga o'tishadi. Surma (V) va mishyak (V) oksidlari qiyin eriydigan birikmalardir.

Nikel, kobalt va marganeslar eriydi va $NiSO_4$, $CoSO_4$ va $MnSO_4$ sulfatlarini hosil qiladi.

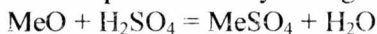
Tanlab eritishda qo'rg'oshin, deyarli to'liq quyidagi reaksiyaga asosan, kekka o'tadi:



Qo'rg'oshin, mis va rux silikatlarining erishi eritmani kremniy birikmalari bilan ifloslantirishga olib keladi. Bu jarayon tanlab eritishdan so'ng cho'ktirish (quyuqlashtirish) va filtrlash jarayonlarini qiyinlashtiradi.

Kumush kuyindida Ag_2S va Ag_2SO_4 shakida uchraydi. Kumush sulfati yaxshi eriydi, keyin esa eritmada mavjud bo'lgan xlor ionlari bilan qiyin eriydigan $AgCl$ birikmasi shaklda cho'ktiriladi. Kumush sulfidi erimaydi va kekda qoladi. Oltin to'liq qattiq qoldiqlarda qoladi.

Kalsiy va bariy oksidlari sulfat kislota eritmalarida qiyin eriydigan birikmalar hosil qilishadi. Jarayonning umumiy reaksiyasi:



Qo'rg'oshin, kalsiy va bariylar sulfat kislolaning bir qismini qiyin eriydigan sulfatlarga bog'laydi, shu sababdan kuydirish davrida sulfat ko'rinishidagi oltingugurt miqdorini bir oz ko'paytirish kerak bo'ladi.

Xlor, fluor, natriy va magniy birikmalari oson eriydi va eritmada to'planadi. Noyob metallar – talliy, galliy, indiy va germaniyalar qisman eritmaga o'tadi.

Tanlab eritish dastgohlari. Uzluksiz tanlab eritishda, odatda, pnevmatik aralashtirgichli agitator – “pachuk” qo'llaniladi. Pachuk zanglamaydigan po'lat yoki temir betondan tayyorlangan silindr shaklidagi chandir. Chan ichki yuzasi qo'rg'oshin yoki kislota ta'sir kilmaydigan keramika bilan futerlangan (himoya qilingan). Channing balandligi 6–10 m, diametri 3–4 m, ishchi hajmi 40–100 m³. Channing markaziga vertikal truba – aerolift o'rnatilgan. Bu truba orqali 0,2–0,25 mPa bosimda havo beriladi. Havo bo'tana bilan aralashib engil aralashma hosil qiladi va tepaga og'ir bo'tana bilan siqib chiqariladi. Aeroliftning tashqari tomonidan og'ir, havo bilan to'yinmagan bo'tana pastga harakatlanadi, buning natijasida pachukda aralashtirish amalga oshiriladi va tanlab eritish reaksiyalari tezroq boradi.

Tanlab eritishning kerakli davomiyligini mavjud qilish maqsadida birin-ketin oʻrnatilgan bir necha pachuklar oʻrnatiladi. Dastlabki boʻtanani birinchi pachukka yuklanadi, oxirgi pachukdan esa boʻtanani quyushtirgichga yuboriladi.

Davriy tanlab eritishda jarayon mexanik aralashtirgichli agitatorda olib boriladi. Uning hajmi 150 m^3 gacha boʻladi. Aralashtirish agitatorda kislotaga bardosh beradigan poʻlatdan yasalgan impeller (aralashtirgich) bilan amalga oshiriladi. Agitatorlarga isitish moslamasi oʻrnatiladi.

Kuydirilgan rux boyitmasini tanlab eritishda olingan boʻtana qattiq va suyuq fazalarga ajratiladi. Fazalarni ajratish uchun quyushtirish va filtrlash jarayonlari qoʻllaniladi.

Quyultirish jarayoni “quyultirgich” deb nomlanuvchi dastgohlarda amalga oshiriladi. Quyultirgich diametri 10–18 m va balandligi 4–5 m boʻlgan temir betondan yasalgan chandir.

Quyultirgichda qattiq moddalar choʻkadi va moslamadan chiqariladi. Boʻtanani suyuq fazasi channi yuqori qismdan chiqarilib boʻlajak texnologik jarayonlarga yuboriladi.

Quyushtirish jarayonini jadallashtirish maqsadida boʻtanaga poliakrilamid (PAA) qoʻshiladi. Poliakrilamid mayda zarrachalarni kattalashtirib ogʻir flokulalarga oʻtkazadi. Tarkibida qattiq moddalar yoʻq tindirilgan eritma tozalashga yuboriladi. Quyultirilgan boʻtananing S:Q nisbati 2:1 teng. Quyultirilgan boʻtana filtrlashga yuboriladi.

6.3.5. Ruxni sulfat kislotada eritmalaridan elektroliz usulida choʻktirish

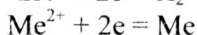
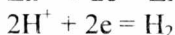
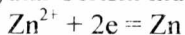
Rux – ogʻir rangli metallardan eng elektromanfiylaridan biri. Ruxning standart potentsiali – 0,763 V, vodorodniki esa – 0,00 V, yaʼni $E_{\text{H}_2} > E_{\text{Zn}}$. Shu sababdan ruxni elektrolitik tiklanishi (elektr choʻktirish) murakkab, tezda oʻzgaradigan, turgʻun boʻlmagan elektrkimyoviy jarayon. Elektrmanfiy ruxni, elektrmusbat vodorodga nisbatan elektrodga oʻtirishi, vodorodni ruxda oʻta kuchlanishi bilan bogʻliqdir. Shuning uchun, elektrtiklanishda oʻta kuchlanishni saqlab turadigan sharoitlarni saqlab turish kerak. Vodorod kuchlanishiga oid hamma omillar ruxni korroziyasiga va tokdan foydalanish koeffitsiyentini pasayishiga, rux elektrtiklanish jarayonini buzilishiga olib keladi.

Vodorodning o'ta kuchlanishiga tok zichligi, harorat, katodga o'tirgan rux sirtini ahvoli, elektrolitni tarkibi va zarra aralashmalarni mavjudligi ta'sir qiladi.

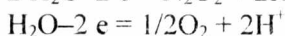
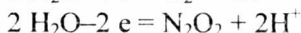
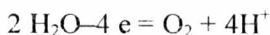
Amaliyotda ruxning elektr tiklanishi to'rt burchak kesimga ega vannalarda, erimaydigan qo'rg'oshin, yoki qo'rg'oshin – kumush anodlari yordamida amalga oshiriladi. Vannaga uzluksiz tozalangan neytral rux eritmasi beriladi va ishlatilgan elektrolit chiqariladi. Rux katodga cho'kadi, katod alyuminiydan yasalgan bo'ladi. Katoga cho'kkan rux, katoddan bir sutkada bir marta olinadi.

Katod rux induksion pechda eritiladi va qoliplarga quyiladi.

Ruxni sulfat kislota eritmalaridan elektroliz usulida cho'ktirishda katodda quyidagi asosiy reaksiyalar borishi mumkin:



Ruxni elektrolizi uchun anod qo'rg'oshindan, yoki qo'rg'oshin-kumush qotishmasidan tayyorlangan (kumushning miqdori qotishmada 1%). Elektroliz jarayonida anodda quyidagi asosiy reaksiyalar kechish mumkin:



Vodorodni ruxdagi o'ta kuchlanishi tok zichligi bilan Tafel tenglamasi orqali bog'langan:

$$C_H = a + v \lg i$$

Bunda a va v – doimiy ko'rsatkichlar: $a = 1,24$ va $v = 0,118$, i – tok zichligi.

Ruxda vodorodni o'ta kuchlanishi tok zichligiga bog'liq. Masalan, tok zichligini $400\text{--}600 \text{ A/m}^2$ oralig'ida bo'lsa, o'ta kuchlanish qiymati $1,11\text{--}1,13 \text{ V}$ ni tashkil qiladi.

Ruxni elektr cho'ktirish amaliyotida vodorodni ruxdagi o'ta kuchlanishini oshirish katta ahamiyatga ega. O'ta kuchlanishini tok zichligini oshirish, elektrolit haroratini pasaytirish, eritmani zarra moddalardan tozalash, eritmaga aktiv moddalar qo'shish yo'llari bilan amalga oshirish mumkin.

Nazorat savollari:

1. Ruxning qanday tabiiy minerallarini bilasiz?

2. Sulfidli rux boyitmasini kuydirish amaliyoti qanday amalga oshiriladi?

3. Ruxni tanlab eritish jarayoniga qaysi omillar ta'sir ko'rsatadi?

Umumiy savollar

1. Mis qotishmalaridan qanday turlarni bilasiz?

2. Misning qanday xomashyolari bor?

3. Misli xomashyolarni kuydirish jarayoni qanday amalga oshiriladi?

4. Misli xomashyolar va minerallar tarkibi.

5. Misning xossalari va ishlatilishi.

6. Misning xomashyolarini boyitish texnologiyasi.

7. Mis boyitmalarini kuydirish.

8. Oltinning qanday minerallarini bilasiz?

9. Oltinni boyitishda qanday texnologiyalar ishlatiladi?

10. Oltinni gidrometallurgik qayta ishlashda sorbsion-desorbsion tanlab eritishdan asosiy maqsad nima?

11. Ruxning qanday tabiiy minerallarini bilasiz?

12. Sulfidli rux boyitmasini kuydirish amaliyoti qanday amalga oshiriladi?

13. Ruxni tanlab eritish jarayoniga qaysi omillar ta'sir ko'rsatadi?

VII BOB. QORA METALLARNI ISHLAB CHIQRISH TEKNOLOGIYALARI

Qora metallar, umuman po'latning xalq xo'jaligida ahamiyati juda ham katta. Xalq xo'jaligida qora metall ishlatilmaydigan soha topilmaydi. Har qanday davlatni iqtisodiy qudrati darajasini birinchi o'rinda eritib olinadigan po'lat miqdori bilan aniqlanadi. Po'latsiz konchilik, neft va gaz tarmoqlari, mashinasozlik, transport, hatto qishloq xo'jaligi ham rivojlanmaydi.

Temir qadimgi Misrda ma'lum bo'lgan edi. U yerda temirni sof holatda (meteorit temiri) topishgan va uni oltin bilan teng hisoblashgan. Temirni ma'dandan ochiq usulda ajratib olish shu soha sanoatini tezlik bilan rivojlanishiga sabab bo'ldi. Bu insoniyatni rivojlanishigi juda katta hissa qo'shdi. Ushbu usul xom havo bilan purkash deb nomlandi. Chunki bu yerda oddiy qizdirilmagan havo ishlatilgan. Ushbu jarayonning mohiyati shundaki toshdan qilingan gorniga pista ko'mir va temir rudasi joylashtirilib, gorning tagidan yonish uchun kerakli bo'lgan havo yuboriladi. Yonganda hosil bo'lgan SO gazi (uglerod oksidi) temirni tiklaydi. Yonib bo'lgan ma'danni bolg'a bilan pachoqlab, shlakdan tozalashgan. Bunday havo bilan tozalangan temir bir xilda emas edi. Vaqt o'tgan sari ushbu usul takomillashib, birmuncha yuqori haroratda kuydirilgandan so'ng, temir ma'dani suyuq cho'yan ga aylana boshladi.

XIX asrgacha po'lat juda ham qimmat metall hisoblanardi, chunki po'lat ajratib olish uchun ko'p miqdorda pista ko'mir ishlatilar edi. Bu metallurgik zavodlar atrofidagi o'rmonlarning to'liq yo'q bo'lib ketishiga olib keldi. Bu muammoni yechish maqsadida Puding jarayoni kashf etildi. Puding jarayonida toshko'mir koksi ishlatilib cho'yandan xamir ko'rinishidagi temir olina boshlandi. Pechning osti temir okalinasi va shlakdan tayyorlanar edi. Lekin bu jarayon ham keng tarqalmadi.

1864-yilda Fransuz muhandisi Pyer Marten suyuq po'latni alangali pechda olishni ishlab chiqdi. Marten jarayonida issiqni boshqarish, metallardan oltingugurt va fosforni ajratib olish, ko'p miqdordagi temir-tersakni qayta ishlash imkoniyati bor. Bu jarayon butun dunyoda keng tarqalgan.

Marten jarayoni bilan birgalikda birinchi elektr po'lat quyish pechlari paydo bo'ldi. Bunday pechlarda murakkab, yuqori legirlangan po'latni eritish mumkin. Birinchi marotaba 1952-yilda Avstraliyada va

1957-yilda Dnepropetrovskda muhandis Mozgov N.I. taklifi bilan kislorod-konverter jarayoni joriy qilindi.

XX asrda rangli metallar, ayniqsa alyuminiy va mis ishlab chiqarish bir necha marotaba ko'tarildi. Lekin qora metall ishlab chiqarish dunyo ishlab chiqarishida o'zgarinay qolaverdi.

Po'lat quyishning qo'shimcha omillari kimyo sanoati, mashinasozlik, neft va gaz tarmoqlari va boshqa sanoatlar masshtabining kengayishini rivojlantirdi. Po'latning boshqa metallar bilan qotishmasi yangi konstruksion materiallarni ishlab chiqarishning ilmiy texnologiyalarini rivojlanishiga olib keldi. Ayniqsa, po'latning zanglamaydigan turlarini ishlab chiqarish tez sur'atlarda ko'tarildi.

Po'latni sanoat ahamiyatiga ega bo'lgan miqdorda olish usullari **po'lat metallurgiyasi** deyiladi.

Temirning uglerod va boshqa elementlar bilan deformatsiyalanadigan qotishmasi po'lat deyiladi. Po'lat tarkibiga uglerod, marganes, kremniy, oltingugurt, fosfor kiradi. Maxsus xususiyatla po'lat olish uchun metallga ligerlaydigan qo'shimchalar qo'shiladi: xrom, nikel, molibden, folfram, mis, neobiy, vanadiy va boshqalar, hamda ko'p miqdorda marganes va kremniy.

Temini sof holatda olish qiyin va qimmat jarayon hisoblanadi. Sof holatdagi temir juda ham qimmat. U faqat maxsus maqsadlarda ishlatiladi. Odatda texnika va xo'jalikda po'lat ishlatiladi.

Po'lat tarkibiga kiradigan asosiy qo'shimcha bu uglerod. Uglerod ko'p jihatdan po'latning xususiyatini aniqlaydi. Uning miqdoriga qarab uglerodli temir qotishmalarini po'lat va cho'yan ga ajratiladi. Temirning uglerodli qotishmasida $1,7 \div 2\%$ gacha uglerod bo'lsa po'lat, undan yuqori bo'lsa ($1,7$ dan $2,8 \div 3\%$ uglerod bo'lsa po'latli cho'yan, 3% dan yuqori bo'lsa oddiy Cho'yan) Cho'yan deb ataladi.

Po'lat yuqori haroratda plastik holatda bo'ladi. Qizdirilganda bolg'alanuvchan, prokatlanuvchan bo'ladi. Cho'yan bunday xususiyatlarga ega emas. Hozirgi kunda $1,2\%$ dan yuqori bo'lmagan uglerodli po'lat, $3,5 \div 4,5\%$ uglerodli cho'yan quyiladi.

Zamonoviy metallurgik texnologiyaning rivojlanish, erituvchi agregatdan yordamchi agregat yoki maxsus jihozlangan kovsh yordamida yuqori sifatli metall olish bilan xarakterlanadi. Erituvchi dastgohlarning roli asosan aniq bir tarkib va haroratdagi suyuq yarim mahsulot olishdadir. So'nggi vaqtlarda yirik konverter, marten yoki elektryoyli

pechlarida sifatli po'lat olish texnologiyasini sezilarli farqi aniqlanmoqda, ayniqsa agar ushbu agregatlarda qo'shimchalarning oksidlanishi vannani kislorod bilan purkash orqali amalga oshirilsa.

Turli rivojlangan mamlakatlardagi ba'zi zavodlarda suyuq po'latning sifatini oshirish maqsadida agregatlar konstruksiyasining yangi variantlari yaratilmoqda. yangi jarayonlar va amaldagi jarayonlarning turli xillari paydo bo'lmoqda. Ammo, sifatli po'lat ishlab chiqarish texnologiyasining umumiy prinsipi yagonadir.

Turli usullar bilan quyilayotgan po'latlar orasidagi farq o'zgarib turadi. Hozirgi vaqtda quyidagi asosiy usullar mavjud: kislorod-konverterli (50% dan yuqori), elektr po'lat quyuvchi (taxminan 20%) va marten pechlari (<30%dan kam).

Hozirgi vaqtda, po'latni metallurgik ishlab chiqarish sxemasi ikki bosqichda amalga oshiriladi.

- temirni ma'dan yoki boyitmadan domna pechlarida tiklanishi;
- po'lat quyish agregatlarida C, Si, Mn, P ni oksidlash, olingugurtdan tozalash, ya'ni Cho'yan dan kerakli tarkibda po'lat olish.

Hozirgi vaqtda temirni rudadan bevosita olish texnologiyasi keng tarqalmoqda. To'g'ridan-to'g'ri tiklash qurilmalari asosan quyidagi holatlarda quriladi:

1) zarurat bo'lganda keraksiz qo'shimchalardan holi bo'lgan shixta olish va undan juda yuqori sifatli po'lat eritish;

2) zarurat bo'lganda yiriklashtirish qiyin bo'lgan chang ko'rinishidagi temir rudalarini va ishlab chiqarish chiqindilari (kalosbnik changi, changni ushlab qoluvchi qurilmalar yordamida yig'ilgan chang va boshqalar) qayta ishlash;

3) kichik ishlab chiqarish quvvatiga ega bo'lgan domna sexlarini qurish iqtisodiy jihatdan rentabel bo'lmaganligi uchun uncha katta bo'lmagan zavodlar (minizavodlar) qurilishida. Bunday tarkibdagi minizavodlar tarkibiga : to'g'ridan-to'g'ri tiklash qurilmasi, bir-ikkita po'lat quyish agregati (odatda Yoyli elektropechlar), tayyor mahsulotni uzluksiz quyish mashinasi. Bunday zavodlarning ishlab chiqarish unumdorligi odatda yiliga 150–250 tonnani tashkil qiladi.

Agar Toshkent viloyati Piskent tumani Bekobod shahrida bunday elektropechlarni ishlayotganini va Toshkent viloyatining Parkent tumanida temir ruda zaxiralari topilganligini hisobga olsak, ushbu ko'rinishdagi sxema ayniqsa bizning respublikamiz uchun juda aktualdir.

4) Yuqori metallashgan mahsulot kukunidan foydalanib to'g'ridan to'g'ri detal va tayyor buyumlar olish.

Hozirgi vaqtda dunyoda eritilayotgan po'latning faqatgina 5% ga yaqini to'g'ridan-to'g'ri tiklovchi uskunalarda olinmoqda. Po'latning asosiy qismi an'anaviy usullarda eritilishi qachongacha davom etishi haqidagi savolni yechishda, uzluksiz harakatlanuvchi po'lat eritish agregatlarini (SAND-сталеплавильный аппарат непрерывного действия, UXPEA – uzluksiz harakatlanuvchi po'lat eritish agregati) yaratishni, hamda, hozirgi vaqtda foydalanilayotgan yuqori samarador, qudratli agregatlarni inobatga olish kerak:

a) hajmi 4–5 ming m² bo'lgan domna pechlari;

b) hajmi 300–350 tonna bo'lgan konverterlar;

v) hajmi 250–300 va undan yuqori bo'lgan yoyli elektrpechlar.

7.1. CHO'YAN METALLURGIYASI. CHO'YAN ISHLAB CHIQARISHDAGI FOYDALANILADIGAN XOMASHYO.

7.1.1. Cho'yan ishlab chiqarish rudalari

Zamonaviy metallurgiya kombinatlari yirik va murakkab inshoot kompleksi bo'lib, ular rudalarni boyituvchi, koks ishlab chiqaruvchi batareyalar va pechlarni qizdirilgan havo bilan uzluksiz ta'minlovchi qurilmalar, quymalar prokat mahsulotlar ishlab chiqaruvchi bo'linmalar va boshqalardan tashkil topgan.

Cho'yanlarni domnalarda ishlab chiqarish texnologiyasi bilan tanishishdan oldin cho'yan ishlab chiqarishda foydalaniladigan materiallar haqida to'xtab o'tamiz.

Domnalarda cho'yan ishlab chiqarishda foydalaniladigan asosiy materiallar temir rudalari, yoqilg'ilar va flyuslardan iborat bo'lib, ularning majmuasi shixta deyiladi.

Temir rudalari. Temir rudalarida temir oksidlari bilan birga turli boshqa qo'shimchalar: qum, giltuproq, silikatlar, kalsit, shuningdek oz miqdorda S, As, va P lar uchraydi.

Shuni qayd etish lozimki, ba'zi temir minerallarida Fe dan tashqari oz bo'lsa-da Cr, Ni, W, V, Cu, Ti, Mo va boshqa metallar uchraydi. Bunday rudalar kompleks rudalar deyiladi. Bu rudalardan cho'yan olishda foydalanilsa, cho'yan xossalari yaxshilanadi. Kompleks rudalarning asosiy konlari Ukrainada (Nikolsk), Gruziyada (Chiatura), Orskda va boshqa joylarda bor.

Domnalarning texnik – iqtisodiy ko'rsatkichiga rudaning kimyoviy tarkibi, fizik holati va o'lchamlarining ta'siri katta. Shu sababli rudani pechga kiritishdan avval u begona jinslardan birmuncha tozalanadi va saralanadi.

Rudalarni boyitishning asosiy usullari bilan tanishib chiqamiz.

Maydalash va saralash. Yirik rudalarni begona jinslardan saralash uchun ularni karyerlarni o'zidayoq turli konstruksiyali (jag'li, konusli) maydalash mashinalarida maydalab, mexanik g'alvirlarda elanib, 30–80 mm li bo'laklarga saralanadi.

Yuvish. Rudalarni suv bilan yuvib qum va gillardan tozalanadi. Buning uchun maydalangan rudalar tebranuvchi elakli qurilmalarga yuklanib, tagidan suv haydaladi, shunda begona suv bilan yuqoriga ko'tarilib, tashqariga chiqib ketadi, boyigan rudalar esa qurilma tagiga yig'iladi. Keyin u yerdan olinadi.

Magnit separatorli mashinada boyitish. Bunda maydalangan magnit temirtosh magnit separatorning uzluksiz harakatlanuvchi lentasiga yuklab turiladi. Ruda elektromagnitning ta'sir zonasiga kirganda, uning temir (Fe_3O_4) oksidli qismi elektromagnitga tortilib, bekorchi jinslardan tozalanadi. Boyigan temir ruda elektromagnitning ta'sir zonasidan chiqqach tashqaridagi maxsus yashikka ortila boradi.

Mayda rudalarni yiriklashtirish. Rudalarni qazib olishda, elashda ko'plab chang holdagi chiqindilar yig'iladi. Bulardan ma'lum o'lchamli (10–40 mm) boyitmalar olish uchun maxsus tarkibdagi maydalangan shixta (40–50% temir ruda, 15–20% ohaktosh, 20–30% boyitma, 4–6% koks, 6–9% suv) aralashmasi mashina qoliplariga kiritilib, 1300–1500°C haroratda qizdirilib pishiriladi. Pishirish davomida rudadagi zararli begona jinslarning bir qismi (S, As) karbonatlar parchalanishi natijasida ajralib, qisman suyuq faza hosil bo'ladi. Bu suyuq faza yordamida zarrachalar o'zaro bog'lanib, iflyusli g'ovak boyitma (aglomerat) olinadi. (Ba'zi hollarda mayda rudalarga bog'lovchi material sifatida gil, smola qo'shilib, ularni pressformada presslab briketlar ham olinadi.)

Keyingi yillarda mayda temir rudalarga va boyitmalarga ma'lum miqdorda ohaktosh va koks maydalari, bir oz bentonit gil qo'shib suv bilan qorishtirilgan massa sayoz idish (granulyator) da yoki aylanuvchi barabanlarda ishlov berib, diametri 25–30 mm li g'ovak sharsimon bo'lak (okatish) lar olinadi. Ularni pechda 1300–1400°C haroratda

qizdirib, pishirilgandan so'ng saralanadi. Okatishlar aglomeratlardan puhtarok bo'ladi. Okatishlardan foydalanish koksni tejash imkonini beradi.

O'rtachalashtirish. Metallurgiya korxonalariga rudalar doim bitta shahtadan keltirilmaganligi uchun ularning kimyoviy tarkibi turlicha bo'ladi. Shuning uchun ularning tarkibini o'rtachalashtirish talab etiladi, chunki shixta materiallari kimyoviy tarkibining bir xil bo'lishi pechning ish unumini belgilovchi asosiy ko'rsatkichlardan biridir. Kimyoviy tarkibi turlicha bo'lgan rudalarni o'rtacha kimyoviy tarkibga keltirish maqsadida maydalangan rudalar o'zaro aralashtiriladi.

7.1.2. Domna pechining tuzilishi va yordamchi qurilmalari

Domna pechining tuzilishi

Domna pechi 8–10 yil davomida uzluksiz ishlovchi shahta pechi bo'lib, o'rtacha hajmi 2000–3000 m³ bo'ladi. Keyingi yillarda katta domnalar ham qurilmoqda.

Masalan, 1974-yildan boshlab Krivoy Rog metallurgiya kombinatida hajmi 5000m³ li domna ishlamoqda. 1986-yilda Cherepoves metallurgiya kombinatida «Severyanka» deb atalgan beshinchi domna ishga tushirildi. Bu domna dunyodagi eng yirik pechlardan biri bo'lib, hajmi 5580m³, bo'yi 100 metrdan ortiq, diametri 19 m, zamonaviy avtomatik mexanizmlar bilan jihozlangan. Har sutkada unda 10000–12000 t cho'yan ishlab chiqariladi.

Pechning koloshnik qismi tagidagi pastga tomon kengayib boradigan kesik konusli eng katta qismi 4 *shaxta* deb ataladi. Bu qism o'z navbatida silindrik shaklli qism 5 bilan tutashgan bo'lib, u *raspar* deyiladi. Raspar kesik konusli qism 6 bilan tutashgan bo'lib, bu qism *zaplechik* deb ataladi. Bu qism o'z navbatida silindrik shaklli qism 7 bilan tutashgan bo'lib, bu qism *o'txona* (gorn) deb ataladi.

O'txona tubi leshchad deyiladi, u grafit gilli bloklar yoki yuqori sifatli shamot g'ishtlardan ishlanadi.

Pech metall halqali taglik plitaga, taglik esa beton poydevorga o'rnatilgan bo'lib, temir ustunlar II da turadi.

O'txona pechning eng muhim qismidir, chunki unda yoqilg'i yonadi hamda suyuq metall va shlak to'planadi.

O'txonaning eng pastki qismidan koloshnikning eng yuqori qismigacha (shahtaning balandligi) bo'lgan hajmi pechning foydali hajmi deyiladi.

O'txonaning yuqori qismida aylana bo'lib joylashgan bir necha teshiklar bo'lib, ularga maxsus uskunalar – furmalar 8 pech devoridan 150–200 mm ichkariga chiqarilib o'rnatiladi va ular orqali pechga yoqilg'ining yonishi uchun qizdirilgan havo 0,25 MPa (2,5 atm) gacha bosimda haydalib turiladi. Furmalar soni pechning hajmiga qarab 16 tadan 24 tagacha bo'ladi. Furmalar mis yoki alyuminiy qotishmalaridan yasalgan bo'lib, ish jarayonida erib ketmasligi uchun uning havol devorlari orqali sovuq suv aylantirib turiladi. Furmalarining pastrog'ida shlak, undan pastroqda esa cho'yan chiqarish novlari 9, 10 o'rnatilgan. O'txonada yig'ilayotgan cho'yan har 2–4 soatda, shlak 1–1,5 soatda o'z novlaridan kovshlarga chiqarib turiladi. Cho'yanni pechdan chiqarish maqsadida 50–60 mm li teshikni ochishda elektr burmashinadan, berkitishda esa utga chidamli tiqinlardan foydalaniladi. Metallurgiya kombinatlarida bir vaqtda bir necha domnalar ishlaydi. O'rtacha hisobda 1 t cho'yan olish uchun 2035 kg temir ruda, 146 kg marganes ruda, 971 kg koks va 598 kg ohaktosh yuklanib, 3575 kg havo haydaladi. Natijda 755 kg shlak, 5217 kg domna gazi va 348 kg koloshnik changi ajraladi.

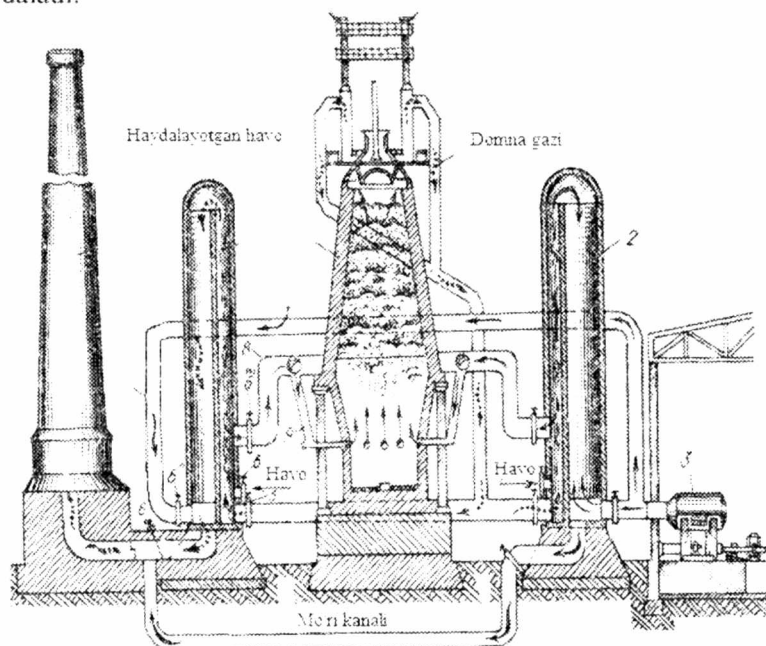
Domnalarning bir me'yorda ishlashi uchun barcha ishlar maksimal darajada mehanizatsiyalashtirilgan va avtomatlashtirilgan bo'lishi kerak. Bu ishlarni bajarishda uning yordamchi qurilmalarining (shixtani yuklash apparatlari, havo qizdirgichlar, kompressorlar va boshqalar) roli katta.

Keyingi yillarda jarayonni boshqarishda elektron hisoblash mashinalaridan foydalanish yuqori samara bermoqda.

Domna pechining ishlashi. 1-rasmda domna pechining ishlash sxemasi keltirilgan. Havo qizdirgich 2 ning gorelkasiga (rasmda ko'rsatilgan) domna gazi va havo uzatuvchi trubalari orqali (to'sqichlar 5' va 6' ochiqligida) yuboriladi. Gorelkada ular aralashib yonish kamerasida yongach, yonish mahsulotlari havo qizdirgichning kamerasi bo'ylab yuqoriga ko'tarilar borib, uni ma'lum haroratgacha qizdira boradi.

Havo qizdirgichining devorlari ma'lum darajada qizigandan keyin to'sqich 6 ochilib, yonish mahsulotlari mo'ri 4 orqali atmosferaga chiqarilib yuboriladi.

Bunda havo qizdirgichining devori 1300–1400°C gacha qiziydi. Soʻngra gaz va havo kiritiladigan yoʻllar (tusqichlar 5' va 6') berkitilib, truba 6'' ochilib, unga kompressor 3 dan truba 7 orqali sovuq havo haydaladi. Sovuq havo havo qizdirgichning oʻta qizigan kataklaridan yuqoriga koʻtarilib qizib boradi. Havo qizdirgichdagi havo 900–1000°C gacha qizigach, toʻsiq 6''' ochilib, qizdirilgan havo truba 8 va furlalar 9 orqali domnaga haydaladi. Bu vaqtda oʻng yondagi havo qizdirgich 2' yuqorida koʻrganimizdek qizdirilib boriladi. Shunday qilib, uning murvak joʻmraklarini boshqarishi bilan domnani uzluksiz ravishda qizdirilgan havo bilan taʼminlab turadi. Hajmi 2700 m³ boʻlgan domnaning normal ishlashi uchun 1 sutkada 8 mln. m³ havo domnaga haydaladi.



26-rasm. Domna pechining ishlash sxemasi: 1–domna pechi; 2,2'–havo qizdirgich; 3–kompressor; 4–moʻri; 5–gaz trubasi, 6,6'–toʻskichlar; 7–sovuq havo quvuri; 8–qizdirilgan havoni furlalarga uzatish trubasi; 9–furlalar.

Odatda, havo qizdirgich sovuq havoni 1 soat mobaynida zarur haroratgacha qizdirib bera oladi. Demak, domnani uzluksiz ravishda qizdirilgan havo bilan ta'minlab turish uchun ketma-ket ishlovchi 3 ta havo qizdirgich kerak bo'ladi. Ba'zan havo qizdirgichlarni tozalash yoki tuzatish zarurligini e'tiborga olib 4 ta havo qizdirgich o'rnatiladi.

Yangi domna pechini ishga tushirishdan oldin uning ishga yaroqliligi tekshirib ko'riladi. Keyin ichki devorlarini qizdirish uchun pechning o'txonasida 4–5 sutka davomida yoqilgi yoqiladi. Buning uchun pech o'txonasiga furma teshiklari orqali bir oz koks, uning ustiga tarasha o'tin qalanadi-da, forsunka alangasida o't oldiriladi. Shundan so'ng yana pechning koloshnik qismidan koks kiritilib, pech ishi haroratigacha qizigach, unga ma'lum tartibda koks, temir ruda va flyus to'ldirib turiladi. Shu bilan birga pechga qizdirilgan havo 0,2–0,3 MPa (2–3 atm.) bosimda furmalar orqali haydaladi.

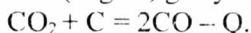
Koks yonayotganda ajralayotgan gazlar yuqoriga ko'tarilib shixta materiallarini qizdira boradi. Buning oqibatida temir oksidlari qaytarilib, uglerodga to'yinib, cho'yan hosil bo'ladi. Suyuq cho'yan sirtida esa shiak yig'ila boshlaydi.

Yoqilg'ining yonishi. Furma orqali domnaga haydalayotgan qizdirilgan havo kislorodi koksni yondiradi:



bunda ajralayotgan issiqlik hisobiga qizigan gazlar yuqoriga ko'tarilib pastga tushayotganda shixtani qizdira boradi.

Tajriba shuni ko'rsatadiki, pechning 1000°C dan yuqoriroq haroratli zonasida karbonat anhidrid cho'g'langan koks qatlamlari orasidan o'tib, uglerod (II) oksid (is gazi) ga aylanadi.



Shu bilan birga koks (uglerod) havo tarkibidagi suv bug'laridan vodorodni ham qaytaradi:



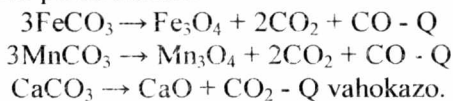
Agar yoqilg'i sifatida qisman tabiiy gazdan ham foydalanilsa, tubandagi reaksiya bo'yicha to'la yonish jarayoni kechadi:



Natijada pechda qaytaruvchi gazlar miqdori ortadi.

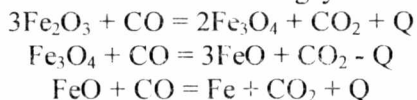
Shixta materiallarning ajraluvchi gazlar ta'sirida qizib borishdan kimyoviy birikmalarning parchalanishi sodir bo'ladi: Masalan, pechning 100–350°C haroratli zonasida kimyoviy birikmadagi suv yoqilg'idagi

uchuvchi moddalar ajralib chiqsa, undan yuqoriroq haroratli zonasida shixtadagi karbonatlar parchalanadi:



Natijada shixta bo'laklari g'ovaklanadi va ba'zan yoriladi. Bu jarayon pechning koloshnik qismidan boshlanib shahtaning o'rtalarida tugaydi.

Temir oksidlaridan temirning qaytarilishi. Ma'lumki temir oksidlaridan temirning qaytarilishi uglerod (II) – oksid, uglerod va vodorod hisobiga sodir bo'ladi. Domna pechlarida temirning uglerod (II) – oksid hisobiga temir oksidlaridan qaytarilishi taxminan 400°C haroratda boshlanib, 900–1000°C haroratda tugaydi.

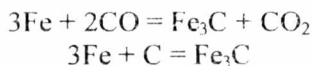


Temirning temir oksidlaridan CO hisobiga qaytarilish tezligi pech haroratiga, ruda tarkibiga, fizik holatiga, qaytaruvchi gazlarning miqdoriga bog'lik. Shuni qayd etish kerakki, shahtaning pastki qismida (1000°C zonasida) hali qaytarilmay qolgan temir (II) – oksid koks uglerodi va temir ruda g'ovaklaridagi qorakuya ko'rinishidagi qattiq uglerod hisobiga ham qaytariladi:



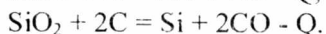
Tajribalar shuni ko'rsatadiki, Fe ning 60–50% uglerod (II) – oksidi hisobiga va 40–60% qattiq uglerod hisobiga (agar 0,2–1% shlakka o'tishi hisobga olinmasa) to'la qaytariladi.

Temirning uglerodga to'yinishi. Qaytarilgan g'alvirak temir, uglerod (II) – oksid bilan reaksiyaga kirishib, temir karbidini hosil qiladi:

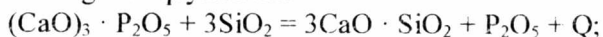


Uglerodga to'yingan bu birikma 1150–1200°C haroratda suyuqlanib koks bo'laklari orasidan o'tib, o'txonaga to'plana boradi. Bu qotishma tarkibida 3,5–4% uglerod bo'ladi.

Domna Fe dan tashqari Si, Mn, S, P va boshqa elementlar ham qaytariladi, masalan, Si va Mn yuqorirok haroratda uglerod bilan quyidagi reaksiya bo'yicha qaytariladi:



Shixta tarkibidagi fosfor, asosan, kalsiyning fosforli tuzi – $\text{Ca}_3\text{P}_2\text{O}_8$ [$(\text{CaO})_3 \text{P}_2\text{O}_5$] tarzida bo'ladi. Bu tuzdan dastlab kremniy (IV) oksidi yordamida fosfat angidrid qaytariladi:

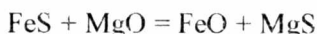


Fosforning deyarli hammasi qotishmaga o'tadi.

Ma'lumki oltingugurt koksda va rudada FeS_2 , FeS , CaSO_4 , CaS birikmalar tarzida bo'ladi. Jarayon vaqtida S ning qariyb 10–60% SO_2 , H_2S gazlari ko'rinishida pechdan chiqib ketadi. Bir qismi esa [FeS] tarzida metallda va shlakda (CaS) bo'ladi. Metallda erigan FeS ni shlakka o'tkazish uchun shlakda ohak ko'proq bo'lishi kerak. Shundagina u oltingugurt (CaS) birikma tarzida bog'laydi:



Shunday qilib, cho'yandagi FeS dan oltingugurtning bir qismi CaS tarzida shlakka o'tkaziladi. Bunda MgO va Mn hisobiga ham metall oltingugurtdan qisman tozalanadi:



Shlakning ajralishi. Pechga flyus sifatida kiritilgan ohaktosh (CaCO_3) 900°C haroratli zonada CaO va CO ga parchalanadi. CaO raspar zonasi yaqinida SiO_2 , Al_2O_3 , FeO va boshqa begona jinslar bilan birikib dastlabki shlak ajrala boshlaydi, u o'txona tomon oqa borib yuqori haroratda qizib koks kulini, qayrilmay qolgan oksidlar va begona jinslarni o'zida eritadi. Shlakda juda oz miqdorda FeO bo'ladi.

Temirning qaytarilishi va shlak hosil bo'lish jarayonlarining ma'lum ketma-ketlikda kechishi ajraluvchi shlakning kimyoviy tarkibi, suyuqlanish haroratiga bog'liqdir. Masalan, Mn qaytarilib, cho'yanga o'tadi. Agar tarkibida Si ko'proq bo'lgan cho'yan olinadigan bo'lsa, aksincha, shlakda ohak miqdori kamroq bo'ladi.

Shlakning muhim tavsiflaridan biri asosli va kislotali oksidlarning o'zaro nisbatidadir: $(\text{CaO} + \text{MgO}) : (\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3)$ va bu nisbat cho'yan ishlab chiqarishda 0,9–1,4 oraliqida bo'lishi lozim.

Nazorat savollari:

1. Temirning qanday tabiiy birikmalarini bilasiz?

2. Choʻyan olish jarayoni qanday pirometallurgik jarayonlarga asoslangan?

3. Domna pechida qanday tiklovchi moddalar beriladi?

7.2. TEMIR RUDALARINI DOMNA PECHIDA ERITISH

7.2.1. Domna pechining mahsulotlari

Maʼlumki, domna pechining asosiy mahsuloti choʻyandir. Lekin choʻyan olishda u bilan birga shlak, domna gazi va koloshnik changi ham ajraladi, shu boisdan ular ham domna pechining mahsulotlari hisoblanadi. Choʻyanlarni kimyoviy tarkibi va ishlatilish sohaslariga koʻra quyidagi turlarga ajratish mumkin:

1. Qayta ishlanadigan choʻyanlar. Bu choʻyanlarda uglerodning hammasi yoki koʻproq qismi temir bilan kimyoviy birikma temir karbidi (Fe_3C) holida qolgani grafit tarzida boʻladi, shuning uchun ham bu choʻyanlar juda qattiq va moʻrtidir. Sanoatda bu choʻyanlardan poʻlat olinganligi sababli ular qayta ishlanadigan choʻyanlar deyiladi. Bu choʻyanlarning siniq yuzalari oq tusda boʻlganligidan oq choʻyanlar deb ham ataladi.

Domna pechlarida ishlab chiqariladigan choʻyanlarning 70–80% ni qayta ishlanadigan choʻyanlar tashkil qiladi.

2. Quyma choʻyanlar. Bu choʻyanlarda uglerodning koʻp qismi erkin holda, yaʼni grafit tarzida boʻladi. Bu choʻyanlarni siniq yuzalari kulrang tusda boʻlganligi uchun kulrang choʻyanlar deb ham ataladi. Ularning oquvchanligining yuqoriligi qotganda hajmining kam kirishishi, suyuqlanish haroratining nisbatan pastligi, oson kesib ishlanishi boshqa choʻyanlarga nisbatan afzalligidir. Shuning uchun ham bu choʻyanlardan turli murakkab shaklli quymalar olishda keng foydalaniladi. Ular koʻpincha, quymakorlik choʻyanlari deb ham ataladi. Domna pechlarida olinayotgan choʻyanlarning 10–12% ni choʻyanlar tashkil qiladi.

Quymakorlik choʻyanlarining GOST 4832–80 ga koʻra LK1 – LK7 markali boʻladi. Ular tarkibidagi oltingugurt miqdoriga koʻra besh kategoriyaga, fosfor miqdoriga koʻra A, B, V, G va D sinflarga va marganes miqdoriga koʻra uch guruhga ajratiladi.

3. Maxsus choʻyanlar. Bu choʻyanlar tarkibida doimiy mavjud elementlardan Si, Mn ning miqdori odatdagi choʻyanlarga, ferro-marganeslarga ajratiladi. Yaltiroq choʻyanlarning siniq yuzalari oynadek

yaltirab turganligi uchun ular yaltiroq choʻyanlar deyiladi. Bu choʻyanlarning tarkibida 10–25% Mn va 2% Si boʻladi. Ularning 3CH1, 3CH2, 3CH3 markalari bor.

Ferromarganeslar tarkibida 70–75% Mn va 2,5% gacha Si boʻladi.

Ferrosilitsiyalar tarkibida kremniy 19–92% boʻlib, qolgan qismi Al, Mn, Cr, C, S, P dan iborat. Maxsus choʻyanlar olinayotgan choʻyanlarning 1–2% nigina tashkil etadi. Maxsus choʻyanlardan poʻlatlar olishda, temir oksidlaridan temirni qaytarishda qaytaruvchilar yoki legirlovchi elementlar sifatida foydalaniladi. Choʻyanlarning yuqorida qayd etilgan asosiy xillaridan tashqari legirlangan choʻyanlar deb ataladigan maxsus xossalari xili ham boʻladi. Bunday choʻyanlar tarkibiga doimiy mavjud elementlar (C, Si, Mn, P va S) dan tashqari maʼlum miqdorda legirlovchi elementlar (Cr, Ni, Cu, W, Ti, Mo) kiritiladi. Natijada mexanik xossalari, korroziya bardoshligi yaxshilanadi. GOST 1585–79 ga koʻra bu xil choʻyanlarga CHX9N5, CHX18D3, ACHC –1, ACHV – 1 markali antifriksion choʻyanlar misol boʻladi.

Shuni qayd etish kerakki, choʻyanlarning asosiy strukturasi tashqari tarkibidagi grafitning qanday shaklda boʻlishiga qarab ular juda puxta va bogʻlanuvchan choʻyanlarga ham ajratiladi. Juda puxta choʻyanlarni kulrang choʻyanlardan olish uchun suyuq holatdagi choʻyanga bir oz miqdorda Mg, Se yoki boshqa elementlar qoʻshiladi.

Bogʻlanuvchan choʻyanlar olish uchun esa oq choʻyan quyimalari maxsus rejimda yumshatiladi.

Domna shlaki. Shlakdan shlak shaxtasi, gʻisht, sement, shlak bloklari va boshqa materiallar olishda foydalaniladi.

Domna gazi. Domnalardan ajralayotgan gazlarga domna gazi deyiladi. Oʻrtacha 1 t choʻyan olishda 3000 m³ gacha domna gazi ajraladi. Bu gaz tarkibida 26–32% CO, 2–4% H₂, 0,2–0,4% CH₄, 8–10% CO₂ va 56–63% N₂ boʻladi.

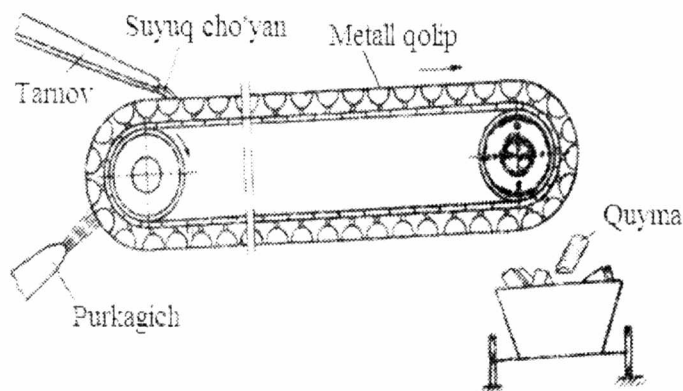
Domna gazining tarkibida koʻpgina yonuvchi gazlar (CO, H₂, CH₄) ning borligi sababli tozalangach, ulardan havo qizdirgichlarda, bugʻ qozonlarida va boshqa joylarda yoqilgi sifatida keng foydalaniladi.

Koloshnik changi. Domna gazlariga qoʻshilib chiqadigan shixta materiallarining changi koloshnik changi deyiladi. Bu chang tarkibida 40–50% gacha temir boʻladi. Domna gazlari maxsus gaz tozalash apparatlaridan oʻtkazilib, yigʻilgan chang aglomerat tayyorlovchi mashinalarda aglomeratga aylantiriladi.

Odatda, turli vaqtda eritilgan har xil tarkibli choʻyanlar mikser deb ataluvchi katta hajmli 600–2500 t idishlarga quyiladi, unda ular oʻzaro aralashib, natijada choʻyanning kimyoviy tarkibi tekislanadi, metalldagi olingugurtning bir qismi esa shlakka oʻtadi.

Qayta ishlanadigan choʻyanlarning bir qismi mashinasozlik zavodlariga «chushka» deb ataluvchi quymalar (ogʻirligi 45–50 kg) tarzida yuboriladi. Domna sehlari uzluksiz ishlovchi quyish mashinalari bilan jihozlangan boʻladi.

27-rasmda choʻyan quyish mashinasining sxemasi keltirilgan. Kovshdan choʻyan mashina transportyoriga oʻrnatilgan metall qolipga quyiladi. Bu qolipdagi metall transportyor lentaning oʻng tomonga harakatlanishi davomida qota borib, uning ikkinchi uchastkasiga kelganda toʻla qotadi, quyma vagonga ortiladi. Metallni qolipga quyishdan avval uni qolipga tez sovishini va yopishib qolmasligini taʼminlash maqsadida qolip yuziga maxsus apparat yordamida ohak suvi purkab turiladi.



27-rasm. Suyuq choʻyandan quyma metallar olish jarayoni

7.2.2. Domna pechi ishining texnik- iqtisodiy koʻrsatkichlari

Domna pechlarining ishiga baho berish uchun uning bir sutkada qancha choʻyan ishlab chiqara olishini va buning uchun qancha yoqilgʻi sarflanishini bilish lozim. Odatda pechning asosiy texnik-iqtisodiy koʻrsatkichi uning foydali hajmidan foydalanish koeffitsiyenti (K_f) va yoqilgʻining solishtirma sarflanish koeffitsiyenti (K_{yo}) orqali aniqlanadi:

$$K_f = \frac{v}{T}, m^3/t,$$

Bu yerda: v – pechning foydali hajmi, m^3 , T – o‘rtacha bir sutkada ishlab chiqarilgan cho‘yan miqdori, t . Ko‘pchilik domnalarda $K_f = 0,5-0,7$ oralig‘ida bo‘ladi.

11-jadvalda koksda ishlovchi domna pechlaridan olingan cho‘yanlarning turlari va ularning kimyoviy tarkibi keltirilgan.

11-jadval

Cho‘yanlarning turlari va ularning kimyoviy tarkibi

Qotishmalar xili	C	Si	Mn	P	S
				kamida	
Qayta ishlanadigan cho‘yanlar:					
Marten (M1, 2, 3)...	3,5-4,5	0,3-1,3	0,3-1,5	0,15-0,3	0,02-0,07
Bessemer (B1, 2)...	3,5-4,5	0,3-1,4	0,3-0,7	0,06-0,07	0,04-0,06
Fosforli (MF1, 2, 3)...	3,2-3,5	0,3-1,3	1-2	1-2	0,05-0,07
Yuqori sifatli (PVK 1,2,3)	3,2-4	0,3-1,3	0,3-1,5	0,05	0,015-0,025
Quymakorlik cho‘yanlari:		3,21-3,6			
LK1 ... LK7	3,5-4	1-2,5 19-92	1,5gacha	0,08-1,2 0,05-0,45	0,02-0,05
Maxsus cho‘yanlar:					
Ferromarganes (CM _n 10, CM _n 20 va boshqalar)	0,5-7		15-85		0,03
Ferrosilitsiy (FC90, FC75L va boshqalar)					

Domnalarda yoqilg‘ining solishtirma koeffitsiyenti (K_{yo}) ni aniqlash uchun yoqilg‘ining bir sutkadagi sarfi (A) eritilgan cho‘yan miqdoriga T bo‘linadi:

$$K_{yo} = \frac{A}{T},$$

Odatda, bu koeffitsiyent 0,5 – 0,6 oralig‘ida bo‘ladi. Bu koeffitsiyentlar qancha kichik bo‘lsa, pechning ish unumi shuncha yuqori bo‘ladi.

Domna pechning ish unumini oshirish uchun ilg‘or cho‘yan quyuvchilarning ish tajribalarini o‘rganish, shixta materiallarini suyuqlantirishga tayyorlash ayniqsa, aglomerat va okatish boyitmalardan

foydalanish, qizdirilgan havo harerati hamda bosimini ko'tarish bilan uni kislorodga to'yintirish va ish jarayonida haroratning bir me'yorda bo'lishini ta'minlash kabi kompleks ishlar olib borilmogi lozim. Bundan tashqari, og'ir ishlarni mexanizatsiyalashtirish va texnologik jarayonlarni avtomatlashtirilgan holda boshqarish kabi ishlarga katta e'tibor berish kerak. Keyingi yillarda tozalangan domna gazlarini to'g'ridan-to'g'ri domnaga haydash mumkinligi ustida ham ilmiy ishlar olib borilmoqda. Bularning hammasi domnalar ishining texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlarini orttirishning muhim omillaridir.

Nazorat savollari:

1. Cho'yanlarning qanday turlarini bilasiz?
2. Oq cho'yanning kimyoviy tarkibi qanday bo'ladi?
3. Suyuq cho'yanni qoliplarga quyish jarayoni qanday amalga oshiriladi?

7.3. PO'LAT ISHLAB CHIQARISH. KONVERTORDA VA MARTEN PECHIDA PO'LAT ISHLAB CHIQARISH

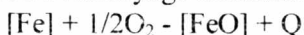
7.3.1. Po'lat ishlab chiqarish haqida umumiy ma'lumot

Po'lat asosiy konstruksion material bo'lib, u cho'yanga nisbatan puxta, plastik, yuqori oquvchanlikka ega va qoliplarini ravon to'ldiradi. Shuningdek yaxshi payvandlanadi va kesib ishlanadi. Mashinasozlikda yuqorida qayd etilgan va etilmagan qator xossalarga ko'ra unga talab borgan sari ortib bormoqda. Hozirgi kunda po'latlar asosan konvertorlarga kislorod haydash yo'li bilan marten va elektr pechlarda ishlab chiqarilmoqda. Bunda cho'yan tarkibidagi S, Si, Mn, R elementlari oksidlanadi, oksidlar esa birikib shlak hosil qiladi. Bunda kimyoviy reaksiya tezligi qayta ishlanuvchi cho'yanlarning tarkibiga, boyitmasiga va haroratiga bog'lik bo'ladi. 12-jadvalda misol sifatida qayta ishlanadigan cho'yanlardan kam uglerodli po'latlar olishda kimyoviy tarkibning o'zgarishi % hisobida keltirilgan.

Qayta ishlanadigan cho‘yanlarning kimyoviy tarkibi

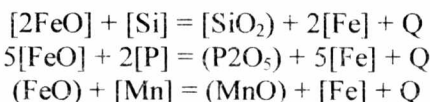
Material	C	Si	Mn	P	S
Qayta ishlanadigan cho‘yan	4-4,4	0,76-1,26	1,75	0,15-0,3	0,03-0,07
Kam uglerodli po‘lat	0,14-0,22	0,12-0,3	gacha 0,4-0,65	0,05	0,055

Ma'lumki, qayta ishlanadigan cho‘yanlarda Fe miqdori 90% dan ortiq bo‘ladi. Shuning uchun ularni eritishda pech muhitidagi kislorod bilan avvalo Fe reaksiyaga kirishadi.

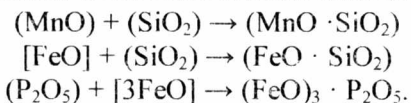


Bunda kislorod hisobiga (pech harorati pastligida Le-Shatelye prinsipiga ko‘ra) oksidlanganda issiqlikni ko‘proq ajratuvchi elementlar (Si, P, Mn) oksidlanadi. Pech harorati ko‘tarila borishi bilan oksidlanganda issiqlik yutuvchi elementlar oksidlanadi.

Jarayonning boshlang‘ich davrida boruvchi reaksiyalarni shunday ifodalash mumkin:



Hosil bo‘lgan oksidlar o‘zaro birikib shlak hosil bo‘la boshlaydi:



Ko‘pincha reaksiyalarni tezlatish maqsadida pechga ma'lum miqdorda temir rudasi kiritiladi yoki kislorod haydaladi.

Pech harorati ko‘tarilganda uglerod shiddatli oksidlana boshlaydi:



Pufak tarzida ajralayotgan uglerod (II) – oksid (CO) gazi metallni aralashtirib haroratini bir xil holga keltirish bilan birga uni zararli gazlardan (N_2 , H_2 , O_2) va metallmas materiallardan tozalaydi.

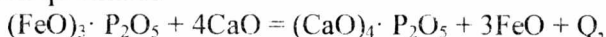
Shuni ta’kidlash kerakki, bir-biri bilan kontaktda bo‘lib, o‘zaro aralashmaydigan suyuqliklar (metall va shlak) da eriydigan komponent

va birikmalar ayni haroratda ikkala suyuqlikka ham ma'lum nisbatda taqsimlanadi. Demak, jarayon davomida shlak tarkibini o'zgartirsaq metall tarkibi ham o'zgaradi.

Po'lat ishlab chiqarish jarayonini quyidagi davrlarga ajratish mumkin:

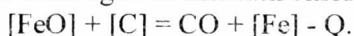
1) Shixtani suyultirish. Bu davrda avvalo Fe, so'ngra Si, P, Mn elementlari oksidlanadi va bu oksidlar birikib shlak hosil bo'ladi.

Shlakdagi $(\text{FeO})_3 \cdot \text{P}_2\text{O}_5$ birikmani bu sharoitda barqaror saqlash uchun ohaktosh qo'shiladi.

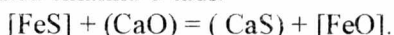


aks holda u parchalanib, fosfor uglerod bilan qaytarilib metallga o'tishi mumkin.

2) Uglerodning oksidlanishi. Metall vanna haroratining ko'tarilishi bilan uglerod shiddatli oksidlan boshlaydi:

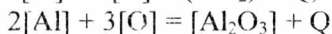
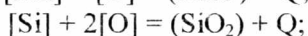
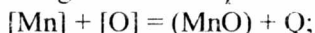


Bunda metallda erigan $[\text{FeS}]$ shlakdagi (CaO) bilan reaksiyaga kirishib, CaS tarzida shlakka o'tadi:



Demak, shlakda qancha kalsiy oksidi ko'p bo'lib, temir oksidi kam bo'lsa, metall oltingugurtdan yaxshiroq tozalanadi.

Temir oksididan temirning qaytarilishi. Po'lat ishlab chiqarishda kislorod cho'yandagi begona jinslarni oksidlash uchun zarur bo'lsa, po'latlarda esa kislorodning bo'lishi uning mexanik va texnologik xossalriga putur yetkazadi. Shuning uchun po'lat ishlab chiqarishda undagi temir oksidlardan Fe ni qaytarish muhim davr hisoblanadi. Buning uchun temirga nisbatan kislorodga yaqinroq bo'lgan birikmalar (ferromrganets, ferrosilitsiy) va alyuminiy bo'laklari yoki ularning kukunlari vannaga ma'lum miqdorda kiritiladi:



Bunda hosil bo'layotgan oksidlar po'latda erimay, osongina $n\text{SiO}_2 \cdot m\text{FeO} \cdot k\text{MnO}$ birikma hosil qilib shlakka o'tadi. Temir oksididan temirni qaytarilish darajasiga qarab quyidagi xillarga ajratish mumkin: to'la qaytarilgan, qaytarilmagan va chala qaytarilgan.

To'la qaytarilgan po'lat quymalarni olishda metall avvalo pechda ferromarganes bilan, keyin esa kovshda ferrosilitsiy va alyuminiy bilan

qaytariladi. Qaytarilmagan qaynaydigan po'lat quymalarni olish uchun esa po'lat avval pechda ferromarganes bilan chala qaytarilib, so'ngra qolipda uglerod hisobiga qaytariladi. Bunda metallardan ajralayotgan CO gazi aralastirilayotganda u qaynaydi va ajralayotgan gaz pufakchalarining ko'pi quymada qoladi. Bunday quymalarning sifati qaynamaydigan po'lat quymalardan pastroq bo'ladi. Chala qaytarilgan po'latlar ferromarganes va qisman ferrosilitsiy, ba'zan alyuminiy bilan-gina qaytariladi, shu sababli ular chala qaytarilgan po'latlar deyiladi. Ishlab chiqarilayotgan quymalarning 55% to'la qaytarilgan, 40% qaytarilmagan, qolgan 5% igina chala qaytarilgan po'latlarga to'g'ri keladi.

Legirlangan po'latlar olish uchun, suyuq metall vannasiga ma'lum miqdorda toza legirlovchi metallar yoki ularning ferroqotishmalari (masalan, ferrohrom, ferrotitan) qo'shiladi. Bunda pechga Fe ga qaraganda kislorodga yaqin bo'lgan elementlar (masalan, Si, Mn, Al, Cr, V, Ti va boshqalar) esa metall tarkibidagi FeO dan Fe qaytarilgach yoki qaytaruvchilar bilan bir vaqtda kiritiladi.

Sanoatda ishlab chiqarilayotgan po'latlarning 16–18% ini legirlangan po'latlar tashkil qiladi. Uglerodli va legirlangan po'latlarning 1500 dan ortiq markasi bor.

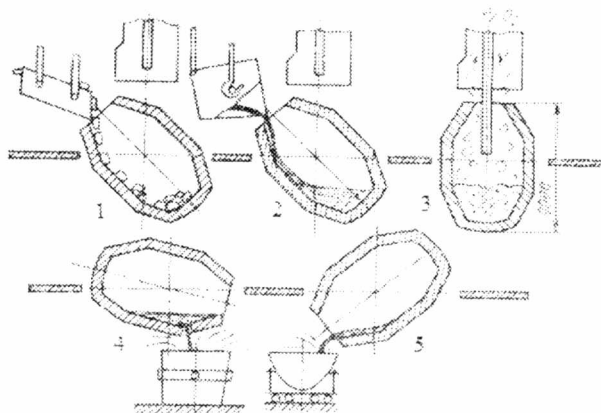
7.3.2. Konvertorlarda po'lat ishlab chiqarish

Ma'lumki, Bessemer va Tomas konvertorlarida po'lat ishlab chiqarish usullarining qator kamchiliklari tufayli ularda sifatli po'lat olish ancha cheklanadi. Mamlakatimizda 1953-yildan boshlab asosli konvertorlarga quyilgan qayta ishlanadigan cho'yan sathiga texnik toza kislorod haydash yo'li bilan turli markali uglerodli va kam legirlangan po'latlar olish usullari qo'llanila boshladi. Bu usul oddiyligi va ixchamligi, yoqilgi talab etmasligi, po'latda azot va vodorod gazlarining kamligi, kapital mablag'larini kam talab etishi, chiqindalarni ko'proq qayta ishlashga imkon berishi sababli sanoatda borgan sari keng qo'llanmoqda.

Dunyo bo'yicha ishlab chiqarilayotgan po'latlarning 1960-yilda 3–4%, 1965-yilda 25%, 1980-yilda 40% 198, 5 yilda 60–70% dan ortiqrog'i shu usulda olindi.

Konvertorlarning tuzilishi va ishlashi. Konvertor noksimon ko'rinishdagi tagi berk idish devorining qalinligi 400–800 mm orali-

g'ida bo'lib, dolyumit, smola, dolomit, smola, dolomit yoki magnezit (40–60% MgO, 30–55% CaO, 5–8% toshko'mir smolasi) g'ishtlardan teriladi.(28-rasm, a). Sirtidan esa 20–100 mm li po'lat list bilan qoplanadi. U sapfalar yordamida stanina tayanchlariga o'rnatiladi. Konverterga metall chiqindilarini yuklash, cho'yan quyish, po'lat va shlakni chiqarishda gorizontaal o'q atrofida zarur burchakka buriladi. Konvertor, kislorod haydovchi furma (mis naycha) bilan shunday biriktirilganki, bunda furma, konvertordan chiqarilmaguncha uni o'qi atrofida aylantirib bo'lmaydi. Konvertorning tepasiga chiqayotgan gazlarni yig'uvchi qurilma o'rnatiladi.



28-rasm. Kislorod konvertorining tuzilishi va ishlash prinsipi

Konvertorlarning sig'imi 100...350 t va undan ortiq bo'ladi. Masalan, sig'imi 300 t li konvertorning ish bo'shlig'i balandligi 9 m bo'lsa, diametri 7 m ga yaqin, og'zining diametri 3,5 m va vanna chuqurligi 1.7 m bo'ladi. Odatda po'lat 400–800 marta eritilgandan keyin konvertor tuzatiladi. Bu konvertorda yiliga 2–2,5 mln. t po'lat olinadi.

Konvertorni ishga tushirishdan oldin ish yuzlari ishga yaroqliligiga to'la ishonch hosil qilingach, po'lat chiqarish teshigi o'tga chidamli materialdan tayyorlangan tiqin bilan berkitiladi. So'ngra uni 28-rasmda ko'rsatilgan «1» holatga keltirib, avval unga yuklash mashinasi yordamida og'zidan qora metall chiqindilar (cho'yan massasining 25–30% igacha, so'ngra 1250–1400°C haroratli qayta ishlanadigan cho'yan

quyiladi («2» holat), keyin ma'lum miqdorda ohaktosh (zarur bo'lsa temir ruda) kiritilib konvertor vertikal holatga keltiriladi («3» holat). Suyuq metall sathiga 300–800 mm (katta konvertorlarda 3 m gacha) yetmagan holda furma naycha tushirilib, u orqali 0,9–1,4 MPa (9–14 kg/sm²) bosimda kislorod haydaladi. Bunda furma erimasligi uchun uning havo devorlaridan 0,6–1,0 MPa bosimda sovuq suv haydab turiladi. Odatda, har minutda haydalayotgan suv miqdori 5000 l ga yetadi.

Suyuq cho'yan sathiga haydalayotgan kislorod metallni shiddat bilan aralastirib oksidlaydi, Fe ni oksidlaydi, pech harorati ko'tariladi. Bu oksidlar ohak bilan birikib shlak hosil qiladi. Shuni ham qayd etish lozimki, fosfori ko'p ($P > 0,3\%$) cho'yanlardan po'lat olishda, shlakdagi fosfor qaytarilib metallga o'tmasligi uchun konvertorga kislorod haydashni to'xtatib, fosfarga to'yingan shlakni konvertordan chiqarib tashlash kerak.

Metallidagi oltingugurtni ohak bilan bog'lab shlakka o'tkazish uchun konvertorga ko'proq ohaktosh kiritish zarur.

Eritilayotgan po'lat va shlakning kimyoviy tarkibi kuzatib turiladi. Buning uchun konvertordan furma chiqarilib, undan namuna metali olinib spektral analiz qilinadi. Agar, po'lat kutilgan kimyoviy tarkibda bo'lmasa, bunda konvertor vertikal holatga keltirilib, tuzatish operatsiyasini o'tkazish lozim. Kutilgan tarkibga kelgach, po'lat konvertordan kovshga quyiladi. Odatda, konvertorlardagi harorat 2000–2500°C gacha ko'tariladi, po'lat olish sikli 50–60 minut davom etadi. Konvertor bir necha o'nlab metrdagi boshqarish pultidan boshqariladi. Jarayonning davomliligi cho'yan tarkibiga, massasiga, kislorodning tozaligiga, bosimiga, haydash vaqtiga va furmaning suyuq cho'yan sathidan balandligiga bog'lik bo'ladi. Sig'imi 250 t li konvertorga kislorod 0,9–1,4 mPa bosimda 25–30 minut haydalganda har bir tonna po'lat olish uchun 50–60 m³ tehnik kislorod sarflanadi. Shuni ham aytish kerakki, agar 300 t li konvertorda soatiga 400–500 t po'lat olinsa, shunday hajmli marten pechida soatiga atigi 80 t po'lat olinadi holos. Konvertorda olingan po'lat narxi marten pechida olingan po'latdan 10–12 marta arzon bo'ladi.

Bu ilg'or usul ayrim kamchiliklardan ham holi emas. Suyuq cho'yanning ko'proq talab etilishi, 1 t po'lat uchun 820–830 kg cho'yan,

metall quyindisining ko'pligi (6–9%), ancha miqdorda chang ajralishi shular jumlasidandir.

Konvertorda po'lat ishlab chiqarish hajmini v , vaqtini t harflari bilan belgilasak, unda uning yillik ish unumini quyidagi formula bilan aniqlash mumkin: $A = 0,5 v/t$, mln. t.

Konvertorlarning ish unumini oshirib, sifatli po'lat olishda katta hajmli (450–500 t) aylanadigan konvertorlardan foydalanish, haydaladigan kislorodning bosimini oshirish hamda jarayonni boshqarishda avtomatik sistemalardan foydalanish yahshi samara beradi.

7.3.3. Marten pechida po'lat ishlab chiqarish

Yuqorida qayd etilganidek, Bessemer va Tomas konvertorlarida po'lat ishlab chiqarish usullarining kamchiliklarini kamaytirish borasidagi izlanishlar marten usulining yaratilishiga olib keldi. Bu usul XXI asrning ikkinchi yarmida yaratildi (Rossiyada dastlabki Marten pechi 1869-yilda Sormov zavodida muhandis A.A. Iznoskov va usta Y.I. Plechkov tomonidan qurilgan bo'lib, uning sig'imi 2,5 t bo'lgan, holos). Zamonaviy pechlarning sig'imi 200–900 t atrofida bo'lib, ularda uglerodli, kam va o'rtacha legirlangan konstruksion po'latlar olinadi.

Marten pechining tuzilishi va ishlashi. Marten pechi alangali regeneratordagi pech bo'lib, uning eng muhim qismi ish bo'shligi (kamerasi) dir. Asosli pechlarda uning tag qismi magnezit gishtidan terilib, sirtidan magnezit kukuni, kislotali pechlarda esa dinas gishtidan terilib sirtidan kvarts kum kukuni sepiladi. Pechning sirti po'lat list bilan qoplanadi. Uning devorining puxtaligi buyicha va ko'ndalangiga tortilgan po'la armaturalar bilan ta'minlanadi. Fosfori ko'p cho'yanlardan (MΦ1, MΦ2, MΦ3 markali) po'latlar olishda pechlar tebranadigan qilinib, og'dirilgan holatda ajralayotgan ko'p miqdordagi shlakning ravon chiqishini ta'minlaydi.

Pechning old devorida shixta materiallarini kiritish uchun bir necha yuklash darchalari buladi (pechni ishlash vaqtida darchalar maxsus tuskich bilan berkitiladi va unga urnatilgan oyna orqali jarayonning kechishi kuzatiladi), darchalardan namuna metali olinadi va yuqori fosforli shlak chiqariladi. Orka devorida esa suyuq metall va shlakni pechdan chikarish uchun mahsus teshik bulib, ularga novlar urnatilgan. Pech ishlayotganda bu teshik utga chidamli tikin bilan berkitiladi.

Pechning yon devorlarida kizdirilgan yonuvchi gaz va havoni pechning ish bushligiga kirituvchi kallaklari bo'ladi. Kallaklarga gorelka, mazutda ishlaganda esa forsunka urnatiladi. Pechning old qsmida esa pol sathidan ancha pastroqda juft regenerator 8, 9 o'rnatiladi. Regeneratoralar bilan pechning ishchi bo'shlig'i oralig'ida esa «shlakovik» deb ataluvchi kameralari bo'ladi. Metallurgiya zavodlarida 250–500 t li pechlar ko'proq tarqalgan. Ular vannasining o'lchami 20 * 6 m gacha bo'lib, tag yuzi 115 m² ga yetadi. Ma'lumki, bu pechlar uzluksiz ishlaydi. Ko'pincha 400–600 marta po'lat olingandan keyin kapital ta'mir qilinadi.

Pechni ishga tushirish. Pech bo'shlig'iga shixta materiallari ma'lum tartibda yuklangandan keyin uning kanallaridagi gorelkalarga bosim ostida kizdirilgan yonuvchi gaz va havo yuborilib kamerada yondiriladi. Yonish mahsulotlari o'z yo'lida shixta materiallarini qizdira borib, qarama-qarshi tomondagi kallaklari kanallari orqali sovuq regeneratorlarning katak-katak kanallaridan o'tib pech devorlarini qizdirib mo'riga yoki bug' qozonlariga chiqariladi.

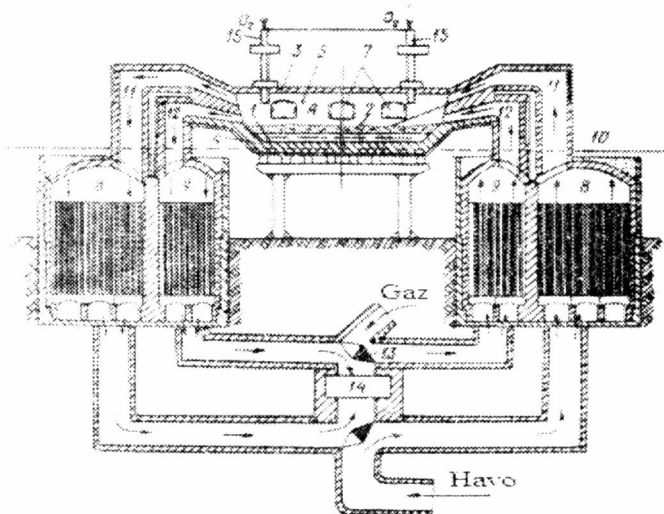
Chap tomondagi 1250–1280° C qizigan regeneratorlarga sovuq gaz va havo haydaladi, ular qizigan regeneratorlarning vertikal kanallaridan o'ta borib, 800–900° C haroratgacha qiziydi, keyin u yerdan o'z kallaklari orqali pech kamerasiga o'tib yonadi. Yonayotgan gaz va havo oqimi shixtani qizdira borib, qarama-qarshi tomondagi kallaklar orqali sovigan juft regeneratorlarga o'tib ularni ham qizdiradi. Gaz va havo oqimining harakat yo'nalishi klapanlar 13 orqali har 20–25 minutda avtomatik ravishda boshqariladi. Agar marten pechlarida suyuq yoqilg'i (mazut) da ishlatilsa, faqat havoni qizdirish regeneratorigina o'rnatilgan bo'ladi.

Asosli marten pechlarida shixta tarkibiga ko'ra po'latlarni skrap-rudali va skrap usullarda olinadi.

Po'latlarni skrap – rudali usulda ishlab chiqarish. Bu usuldan domna pechlari bo'lgan po'lat ishlab chiqaruvchi metallurgiya zavodlarida foydalaniladi, chunki bunda shixtaning 60–75% temir-tersak (skrap) chiqindilardan, qolgani suyuq cho'yandan iborat bo'ladi. Flyus sifatida esa ohaktoshdan foydalaniladi.

Bu usulda ishlovchi pechni ishga tushirishdan avval uning ish qismining ishga yaroqliligi kuzatiladi. Basharti avvalgi ishlovlarda yorilgan, yemirilgan joylari bo'lsa, ular maxsus mashina yordamida

magnezit yoki dolomit kukunlari bilan qoplanadi. Keyin pechning shlak va po'lat chiqaradigan teshigi o'tga chidamli tiqin bilan berkitiladi. Jarayon quyidagicha kechadi: pechga shixta materiallar yuklanadi. Bunda yuklash mashinasi yordamida ma'lum miqdorda temir ruda, ohaktosh, keyin metall chiqindi, mul'da deb ataluvchi metall yashikda pechning old devoridagi yuklash darchasi orqali solinadi.



29-rasm. Marten pechnining sxemasi: 1 – suyuqlantirilgan metall; 2 – shlak; 3 – pech shipi; 4 – pechning tubi; 5 – pechning orqa devori; 6 – pechning old devori; 7 – shixta kiritiladigan darcha; 8 – gaz regeneratori; 9 – havo regeneratori; 10 – sirtqi ish sathi; 11, 11' – pechga haydaluvchi havo kiritiladigan va yonish mahsulotlari chiqarib yuboriladigan kanallar; 12, 12' – pechga haydaluvchi gaz kiritiladigan va yonish mahsulotlari chiqarib yuboriladigan kanallar; 13 – klapan; 14 – mo'ri; 15 – suv bilan sovitib turiluvchi kislorod furmasi.

Ular obdon qizigach pechga qayta ishlanuvchi cho'yan quyiladi. Suyuq cho'yan tarkibidagi Si, P, Mn, va qisman S lar temir ruda kislorodi bilan oksidlanadi, hamda bu oksidlar ohak bilan o'zaro birikib shlak ajrala boshlaydi. Metalldagi S ni shlakka o'tkazish uchun shlak pechdan chiqarilgach pechga ma'lum miqdorda boksit ko'shilgan

ohaktosh kiritiladi. Bu sharoitda yuqorida ko'rilgan reaksiya bo'yicha metallidagi S shlakka o'tadi. Jarayon ohirida vaqti-vaqti bilan namunalari olib, uning tarkibi va hossalari ekspress laboratoriyada kuzatib boriladi. Kutilgan tarkibga kelgach, pechga qaytaruvchilar kiritilib, so'ngra nov teshigi ochilib u kovshga chiqariladi. Bu variantda faqat sifati pastrok uglerodli po'latlar olinadi. Lekin temirning temir rudadan qaytarilishi hisobiga po'lat miqdori bir oz ortadi.

Po'latlarni skrap usulda ishlab chiqarish. Bu usuldan domnalari bo'lmagan kichik metallurgiya va mashinasozlik zavodlarida foydalaniladi. Bunda shixtani 55–75% temir-tersak chiqindilar, qolgani qayta ishlanadigan qattiq (chushka) cho'yandan iborat bo'ladi. Jarayonni tezlatish maqsadida pechga ozroq temir ruda, flyus sifatida ma'lum miqdorda ohaktosh kiritiladi.

Jarayon yuqorida ko'rilgan skrap – rudali usuliga o'xshash kechadi. Pechni ishga tushirishdan avval unga temir-tersak chiqindi (skrap) larning yarmi, keyin esa metall massasining 3–5% hisobida ohaktosh, qolgan temir-tersak chiqindilar va qattik cho'yan solinadi.

Shixta to'la suyuqlangach pech gazlaridagi kislorod hamda metallidagi erigan FeO ning kislorodi hisobiga Si, P, Mn lar oksidlanadi. SiO₂, MnO, CaO oksidlar birikib, natijada shlak hosil bo'ladi. Vanna harorati zarur haroratga ko'tarilgach S jadal oksidlanib metall gazlardan va nometall qo'shimchalardan tozalana boradi. Yuqoridagidek metallidagi FeO dan Fe qaytaruvchilar yordamida qaytariladi. Kutilgan tarkibli po'lat pechdan kovshlarga novlari orqali chiqariladi.

Marten pechlar ishining texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlari va ularni oshirish yo'llari. Marten pechlarining ish unumi pech tagligining har bir kvadrat metr yuzasidan bir sutkada olingan po'lat va uni olishga sarflangan shartli yoqilg'i miqdori bilan belgilanadi. Hozirgi vaqtda pech tubining har bir m² yuzasidan bir sutkada o'rtacha 8–12 t gacha olinib, har bir tonna po'lat uchun 80–100 kg gacha shartli yoqilg'i sarflanadi. Marten pechlarida har xil tarkibli shixta materiallaridan turli markali uglerodli, kam va o'rtacha legirlangan po'latlar olinishi uning afzalligi, jarayonni uzoq vaqt davom etishi (8–10 soat) va yoqilg'ining ko'p sarflanishi esa kamchiligi hisoblanadi.

Pechlarning ish unumini oshirish maqsadida shixta materiallarni suyuqlatirishga yaxshilab tayyorlash, ularni pechga yuklashni mexanizatsiyalashtirish, jarayonni avtomatik boshqarish, ayniqsa tabiiy gaz va

kisloroddan foydalanish muhim ahamiyatga ega. Tajribalar shuni ko'rsatadiki, pechga haydalayotgan havoning 30% kislorodga to'yintirilsa, jarayonning tezlashishi hisobiga ish unumi 20% ga ortib, yoqilg'i sarfi 10–15% ga kamayadi.

Keyingi yillarda yuqori sifatli arzonroq po'latlar olishda kombinirlangan, ya'ni avval po'lat asosli pechda olinib, keyin esa uni kislotali pechda qayta ishlash usullarini qo'llash yaxshi samara bermoqda.

Ikki vannali Marten pechlarida po'lat ishlab chiqarish. Kuzatishlar shuni ko'rsatadiki, odatda marten pechlarining ish bo'shlig'ida ajralayotgan issiqlikning 20–25% igina shixta materiallari va shlakni qizdirishga sarflanadi. (~50–55% pech gazlari bilan, 20–25% esa suv bilan sovutiluvchi o'tga chidamli g'ishtdan terilgan devorlarga o'tadi). Shu boisdan, issiqlikdan to'laroq foydalanish yo'lidagi izlanishlar ikki vannali pechlarning yaratilishiga olib keldi.

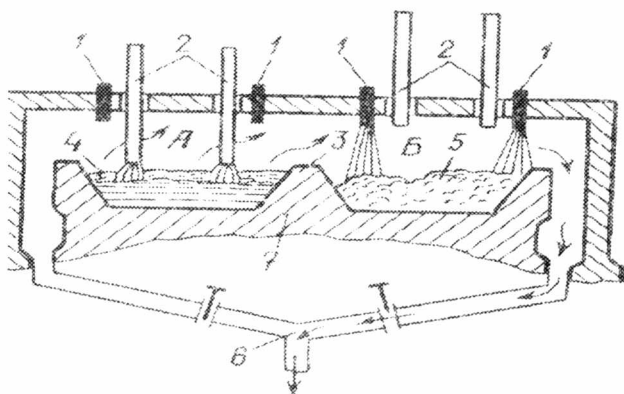
Pechning tuzilishi. Pechning ish bo'shlig'ini suv bilan sovitib turiladigan o'tga chidamli to'siq 7 bilan A va B qismlarga ajratiladi. Pech shipi esa ajraladigan qilinib, ularning har biri o'z yuklash darchalariga, po'lat va shlak chiqarish novlariga ega. Jarayonda ajralayotgan gaz esa mo'ri 6 orqali chiqib ketadi.

Pechning ishlashi. pechning o'ng yog'idagi B qismiga yuklangan shixta materiallar qizdirilayotgan vaqtda chap yoqdagi A vannadagi suyuq metall sathiga o'z furmalari 2 orqali kislorod haydab turiladi, bunda ajralayotgan gaz B vannaga yo'naltiriladi va u yerda kislorod (II) – oksidi (CO) to'la yonadi. natijada vanna harorati ko'tarilib undagi shixta materiallar shiddatli qiziy boshlaydi. A vannadagi metall kutilgan tarkibga kelganda po'lat va shlak o'z novidan kovshga chiqarila boshlaydi. so'ngra qattiq shixta materiallar yuklanadi. Ayni vaqtda qizib turgan B vannaga qayta ishlanuvchi cho'yan quyiladi-da suv bilan sovitib turiladigan o'z furmasidan kislorod haydaladi. Ajraluvchi gaz endi A vannaga yo'naltiriladi. jarayon shu yo'sinda davom etadi. Natijada issiqlikdan to'laroq foydalaniladi.

Mamlakatimizda 1965-yildan boshlab ikki vannali pechlardan (Magnitogorsk, Cherepovesk va boshqa metallurgiya kombinatlarida) foydalanilmoqda.

Gaz yo'nalishi maxsus moslama (shiber) lar yordamida o'zgartiriladi. Agar shixtada 50% dan ortiq suyuq cho'yan bo'lsa, yoqilg'i

sarflamay jarayonni olib boorish mumkin, bunda jarayon kislorod konvertorlarda kechuvchi jarayonlar kabi, ammo ulardan sustroq kechadi. Konstruksiyaning oddiyligi, ish unumining bir vannali pechlarga qaraganda 1,5–2 marta ortiqligi, yoqilg‘ining 4–6 marta kam sarflanishi tufayli bu pechlardan keng foydalaniladi.



30-rasm. Ikki vannali marten pechining ishlash sxemasi

1–gorelka; 2–kislorod furmasi; 3–suyuqlantirilgan metall; 4–shlak; 5–qattiq shixta; 6–mo‘ri; 7–to‘siq.

Kislotali Marten pechlarida po‘lat ishlab chiqarish. Bu usulda yuqori sifatli konstruksion va legirlangan po‘latlar olishda foydalaniladi. Kislotali marten pechining tuzilishi asosli marten pechining tuzilishiga o‘xshash bo‘lib, devori esa o‘tga chidamli dinas g‘ishtidan teriladi. Lekin bu hol eritilayotgan shixtadan shixtadagi S va P ni tozalash uchun flyus sifatida ohaktoshni pechga kirishga imkon bermaydi. Shu sababli faqat tarkibida S va $P < 0,2-0,3\%$ bo‘lgan toza shixtalardan foydalanish kerak. Amalda ko‘pincha po‘lat avval odatdagi shixta asosli pechda, keyin kislotali pechda ishlanib kutilgan tarkibga keltiriladi. Flyus sifatida kvarsitdan yoki kislotaga xarakterli marten shlakdan foydalaniladi. Pechga kiritilgan shixta materiallari suyuqlanayotgan vaqtdan boshlab, asosli marten pechlaridagi kabi uning tarkibidagi Fe, Si, Mn, P elementlar oksidlana boshaydi. Bu oksidlar uzaro birikib dastlabki, yuqori kremniyli ($40-60\% \text{SiO}_2$) shlak ajralib metalli sirtiga ko‘tarilib uni pech bo‘shlig‘idagi azotga, vodorodga va kislorodga to‘yinishdan

saqlaydi. Pechga kiritilgan temir ruda tarkibidagi kislorod hisobiga uglerodning oksidlanishi zarur tarkibli po'lat olinguncha davom ettiriladi.

Kislotali pechlarda po'lat olishning xarakterli xususiyati shundaki, birinchidan shixtada S va P lar miqdorining ozligi bo'lsa, ikkinchidan FeO taribidagi Fe qaytaruvchi moddalar vositasida emas, balki yuqori haroratda shlakdan hamda pech devoridan uglerod va temir hisobiga qaytarilgan Si vositasida qaytariladi.

Uchinchidan kislotali shlakdan olingan po'lat asosli pechlarda olingan po'latlarga qaraganda azotga, vodorodga, kislorodga kam to'yingan bo'lib, tarkibida metallmas qo'shimchalar miqdori ham kam bo'ladi. Shuning uchun bu po'latlar yuqori mexanik xossalarga egadir.

Nazorat savollari:

1. Qanday tarkibli po'latlarni bilasiz?
2. Po'latlarni Bessemer va Tomas usulida olishning mohiyati qanday?
3. Po'latlarni Marten usulida olishning qanday afzalliklari bor?

7.4. ELEKTR PECHLARDA PO'LAT ISHLAB CHIQRISH

7.4.1. Elektr pechlarining umumiy tavsifi

Ma'lumki, marten pechlarida va konvertorlarda olingan po'latlarning pech gazlari bilan birmuncha ko'proq to'yinganligini, ko'p legirlangan asbobsozlik va maxsus xossali po'latlar olishning cheklanganligi tufayli yanada takomillashgan usullar ustida izlanishlar olib borish XIX asr oxiri XX asr boshlarida elektr pechlarda po'lat olish usulining yaratilishiga olib keldi. (Rossiyada dastlabki elektr pech 1909 yilda Obuxov zavodida qurilgan.)

Elektr pechlar tuzilishining oddiyligi, turli muhitlarda va vakuumda ishlay olishi, haroratining yuqoriligi va oson rostlanishi, arzon shixta materiallardan yuqori sifatli uglerodli, ko'p legirlangan va maxsus xossali po'latlar olish imkonini berdi.

Po'lat ishlab chiqarishda foydalaniladigan elektr pechlarni ikki asosiy guruhga ajratish mumkin:

1. Elektr yoy pechlar; 2. Induksion elektr pechlar.

Asosiy turdagi elektr pechlarning tasnifi 27-rasmda keltirilgan. Undan tashqari sanoatda boshqa turdagi elektrik pechlar ham qo'llaniladi.

Po'lat ishlab chiqarishda eng keng tarqalgan pechlar bu bevosita qizdiradigan yoyli va induksion tigelli pechlardir. Po'latni vakuum yoyli va induksion pechlar elektr shlak qayta eritish plazmali pechlarda po'lat ishlab chiqarish ham keng tarqalmoqda.

Ferroqotishma va cho'yanni ishlab chiqarishda asosan aralashma yoyli va qarshilik isitish usullari qo'llaniladi.

Ferroqotishmaning tozalashga esa po'lat eritishga qo'llagan yoyli bevosita qizituvchi pechlar qo'llaniladi. Induksion tigelli pechlardan cho'yanni qayta eritishga rangli metallar va ularning qotishmalarini eritishga qo'llaniladi. Plazmali induksion pechlar maxsus sohalarda qo'llaniladi. Masalan, yarim o'tkazgich materialli zonali eritishda, lekin bu pechlar katta ishlab chiqarishdagi sarfdorlik bilan ajarlib turadi. Bevosita qizituvchi qarshilik pechlar metallurgiyada kam qo'llaniladi. Masalan, elektrodlarni grafitlashda. Bundan istisno shlak qayta eritish pechlar qaysilar po'lat va bir qancha qotishmalarni olishda qo'llanadi. Bilvosita qizitadigan qarshilik pechlar metall va qotishmalarning termik qayta ishlash, yengil metallni eritish. Rangli metallurgiyaning elektro-metallurgiyasida keng qo'llanadi. Bunda eritish pechlarning quyidagi afzalliklari asos qilib olingan: oddiy va aniq haroratni boshqarish jarayoni mexanizatsiya va avtosizatsiya qilish, metallni o'ta kuyishidan saqlash va boshqalardir. Qaynab turgan pechlar o'zi bilan induksion pechni bir turi bo'lib e/magnit yordamida suyuq metallni ko'tarib turib pechlarni do'vni saqlashda ajarlib turadi. Bunda pechlar asosan yengil metallar olishda qo'llanadi. Bu pechlarning asosiy afzalligi bu olinayotgan metallni tozalayotganda chunki bunda metall pechni futerovkasi bilan qo'shilmasidir. Vakuumli pechlar faqat po'lat va qotishma olishga emas, boshqa maqsadga ham qo'llanadi. Masalan, qiyin eriydigan metallni olishda va boshqa metallurgik jarayondir. Vakuum pechlarni qo'llash hozirgi zamonda keng tarqalmoqda, chunki bu jarayon toza metall olishda ko'mak beradi.

Optik qizitish usullari asosan nurdan foydalanib metallni eritishga yo'naltirilgan. Masalan, oftob metallurgiyasi lazer usuli va boshqalar. Bu usul isitish manbaini yuqori tozaligi bilan ajarlib turadi va asosan toza metall olishda qo'llanadi.

7.4.2. Eritish pechlarni belgilash va ularning tuzilish konstruksiyasi

MDH da eritish pechlarning belgilashda quyidagi turi qabul qilingan:

Birinchi harf pechning turi: D–yoyli; I–ind; C–qarshilik; P–xema-shening tiklanish pechi; X–elektron nurli; SH–eritish shlak pechi. Eritish pechlarga ikkinchi harf ishlab chiqarilgan metallni belgilaydi: A–alyuminiy va ularning; B–bronza; V–Mg; D–Mo; K–Zr; L–latun; M–mis va ularning quymalari; H–Nb; O–qalay, qo‘rg‘oshin babbitt; P–W; C–po‘lat va qiyin eriydigan eritmalar; T–Ti va shlaklar; X–Ta; U–rux; CH–cho‘yan. Uchinchi harf pechning asosiy konstruktiv ajralib turadigan xususiyat belgilab po‘lat erituvchi yoyli pechlar: P–pech (3) aylanuvchi quvvat; B–chiqadigan pechning kojuxi; induksion pechlarga: K–kanalli; T–tigelli.

Qarshilik pechlarga: T–tigelli; K–kamerli; B–doira shakldagi.

Vakuum, yoyli va induksion pechlarga: B–vakuum; elektron nurli pechlarga: P–erituvchi.

Oxirgi harfdan keyingi raqamlar pechlarning tonnadagi hajmi belgilanadi. Qarshilik pechlari uni asosiy konstruktiv ajralib turadigan xususiyatlari ishlab chiqarishdagi hajmni xaroratlari, ularning tax ishchi τ^0 ni va boshqa xususiyatini hisobiga olgan holda murakkab belgilash sistemasi qo‘llanadi.

Po‘lat va ferroqotishmalar ishlab chiqarishga mo‘ljallangan bir qancha pechlarning keltiramiz:

DSP–100–hajmi 100 tonna bo‘lgan aylanuvchi quvvati EE Pech.

IST–1 – hajmi 1 tonna bo‘lgan induksion tigelli po‘lat erituvchi pech;

ICHT–6 – hajmi 1 tonna bo‘lgan induksion cho‘yan erituvchi tigelli pech.

Boshqa kerak bo‘lgan ma‘lumotlari maxsus adabiyotda keltirilgan bo‘lgan.

7.4.3. Nordon elektr yoy pechlarida po‘lat ishlab chiqarish

29-rasmda sanoatda keng foydalaniladigan grafit elektrodlar vertikal holatdagi uch fazali o‘zgaruvchan tokda ishlovchi tayanch sektorga o‘rnatilgan va ma‘lum burchakka burial oladigan elektr pechning sxemasi keltirilgan.

Elektr pech devorlari magnezit g'ishtdan terilgan bo'lib, sirtidan po'lat list bilan qoplangan. Pechning ship qismi 6 va tagligi 9 sferik shaklda bo'ladi. Katta hajmli (70–200t) pechlar shixtani yuklashni osonlashtirish maqsadida shipi ajraladigan qilib ishlanadi. Kichik hajmli (30 t gacha) pechlarning yon devorida unga shixta materiallarini yuklovchi darcha 7 bo'ladi. Eritilgan po'latni pechdan teshik 2 navi orqali chiqarish uchun uni maxsus mexanizm yordamida teshik tomon 40–45°C buriladi. Pech bo'shlig'ida esa o'z tutqichlariga o'rnatilgan elektrodlar 5 maxsus mexanizm bilan ship teshiklari orqali tushiriladi, ularning diametri pech xajmiga qarab 200–600 mm, uzunligi esa 3 m ga yetadi.

13-jadval

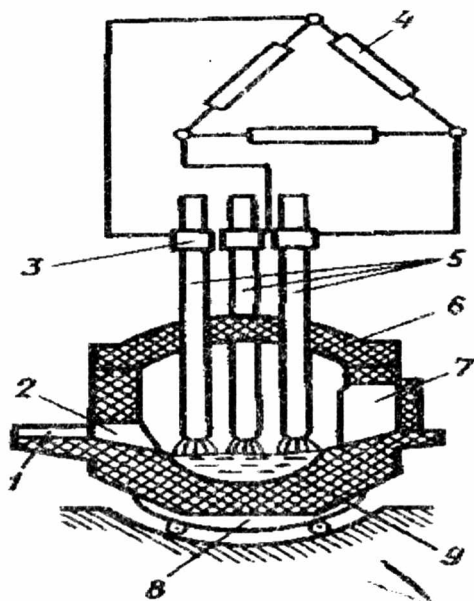
Ba'zi po'lat ishlab chiqarish pechlarining texnologik ko'rsatkichlari

Ishlab chiqarish usuli	Ishlab chiqarish unumi, t/s	Issiqlikdan foydalanish, %	Metall chiqindilardan foydalanish, %
Kislorod konvertorda Marten pechida (skrap - rudali)	400–500	30	20–25
Ikki vannali marten pechida (skrap - rudali)	70 gacha	50	40–50
	200–300	70	40–50

Pechni ishga tushirish. Dastavval pechga shixta materiallar yuklanib unga elektrodlar tushirilib transformatoridan egiluvchi mis kabellar orqali xajmiga qarab kuchlanishi 100–600 voltli 1–10 kA tok yuboriladi-da elektrodlar bilan shixtaning metall qismi orasida elektr yoy hosil qilinadi. Yoy issiqdigi ta'sirida shixta qizib eriydi. Shuni qayd etish lozimki, ko'mir elektrod yongan sari yoy uzunligi rostlanadi. Zarur bo'lsa yangi elektrodlar rezba hisobiga burab uzaytiriladi. Shixtaning tozalik darajasiga ko'ra jarayon quyidagi usullarda olib boriladi:

Qo'shimchalarni to'la oksidlash yo'li bilan po'lat olish. Bu usulda olingan po'lat tarkibi zararli qo'shimchalari ko'proq bo'lgan arzon shixta materiallardan (88–90% gacha po'lat chiqindilari, 8–7% gacha qayta ishlanadigan cho'yan hamda 2–3% elektrod siniqlari va 2–3% ohaktosh) iborat bo'ladi. Pechdagi jarayonni quyidagicha bosqichlarga ajratish mumkin:

Shixta materiallarni pechga yuklash. Pechning avvalgi suyuqlantirishda shikastlangan joylari bo'lsa, ular yamalib tuzatilgach pechga shixta materiallar kiritiladi. Bunda dastlab mayda, keyin esa yirik temir-tersak chiqindilari, qayta ishlanadigan cho'yan va ohaktosh kiritiladi.



27-rasm. Elektrodlari vertikal o'rnatilgan elektr yoy pechining sxemasi:

- 1—nov;
- 2—metal chiqarish teshigi;
- 3—elektrod tutqich;
- 4—transformatorning ikkilamchi cho'lg'ami;
- 5—elektrodlar;
- 6—pech shipi;
- 7—shixtani yuklovchi darcha;
- 8—segmentlar;
- 9—taglik.

Shixta materiallarini suyuqlantirish. Shixtaning metall bo'laklari ustiga elektrodlar tushirib rostlangach, tok zanjiriga ulanib elektr yoyi hosil qilinadi (ko'pincha yoyning barqaror yonishi uchun har bir elektrod tagiga yirik koks bo'lakchalari quyiladi). Yoy atrofida hosil bo'lgan yuqori haroratli zona ta'sirida shixta materiallari qisqa vaqt ichida suyuqlanadi.

Qo'shimchalarning oksidlanishi va shlakning ajralishi. Shixta materiallarning suyuqlanish vaqtida temir ruda va pech atmosferasi kislorodi hisobiga avval Fe oksidlanib, hosil bo'lgan FeO metall vannada erib, ajralayotgan kislorod Si, P, Mn va S ni oksidlay boshlaydi. Hosil bo'lgan oksidlar (SiO_2 , P_2O_5) FeO va MnO lar bilan birikib, shlak xosil qiladi. Bu shlakda 15–20% FeO va 40–50% SaO bo'ladi.

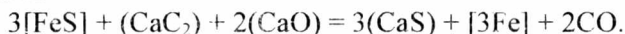
Yuqori haroratda shlakdagi temirning fosforli $(\text{FeO})_3 \cdot \text{P}_2\text{O}_5$, birikmasi parchalanadi. Ajralib chiqqan P_2O_5 dan fosfor uglerod vositasida qaytarilib, yana metall vannaga o'tib qolishi mumkin. Buning oldini olish uchun hali pech harorati u qadar ko'tarilmasdan oq shlakni pechdan chiqarish yoki uni shlakda barqaror birikma holida saqlash uchun pechga ko'proq ohaktosh kiritish lozim. Po'lat kutilgan tarkibga yaqinlashishi bilanoq birlamchi shlak pechdan chiqarilib ikkilamchi muhim bosqich, ya'ni uglerod oksidlanish boshlaydi. Vannada oksidlanayotgan metallardan ajralayotgan SO gazi suyuq metallni shiddat bilan aralashtirib uni gazlar va metallmas qo'shimchalardan tozalaydi. Agar olingan namuna spektral analiz qilinganda uning tarkibida fosfor miqdori belgilangandan ortiq bo'lsa, ikkilamchi shlak ham pechdan chiqarilib vannaga ma'lum miqdorda yana ohaktosh kiritiladi.

Ko'pincha ikkilamchi, uchlamchi shlak pechdan chiqarilgan metallardagi fosfor miqdori 0,01% gacha kamayadi.

Agar metallni qisman uglerodga to'yintirish zarur bo'lsa, vannaga ma'lum miqdorda elektrod parchalari, koks va b'zan pista ko'mirda suyuqlantirilgan toza cho'yan kiritilib, pech darchalari bir necha minut berkitilib uglerod miqdori kutilgan darajaga yetkaziladi.

Po'latdagi FeO dan Fe ni qaytarish va oltingugurtdan tozalash. Buning uchun vannadagi shlak sirtiga ma'lum miqdorda qaytaruvchi moddalar kukuni kiritiladi. Shlakdagi FeO dan Fe qaytaruvchilar bilan qaytarilayotgan vaqtda metallardagi FeO ning bir qismi shlakka o'tib metall FeO dan tozalab boradi. Shuni ta'kidlash zarurki, metallning

qaytarilish darajasi ortgan sari shlak rangi oqara boshlaydi. Uning tarkibida 55–60% CaO , 0,5% gina FeO bo'ladi. Uta qizigan shlak tarkibida CaS_2 ning mavjudligi metallni oltingugurtdan tozalashga qulay sharoit yaratadi:



Bu jarayon 0,5–1 soat davom etadi. Agar bu shlak sovitilsa, oq kukun tarzida qotadi. So'ngra vannadan namuna metall olinib kimyoviy tarkibi analiz qilinadi.

Agar legirlangan po'latlar olinadigan bo'lsa, vannaga ma'lum miqdorda legirlovchi elementlar yoki ularning qotishmalari kiritiladi.

Agar shixta tarkibida qo'shimchalar miqdori yo'l qo'yilgan darajadan ortiq bo'lmasa, qisman oksidlash usuli qo'llaniladi. Qisman oksidlashda shixta materiallar suyuqlanib Si, P, Mn, C lar oksidlanishi bilanoq shlak ajrala boshlaydi, so'ngra metalldagi FeO dan Fe qaytaruvchilar yordamida qaytariladi.

Tajriba shuni ko'rsatadiki, uglerodli po'latlar olishda ajralgan shlak pechdan chiqarilganda metalldagi fosforning miqdori 50% gacha kamayadi.

Qo'shimchalarni oksidlamasdan turib po'lat olishda faqat metall chiqindilarigina eritiladi. Ba'zan qayta ishlanadigan materiallardagi C, N, va H_2 larning miqdorini kamaytirish maqsadida vannaga bir necha minut kistorod haydaladi.

7.4.4. Nordon elektr yoy pechlarda po'lat ishlab chiqarishning xususiyatlari

Kislotali elektr yoy pechlardan yuqori sifatli konstruksion va legirlangan po'latlar ishlab chiqarishda foydalaniladi. Bu pechlarning devorlari kislotali o'tga chidamli materialdan ishlanganligi sababli jarayonda flyus sifatida qum va kislotali shlaklardan foydalaniladi.

Shixta materiallar tarkibida S va P ning miqdori 0,03% dan kam bo'lishi kerak.

Yuqorida ko'rilganidek, shixta materiallarning suyuqlanishida undagi Fe, Si, Mn lar pech muhitining kislorodi hisobiga oksidlanib metall oksidlari qumtuproq bilan birikib shlak ajrala boshlaydi. Bu shlakda 40–60% SiO_2 , 20–25% FeO , 200–25% MnO , bo'lib rangi qoramtir bo'ladi. Jarayonni tezlatish maqsadida pechga ma'lum

miqdorda temir rudasi kiritiladi yoki kislorod haydaladi. Bunda vannada erigan FeO kislorodi uglerodni shiddatli oksidlay boshlaydi:



Ajralayotgan is gazi CO metallni aralastirib, uni gaz va metallmas materiallardan tozalay boshlaydi. Uglerod miqdori kutilgan tarkibga kelgach, dastlabki shlak chiqarilib, pechga ma'lum miqdorda shlak ajratuvchi aralashma (80% kvars qumi, 10% maydalangan hamot va 10% so'ndirilgan ohak) kiritiladi. Keyin esa metalldagi FeO dan Fe qaytaruvchi moddalar vositasida qaytariladi.

Ko'pincha shlakdagi SiO₂ dan Si ni qaytarish maqsadida unga ma'lum miqdorda pista ko'mir kukuni kiritiladi. Bunda SiO₂ dan qaytarilgan Si qo'shimcha ravishda FeO dan Fe ning qaytarilishini ta'minlaydi. Bu po'latlar tarkibida oltingugurt va fosfor miqdorining ozligi FeO dan Fe ning to'laroq qaytarilganligi va unda gazlar va metallmas qo'shimchalarning kamligi tufayli, ularning sifati asosli elektr pechlarda olingan po'latlarga qaraganda yuqori bo'ladi.

Elektr yoy pechlarining texnik- iqtisodiy ko'rsatkichi uning ish unumi va sarflangan elektr energiyasi miqdoriga qarab belgilanadi. Elektr yoy pechlarda (hajmiga qarab) soatiga 5–25 t po'lat olinib, har bir tonna po'lat uchun 600–950 kVt – soatgacha elektr energiyasi sarflanadi. Masalan, 100 t li pechda jarayon 6–7 soat davom etadi.

Pechlarning texnik- iqtisodiy va sifat ko'rsatkichlarini oshirishda po'latga elektr maydonida va vakuum kameralarda ishlov berish, jarayonni boshqarishda esa EHM dan foydalanish o'z samarasini bermoqda.

7.4.5. Induksion elektr pechlarda po'lat ishlab chiqarish

Induksion elektr pechlardan yuqori sifatli, korroziyabardosh, yuqori haroratga chidamli va boshqa mahsus xossali po'latlar olishda foydalaniladi.

Induksion elektr pech o'ziga xos havo transformatori bo'lib, uning suv bilan sovitilib turiluvchi mis o'rqli trubkasi (induktori) birlamchi chulg'am, tigeldagi shixta materiallar tarkibidagi temir-tersaklar ikkilamchi chulg'am vazifasini bajaradi.

Pechlarning tigeli asosli yoki kislotali o'tga chidamli materiallardan tayyorlanadi va sig'imi 50–3000 kg oralig'ida bo'ladi. Agar induktoriga chastotasi 500–2000 gs li bir fazali o'zgaruvchan tok

yuborilsa, unda o'zgruvchan magnit kuch chiziqlari hosil bo'lib, shixtaning metall qismida kuchli induksion tok paydo bo'ladi. Bu tok ta'sirida shixta tezda qizib suyuqlanadi.

Induksion elektr pechlari elektr yoy pechlariga qaraganda elektrodning yo'qligi, gazlardan ancha toza, yuqori sifatli va ko'p legirlangan maxsus po'latlar olinishi, kuyindining ozligi kabi afzalliklarga ega. Biroq shlak metallning issiqligi hisobiga qizigani uchun uning o'rtacha harorati metall haroratidan pastroq bo'ladi. Shuning uchun metall bilan shlak orasida shiddatli reaksiya sodir bo'lmaydi va metallidagi S, P dan qutulish qiyinlashadi. Shu sababli bu pechlarda legirlangan po'lat chiqindilarni qayta eritish, toza temirga ma'lum miqdorda ferroqotishmalar qo'shilgan shixtalarda olib boriladi.

Pechni ishga tushirish. Buning uchun tigelda kiritilgan shixta materiallar erigach, unga ma'lum miqdorda flyus kiritiladi. Jarayonda qo'shimcha elementlarning oksidlanishi va hosil bo'lgan oksidlarning o'zaro birikishidan shlak ajrالا boshlaydi va u metall sirtiga qalqib chiqadi.

Shuning uchun shixta tarkibida bu zararli qo'shimchalar juda oz bo'lishi kerak.

Jarayonning oxirrog'ida pechga ma'lum miqdorda qaytaruvchi moddalar, legirovchi elementlar kiritish yo'li bilan kutilgan tarkibli po'lat olinadi. Tigelni og'dirib, po'lat kovshga chiqariladi.

Ma'lumki, elektr yoy va induksion pechlarda olingan po'latlarda oz bo'lsa-da N_2 , O_2 , H_2 gazlar hamda metallmas qo'shimchalar bo'ladi. Ular metallning mexanik xossalarini pasaytiradi. Shu sababli yuqori sifatli po'latlar olishda metallni ana shu qo'shimchalardan tozalash muhim ahamiytga ega. Amalda po'latlarga qo'yilgan talablarga ko'ra ularni vakuum kamerada inert gazlar va sintetik shlak yordamida tozalanadi.

Po'lat ishlab chiqarishda gazlarning miqdori

Po'lat ishlab chiqarish sharoiti	Gazlar va metallmas qo'shimchalar miqdori			
	O ₂	H ₂	N ₂	Metallmas qo'shimchalar
Havo muhitida	0,0 193	0,00 3	0,00 56	0,039
Vakuum muhitida	0,0 019	0,00 05	0,00 28	0,0042

Po'latlarni vakuum kamerada tozalash. Bu usul bosim kamayishi bilan metallda erigan gazlarning keskin kamayishiga asoslangan. Bunda avval kameradagi havo 0,267–0,667 kPa bosimgacha so'rib olinadi, so'ngra kameraga kovshli metall kiritilib, 10–15 minut u yerda saqlanadi. Bunda metalldan pufakchalar tarzida ajralayotgan gazlar bilan birga metallmas qo'shimchalar ham ergashib chiqadi. Natijada gazlar miqdori 3–5 marta, metallmas qo'shimchalar 2–3 marta kamayib, po'latning puxtaligi va plastikligi ortadi.

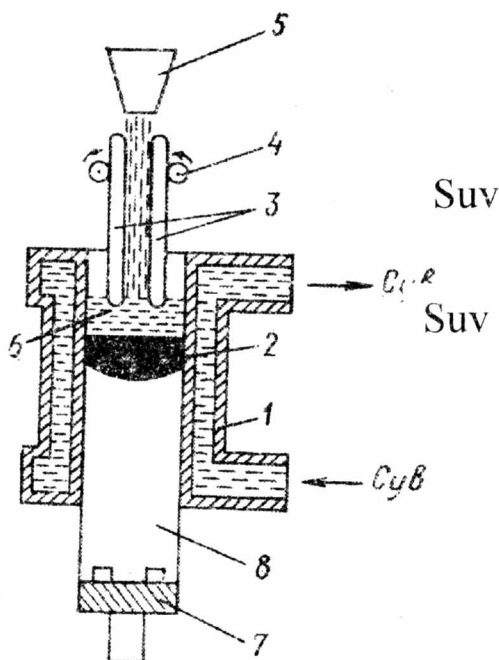
Po'latlarni inert gazlar yordamida tozalash. Qolipdagi suyuq metalldan birorta inert gaz, masalan argon gazi u qadar katta bo'lmagan bosim ostida o'tkaziladi. Natijada metall yaxshi aralashib gaz va metallmas qo'shimchalardan tozalanadi.

Po'latlarni sintetik shlak bilan tozalash. Metallni kovshga chiqargunga qadar unga metall massasining 3–5% miqdorida 700°C li shlak (55% CaO, 40% Al₂O₃, va oz miqdorda SiO₂, MnO, FeO) quyiladi. So'ngra uning ustiga pechdan po'lat quyiladi. Bunda po'lat shlak bilan tez aralashib kontakt yuzalar ortib shiddat bilan boruvchi reaksiyalar hisobiga gaz va metallmas qo'shimchalardan deyarli (50–70%) tozalanadi.

Yuqori sifatli po'latlar olish. Po'latlar sifatiga talabning tobora ortib borishi sababli ulardan an'anaviy usullarda olingan po'lat sterjenlarni vakuum sharoitida turli pechlarda qayta eritib sifat ko'rsatkichlari oshiriladi. Bu usullarning ba'zilar bilan tanishib chiqamiz.

Po'latlarni elektr – shlak usulida olish (30-rasm). Bu usul E. O. Paton nomli metallarni elektr payvandlash institute kollektivi tomonidan 1960-yilda yaratilgan bo'lib, bunda an'anaviy usullarda olingan po'lat

sterjenlar shlak qatlamida erib metall kristallizator (qolip) ga o'tishida gaz va metallmas qo'shimchalardan tozalanadi. Sxemadan ko'rinadiki, bu qurilmaning suv bilan sovitib turiladigan kristallizatori 1 ga metall taglik 7 o'rnatilgan. Unga qayta eritiluvchi po'lat sterjenlar (elektrod) 3 tushirilib elektr yoy hosil qilinishi bilan flyus (CaF_2 , Al_2O_3 , CaO va boshqalar) kiritiladi. Yoy issiqligi hisobiga flyus erib, shlak ajrala boshlaydi. Ajralayotgan shlak ma'lum miqdorga yetgach yoy o'chadi. To'kning shlak qatlamidan o'tishi hisobiga shlak qizib elektrod sterjenlarni erita boshlaydi.



30-rasm. Elektr – shlak pech sxemasi. 1–kristallizator; 2–suyultirilayotgan metall; 3–elektrodlar; 4–roliklar; 5–dozator; 6–shlak; 7–metall taglik; 8–quyma.

Shlak orqali kristallizatorga o'tayotgan metall tomchilari gaz va metall mas qo'shimchalardan deyarli tozalanadi. Suv bilan jadal sovitib turiladigan kristallizatorida yig'ilayotgan metall pasdan yuqoriga qarab

kristallanib boradi, natijada mayday donali zich, juda yuqori sifatli quymalar olinadi. Bunday quymalarning massasi 10–12 t bo‘lib, ko‘ndalang kesimi kvadrat, to‘g‘ri to‘rtburchakli bo‘lishi mumkin. Jarayonning oxirida taglik tushirilib undan quyma ajratib olinadi.

Po‘latlarni vakuumli elektr pechlarda olish. Bu usulda qayta suyuqlantiriladigan po‘lat elektrod sterjenlar 5 odatdagi elektr pechlarda avval suyuqlantirilgan, kimyoviy tarkibi esa suyuqlantiriladigan metall tarkibiga yaqin po‘lat zagtovka bo‘lib, qayta suyuqlantirishda u tarkibidagi qo‘shimchalardan tozalanadi.

Elektrod tutqich 2 ga o‘rnatilib, suv bilan sovutilib turuvchi kristallizatorga tushiriladi. Keyin kristallizatoridan havo 0,00133 kPa bosimgacha so‘rib olinib, elektrod va metall taglik o‘zgarimas tok zanjiriga ulanadi. Bunda elektrod sterjen katod, metall taglik anod vazifasini bajarib ular orasida elektr yoy hosil bo‘ladi. Yoy issiqligi ta‘sirida elektrodning uchi erib, tomchilar yoy razryadi zonasidan o‘ta borib, gazlardan va metallmas qo‘shimchalardan tozalanadi. So‘ngra kristallizatorga o‘tib u yerda kristallanib tekis tarkibli juda yuqori sifatli, zich quyma 7 olinadi. Bunday qiymalarning massasi 50 t ga yetadi. Odatda 1 t bunday po‘lat quyma olish uchun 400–500 kVt – soat elektr energiyasi sarflanadi. Bu usullardan tashqari po‘latlarni elektron nur plazmali yoy pechlarda ham qayta suyuqlantiriladi.

Nazorat savollari:

1. Elektr pechlarining qanday turlarini bilasiz?
2. Elektr yoyli po‘lat eritish pechining ishlash prinsipi qanday?
3. Induksion pechlarda po‘lat ishlab chiqarish qanday fizik hodisaga asoslangan?

Umumiy savollar

1. Temirning qanday tabiiy birikmalarini bilasiz?
2. Cho‘yan olish jarayoni qanday pirometallurgik jarayonlarga asoslangan?
3. Domna pechida qanday tiklovchi moddalar beriladi?
4. Cho‘yanlarning qanday turlarini bilasiz?
5. Oq cho‘yanning kimyoviy tarkibi qanday bo‘ladi?
6. Suyuq cho‘yanni qoliplarga quyish jarayoni qanday amalga oshiriladi?
7. Qanday tarkibli po‘latlarni bilasiz?

8. Po'latlarni Bessemer va Tomas usulida olishning mohiyati qanday?

9. Po'latlarni Marten usulida olishning qanday afzalliklari bor?

10. Domna pechining mahsulotlari.

11. Domna pechi ishining texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlari.

12. Po'lat ishlab chiqarish haqida umumiy ma'lumot.

13. Konvertorlarda po'lat ishlab chiqarish.

14. Marten pechlarida po'lat ishlab chiqarish.

15. Elektr pechlarining qanday turlarini bilasiz?

16. Elektr yoyli po'lat eritish pechining ishlash prinsipi qanday?

17. Induksion pechlarda po'lat ishlab chiqarish qanday fizik hodisaga asoslangan?

VIII BOB. ALYUMINIY METALLURGIYASI

8.1. ALYUMINIY METALLURGIYASI. ALYUMINIY VA UNI ISHLAB CHIQRISH USULLARI. GLINOZYOMNI BAYER USULIDA QAYTA ISHLASH

8.1.1. Alyuminiy haqida umumiy ma'lumot

Alyuminiy – muhim yengil rangli metall hisoblanadi. Ishlab chiqarish va ishlatilishi bo'yicha u metallar orasida ikkinchi o'rinni egallaydi. Xalq xo'jaligining deyarli hamma tarmoqlarida alyuminiyning ishlatilishiga sabab bo'lgan muhim fizik xossalariga zichlikning kichikligi, yuqori egiluvchanlik, issiqlik va elektr o'tkazuvchanlik kiradi. Alyuminiyning ko'pgina fizik xossalari uning tozalik darajasiga bog'liq holda o'zgaradi. Hozirgi vaqtda alyuminiy sof metall, tuz va oksidlardan iborat ko'pgina qotishmalar ko'rinishida keng ishlatilmoqda. Tarkibida alyuminiy bo'lgan 250 ga yaqin mineral ma'lum. Muhim alyuminiy tarkibli rudalar bokstilar, nefelinlar, alunitlar hisoblanadi. Alyuminiy tarkibli rudalardan dastlab texnik alyuminiy oksidi – glinozyom, undan esa metall alyuminiy olinadi. Alyuminiy tarkibli tog' jinslaridan alyuminiy olish uchun xomashyo sifatida foydalanish, ma'lum bo'lgan qayta ishlash usullarini qo'llash mumkinligini hisobga olgan holda bajarilgan texnik-iqtisodiy natijalar bilan aniqlanadi. Og'ir rangli metallar ishlab chiqaradigan ulkan korxonalar kon, boyitish va metallurgik ishlab chiqarishdan tarkib topgan kon-metallurgiya korxonalari shaklida tashkil etilsa, zamonaviy alyuminiy sanoati esa glinozyom va alyuminiy zavodlari aniq va alohida joylashishi bilan harakterlanadi. Bu shu bilan asoslanadiki, alyuminiy elektrolitik usulda olish ko'p energiya talab qiladigan ishlab chiqarish kategoriyasiga kiradi va bunday zavodlarning joylashishi elektrostantsiyaning elektr energiyasi arzon bo'lgan rayonlarda joylashtiriladi. Glinozyom ishlab chiqarish aksincha, alyuminiy xomashyosi qazib olinadigan konlarga yaqin joylarda joylashtiriladi, bu elektroliz zavodlariga tashiladigan xomashyo hajmini kamaytiradi.

Metall alyuminiy olish jarayoni murakab bo'lib, u to'rtta alohida texnologiyalardan tashkil topgan:

1. glinozyom ishlab chiqarish;
2. kriolit va fluorli tuzlar ishlab chiqarish;
3. ko'mir mahsulotlari ishlab chiqarish;
4. elektrolit alyuminiy ishlab chiqarish.

Alyuminiy ishlab chiqarishning elektrolitik usuli ochilganidan va qoʻlanila boshlangan vaqtdan beri uning rivojlanishi qoʻllanilayotgan qurilma va uskunalarning konstruksiyasini yaxshilash, texnologik jarayonlarni mexanizatsiyalash va avtomatlashtirish, hamda uni takomillashtirish yoʻlidan borildi. Usulning olib borilishi oʻzgarma bilan qolaverdi.

Alyuminiy eritmalarni elektroliz qilish bilan oshi usulining koʻpgina qulayliklariga qamasdan, bu texnologiya boshqa rangli metallarni koʻp miqdorda ishlab chiqarishga nisbatan maʼlum kamchiliklarga ega:

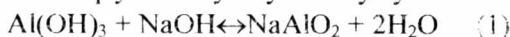
1. hatto eng yirik elektrolizyorlarning bir quvvati pastligi;
2. elektroenergiyaning solishtirma sarfi yuqoriligi;
3. oʻzgaruvchan tokning oʻzgarmas toka aylantirish kerakligi;
4. gliozyom ishlab chiqarish texnologik sxemasining murakkabligi;
5. qimmatli toza fluorli tuzlarning koʻp sarflanishi;
6. past navli alyuminiy tarkibli xomashyolardan foydalanib boʻlmashligi.

8.1.2. Gliozyom ishlab chiqarish

Toza alyuminiy oksidi Al_2O_3 – gliozyom –alyuminiy olishda asosiy xomashyo hisoblanadi. Texnik gliozyom sifatini baholashda uning fizik xususiyatlari: namlik, zichlik, solishtirma ogʻirligi, granulometrik tarkibi va xakozolarga katta eʼtibor beriladi. Bu xususiyatlarga gliozyomni joʻnatish, elektrolizyorlarga yuklash va elektroliz jarayonining oʻzi bogʻliq.

Hozirgi vaqtda deyarli hamma gliozyom ishqoriy usullar bilan olinadi. Ishqoriy usul oʻz navbatida gidrokimyoviy, termik, aralash usullarga boʻlinadi.

Gliozyomni Bayer usuli buyicha olish. Bayer usuli gidrokimyoviy usullarga kiradi. Bayer usuli asosida qaytar kimyoviy reaksiya yotibdi:



Dastlabki ruda natriy oksidi bilan ishlanganda (eritilganda) bu reaksiya oʻng tomonga, yaʼni alyuminiy eritmaga natriy alyuminiy koʻrinishida oʻtadi. Olingan eritmalar parchalanganda reaksiya teskari yoʻnalishda boradi va kristall alyuminiy gidroksidi hosil boʻlishi bilan alominyli eritma gidrolizlanadi. Bayer usulida ishqor boʻyicha batun texnologik sikl yopiq. Yuqori sifatli tarkibida kremnezyom miqdori kam

bo'lgan boksitlarni qayta ishlash uchun Bayer usuli ishlatiladi. Dastlabki boksit maydalanadi, so'ngra kontsentrlangan ishqor eritmasi muhitida yanchiladi. Keyinchalik bo'tana alyuminiy oksidini eritmaga o'tkazish uchun eritiladi. Boksitlarni eritganda erimaydigan natriy gidroalyumosilikati ko'p miqdorda to'planib qolishida yo'l qo'yilmaydi, chunki bu qaytarib bo'lmaydigan qimmatli ishqor yo'qolishiga va eritmaga alyuminiy kam o'tishiga olib keladi. SHu sababli tarkibida kremnezyom miqdori ko'p bo'lgan boksitlarni Bayer usuli bilan qayta ishlash maqsadga muvofiq emas. Boksitlarni eritish uchun 180–240°C dan kam bo'lmagan harorat talab etiladi. Bunday sharoitda suvli eritmalarning to'yingan bug' bosimi atmosfera bosimiga qaraganda, ancha yuqori bo'ladi. Eritishda hosil bo'ladigan alyuminiyli eritmalar parchalanishga moyil, ya'ni ulardan qaytadan alyuminiy gidroksidi ajralib chiqadi. Alyuminiyli eritmalarning bardoshligi, amaliyotda kaustik modul α_k bilan harakatlanadigan ortiqcha ishqorga bog'liq. Kaustik modul $\text{Na}_2\text{O}:\text{Al}_2\text{O}_3$ ning molli nisbati bilan ifodalanadi va qaytarilgan eritmada uning miqdori (3,5–4) bo'lishi kerak. Kaustik modul qancha katta bo'lsa, alyuminiyli eritma shuncha bardoshli bo'ladi va eritish tez boradi. Alyuminiyli eritma shlamdan odatda quyultirish, keyinchalik mayda zarrachalardan tozalash uchun filtratsiya o'tkaziladi.

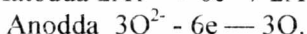
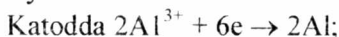
Quyultirgichdan chiqarilgan shlam qarama-qarshi oqim prinsipi bo'yicha ko'p marta yuviladi, bu uni alyuminat eritmalaridan to'liq yuvish va yuqori kontsentratsiyali suvlar olish imkonini beradi. Yuvilgan qizil shlam chiqitxonaga chiqarib yubriladi. Quyultirishdan keyingi alyuminatli eritma bosini ostida ishlaydigan filtrlarda qayta ishlanadi. Keyin eritma parchalanish (dekompozitsiya) ga yuboriladi.

Parchalash jarayonini o'tkazishdan maqsad $\text{Al}(\text{OH})_3$ eritmasini kristallizatsiyalashdir. Uning asosida jarayon sharoitida o'ngdan chapga (1) reaksiyaning qaytarilishi yotadi. Alyuminatli eritmani parchalash jarayonini amalga oshirish uchun eritmani suyuqlantirish, uni sovutish, «zatravka» (oldin olingan alyuminiy gidroksidining mayda kristallari) ni kiritish va yirik kristallar hosil qilish uchun bo'tanani 50–90 soat davomida aralashtirish kerak. Parchalash natijasida olingan eritma va turli kattalikdagi alyuminiy gidroksidi kristallari quyultirishga yuboriladi. Gidroksidni eritmadan ajratish uchun va gidroksidni sinflash uchun gidroseparatorlar, gidrotsiklon va quyultirgichlardan foydalaniladi; quyullirilgan bo'tana filtrlanadi va barabanli - vakuum filtrlarda

yuviladi. Boʻtana sinflashtan soʻng, alyuminiy gidroksidining ikki sinfi (fraksiya) va eritma olinadi. Zarrachalari oʻlchami 40–100 mkm dan katta boʻlmagan yirik fraksiya kalsinatsiyaga yuboriladigan gidroksidli mahsulot hisoblanadi, mayda zarrali fraksiya esa alyuminatli eritmalarini parchalashda zatrovka sifatida ishlatiladi. Gidroksid ajratib olingandan soʻng, hosil boʻlgan eritma oqava suvlar bilan birlashtirilib bugʻlantirishga yuboriladi. Alyuminiy gidroksidining yirik fraksiyasi yuvilgandan va filtrlangandan soʻng, glikoziom olishning soʻnggi bosqichi – kalsinatsiyaga yuboriladi. Kalsinatsiya jarayonining maqsadi – gidroksidni suvsizlantirishdir.

8.1.3. Alyuminiy olishning elektrolitik usuli

Alyuminiy kuchlanish qatorida elektromanfiy metallar qatorida turgani sababli, uni tarkibida alyuminiy ionlariga nisbatan elektromusbat ionli metallar mavjud boʻlmagan elektrolitlardan elektroliz usulida ajratib olish mumkin. Bunday elektrolitlarga tarkibida ishqoriy va ishqoriy-yer metallar kationalari mavjud boʻlgan va glikoziomni etarlicha yaxshi erita oladigan tuzli eritmalar kiradi. Zamonaviy sanoatda ishlatiladigan elektrolit asosini kriolit-glikoziom ($\text{Na}_3\text{AlF}_6\text{-Al}_2\text{O}_3$) sistemasi tashkil etadi. Elektrolitning erish haroratini pasaytirish, uning elektr oʻtkazuvchanligini oshirish, anodni elektrolit bilan namlanishini yaxshilash va unga bir qator xususiyatlarni berish uchun elektrolit tarkibiga umumiy holda 6–10 % oshmagan miqdorda turli qoʻshimchalar qoʻshiladi. Normal ishlayotgan elektrodizyordagi elektrolit harorati 950–970°C atrofida boʻladi. Glikoziomni elektroliz qilish jarayoni davomida uning konsentratsiyasi ruxsat etilgangaicha uzluksiz ravishda kamayib boradi. Elektrolit tarkibida glikoziom kamayishi qovushqoqlikning pasayishiga, uning zichligini biroz kamayishiga va anodning eritma bilan namlanishi yomonlashishiga olib keladi. Elektrolit tarkibida glikoziomni kamayishi uzluksiz yoki davriy ravishda toʻldirib boriladi. Elektrkimyoviy jarayonning oxirgi natijalari quyidagi reaksiyalar bilan yozilishi mumkin:



Alyuminiy elektrolitik usulda olish jarayonining asosiy mahsulotlari metall alyuminiy va anodli gazlar hisoblanadi. Elektroliz usuli

bilan olingan alyuminiy tarkibida metall, metallmas va gazsimon qo‘shimchalar bo‘ladi.

Alyuminiyni yuzalash (rafinirlash). Qo‘shimchalar alyuminiyni mexanik, elektrolitik va quyma xususiyatlarini yomonlashtiradi, shuningdek. uning korroziyaga bardoshligini pasaytiradi. Elektroliz vannasidan olingan alyuminiyni mexanik qo‘shimchalar va erigan gazlardan tozalash uchun qo‘yilishdan oldin u xlorlanadi. Xlor bilan ishlov berilgandan so‘ng alyuminiy yallig‘ qaytaruvchi elektr pechlariga qo‘yiladi. Bu jarayondan maqsad: a) metallni qo‘shimcha metallmas qo‘shimchalardan uzoq vaqt tindirish yo‘li bilan tozalash; b) turli vannalardan olingan alyuminiyni aralashtirish yo‘li bilan o‘rtachalashtirish. Bu ishlov usullari va o‘rtachalashtirish bajarilgandan so‘ng, alyuminiy quymalarga quyiladi.

Nazorat savollari:

1. Alyuminiyning qanday tabiiy birikmalarini bilasiz?
2. Glinozyom mineralidan alyuminiy qanday ajratib olinadi?
3. Alyuminiyni elektrolitik ajratib olishning mohiyati nimadan iborat?

8.2. RANGLI METALLARNING IKKILAMCHI METALLURGIYASI. ALYUMINIY IKKILAMCHI METALLURGIYASI

8.2.1. Alyuminiy tarkibli temir-tersak va chiqindilarini qayta ishlashga tayyorlash

Alyuminiy tarkibli temir-tersaklari va chiqindilarini qayta ishlash uchun barcha temir-tersaklar navlar va turlarga bo‘linadi.

Temir-tersak va chiqindilardan alyuminiy qotishmalarini ishlab chiqarish uchun xomashyolar quyidagi turlarga bo‘linadi:

- 1) rangli metall va qotishmalarni temir-tersak va chiqindilar;
 - a) tarkibida temir qo‘shimchalari bo‘lmagan, alyuminiy va alyuminiy qotishmalari;
 - b) alyuminiy va alyuminiy qotishmalari;
 - v) metall miqdori 5 foizdan kam bo‘lmagan alyuminiy zarqog‘ozlari (folgolar);
 - g) A va V sinfga, I guruhga, 1 – navga kiruvchi mis temir-tersaklari va chiqindilari;

2) A sinfga, I guruhga I--navga kiruvchi magniy temir-tersaklari va chiqindilari;

3) sexning aylanma materiallari, tayyorlangan qotishmalar;

4) birlamchi metallar:

a) silumin;

b) birlamchi alyuminiy;

v) kristallik kremniy;

g) birlamchi magniy;

d) katod mis;

e) nikel va nikel qotishmalarining temir-tersak va chiqindilari.

Bu xomashyolarni eritishga tayyorlashda quyidagi jarayonlar amalga oshiriladi:

1) turlar, guruhlar va navlarga ajratish; Navlarga ajratish qo'l kuchi bilan bajariladi;

2) qirindilarni ishlab chiqarish unumdorligi 3 t/soat bo'lgan quritish moslamalarida quritish;

3) qalinligi 3 mm dan kam bo'lmagan, og'irligi 20 kg dan 50 kg gacha bo'lgan paket holiga keltirish;

4) temir-tersaklarni ustki qismi eritilib, temir tozalash.

Eritish jarayonida quyidagi flyuslar ishlatiladi: NaCl va KCl.

Shixtani tayyorlash har bir eritish uchun alohida bajariladi. Bunda temir-tersaklar, chiqindilar va qotishmalarni kimyoviy va metallurgik tarkibiga e'tibor beriladi.

8.2.2. Alyuminiy tarkibli temir-tersak va chiqindilarni eritish uchun ishlatiladigan pechlar

Alyuminiy temir-tersak va chiqindilarini eritish uchun turli xil konstruksiyali pechlar ishlatiladi. Bu eritish pechlarining har biri u yoki bu darajada ma'lum bir turdagi xom ashyoni eritishga mo'ljallangan. Bu pechlarni qo'llashdan maqsad, ma'lum bir turdagi xomashyoni eritishda alyuminiy qotishmalarini temir bilan zararlanish miqdorini pasaytirishga, metallni yonish natijasida yo'qolishini kamaytirishga va asosiy texnologik jarayonlarni mexanizatsiyalashtirishga harakat qilishdir.

Eng universal va keng tarqalgan pechlardan biri – alangali yallig' qaytaruvchi pechdir. Bu pechda hamma turdagi temir-tersaklarni: qirindilarni ham, samolyot temir-tersaklarini ham, temir qoplanib, tayyorlangan bo'lak-bo'lak temir-tersaklarni ham eritish mumkin.

Ishlab chiqish amaliyotida bu pechlarni turli modifikatsiyalarni bir-, ikki-, uch kameralilari qo'llanadi. Keng qo'llaniladigani ikki kamerali alangali yallig'-qaytaruvchi pechdir. Pech eritish kamerasi va kapolnikdan tashkil topgan. Bu pechni tuzilishi, ishlash prinsipi bilan keyingi bo'limda to'laroq tanishiladi.

Alyuminiy temir-tersak va chiqindilarini mineralli pechlarda ham qayta ishlash keng tarqagan jarayonlardan biri hisoblanadi. Bu pech nisbatan yuqori issiqlik foydali ish koeffisientiga va yuqori ishlab chiqarish unumdorligiga ega. Minorali pechlarda eritish to'xtovsiz olib boriladi. Hosil qilingan issiqlikning hammasi xom ashyoni qizdirish va eritish uchun sarflanadi. Hosil bo'lgan eritma kopilnikka suzib o'tadi. Buning natijasida metalning oksidlanishi natijasida isrof bo'lishi kamayadi.

Pechga turli xil shakldagi, yirik o'lehamli, tarkibida namlik bo'lgan, ajratilmagan (temir qo'shimchalari bilan birga) 10 m³ hajmgacha bo'lgan shixtalarni bir martada yuklash mumkin. Bir tonna metallni olish uchun yuklashlarni sonini kamaytirish, mehnat unumdorligini oshiradi, issiqlikni isrof bo'lishini kamaytiradi.

Mineralli pech balandligi 4 m bo'lgan minoradan, minora ko'ndalang novlar bilan birlashtirilgan, ikkita hajmi 4 tonnali kopilnik - vannadan tashkil topgan. Ko'ndalang novlar orqali erigan metall kopilnik - vannaga oqib o'tadi.

Minora kopilnik tomonga qiya tub (pod) li qilib yasalgan va olov bardosh g'ishtlardan panja shaklida yasilib to'silgan. Bu to'siq eruvchi fazodan vannaga temir qo'shimchalarni va turli erimagan predmetlarni o'tilishiga to'sqinlik qiladi. Erigan metall panjaradan o'tib, o'tish kanali orqali chap yoki o'ng kopilnikda yig'iladi. Pech tubida yig'ilib qolgan, erimaydigan predmetlar vaqti vaqti bilan yon oynadan olib tashlanadi.

Shixtani qizdirish, minorani balandligi bo'yicha turli xil sathda joylashgan bir necha gorelkalar yordamida amalga oshiriladi. Bundan tashqari pechni kopilnik qismida ham gorelkalar bo'lib, bu gorelkalar ehtiyoj sezilganda ishga tushiriladi. Ikkita kopilnik ishlagan holatlar, pechni ishlab chiqarish unumdorligi maksimal bo'lishini ta'minlaydi.

Mayda shixtalarni, hamda qirindilarni eritish uchun aylanuvchan kalta barabanli pechlarni qo'llash kerakli samarani beradi. Bu pech po'lat qoplangan baraban shaklda bo'lib, tayanch rolik (g'altak, g'il-

dirakcha)larga oʻrnatilgan. Barabanni aylanish tezligi minutiga 1 dan 8 gacha aylantirish oraligʻida olib boriladi.

Qoplamasi (futerovka) maxsus shakldor gʻishtlar bilan zich qoplanadi yoki yotqiziladi. Pechni aylanishidagi aralashtirish darajasini tezlashtirish uchun, pech futerovkasini koʻndalang kesimi (ichki tomoni) koʻpburchak yoki oval shaklida qilinadi. Pech gaz yordamida isitiladi.

Pechga shixtani yuklash, pechni yon yuza tomonidagi teshiklar yordamida bajariladi. Letka (quyuvchi qism) barabanni yon tomonida joylashgan.

Yoqilgʻini yonishi natijasida hosil boʻlgan gaz oqimini issiqligi taʼsirida pechni olov bardosh gʻishtlari va u qoplangan tuzli qatlam qiziydi. Pechni aylanishi natijasida, qizigan olov bardosh futerovka erishi kerak boʻlgan metalni tag tomoniga oʻtadi va oʻzini issiqlikligini metalga beradi.

Bunday usulda issiqlik berish, erish kamerasini juda tez muddatlarda qizishini va agregatni ishlab chiqarish unumdorligini yuqori darajaga koʻtarishini taʼminlaydi. Aylanuvchan pechlarda eritishda metalni yonishi yuqori darajada boʻlmaydi, chunki yuklangan shixta barabanni aylanishi natijasida, eritma uning ustiga tushadi, natijada oksidlanishga ulgurmaydi. Kalta barabanli pechlar 0,5–20 t hajmga ega. Ularni ishlab chiqarish unumdorligi 7 t/soat ni tashkil qiladi.

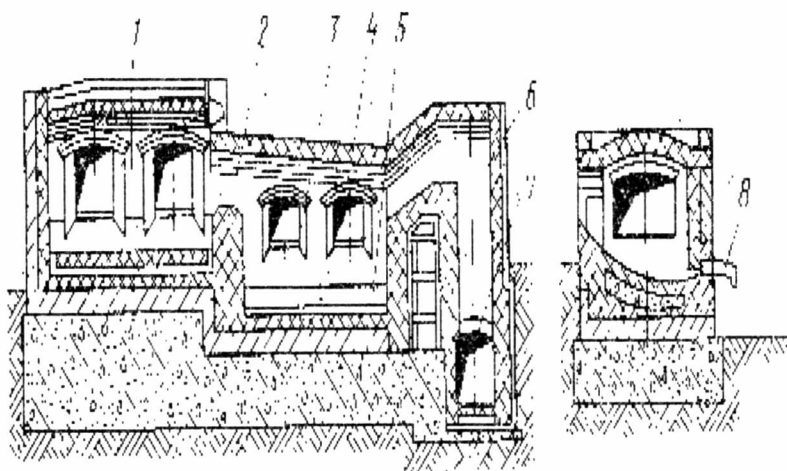
8.2.3. Alyuminiy tarkibli temir-tersak va chiqindilarni yalligʻ-qaytaruvchi pechlarda qayta ishlash

Alyuminiy tarkibli temir-tersak va chiqindilarni qayta ishlashda ikki kamerali yalligʻ-qaytaruvchi pechlar keng tarqalgan (1-rasm).

Alyuminiy tarkibli temir-tersak va chiqindilarni yalligʻ-qaytaruvchi pechlarda qayta ishlashda gorelkalar alangasi va chiqindi gazlarni harakati – shixtani eritish bilan birga, pechni shipini va devorlarini qizdiradi. Buni natijasida suyuq vannada eritish ushlab turiladi, qattiq shixta eriydi. Eritish kamerasini tubi qiya shaklda qilingan boʻladi. Metall butunlay erigandan soʻng, erish kamerasidan maxsus kanal orqali kopilnikka oʻtadi. Tayyor metall letka orqali quyish mashinalariga yoki kovshga chiqariladi.

Gorelka va forsunkalar eritish kamerasining yon yuza devoriga oʻrnatilgan. Futerovkasi (qoplamasi), yaʼni pechni ikki olovbardosh

qoplamasi shamot g'ishtlaridan qilingan. Bu g'ishtlar kam issiqlik o'tkazadi, alyuminiy bilan erigan flyus va pech atmosferasini ta'sirlanishi juda kam. Futerovka alyuminiy tarkibli temir-tersaklar va chiqindilarni eritishdan oldin 80 foizi NaCl va 20 foizi Na_3AlF_6 dan tashkil topgan eritma bilan ishlanadi. Bu eritma g'isht oralariga kirib futerovkani ishlash muddatini oshiruvchi qatlam hosil qiladi.



31-rasm. Ikki kamerali yallig'-qaytaruvchi pech.

1-eritish kamerasi; 2-pech ostonasi, bo'sag'asi; 3-yuklash oynasi; 4-pech shipi; 5-kopilnik (g'aladon); 6-apteyk; 7-borov, dudburonning pechni eritish kamerasi bilan tutashtiruvchi qismi; 8-letka, erigan metall yoki shlak oqib chiqadigan teshik.

Amaliyotda sig'imi 20–50 t bunday pechlar keng ishlatiladi. Vannasining chuqurligi 500–700 mm ni tashkil qiladi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, vannani chuqurligi qancha kam bo'lsa, metall shuncha tez eriydi. Bunday pechlarning kamchiligi, eritish kamerasida hosil bo'lgan gazlar va changlar kapilnikda cho'kishi mumkin, bu esa erigan metallni zararlantirib olib keladi.

Ishlash prinsipi. Pechni eritish kamerasining 1000-1100 °C haroratgacha qizdirilgan, quruq tubiga mulda yuklovchi mashinalar yordamida yirik bo'lakli temir-tersak va chiqindilar yuklanadi. Ustiga flyus qoplanadi. Hosil bo'lgan eritmani ustiga bo'lak-bo'lak temir-

tersaklar, qirindilar, paketlangan chiqindilar solinadi. Eritish tezlatish uchun paketlar titiladi. Shlak pechdan bir marotaba eritish davomida 2–3 marta chiqariladi.

Eritish jarayonida harorat 800–900⁰C bo'ladi. Pech vannasi suyuq metall bilan to'lgandan so'ng, flyus sepiladi. Natijada temir pech tubiga cho'kadi. Bunday eritishda 20 foiz flyus sarf bo'ladi va metallni chiqishi 92 foizga etadi.

8.2.4. Ikkilamchi alyuminiyni elektropechlarda eritish.

Ikkilamchi alyuminiyni rafinirlash (tozalash)

Alyuminiy tarkibli ikkilamchi rangli metallar va chiqinlaridan alyuminiy qotishmalarini olish 1948-yilda Toshkent shahridagi Sergeli tumanida tashkil qilingan sexda ishlab chiqarila boshladi. Asosiy va qo'shimcha moslamalar bilan jihozlangan 2 ta IAT–6M2 induksion pechi 1979-yili ishga tushirildi. Korxonada asosan quyidagi alyuminiy qotishmalari ishlab chiqariladi:

- 1) chushka shaklidagi alyuminiy quyma qotishmalari;
- 2) chushka shaklidagi deformatsiyalanuvchan alyuminiy qotishmalari;
- 3) ferroqotishmalar ishlab chiqarish va alyuminotermiyada ishlatiladigan, tozalash vazifasini bajaruvchi alyuminiy.

Shixta tayyorlash har bir eritish uchun alohida tayyorlanadi. Alyuminiy qotishmalarini ishlab chiqarish uchun quyidagi alyuminiy tarkibli temir-tersak va chiqindilar ishlatiladi:

1. Rangli metallar va ularning qotishmalarining temir-tersak va chiqindilari:

1) temir qo'shimchalari bo'lmagan, A sinfdagi, 1 guruh, 1 navga kiruvchi alyuminiy va alyuminiy qotishmalarining temir-tersaklari va chiqindilari;

2) B sinf, I–V guruhdagi, 1–3 navga kiruvchi alyuminiy va alyuminiy qotishmalarining qirindilari;

3) Alyuminiy folgalar;

4) A va B sinf, I guruhdagi, 1 navga kiruvchi mis temir-tersak va chiqindilari;

2. Aniq tarkibli, temir qo'shimchalari bo'lmagan, A sinfdagi, 1 guruh, 1 navga kiruvchi magniy temir-tersak va chiqindilari.

3. Yaroqsiz qotishmalar, sexni aylanma materiallari.

4. Birlamchi metallar:

- 1) Sil.0, Sil00 markali silumin;
- 2) A0, A5, A6 markali birlamchi alyuminiy;
- 3) Kr.0, Kr.1 markali kristallik kremniy;
- 4) SMI17 markali selikomarganes;
- 5) birlamchi magniy;
- 6) birlamchi nikel;
- 7) nikel va nikel qotishmalarini temir tersak va chiqindilari;
- 8) TG-100 markali gubka ko'rinishidagi titan;
- 9) M1 markali katod mis;

Bunda temir-tersak tarkibidagi metallar miqdori hisobga olinadi va ayrim hollarda gazsizlantirish uchun 40 foizli NaCl va 50 foizli KCl flyuslari qo'shiladi. Bundan tashqari «A» markali argon va alohida tozalikdagi azot kerak bo'ladi. Bular vodorod va nometallik aralashmalardan tozalashda ishlatiladi. Qirindilar ishlab chiqarish unumdorligi 3 t/soat bo'lgan quritish uskunalarida quritiladi. Pech ishga tushirishdan oldin, pechning hamma muhofaza moslamalari, mexanik va elektr qismlari tekshiriladi.

Kollektordagi suv bosimi $2,5 \text{ kg/sm}^2$ dan kam bo'lmashligi kerak. Pechga shixta ikki, uch qatlam qilib qo'l bilan yuklanadi. Shixta pech kamerasini o'rta qismiga qaraganda devor atroflariga zichroq joylashtiriladi. Uzunligi 2,5 m bo'lgan xrom – alyuminiyli termopara pech tubiga tushiriladi. Pech ishga tushirilgandan so'ng 24 soat ichida 17 bosqichda eng yuqori haroratga etkaziladi. Haroratni ko'tarilish tezligi soatiga 50°C ni tashkil qiladi. 16–17 bosqichlarda 3 soatdan, qolgan bosqichlarda 1 soatdan kam bo'lmagan vaqt ushlab turiladi. Pech 750°C haroratda 5 soat davomida qo'shimcha shixta 3–4 marta yuklanadi.

IAT-6M2 induksion elektropechi quyidagi qismlardan tuzilgan:

- 1) olovbardosh qoplama, futerovka;
- 2) induktor, o'zgaruvchan tok hosil qiladigan elektr mashina uskunasi;
- 3) qoplama, g'ilof, jild, kojux;
- 4) plunjer;
- 5) qopqoq.

G'ilof uglerodgangan po'latdan qilinadi, yuqorigi va pastki qismiga xalqa mahkamlanadi. Ichki qismiga 11 dona harakatlanuvchi induktor uskunasi mahkamlanadigan va induktor magnit oqimini

sochuvchi maydonni yutadigan magnit o'tkazuvchilar osiladi. «Induktor uskunasi» – induktor, 11 dona magnit o'tkazuvchilar (g'ilovdagidan tashqari) va engil, issiqlikka chidamli botondan tayyorlangan pod (tub) dan iborat.

Induktorda ikkita parallel ulangan katushka joylashgan. Katushka mis suv bilan sovutiluvchi trubkadan qilingan. Pech ikkita plunjer, moy bosimli moslama va gidro yurituvchi apparaturadan tashkil topgan gidrovlik mexanizm bilan og'diriladi.

Pechni texnik xarakteristikasi:

- 1) pechni ishchi sig'imi – 6 tonna;
- 2) ishchi harorati – 750⁰C;
- 3) tigel (o'tga chidamli gildan qilingan qozon) ning o'lchamlari – diametri 1357 mm, metall oynasigacha balandligi – 730 mm;
- 4) transformator quvvati – 1600 kVt;
- 5) eritish vaqti – 3 soat;
- 6) sovutuvchi suvning umumiy sarfi – 12,5 m³/soat;
- 7) unumdorligi 1,35 t/soat.

Metall quyuvchi mashinaning texnik xarakteristikasi:

- 1) uzunligi – 15 metr;
- 2) harakatlanish tezligi – 2,5 m/min;
- 3) unumdorligi 6 t/soat;

15-jadval

Sexdagi elektr energiya, yoqilg'i, gaz, flyus va olov bardosh g'ishtlarning sarfi

Sarflanadigan Mahsulotlar	Reja bo'yicha sarfi	Haqiqiy sarfi
Flyus:		
NaSl	4 kg/t	0.8
KCl	5 kg/t	-
NaF	1 kg/t	-
Plavik shpati	0,3 kg/t	-
Elektr energiya	776,8 kVt · s	858 kVt · s
Gaz	380 kg/t	380 kg/t

Inert gazlar	1,5 m ³ /t	1,5 m ³ /t
Olovbardosh g'ishtlar, yiliga:		
M-91	15,2 t	15,2 t
SHA	44,0 t	44,0 t

Qoliplar cho'yandan tayyorlanib, bir smetada bir marotaba olov bardosh qum eritmasi surkaladi. 1 tonna alyuminiy qotishmasini olish uchun 1050–1100 kg metall sarf bo'ladi. Eritish natijasida juda ko'p miqdorda zaharli gazlar ajralib chiqadi. Sexning atmosferasidagi zararli gazlarning ruxsat etilgan konsentratsiyasi quyidagicha:

- uglerod oksidlari, 20 mg/m³ gacha;
- ruh oksidi, 6 mg/m³ gacha;
- qo'rg'oshin oksidi, 0,01 mg/m³ gacha;

Sexdagi elektr energiya, yoqilg'i, gaz, flyus va olov bardosh g'ishtlarni sarfi 1-jadvalda keltirilgan.

Alyuminiy eritmasini tozalashda IAT–6M pechida eritish sxemasiga quyidagilar qo'shiladi:

–eritmalarni bug' va inert gaz aralashmalari bilan ishlov beruvchi kovsh;

–aylanuvchi grafitli rotor;

–jelob (nov);

–seolit yoki mayda teshik-teshikli, g'ovaksimon silikagel to'ldirilgan, elektr yordamida qizdirilgan ikkita paralel ishga tushirilgan adsorber;

–elektr yordamida qizdirilgan bug'latgich;

–gaz rampa;

–yuqori va past bosim monometrlari;

–gaz reduktorlari;

–ikki shkalali gaz sarfini o'lchovchi asbob;

–RS–5 markali rotometr;

–ventilyatsiya va gaz o'tkazish sistemalari.

Tozalash 2,5 tonna hajmli kovshda olib boriladi. Eritmaga bug' bilan ishlov berishda grafitli rotor yoygich ishlatiladi.

Nazorat savollari:

1. Alyuminiy tarkibli temir-tersak va chiqindilarni qanday hosil bo'ladi?

2. Alyuminiy tarkibli temir-tersak va chiqindilarni qayta ishlashga qanday tayyorlanadi?

3. Ishlab chiqarish amaliyotida chiqindilarni eritishda yallig'-qaytaruvchi pechlarni qanday modifikatsiyalari ishlatiladi?

Umumiy savollar

1. Alyuminiyning qanday tabiiy birikmalarini bilasiz?

2. Glinozyom mineralidan alyuminiy qanday ajratib olinadi?

3. Alyuminiyning elektrolitik ajratib olishning mohiyati nimadan iborat?

4. Alyuminiy tarkibli temir-tersak va chiqindilarni qanday hosil bo'ladi?

5. Alyuminiy tarkibli temir-tersak va chiqindilarni qayta ishlashga qanday tayyorlanadi?

6. Ishlab chiqarish amaliyotida chiqindilarni eritishda yallig'-qaytaruvchi pechlarni qanday modifikatsiyalari ishlatiladi?

7. Alyuminiy haqida umumiy ma'lumot.

8. Glinozyom ishlab chiqarish.

9. Alyuminiy olishning elektrolitik usuli.

10. Alyuminiy tarkibli temir-tersak va chiqindilarni qayta ishlashga tayyorlash.

11. Alyuminiy tarkibli temir-tersak va chiqindilarni eritish uchun ishlatiladigan pechlar.

12. Alyuminiy tarkibli temir-tersak va chiqindilarni yallig'-qaytaruvchi pechlarda qayta ishlash.

13. Alyuminiy tarkibli temir-tersak va chiqindilarni elektropechlarda eritish. Ikkilamchi alyuminiyning rafinirlash (tozalash).

GLOSSARIY

Абсолютная температура	Mutlaq harorat	Absolute temperature	Kelvin darajasida ifodalangan 0° harorat.
Абсорбат	Absorbat	Absorbate	absorbatsiya jarayonida absorbentga yutiluvchi modda
Абсорбент	Absorbent	Absorbent	absorbtsiya jarayonida absorbatni yutuvchi modda
Абсорбер	Absorber	Absorber	absorbtsiya jarayonini amalga oshiradigan qurilma
Абсорбция	Absorbtsiya	Absorption	gazlar aralashmasidagi moddalarning suyuqlikning butun hajmiga yutilishi.
Агент	Agent	Agent	sistemaga qoʻshilgan jarayonni maqsadga muvofiq oʻzgartiruvchi modda yoki moddalar aralashmasi
Агрегат	Agregat	Aggregate	1) bir necha texnologik birikmalardan tuzilgan qurilma. 2) mayda zarrachalarning oʻzaro birikib yiriklashgani.
Адиабатический процесс	Adiabatik jarayon	Adiabatic process	tashqi muhitdan mutlaq ajratilgan sistemada boradigan jarayon
Адсорбент	Shimuvchi	Adsorbent	sirti shimish qobiliyatiga ega boʻlgan sintetik yoki tabiiy qattiq modda (mas: koʻmir)
Адсорбер	Shimdirgich	Adsorber	shimilish jarayoni oʻtkaziladigan dastgoh
Адсорбция	Shimilish	Adsorption	eritmada molekulalar va ionlarning qattiq jism sirtiga yutilishi

Активатор	Faollanti- rUVchi	Activator	reaksiyaga kirishayotgan moddalarning faolligini oshiruvchi modda
Активация	Faollantirish	Activation	moddalarining fizik- kimyoviy faolligini oshirish
Абсолютная температура	Mutlaq harorat	Absolute temperature	kelvin darajasida ifodalangan 0° harorat
абсорбат	absorbant	Absorbate	absorbatsiya jarayonida absorbentga yutiluvchi modda
Абсорбент	Absorbent –	Absorbent	absorbatsiya jarayonida absorbantni yutuvchi modda
Абсорбер	Absorber	Absorber	absorbatsiya jarayonini amalga oshiradigan qurilma
Абсорбция	Absorbtsiya	Absorption	gazlar aralashmasidagi moddalarning suyuqlikning butun hajmiga yutilishi
Агрегат	Агрегат	Aggregate	1) bir necha texnologik birikmalardan tuzilgan qurilma. 2) mayda zarrachalarning o'zaro birikib yiriklashgani.
Анион	Anion	Acid ion	elektroledning suvda eriganidan hosil bo'lgan manfiy qutbli mayda zarrachalar (ionlar).
Аниониты	Anionitlar	Anionite	o'z anionlarini almashtirish qobiliyatiga ega bo'lgan ion almashtiruvchi modda

Аппарат	Dastgoh	Apparatus	jarayonlarni amalga oshirish uchun yasalgan qurilma uskuna.
Ариометр	Areometr	Hydrameter	suyuqlikning solishtirma og'irligini o'lchaydigan asbob
Аерация	Aeratsiya	Aeration	suyuqliklarni havo bilan to'yintirish
Аерозоль	Aerozol	Aerosol	ichida qattiq yoki suyuq zarrachalar muallaq joylashgan gaz muhitli kolloid sistema
Аеросмесь	Наво aralashmasi	Aeromixture	qattiq yoki suyuq yonilg'ilarning havo bilan aralashmasi
Бак	Suvdon	Tank\ vat	suv yoki boshqa suyuqlik saqlanadigan idish
Бактерия	Bakteriya	Bacterium	bo'linish yo'li bilan ko'payuvchi oddiy va bir hujayrali yadrosiz mikroorganizm
Бактериальное выщелачивание	Bakteriyali tanlab eritish	Bacterial-leaching	ruda yoki boyitmalardan metallar va ularning tabiiy birikmalarini suvli muhitda bakteriyalar ishtirokida tanlab eritish
Бактериологическое обогащение	Bakteriyal boyitish	Bacteriological enrichment	foydali qazilmalarni bakteriyalar ishtirokida boyitish
Водяная баня	Qosqon	Water bath	kichik hajmli kimyoviy idishlarni va ularning ichidagi ashyolarni isitish yoki sovutish uchun ishlatiladigan suvli idish

Бассейн	Havza	Basin	havo yoki suyuq modda to'plangan joy
Биотехнология	Beotexnologiya	Biotechnology	mikroorganizmlar ishtirokida ruda tosh va boyitmalardan metallarni ajratib olish usuli.
Благородные металлы	Nodir metallar	Noble metal	oltin, kumush, platina va platinoidlar (palladiy, iridiy, radiy, ruteniy va osmiy) ning texnika va fandagi umumiy nomi. Ularning tashqi ko'rinishi chiroyli va kimyoviy turg'un bo'lganligi uchun shunday nom berilgan.
Ванна	Tos	Pool	suyuqlik uchun mo'ljallangan to'rtburchakli yoki yumaloq idish
Вентиляция	SHamollatish	Ventilation	bino, xona havosini yaxshilash maqsadida havo almashtirish
Влагодержателе	Namlik	Moisture content	ashyolarning tarkibidagi suvning miqdori
Влагомер	Nam o'lchagich	Moisture meter	materialning namligini o'lchash asbobi
Влагопоглощение	Namtortishlik	Moisture absorption	materiallar va buyumlarning suvni yutish va o'zida saqlash turish xossasi.
Влагостойкость	Namga chidamlilik	Moisture resistant	ashyolarning vaqt davomida nam havoda o'z hususiyatini yo'qotmay turish qobiliyati.

Влажность	Namlik	Humidity dampness	ashyodagi suvning miqdori
Внутренняя энергия	Ichki energiya	Internal energy	sistemaning ichki holatiga bog'liq bo'lgan energiya
Водоочистка	Suvni tozalash	Water treatment	idishga va sanoatda ishlatishga halaqit beradigan moddalarni suvdan chiqarib tashlash jarayoni
Водоподготовка	Suv tayyorlash	Water treatment	suvni iste'molchi uchun etadigan miqdorda va talabdagi tozalikda tayyorlab berish jarayoni
Водоснабжение	Suv ta'minoti	Water supply	korxonani etarli miqdorda suv bilan ta'minlash ishlari
Восстановитель	Qaytaruvchi	Ignition	oksidlanish-qaytarilish reaksiyasida elektron berish qobiliyatiga ega bo'lgan modda
Выход концентрата	Boyitma chiqishi	Outlet of concentrate	boyitish jarayoni natijasida chiqqan boyitma massasini dastlabki ashyolar umumiy massasiga nisbati, foizlar hisobida.
Выход (металла) по энергии	Energiya bo'yicha(metal lning)chiqishi	Power efficiency	elektroliz jarayonida foydali ishga sarflangan energiya miqdorini ko'rsatuvchi kattalik.

Выщелачивание	Tanlab eritish	Leaching	ruda va boyitmalarda maxsus sharoitlarda metallarni eritma bilan o'tkazish jarayoni
Выпаривание	Bug'lanish	Evaporation	moddani qaynash haroratidan yuqori darajada qizdirib, suyuqlik holatiga o'tkazish
Выброс	Otilma	Ejection, outburst	suyuq ashyolar ichki gazlarning to'planish natijasida, ularning otilib chiqish jarayoni
Вскрытие	Yuzani ochish	Breac-drown	reaksiyaga kirishayotgan moddalarni o'rab turgan nojiq elementlardan tozalash
Вязкость	Qovushqoqlik	Viscosity	harakatlanayotgan suyuqlik yoki gaz qatlamlarining bir-biriga ko'rsatayotgan qarshiligini ifodalovchi kattalik, qarshilik miqdori molekullarning o'zaro tortishuv kuchlariga bog'liq
Вяжущие материалы	Qovushtiruvchilar	Binder	olovbardosh g'ishtlarni tayyorlashda ularning tarkibiga qo'shitiladigan organik va anorganik moddalar (mas: ohang agent, va b.).

Десорбция	Desorbsiya	Desorption	yutilgan ionlarni qattiq (yoki suyuq)modda tarkibidan chiqarish.Sorbsiyaga teskari jarayon.
Десорбер	Desorber	Desorber	desorbsiya jarayonini amalga oshiruvchi dastgoh
Диаграмма	Diagramma	Diagram	taqqoslanayotgan kattaliklar orasidagi bog‘lanishlarni yaqqol ko‘rsatuvchi chiziqli tasvir.
Диспергирование	Dispirslash	Dispersion	suyuqlik muhitida erimaydigan qattiq yoki suyuq moddani hajmda teng taqsimlanishini taqsimlanishini ta'minlash,maydalash
Дисперсност	Disperlik	Dispersivity	mayinlik (maydalik) darajasi
Диссоциация	Dissotsiatsiya	Dissociation	kimyoviy parchalanish
Добыча	Qazilma	Mining	konlardan qazib olingan mahsulot
Дымоход	Tutunquvur	Smoke stack	pechlardan chiqayotgan gazlarni mo‘riga o‘tkazib qo‘yadigan kanal.
Золи	Zollar	Sols	suyuq dispers muhitdagi yuqori derspersli kolloid sistema

Золото	Oltin	Gold	nodir metallarga mansub kimyoviy unsur, belgisi Au, t.s. 79, at.m. 196.967. chiroyli sariq rangli metall. E.x. 1063 ⁰ S. kislo talarda erimaydi.
Известковая вода	Ohakli suv	Limewater	kalsiy asosinig to'yingan eritmasi.
Известковое молоко	Ohak suti	Lime milk	ohakli suvdagi suzib yuruvchi so'ndirilgan ohak Ca(OH) ₂ zarrachalari.
Известняк	Ohaktosh	Limestone	asosan CaCO ₃ tashkil topgan tog' jinsi.
Известь	ohak	Lime	ohaktoshni kuydirish jarayonida olingan mahsulot (CaO).
Извлечение	Ajralish	Extraction	texnologiya jarayonlarida dastlabki ashyolardan foydalanish darajasining ko'rsatkichi. ajralayotgan moddaning olingan mahsulotdagi massasi uning dastlabki ashyodagi umumiy massaga nisbati bilan aniqlanadi, foizlar hisobida
Кислота	Kislota	Acid	Tarkibida harakatchan vodorod atomlari bo'lgan kimyoviy birikmalar sinfi.

Кислотность	Nordonlik	Acidity	Eritmalardagi vodorod ionlarining miqdorini anglatuvchi tushuncha.uning miqdori pH ning qiymati bilan belgilanadi.
Кислотостойкость	Nordonbar-doshlik	Acid resistance	Buyum va jismlarning nordon muhitda o'z xossalari saqlab qolish qobiliyati
Лакмус	Lakmus	Litmus	Tabiiy ranglanuvchi modda.Muhutning tasnifini aniqlash uchun ishlatiladi. (nordon muhitda ko'karadi,ishqoriy muhitda qizaradi).
Лом	Lom	Crow-bar	Ishdan chiqqan mashina,uskuna va boshqalarning metalli bo'lagi.
Люк	Tuynuk	Chute	Metallurgiya dastgohlarining ustki qismidan ochilgan eshikli teshik.Ulardan dastgoh ichida borayotgan jarayonlarni nazorat qilish uchun foydalaniladi.
Набухание	Bo'kish	Swelling	Atrof muhitdan suyuqlik yoki bug'ni yutish hisobiga qattiq jismlar hajmining kengayishi.

Насос	Nasos	Pump	Suyuqlik va gazlarni bosim ostida harakatga keltiruvchi gidromashina.
Насыпь	To'kma	Embankment	Sochiluvchan ashyolar (tuproq,qum,ruda) uyumi.
Обезвоживание	Suvsizlantirish	Dehydration	moddadagi erkin bog'lanmagan suvni ajratib chiqarish jarayoni.Bu tindirish,suzish yoki moddani qizdirish yo'li bilan amalga oshiriladi
Обезмеживание	Missizlantirish	Decopperization	Metall,qotishma,toshqol va boshqa ashyolardan misni chiqarib olish jarayoni.
Обезуглероживание	Ko'mirsizlantirish	Decarburation	Suyuq metall tarkibidagi uglerodni yo'qotish jarayoni.
Обессеривание	Oltinugursizlantirish	Desulphurization	Yuqori haroratda moddalar tarkibidagi oltinugurtni oksidlash yo'li bilan kamaytirish
Осадок	Cho'kma	Precipitate	Cho'ktirish jarayonidan olingan qattiq mahsulot
Осаждение	Cho'ktirish	Precipitation	Suspenziya va emulsiyalardan mayda,qattiq zarralarni og'irlik kuchi ta'sirida ajratish.
Пассиватор	Susaytirgich	Passivator	Jarayonning tezligini sekinlashtiruvchi moddalar (asosan oksidlovchila

ПДК (предельно допустимая концентра- ция)	REK (ruxsat etilgan konsentra- tsiya)	Safeconcent- ration	Zaharli moddalarning insonga zarar etkazmaydigan konsentratsiyasi.
Радиоактив- ность	Radiofaollik	Radioactivity	Radiy .aktiviy va boshqa unsurlar atomlarining o'z- o'zidan yemirilib, alfa,betta.gamma nurlar chiqarib,boshqa elementlarga aylanib turish xodisasi.
Раствори- тель	Erituvchi	Solvent	Moddalarni eritish xususiyatiga ega bo'lgan suyuqlik.
Растворение	Eritish	Dissolution	Moddani erituvchi ta'siri ostida suyuq holatga keltirish.
Раствор	Eritma	Solution	Ikki yoki undan ortiq a'zoldan iborat bir jinsli aralashma. Eritmalar: buferli,ideal,qattiq, qotishma,suyuq,gazli,v a h.k.bo'ladi.Eritma va erituvchidan iborat.
Реагент	Reagent	Reagent	Kimyoviy reaksiyada ishtirok etuvchi modda.
Реактив	Реактив	Chemical agent	Laboratoriya, ilmiy tadqiqot tajribalarida ishlatiladigan kimyoviy modda
Реактор	Реактор	Reactor	kimyoviy reaksiyalar o'tkaziladigan dastgoh.

Реакция	Reaksiya	Reaction	Moddalar, ion, molekula yoki zarralar o'rtasidagi o'zaro ta'sirlashish jarayoni.
Седиментация	CHO'kish	Sedimentation	Gravitatsion maydon va markazdan qochma kuch yordamida eritmada qattiq modda zarralarining o'lchamiga qarab qatlam-qatlam bo'lib cho'kishi
Селективное извлечение	Tanlab ajratish	Selective extraction	Metallni yoki metall birikmalarini kon mahsulotlaridan tanlab ajratib olish
Селективные реактивы	Saylanma reaktivlar	Selective reagent	Ko'p ionlar orasidan bir xil ionlar bilangina reaksiyaga kirishuvchi moddalar
Сквезина	Quduq	Hole	Suyuq yoki gaz holdagi moddalarni er ostidan chiqarib olish uchun mo'ljallangan qurilma.
Смола	Qatron	Resin	YUqori polyemirli uglevodlar zanjirining fazoviy turidan tashkil topgan, tarkibida ion almashuvi faol guruhlari bo'lgan organik qattiq modda.

Фаза	faza	Phase	Chegara sirtlari bilan ajratilgan va tashqi kuch ta'sir qilmaganda o'zining barcha nuqtalarida bir xil fizik xossalarga ega bo'lgan sistema.
Фарфор	Chinni	Porcelain	Suyuqlik va gazlarni shimmaydigan, tuproq, qum, kaolinit va dala shpati qorishmasiga shakl berilgandan keyin yuqori haroratda qizdirib olinadigan oq sopol.
Хвосты	Chiqitlar	Tailings	Tarkibida metall miqdori kam bo'lgan keraksiz jinslar. Ular chiqindixonalarda saqlanadi. Keyinchalik uni xomashyo sifatida ishlatish mumkin.
Цветные металлы	Rangli metallar	Non-ferrous metal	Temir va uning birikmalaridan boshqa hamma metallarning sanoatdagi umumiy nomi.
Цианирование	Sinillash	Cyanidation	Nodir metallarni sinil eritmasi bilan tanlab eritish jarayoni.
Чан	Chan	Precipitator	Katta chuqur to'garak idish. Bo'tanani aralashtirish, tindirish uchun ishlatiladi.

Щелочь	Ishqor	Alkali	Suvda yaxshi eriydigan metall gidrooksidi.
Щелочно-земельные металлы	Ishqoriy er metall	Alkali earth metal	Kalsiy, stronsiy, seziy, bariy, rodiylarning umumiy nomi.
Щелочные металлы	Ishqoriy metall	Alkalimetal	Natriy, litiy, kaliylarning fandagi umumiy nomi.
Эвтектика	Evtektika	Eutectic	Ikki yoki undan ortiq moddalarning shunday nisbatdagi aralashmasi, uning erish harorati boshqa har qanday nisbatdagi aralashmalarining hamda alohida-alohida componentlarning erish haroratidan past bo'ladi.
Эквивалент	Teng qiymat	Equivalent	(Qarang: Ximicheskii ekvevalent).
Экзотермическая реакция	Ekzotermik reaksiya	Exothermic reaction	Issiqlik chiqarish bilan boradigan reaksiya.
Экспресс-Анализ	Tezkor tahlil	Express train	Texnologik jarayonlarni nazorat qilish uchun qo'llaniladigan tadbir va kimyoviy tahlil usullari.
Экстрагенты	Ekstragentlar	Extraagent	Eritmadagi ion va molekularlar bilan birikma hosil qiluvchi va hosil bo'lgan birikmasi boshqa biror organik suyuqlikda eruvchi organik modda.

Экстраги- рование	Ekstraksiyalas h	Extraction	Eritmadagi ion va molekulani organik fazaga o'tkazish.
Экстрактор	Ekstraktor	Extractor	Ekstraksiyalash dastgohi.
Эксперимен- тальный цех	Tajriba sexi	Experimental plant	Yangi taklif qilingan texnologik jarayonlarni amalda sinab ko'rish uchun ishlatiladigan dastgohlar o'rnatilgan bino.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Mirziyoyev SH.M. Erkin va farovon, demokratik O'zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining lavozimiga kirishish tantalali marosimiga bag'ishlangan Oliy Majlis palatalarining qo'shma majlisidagi nutqi.–T.: “O'zbekiston” NMIU, 2016. –56 b.
2. Mirziyoyev SH.M. Qonun ustvorligi va inson manfaatlarini ta'minlash yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi. O'zbekiston Respublikasi Konstitusiyasi qabul qilinganining 24 yilligiga bag'ishlangan tantanali marosimdagi ma'ruza. 2016-yil 7-dekabr –T.: “O'zbekiston” NMIU, 2016. –48 b.
3. Mirziyoyev SH.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilanbirga qo'ramiz. –T.: “O'zbekiston” NMIU, 2017. –488 b.
4. O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha Harakatlar strategiyasi to'g'risida. –T.: 2017 yil 7 fevral, PF-4947-son farmoni.
5. Abduraxmonov S.A., Holiqulov D.B., Qurbonov Sh.K. Yo'nalishga kirish. –T.: FAN, 2010. –228 b.
6. Юсупходжаев А.А. Конспект лекций по курсу «Металлургия чугуна» –ТГТУ, 2005., –100 с.
7. Е.Ф. Вегман и др. Металлургия чугунаю --М.: МИСИС, 2002.– 478 с.
8. Ю.С. Юсфин Теория металлизации железорудного сырья. – М.: Металлургия, 1999 . –255.
9. В.И Явойский Теория процессов производства стали. –М.: Металлургия, 1997. –453.
10. Holiqulov D.B., Smadov A.U. Ikkilamchi metallurgiya asoslari. –T.: FAN, 2010. –240 b.
11. Hasanov A.S., Sanaqulov Q.S., Yusupxodjayev A.A. Rangli metallar metallurgiyasi. –T.: FAN, 2011. –282 b.
12. Yusupxodjayev A.A, Xudoyarov S.R. Metallurgiyada ishlab chiqarish texnologiyasi. T.: Turon-Iqbol, 2007 . –126 b.
13. Yusupxodjaev A.A., Xudoyarov S.R., Umarova I.K., To'raxodjaev N.D. Qora va rangli metallarni qayta ishlash. T.: IQTISODIYOT-MOLIYA6 2010. –126 b.
14. Юсупходжаев А.А. Огир рангли металлар металлургияси фанидан маърузалар тўплами. T.: ТошДТУ. –2000. –120 б.

15. Уткин И.Н. Металлургия цветных металлов. –М.: МИСиС, 2001. –486.

16. Мечев В.В., Быстров В.П., Тарасов А.В. и др. Автогенные процессы в цветной металлургии. –М.: Металлургия. 1991. –415 с.

17. Купряков Ю.П. Автогенная плавка медных концентратов во взвешенном состоянии. –М.: Металлургия. 1979. –232 с.

18. Абдурахмонов С.А. Гидрометаллургия жараёнлар назарияси ва дастгохлари. –Навои, 2001. –397 б.

19. Петровская Н.В. Самородное золото. М.: Наука, 1993 г, 168 с.

20. Барченков В.В. Основы сорбционной технологии извлечения золота и серебра из руд. –М.: Металлургия, 1999. –128 с.

21. Масленицкий И.Н., Чугаева Л.В. и др. Металлургия благородных металлов. 2-е изд., перераб. и доп. –М.: Металлургия, 2004. – 432 с.

22. Котляр Ю.А., Меретуков М.А., Стрижко Л.С. Металлургия благородных металлов. –В 2- х т. –М.: МИСиС, 2005.

23. Коровин С.С. Редкие и рассеянные элементы. Учебное пособие для вузов. М.: МИСиС. 2005, –440 с.

24. Зеликман А.Н., Коршунов Б.Г. Металлургия редких металлов. –М., Металлургия. 2000, –56 с.

25. Зеликман А.Н., Меерсон Г.А. Металлургия редких металлов. –М., Металлургия. 2001. –08 с.

26. Internet saytlari:

http://www.elibrary.ru/menu_info.asp – илмий электрон кутубхона;

<http://misis.ru> – Москва пўлат ва қотишмалар институти;

<http://www.mining-journal.com/mj/MJ/mj.htm> - Mining Journal;

<http://info.uibk.ac.at/c/c8/c813> - Institute of Geotechnical and Tunnel Engineering;

<http://www.rsl.ru> – Россия давлат кутубхонаси;

<http://www.minenet.com> – Mining companies;

<HTTP://WWW.N-T.ORG/RI/PS>;

MUNDARIJA

SO'Z BOSHI.....	3
KIRISH.....	4
I BOB. TERMODINAMIKA QONUNLARI.....	8
1.1. Termodinamikaning birinchi qonuni. Entalpiya. Termokimyo.....	8
1.2. Termodinamikaning ikkinchi qonuni. Entropiya. Erkin energiya.....	14
1.2.1. Termodinamikaning II qonuni.....	15
1.2.2. Karno sikli.....	17
1.2. Kimyoviy muvozanat.....	19
1.3. Muvozanat konstantasining haroratga bog'liqligi. Fazaviy o'zgarishlar	26
1.3.1. Ikki va uch komponentli sistemaning fazali diagrammasi.....	30
1.3.2. Fazalar qoidasi va erkinlik darajasini aniqlash.....	31
1.4. Termodinamikaning uchinchi qonuni. Absolyut entropiya usuli.....	33
II BOB. ERITMALAR VA ULARNING XUSUSIYAT- LARI.....	37
2.1. Eritmalar. Suyultirilgan eritmalar.....	37
2.2. Nuqsonsiz eritmalar. Termodinamik faollik.....	42
2.3. Elektrkimyo elementlari. Elektrolit eritmalar. Ionlarni o'tkazish sonlari.....	45
2.4. Galvanik elementlarning termodinamikasi.....	53
2.5. Elektrolitlar faolligi.....	58
2.6. Bolsmanning taqsimlanish qonuni.....	64
III BOB. GAZLAR ISSIQLIK SIG'IMLARI, GAZLAR- DA, SUYUQLIKLARDA VA QATTIQ JISMLARDA O'T- KAZUVCHANLIGI.....	73
3.1. Ideal gazning issiqlik sig'imi. Issiqlik sig'imining kvant nazariyasi.....	73
3.1.1. Issiqlik sig'imining kvant nazariyasi va uning che- garalanganligi.....	74
3.2. Modda ionlarini gazlarda, suyuqliklarda va qattiq jism- larda o'tkazuvchanligi. Ideal gazlardagi o'tuvchanlik.....	79

IV BOB. DIFFUZION HARAKATLANISH.....	88
4.1. Qattiq jismlardagi diffuzion harakatlanish. Gazlarda diffuzion harakatlanishi. Eritmalarda diffuziya holati.....	88
V BOB. METALLURGIYA SANOATINI TASHKIL ETISH.....	91
5.1. Metallarning sinflanishi va ishlatilishi. Metallurgik jarayonlarning sinflanishi.....	91
5.2. Rangli metallar xomashyosi. Metallurgik ishlab chiqarishning mahsulotlari va yarim mahsulotlar.....	98
5.2.1. Metallurgik ishlab chiqarishning mahsulotlari va yarim mahsulotlari.....	103
5.2.2. Pirometallurgiya mahsulotlari. Shteynlar.....	104
5.3. Metallurgik yoqilg'ilar va ularning xillari.....	108
5.3.1. Yoqilg'ilarning turlari va ularni metallurgik pechlarda ishlatish.....	110
5.3.2. Suyuq holdagi yoqilg'ilar.....	113
5.3.3. Gaz holdagi yoqilg'ilar.....	113
5.4. O'tga chidamli materiallar, ularning xillari va ishlatilishi.....	114
5.4.1. O'tga chidamli materiallar haqida qisqacha ma'lumot.....	114
5.4.2. O'tga chidamli mahsulotlarning tasnifi va ishlatilishi.....	117
5.4.3. Pechlarning korpusi.....	120
5.4.4. Pechlarning o'tga chidamli g'ishtlardan teriladigan elementari.....	122
VI BOB. RANGLI METALLARNI ISHLAB CHIQRISH TEXNOLOGIYALARI.....	124
6.1. Mis metallurgiyasi. Misning xossalari va ishlatilishi, mis ajratib olish uchun ishlatiladigan xomashyolar.....	124
6.1.1. Misli xomashyolar va minerallar tarkibi.....	124
6.1.2. Misning xossalari va ishlatilishi.....	128
6.1.3. Misning xomashyolarini boyitish texnologiyasi.....	131
6.1.4. Mis boyitmalarini kuydirish.....	135
6.2. Oltin metallurgiyasi. Oltin ishlab chiqarishdagi metallurgik jarayonlarning tavsifi.....	136

6.2.1. Oltinning fizik-kimyoviy xususiyatlari va minerallari.....	136
6.2.2. Oltin saqlagan rudalarni qayta ishlashga tayyorlash.....	138
6.2.3. Konsentratsion stolda oltinni ajratib olish.....	141
6.2.4. Hidrometallurgik usulda oltinni ajratib olish	142
6.2.5. Sianlash usullari va dastgohlari.....	143
6.2.6. Sorbsion tanlab eritish.....	147
6.2.7. Oltinni to'yingan ionitdan desorbsiyalash.....	149
6.3. Rux metallurgiyasi. Rux ishlab chiqarishdagi metallurgik jarayonlarning tavsifi	153
6.3.1. Rux ishlab chiqarish xomashyosi va asosiy texnologiyalari.....	153
6.3.2. Rux boyitmasini kuydirish jarayoni.....	154
6.3.3. Rux boyitmasini kuydirish jarayonining kimyoviy reaksiyalari.....	155
6.3.4. Kuydirilgan rux boyitmasini tanlab eritish jarayoni.....	158
6.3.5. Ruxni sulfat kislota eritmalaridan elektroliz usulida cho'ktirish	161
VII BOB. QORA METALLARNI ISHLAB CHIQRISH TEXNOLOGIYALARI.....	164
7.1. Cho'yan metallurgiyasi. Cho'yan ishlab chiqarishdagi foydalaniladigan xomashyo.....	167
7.1.1. Cho'yan ishlab chiqarish rudalari	167
7.1.2. Domna pechining tuzilishi va yordamchi qurilmalari.....	169
7.2. Temir rudalarini domna pechida eritish.....	175
7.2.1. Domna pechining mahsulotlari	175
7.2.2. Domna pechi ishining texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlari.....	177
7.3. Po'lat ishlab chiqarish. Konvertorda va marten pechida po'lat ishlab chiqarish	179
7.3.1. Po'lat ishlab chiqarish haqida umumiy ma'lumot.....	179
7.3.2. Konvertorlarda po'lat ishlab chiqarish	182
7.3.3. Marten pechida po'lat ishlab chiqarish.....	185
7.4. Elektr pechlarda po'lat ishlab chiqarish	191

7.4.1. Elektr pechlarining umumiy tavsifi	191
7.4.2. Eritish pechlarni belgilash va ularning tuzilish konstruksiyasi.....	193
7.4.3. Nordon elektr yoy pechlarida po‘lat ishlab chiqarish.....	193
7.4.4. Nordon elektr yoy pechlarda po‘lat ishlab chiqarishning xususiyatlari.....	197
7.4.5. Induksion elektr pechlarda po‘lat ishlab chiqarish	198
VIII BOB. ALYUMINIY METALLURGIYASI.....	204
8.1. Alyuminiy metallurgiyasi. Alyuminiy va uni ishlab chiqarish usullari. Glinozyomni bayer usulida qayta ishlash.....	204
8.1.1. Alyuminiy haqida umumiy ma’lumot.....	204
8.1.2. Glinozyom ishlab chiqarish.....	205
8.1.3. Alyuminiy olishning elektrolitik usuli.....	207
8.2. Rangli metallarning ikkilamchi metallurgiyasi. Alyuminiy ikkilamchi metallurgiyasi.....	208
8.2.1. Alyuminiy tarkibli temir-tersak va chiqindilarni qayta ishlashga tayyorlash.....	208
8.2.2. Alyuminiy tarkibli temir-tersak va chiqindilarni eritish uchun ishlatiladigan pechlar.....	209
8.2.3. Alyuminiy tarkibli temir-tersak va chiqindilarni yal- lig‘-qaytaruvchi pechlarda qayta ishlash.....	211
8.2.4. Ikkilamchi alyuminiy elektropechlarda eritish. Ikkilamchi alyuminiy rafinirlash (tozalash).....	213
GLOSSARIY.....	218
FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR.....	233

Dildora Erkinovna Aribjonova

**METALLURGIYA
ASOSLARI**

(Rangli va qora metallar metallurgiyasi asoslari)

Muharrir: A.Abdujalilov

Musahhih: A.Abdujalilov

Sahifalovchi: V.Sanoyev

Dizayner: N.Ablayev

2020-yil 25-oktabrda chop etishga ruxsat berildi.
Bichimi 60x84^{1/16}. «Times New Roman» garniturasida.
Bosma tabogʻi 15. Adadi 100 dona. Buyurtma № 8/22.

«Excellent Polygraphy» MChJ bosmaxonasida chop etildi.
100190, Toshkent shahri, Shayxontoxur tumani, Jangox
koʻchasi 12 uy, 13 xonadon.