

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

**ISLOM KARIMOV NOMIDAGI TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA
UNIVERSITETI**

**PIROMETALLURGIYA JARAYONLARI
NAZARIYASI**
amaliy mashg‘ulotlar.

USLUBIY QO‘LLANMA

Toshkent 2022

UDK 669.

Mirzajonova. S.B., Bohodirova N.Q. Pirometallurgiya jarayonlari nazariyasi. Amaliy mashg'ulotlar. Uslubiy qo'llanma. - Toshkent: ToshDTU,2022.-80 b.

Uslubiy qo'llanmada kimyo va fizikaviy kimyo qonuniyatlarini metallurgik hisobotlarga qo'llanish misollari keltirilgan. Hisobotlarga kerak bo'lgan informatsion materiallar va mustaqil ishlashga vazifalar berilgan. Uslubiy qo'llanmada "Pirometallurgiya jarayonlari nazariyasi" fanidan tayyorlangan uslubiy qo'llanma 2018-2019 o'quv yillariga mo'ljallangan bo'lib, "Metallurgiya" yo'nalishi talabalariga mo'ljallangan va fanni to'liq o'zlashtirishga yo'naltirilgan amaliyot ishlari to'plangan va jamlangan. Har bir ish ikki soatga mo'ljallangan bo'lib, ishning maqsadi, ishni bajarish uchun kerakli materiallar, zavodlarda yuz beradigan jarayonlarning hisob- kitob ishlari to'liq ochib berilgan va har bir dastgohning ishlab chiqarish unumdorligi aniq ko'rsatib berilgan.

*Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti ilmiy-
uslubiy kengashi qarori asosida nashr etildi
(25.05.2022 y. 9-sonli bayonnoma)*

Taqrizchilar:

1. Yakubov M.M. "Fan va taraqqiyot" DUK raisi muovini, texnika fanlari doktori, professor
2. PhD Berdiyarov B.T.. ToshDTU, "Konchilik ishi va metallurgiya" fakulteti, "Metallurgiya" kafedراسi mudiri, PhD

© Toshkent davlat texnika universiteti, 2022

Kirish

Metallurgiya- bu dastlabki xomashyodan tayyor metall yoki uning quymasini olguncha fan, ilm va texnologiyalar tarmog'idir. **Metallshunoslik** - metallarning tuzilishi va xususiyatlarini o'rganadigan fandır.

Kimyoda metallar guruhiga D.I.Mendeleyev davriy jadvalining chapki qismida joylashgan elementlar kiradi. Bu elementlar nometall elementlar bilan kimyoviy reaksiyalarga kirishib, ularga o'zini tashqi qobig'ida joylashgan elektronlarni (valentli elektronlarni) nometall beradi. Buning sababi- metallning tashqi qobig 'idagi elektronlar yadro bilan sust bog ' - langan. Undan tashqari, tashqari qobiqdagi elektronlar soni ko'p emas (hammasi bo'lib 1 – 2), nometallarda esa elektronlar soni ko'p (5 – 8).

Texnikada metall deb uning metallik yarqirashiga ega bo'lgan elementlar kiradi. Undan tashqari- metallarga plastiklik (muayyanlik) xususiyatlari ham xosdir. Bunday xususiyatlar nafaqat elementlar, masalan Al, Cu, Fe va boshqalar, balki murakkab birikmalar ham mavjuddir. Bunday quymalarni metallik quymalar deb nomlanadi. Barcha metallarda yuqori darajada elektr va issiqlik o'tkazish xususiyati bordir.

Metall va nometall kimyoviy reaksiyaga o'zaro ta'siri metall atomidan nometall atomiga o'tadi. Buning natijasida metall atomlar musbat zaryadga ega bo'ladi, nometall atomi esa -manfiy zaryadga ega bo'ladilar.

Metallik holatining nazariyasi metallarni musbat zaryadga ega bo'lgan, manfiy zaryadga ega bo'lgan elektronlar o'rab olgan modda deb qabul qiladi. Uni bu elektronlar metall hajmi tinimsiz harakat qilib bitta aniq atomga emas, balki barcha atomlarga bog'liq deb qabul qilinadi.

Shunday qilib metallarning kristallik tuzulishining asosiy ko'rsatkichi bu elektronlarning mavjudligidir. Metallarning ajralib turadigan xususiyatlari ana shu elektronlarning oson harakat qilishi bilan bog'langan.

1 - amaliy mashg'ulot

Metallurgiyada stexiometrik hisoblash

Ishdan maqsad: Stehonometriyada hisob – kitob qilishni o'rganish , moddalarning tarkibiy qismini aniqlash

Hozirgi zamonda texnik hisoblarda ilmiy ishlab chiqarishda uzunlik o'lchov tizimidan foydalaniladi. Texnik va uzunlik o'lchov tizimining asosiy birliklari; 1 m, 1 kg, 1 sek (MKS).

Biror narsaning katta-kichikligini ifoda etishda fizikaviy va fizika-kimyoviy miqdorlarini hisoblashda (CGS) tizimidan, ya'ni asosiy birliklari bo'lgan 1 sm, 1 g, 1 sek. dan foydalanamiz.

Uzunlik o'lchov tizimining asosiy fazilatlari quyidagilar:

1. Uning bir xil o'nga bo'linishi. Uzunlikning, hajm, og'irlik, mayda birligida 10, 100, 1000 va juda mayda birliklar ham bor bo'lib, ular ko'paytirish va bo'lish orqali oson topa oladi.

2. Og'irlikning o'lchov birligi etib (dengiz yuzining 45 kenglikdagi past-balandlik darajasi olingan) 4°C haroratdagi toza suvning bir kub detsimetr (litr) og'irligi olingan, bu o'z navbatida 1 m suv 1000 kg, yoki 1 t, shuningdek 1 sm³ - 1 grammga tengdir. Har qanday moddaning solishtirma og'irligini bilib uning hajmini topish mumkin yoki aksincha.

Shu ikki o'lchov birligidan foydalangan holda hisob-kitoblar ancha soddashtirilgan holda hisoblangan. Shuning uchun metr o'lchov tizimi 1875-yilda o'lchov va og'irlik o'lchovi internatsional konvensiyasida xalqaro tan olingan.

Shunga qaramay hozirgi ba'zi bir davlatlar eski noqulay tizimdan foydalanib kelishadi. Bular qatoriga ingliz tili davlat tili bo'lgan davlatlar (Buyuk Britaniya, AQSH, Kanada va boshqalar) kiradi, ularda asosiy uzunlik o'lchov birligi etib, 1 funt (12 dyuym = 0,3048 m); og'irlik birligi - funt (16 untsiy = 7000 gran = 0,4536 kg) va 1 ingliz t (2240 funt = 1,016 m) va hokazo.

Ingliz tilida metallurgiya bo'yicha juda ko'p kitoblar bor, shuning uchun metallurgiyada tez-tez inglizcha uzunlik o'lchov birligi va og'irlik o'lchov birliklariga murojaat etishga to'g'ri keladi. Ingliz adabiyotida materiallar raqami uzunlik bo'yicha hisoblab chiqariladi. Adabiyotlarda inglizcha o'lchov birligidan bu o'lchov birligiga o'tishda o'tish ko'paytiruvchilari berilgan.

Stexiometrik va issiqlik metallurgik hisob-kitoblarda uzunlik asosiy

o'lchov birligi qilib olingan.

Og'irlik (M, m) asosiy metallurgik og'irlik o'lchovlari etib kilogramm (kg), ko'p miqdordagi tonna (t), kichik miqdordagiga og'irlik uchun-gramm (g) olingan.

Ba'zi hollarda moddaning og'irligi molekular birlikda kilogramm-molekula (kg-mol) yoki gramm-molekula (g-mol), ya'ni moddaning miqdori mirdaks ifodalanadi. Shunga ko'ra uning molekular og'irligi kg yoki grammda ifodalanadi. Masalan: 1 kg-mol kislorod 32 kg, oltingugurt angidrid 64 kg, pirit - 120 kg yoki 1 g-mol shunga muvofiq 32, 64, 120 g tengdir.

Moddaning og'irlik o'lchovidan osongina molekulyar og'irlik o'lchoviga yoki aksincha o'tish mumkin. Masalan: 224 kg oltingugurt angidrid $224 : 64 = 3,5$ kg-mol bo'lsa, $0,8$ kg $\text{SO}_2 = 64 \cdot 0,8 = 51,2$ kg tengdir. 36 kg pirit $36 : 120 = 0,3$ kg teng bo'lsa, 12 kg-mol esa $120 \cdot 12 = 1440$ kg tengdir.

Hajm, sig'im (V, v). Bir metr kub (m^3), sig'im 1 kg olingan. Sig'im uchun 1 litr - 1 kg suv olingan, uning katta bo'lmagan zichlik bilan, ya'ni (4 haroratda 1 atm.).

Texnikada qattiq moddalarning hajmi asosan m^3 da, suyuq va gazlar esa l (litr) va m^3 da o'lchanadi.

Solishtirma og'irlik (D, d), solishtirma hajm (v/g)- jismning uning hajmiga nisbatan solishtirma og'irlik deyiladi, va g/sm^3 deb ifodalanadi.

$$D = m/v = g/v$$

Suvning 4°C harorat ostidagi va 1 at. dagi zichligi (solishtirma og'irligi) $1 \text{ g}/\text{sm}^3$ bo'lsa, unda qattiq jismlarning va suyuqlikning (4°C va 15°C) solishtirma og'irligi tenglashtirishda 1 deb olinadi. Gazlarning zichligini tenglashtirishda normal sharoitda havo olinadi.

Solishtirma og'irlik va zichlik o'rtasida farq bo'lmasada, qattiq jismlar uchun solishtirma og'irlik va gazlar uchun zichlik, suyuq moddalar uchun solishtirma og'irlik va zichlik termini qo'llaniladi.

Qattiq jismlar va suyuqlikning solishtirma og'irligi uchun haroratning va bosimning unga ahamiyati yo'q, shuning uchun ularga har xil haroratda va bosimda bir xil qabul qilinadi. Aksincha, gazlarning zichligini o'lchashda bosim va harorat katta rol o'ynaydi. Har xil moddalarning solishtirma og'irligi quyidagi formula bo'yicha chiqariladi:

$$D = \frac{100}{\frac{a}{d_1} + \frac{b}{d_2} + \frac{c}{d_3} \dots}$$

Solishtirma hajm (v/g) deb 1sm^3 , 1m^3 va 1l joydagi 1kg, 1t aytiladi. Solishtirma hajm solishtirma og'irlikning teskarisidir.

$$D = \frac{100}{\frac{65}{5} + \frac{12}{4,2} + \frac{5}{4,0} + \frac{18}{2,7}} = 4,2$$

Bosim (P, p). Bir maydon sirtiga ta'sir qiluvchi kuch bosim deb yuritiladi. Texnikada bosim atmosfera (1at) simob usti bilan o'lchanadi (mm.rt.st), 1mm suv ustini, yoki 1sm^2 dagi kg (kg/sm^2) bilan o'lchanadi, ingliz tizimida esa 1 kvadrat dyuymdagi 1 ingliz funti bosim deb ifodalanadi.

Fizik va texnik atmosferalarga bo'linadi.

1. Fizik atmosfera deb 760 mm simob ustuni (0°C) otidagi bosimga aytiladi yoki normal holda, ya'ni $1033,3\text{ g}/\text{sm}$ bosimga teng. Texnik yoki uzunlik (o'lchov) atmosfera etib $1,0333\text{ kg}/\text{sm}$ bosimga teng. Texnik yoki uzunlik (o'lchov) atmosfera etib $1,0333\text{ kg}/\text{sm}$ yoki $10333\text{ kg}/\text{m}$ olinadi.

Monometrik yoki ortiqcha (r.atm) va absolut yoki haqiqiy (Pa, atm) bosimni aniqlash kerak. Monometrik bosim monometr yordamida o'lchanadi, uning siyraklashuvini (vakuum,r) o'lchaydi, ya'ni ushbu apparatdagi barometrik bosimni, ortiqcha salbiy bosimni yoki oxirgi o'lchangan bosimda ortiqcha bosimni o'lchaydi. Absolyut bosim barometrik va monometrik bosimning algebraik yig'indisidan tashkil topadi:

$$P_a = P_v + P_h \text{ (agar bosim atmosferadan ko'p bo'lsa)}$$

$$P_a = P_v - P_h \text{ (agar siyraklashsa)}$$

$$P_a = P_v + P_h = 0,00136 \cdot 750 + 1,83 = 2,85\text{ kg}/\text{sm}^2.$$

$$P_a - P_v - P_h = 750 - 529 - 221\text{ mm rt.st.}$$

$$0,00136 \cdot 221 = 0,30\text{ kg}/\text{sm}^2.$$

Harorat (T, t). Texnikada haroratni o'lchash kerak, ya'ni jismning qizish darajasini, xalqaro harorat gradus (C)da, ingliz tilidagi davlatlarda esa Faringeyt ($^\circ\text{F}$) shkalasida o'lchanadi. Fizik-kimyoviy

hisob-kitoblarda asosan absolut harorat Kelvin (K) shkalasi bo'yicha hisoblanadi, bunda graduslar xalqaro nol °C deb topilgan absolut nol harorat - 273°C hisoblab chiqariladi. Demak, absolyut harorat quyidagi nisbat bo'yicha topiladi:

$$T=273^{\circ} + t^{\circ}$$

Issiqlik (Q, q). Issiqlik katta yoki kichik kaloriyada hisoblanadi (kkal). Kichik kaloriya deb 1°C haroratda 1 g suvni normal bosim ostida isitish uchun ketgan issiqlikka aytiladi (ya'ni 19,5°C dan 20°gacha), bitta katta kaloriya deb esa, shu sharoitda 1 kg suvni 1°C da isitishga ketgan issiqlikka aytiladi. Shunday qilib 1 kkal - 1000 kal, shuning uchun bundan keyin katta kaloriya - kilokaloriya deb yuritiladi. Texnik hisoblarda issiqlik kilokaloriya bilan o'lchanadi.

Nazorat uchun savollar

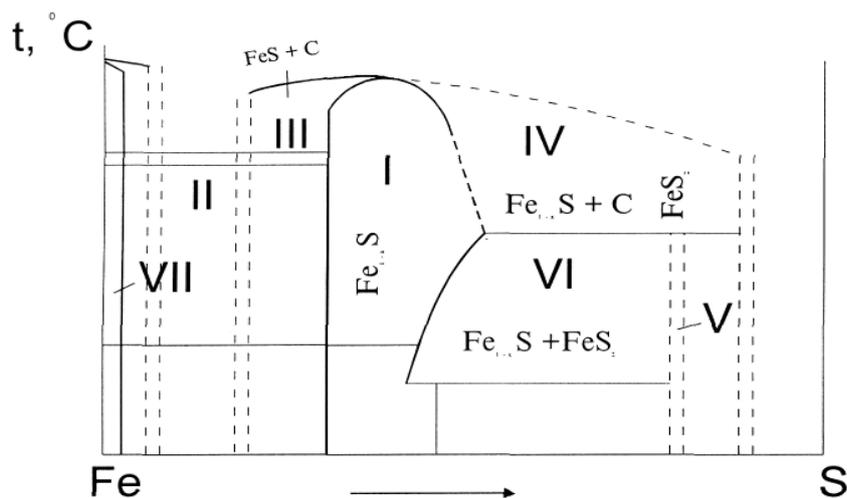
1. Stexiometriya deb nimaga aytiladi?
2. Bosim, harorat, solishtirma og'irlik o'lchov birliklari qanday nomlanadi?
3. Moddalar massasining saqlanish qonuniga ta'rif bering.
4. Tarkibning doimiylik qonuni va uning metallurgiyada qo'llanilishi.

2- amaliy mashg'lot

Metall – oltingugurt sistemasida erkinlik darajasini misollar yordamida hisoblash

Ishdan maqsad: Sulfidli va oksidli rudalar oltingugurt sistemasida erkinlik darajasini hisob – kitob qilishni o'rganish.

Temir sulfidlari – sulfidli rudalar va shteynlarning asosiy tashkil qiluvchisidir. Bu sistemada bitta turg'un kimyoviy birikma paydo bo'ladi. Bu birikmaning nomi – **pirrotin** (1- faza), formulasi – **FeS**. Bundan tashqari 745⁰ C cheklangan haroratda mustahkam bo'lgan kimyoviy birikma – **pirit** (**FeS₂**, 2- faza) ham mavjuddir (1- rasm). Ammo 745⁰ C dan yuqori haroratda pirit parchalanadi:



2.1- 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.

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

1.1. 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 bo'lgan parametrlarning eng kichik soni – **erkinlik darajasi** deyiladi. **Erkinlik darajalari soni (C)**– fazalar sonini o'zgartirmasdan turib, ma'lum

chegarada o'zgartirilishi mumkin bo'lgan mustaqil o'zgaruvchi kattaliklar parametrlari soniga teng.

Gibbsning fazalar qoidasi geterogen sistemalar uchun qo'llaniladi:

$$\varphi(F, K, C) = 0 \quad (1.1)$$

Uning matematik ifodasi quyidagilarga teng:

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

$$C = K - F + 2 \quad (1.2)$$

bu yerda: C – sistemaning erkinlik darajalari soni;

K – sistemadagi komponentlar soni;

F – sistemadagi fazalar soni.

Agar sistema faqat qattiq va suyuq holatlardan iborat bo'lsa, bosim o'zgarmas bo'lgani uchun erkinlik darajasi bittaga kamayadi hamda gaz fazasi hisobga olinmaydi. Uning ifodasi esa quyidagicha:

$$C = K - F + 1 \quad (1.3)$$

Namunaviy masalalar yechish

1-masala. Pirrotinning formulasi $Fe_{1-x}S$ bo'lib, bu yerda X – pirrotinning kristallik tuzilishidagi temirning vakansiyasidir. Agar shu vakansiya 0,1 ga teng bo'lsa, birikmadagi elementlarning foiz (%) tarkibi qanday bo'ladi? ($M(Fe) = 56$ gr/mol; $M(S) = 32$ gr/mol.)

Yechish.

1) $X = 0,1$ bo'lsa, u holda $1 - X = 1 - 0,1 = 0,9$ mol Fe bo'ladi.

Demak, bu birikmaning formulasi $Fe_{0,9}S$ ga to'g'ri keladi.

2) Har bir tashkil qiluvchi elementning massasini aniqlaymiz:

$$0,9 \cdot 56 = 50,4 \text{ gr Fe}$$

$$1 \cdot 32 = 32 \text{ gr S}$$

$$\text{Jami: } 50,4 + 32 = 82,4 \text{ gr Fe}_{0,9}\text{S}$$

3) Endi har bir elementning massa ulushini (%) aniqlaymiz:

$$\begin{array}{l} 82,4 \text{ — } 100\% \\ 50,4 \text{ — } x \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 82,4 \text{ — } 100\% \\ 32 \text{ — } x \end{array}$$

$$X = \frac{50 \cdot 100}{82,4} = 61,17 \% \text{ Fe}$$

$$X = \frac{32 \cdot 100}{82,4} = 38,83 \% \text{ S}$$

Javob: birikma tarkibida 61,17 % Fe va 38,83 % S bor.

2-masala. Pirrotinning formulasi Fe_{1-x}S ga to'g'ri kelganini bilgan holda tarkibida 41,67% - S, va 58,33% - Fe bo'lgan pirrotindagi temirning vakansiyasi (X)ni toping.

Yechish.

1) Dastlab ularning nisbatini aniqlaymiz:

$$\text{Fe} = \frac{58,33\%}{56} = 1,042 \quad \text{S} = \frac{41,67\%}{32} = 1,302$$

$$\text{Nisbatlari: Fe : S} = \frac{58,33\%}{56} : \frac{41,67\%}{32} = 1,042 : 1,302 = 0,8 : 1$$

Demak, tarkibida 0,8 mol Fe va 1 mol S mavjud bo'lgan pirrotinning formulasi: $\text{Fe}_{0,8}\text{S}$ bo'ladi.

2) Fe ning vakansiyasi (X) esa quyidagi tenglama orqali topiladi: Fe_{1-x}S da

$$\begin{aligned} 1 - X &= 0,8 \\ - X &= 0,8 - 1 \\ - X &= - 0,2 \\ X &= - 0,2 : (-1) \\ X &= 0,2 \end{aligned}$$

Javob: Pirrotindagi temirning vakansiyasi 0,2 mol.

3-masala. Uglerodli po'lat olishda temir – uglerod (Fe – C) sistemasida 1200 – 1300 °C haroratda austenit va ferrit fazalari mavjud bo'lsa, shu sistemaning erkinlik darajasi sonini aniqlang.

Yechish.

1) Dastlab komponentlar va fazalar sonini aniqlab olamiz:

Komponentlar soni $K = 2$ ta (Fe va C);

Fazalar soni $F = 2$ ta (austenit, ferrit).

2) Olingan ma'lumotlarni (1.3) formulaga qo'yib quyidagini aniqlaymiz:

3)

$$C = K - F + 1 = 2 - 2 + 1 = 1$$

Javob: Fazalar qoidasiga binoan, sistemada erkinlik darajasi soni 1 ga teng bo'lib, bu shu sistemani muvozanatga keltirishda bitta parametr yetarli ekanligini bildiradi.

Nazorat uchun savollar

1. Pirrotinning formulasi $Fe_{1-x}S$ bo'lib, bu yerda X – pirrotinning kristallik tuzilishidagi temirning vakansiyasidir. Agar shu vakansiya 0,2 ga teng bo'lsa, birikmadagi elementlarning foiz (%) tarkibi qanday bo'ladi? ($M(Fe) = 56$ gr/mol; $M(S) = 32$ gr/mol.)

2. Pirrotinning formulasi $Fe_{1-x}S$ ga to'g'ri kelganini bilgan holda tarkibida 61,17% – Fe, va 38,83% – S bo'lgan pirrotindagi temirning vakansiyasi (X)ni toping.

3. Uglerodli po'lat olishda temir – uglerod (Fe – C) sistemasida 1500 °C haroratda ferrit va suyuq fazalar mavjud bo'lsa, shu sistemaning erkinlik darajasi sonini aniqlang.

4. Uch komponentli sistemada fazalar qoidasiga binoan sistemaning erkinlik darajalari soni uchga teng bo'lsa, shu sistemada necha xil faza mavjud?

3 - amaliy mashg'ulot

Murakkab birikmalarning dissotsiatsiyasi asosida misol va masalalar yechish

Ishdan maqsad: Murakkab birikmalar va ularning dissosiasiyasi asosida hisob – kitob qilishni o'rganish, moddalarning tarkibiy qismini aniqlash

Yuqorida ko'rsatilgan qonunlar kimyoviy formulalar tuzishda va kimyoviy reaksiyalarni kimyoviy tenglamalar ko'rinishida ko'rsatishda qo'llaniladi. Kimyoviy tenglamalarda chap tomonda barcha reaksiyaga kirishgan moddalar va o'ng tomonda esa barcha hosil bo'lgan moddalar ko'rsatilgan.

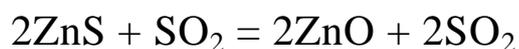
Kimyoviy tenglamaning chap va o'ng tomonidagi moddalar kimyoviy, fizikaviy xossalari jihatidan bir-biridan farq qiladi, ammo chap va o'ng tomonlar bir xil massaga ega bo'lishadi. Shuning uchun

kimyoviy tenglamalar moddaning saqlanish qonuniga asosan algebraik qonuniyatga bo'ysunmaydi, algebraik hisoblanadi xolos.

Kimyoviy jarayonlar vaqtida reaksiyaga kirishayotgan moddalar-ning miqdoriy munosabatini ko'rsatadi, uning eng asosiy bahosi ham shudir.

Stexiometrik hisoblar bo'yicha molekulyar tenglamalarda reaksiya kirishayotgan moddalar molekulyar formulalarda ifodalanadi. Molekulyar tenglamalar og'irligi, hajmi bo'yicha oson hisoblanadi va biri ikkinchisiga o'ta oladi.

1-misol. Rux sulfidi kislorod bilan reaksiyaga kirishi natijasida rux oksidi hosil bo'lib, gaz ajralib chiqadi. 150 kg rux sulfididan qancha miqdorda gaz ajralib chiqishini hisoblash quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:



3.1 –jadval

Molekulalar...	2	3	3	2
Hajmi	-	$3 \cdot 22,4 = 67,2$	-	$2 \cdot 22,4 = 44,8$
Og'irligi	$2 \cdot 97,44$	$3 \cdot 32$	$2 \cdot 81,38$	$284,06$
	194,88	96	162,76	128,12

$$\begin{array}{r}
 194,88 \text{ kg ZnS} \\
 150 \text{ kg ZnS}
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{r}
 96 \text{ kg O}_2 \\
 x \text{ O}_2
 \end{array}$$

$$x = \frac{96 \cdot 150}{194,88} = 73,9 \text{ kg}$$

Kislorodning hajmini quyidagi proporsiya orqali hisoblab topamiz.

$$\begin{array}{r}
 194,88 \text{ kg ZnS} \text{ ajraladi } 67,2 \text{ m}^3 \text{ O}_2 \\
 150 \qquad \qquad \text{ZnS} \qquad \qquad \qquad x \text{ O}_2
 \end{array}$$

$$x = \frac{67,2 \cdot 150}{194,88} = 51,7 \text{ m}^3 \text{ atm.da}$$

Massa bo'yicha formulaga qo'yib yechilsa hajmi to'g'irligi ko'rinadi

$$V = g \frac{22,4}{M} = 73,9 \frac{22,4}{32} = 51,7 m^3$$

Oltungugurt angidridi olish uchun proporsiya bo'yicha hisoblab topamiz:

$$\begin{array}{ccc} 194,88 \text{ kg ZnS} & \text{oksidlanish natijasida} & 44,8 \text{ m}^3 \text{ SO}_2 \\ 150 & \text{ZnS} & x \text{ SO}_2 \end{array}$$

$$x = \frac{44,8 \cdot 150}{194,88} = 34,5 m^3 \text{ (0}^\circ \text{ yoki 1atm.ga teng)}$$

Og'irlik miqdori bo'yicha formulaga qo'yib topamiz

$$n = M \frac{M}{22,4} = 34,5 \frac{64,06}{22,4} = 98,7 kg$$

ZnO ni olingan miqdori quyidagicha

$$\frac{162,76}{194,88} = 125,8 kg.$$

Nazorat uchun savollar

1. Mis sulfidini stexiometrik usul bilan ajratib olish bo'yicha aniqlang.
2. Avogadro qonuniyatidan kelib chiqqan holda sulfid oksidining hajmini aniqlang.
3. Moddalarning parchalanishi qanday holatlar uchun misol bo'la oladi?
4. Murakkab birikmalarning dissotsiatlanishiga asosiy sabablarni keltiring.

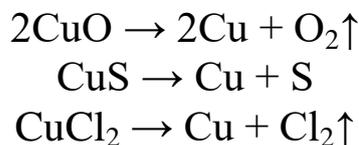
4 - amaliy mashg'ulot

Oksid, sulfid va galogenidlarning parchalanish jarayoni termodinamikasi asosida misollar yechish

Ishdan maqsad: Oksid, sulfid va galogenidlarning parchalanish jarayoni termodinamikasi asosida hisob – kitob qilishni o'rganish, moddalarning tarkibiy qismini aniqlash

Pirometallurgiyaning yuqori haroratli jarayonlarida odatdagi

sharoitlarda turg'un metall oksidi va metall sulfidlari ularni tashkil etuvchi moddalarga parchalanadi. Bunday kimyoviy jarayon – **parchalanish jarayoni** deyiladi. Masalan, mis oksidi, mis sulfidi va mis galogenidining parchalanishini ko'rib chiqamiz:



bu jarayonning to'la oqib o'tishi tashqi omillar (bosim va harorat)ga, shuningdek, moddalarning tabiatiga va aktivligiga bog'liqdir.

Parchalanish jarayonining haroratga bog'liqligi

Parchalanish jarayonlari endotermik jarayondir va bunda issiqlik yutiladi. Shuning uchun ham, parchalanish jarayonlarini oqib o'tishida haroratni boshqarish katta ahamiyatga ega. Masalan, umumiy holda ikki valentli metall oksidining parchalanish reaksiyasi quyidagicha oqib o'tadi:



bu yerda: ΔH – reaksiyaning entalpiyasi, kJ/mol;

-Q – reaksiyada yutilgan issiqlik miqdori, kJ.

Reaksiya vaqtida ajraladigan yoki yutiladigan issiqlik miqdori reaksiya uchun olingan moddalar va reaksiya mahsulotining zaxira energiyasiga bog'liq. O'zgarmas bosimda o'lchangan bu nisbiy energiya miqdori **entalpiya** (H) deb ataladi. Entalpiyaning o'zgarishi mollar sonini hisobga olib yoziladi. Reaksiyaning entalpiyasini topish uchun reaksiya mahsulotlari entalpiyasi yig'indisidan reaksiya uchun olingan dastlabki moddalar entalpiyasi yig'indisini ayiriladi:

$$\Delta H = \sum \Delta H_{\text{reak.mah.}} - \sum \Delta H_{\text{dast.modda.}} \quad (4.2)$$

Termokimyoviy reaksiyalarda bu qiymatlarni bilish muhimdir. Chunki bu ko'rsatkichlar tufayli reaksiyaning ekzotermik yoki endotermik turga tegishli ekanligi aniqlanadi. Agar endotermik reaksiya turiga tegishli bo'lsa, u holda haroratni oshirish talab etiladi. Bu ko'rsatkichlar aniqlanishi kerakligining qulay tomoni shundaki, hech qanday tajriba o'tkazmasdan turib nazariy jihatdan jarayonning berilgan haroratda borish-

bormasligini aniqlashga erishiladi. Bu qiymatlar standart ma'lumotnomalarda keltirilgan.

Parchalanish jarayonining bosimga bog'liqligi

$2\text{MeO} = 2\text{Me} + \text{O}_2 + \Delta N$ ko'rinishdagi reaksiya uchun umumiy holda ajralish reaksiyasi muvozanatining o'zgarmas doimiyligi quyidagiga teng:

$$K = \frac{P_{\text{O}_2} \cdot a_{\text{Me}}^2}{a_{\text{MeO}}} \quad (4.3)$$

Agar Me va MeO kondensatsiyalangan shaklda bo'lsa:

$$K = R_{\text{O}_2} \quad (4.4)$$

bu yerda: K – reaksiyaning muvozanat doimiysi;

P_{O_2} – reaksiya natijasida ajralib chiqqan kislorodning parsial bosimi;

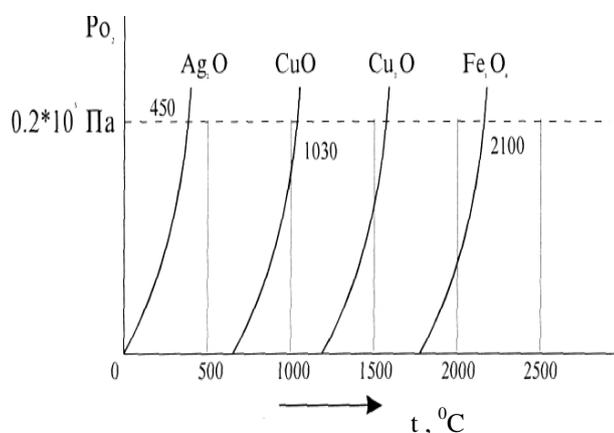
a_{Me} – reaksiyadagi metallning faolligi; a_{MeO} – reaksiyadagi metall oksidining faolligi.

Oksidlarning parchalanish jarayoni atrof-muhitdagi kislorodning parsial bosimga bog'liqdir. Gazlar aralashmasi ko'rsatadigan umumiy bosimning biror gaz hissasiga to'g'ri keladigan qismi shu gazning **parsial bosimi** deb ataladi. Masalan, tarkibi 21% kislorod (O_2) va 79% azot (N_2) bo'lgan havoning o'rtacha bosimi bir atmosferaga (1 atm.) to'g'ri kelsa, uning tarkibidagi kislorodning parsial bosimi 0,21 atm.ga teng. Azotniki esa 0,79 atm.ga to'g'ri keladi. Parchalanish jarayoni oqib o'tishi uchun reaksiya natijasida ajralib chiqayotgan kislorodning parsial bosimi atrof-muhitdagi kislorodning parsial bosimidan yuqoriroq bo'lishi kerak. Shundan keyingina parchalanish jarayoni oqib o'tishi mumkin.

$$P_{\text{O}_2(\text{parchalanish})} > P_{\text{O}_2(\text{atrof-muhit})} \quad (4.5)$$

Agar aksincha holat bo'lsa, ya'ni atrof-muhitdagi kislorodning parsial bosimi yuqori bo'lsa ($P_{\text{O}_2(\text{parchalanish})} < P_{\text{O}_2(\text{atrof-muhit})}$), unda oksidlanish jarayoni yuz beradi. Bundan ko'rinadiki, oddiy atmosferada parchalanish davrida ajralib chiqadigan kislorodning parsial bosimi 0,21 atm.dan katta bo'lsagina parchalanish jarayoni oqib o'tadi (ya'ni $P_{\text{O}_2(\text{parchalanish})} > 0,21$ atm.). Atrof-muhitdagi kislorodning parsial bosimi qanchalik kamroq bo'lsa, shunchalik moddalarning parchalanishi osonroq bo'ladi. Masalan, kosmosda kislorodning konsentratsiyasi nolga teng bo'lgani uchun uning

parsial bosimi ham nolga teng bo‘ladi. Shuning uchun kosmosda moddalar 0°C da ham parchalanaveradi. Ammo yer atmosferasida unday emas. Ularning parchalanishi uchun vakuumli sharoit yoki ajralib chiqayotgan kislorodning parsial bosimini oshirish talab qilinadi. Parsial bosimni oshirish uchun haroratni oshirish kerak. Har bir moddaning o‘z parchalanish harorati mavjuddir. Bu haroratda moddalar qizib ularning dissotsiatsiyasi (ya’ni dastlabki elementlarga ajralishi) yuz beradi. Bunda ajralib chiqayotgan kislorodning parsial bosimi atrof-muhitdagi kislorodning parsial bosimidan oshib ketadi va parchalanish jarayoni to‘liq oqib o‘tadi. Quyida ba’zi bir moddalarning oddiy atmosferada parchalanish harorati keltirilgan:

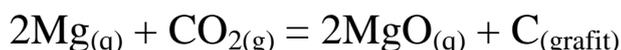


4.1-rasm. Parsial bosimning haroratga bog‘liqligi

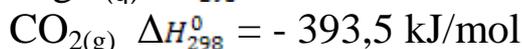
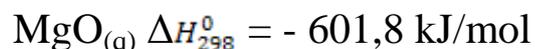
Namunaviy masalalar yechish

1-Masala. Magniying (Mg) karbonat angidrid (CO_2) bilan reaksiyasining standart entalpiyasini toping.

Yechish. Mg ning CO_2 bilan reaksiyasi tenglamasini tuzamiz:



Ma’lumotnomadan moddalarning standart entalpiyasi berilgan jadvaldan foydalanib MgO va CO_2 uchun ΔH_{298}° qiymatini topamiz.



$$2 \text{ mol MgO uchun } \Delta H_{298}^{\circ} = 2 \cdot (- 601,8 \text{ kJ/mol}) = - 1203,6 \text{ kJ}$$

1 mol CO₂ uchun $\Delta H_{298}^0 = 1 \cdot (-393,5 \text{ kJ/mol}) = -393,5 \text{ kJ}$

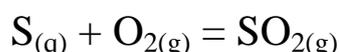
Bulardan foydalanib, (2.2) formula orqali reaksiyaning entalpiyasini topamiz.

$$\Delta H_{298}^0 = \sum \Delta H_{\text{reak.mah.}} - \sum \Delta H_{\text{dast.modda.}} = -1203,6 \text{ kJ} - (-393,5 \text{ kJ}) = -1203,6 \text{ kJ} + 393,5 \text{ kJ} = -810,1 \text{ kJ}$$

Javob: Reaksiyaning standart entalpiyasi $\Delta H_{298}^0 = -810,1 \text{ kJ}$ ga teng. Entalpiyaning (-) ishorasi reaksiyaning ekzotermik ekanligini bildiradi.

2-masala. 3,2 g oltingugurt (S) yonganda 27,9 kJ issiqlik ajralib chiqadi. Sulfit angidridning (SO₂) hosil bo'lish issiqligini toping.

Yechish. S ning O₂ bilan reaksiyasi tenglamasini tuzamiz:



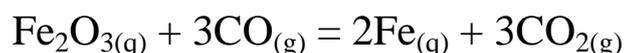
Reaksiyadan ko'rinadiki, 1 mol S yonganda 1 mol SO₂ ajralib chiqadi. Demak, 1 mol SO₂ olish uchun 32 g S yondiriladi. Bundan kelib chiqib quyidagi proporsiyani tuzamiz:

$$\begin{array}{l} 3,2 \text{ g} \quad \text{---} \quad 27,9 \text{ kJ} \\ 32 \text{ g} \quad \text{---} \quad x \\ x = \frac{32 \cdot 27,9}{3,2} = 279 \text{ kJ/mol} \end{array}$$

Javob: 279 kJ/mol.

3-masala: 80 g gematit (Fe₂O₃) ni is gazi (CO) bilan tiklanishida 13,4 kJ issiqlik ajralib chiqadi. Fe₂O₃ ning hosil bo'lish entalpiyasini aniqlang.

Yechish. Fe₂O₃ ning CO bilan tiklanish reaksiyasi tenglamasini tuzamiz:

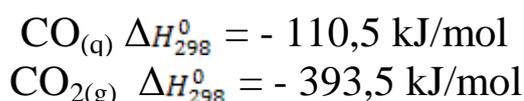


1 mol Fe₂O₃ tiklanishidagi ΔH_{298}^0 qiymatini topamiz.

$$\begin{array}{l} 80 \text{ g} \quad \text{---} \quad 13,4 \text{ kJ} \\ 160 \text{ g} \quad \text{---} \quad x \\ x = 28,6 \text{ kJ} \end{array}$$

Ma'lumotnomadagi hosil bo'lish standart entalpiyasi berilgan

jadvaldan foydalanib CO va CO₂ uchun ΔH_{298}^0 qiymatini topamiz.



$$3 \text{ mol CO uchun } \Delta H_{298}^0 = 3 \cdot (- 110,5 \text{ kJ/mol}) = - 331,5 \text{ kJ}$$

$$1 \text{ mol CO}_2 \text{ uchun } \Delta H_{298}^0 = 3 \cdot (- 393,5 \text{ kJ/mol}) = - 1180,5 \text{ kJ}$$

Bulardan foydalanib, (2.2) formula orqali Fe₂O₃ ning hosil bo'lish issiqligini x bilan belgilab, quyidagi tenglamani tuzamiz:

$$\begin{aligned}\Delta H_{298}^0 &= \sum \Delta H_{\text{reak.mah.}} - \sum \Delta H_{\text{dast.modda.}} \\ -26,8 &= - 1180,5 - (- 331,5 + x) \\ -26,8 &= - 1180,5 + 331,5 - x \\ x &= - 1180,5 + 331,5 + 26,8 \\ x &= - 822,2 \text{ kJ/mol}\end{aligned}$$

Javob: Fe₂O₃ ning hosil bo'lish entalpiyasi $\Delta H_{298}^0 = - 822,2 \text{ kJ/mol}$ ga teng.

4-masala. Muvozanat holatda turgan qo'rg'oshin (II) oksidining parchalanishi reaksiyasida hosil bo'lgan qo'rg'oshin bug'ining faolligi 100 kJ/mol, qo'rg'oshin (II) oksidi bug'ining faolligi 80 kJ/mol va ajralib chiqqan kislorodning parsial bosimi 0,6 atm. bo'lsa, reaksiyaning o'zgarma doimiyligini toping.

Yechish. $2\text{PbO}_{(g)} = 2\text{Pb}_{(g)} + \text{O}_{2(g)}$ ko'rinishdagi reaksiya uchun ajralish reaksiyasi muvozanatining o'zgarma doimiyligi quyidagiga teng:

$$K = = \frac{0,6 \cdot 100^2}{80^2} = \frac{6000}{6400} = 0,9375$$

Javob: Reaksiyaning o'zgarma doimiyligi 0,9375 ga teng.

5-masala. Agar atrof-muhit atmosferasida 20% kislorod va 80% azot mavjud bo'lsa, kumush oksidining (Ag₂O) shu atmosferada parchalanish jarayoni to'liq oqib o'tishi uchun reaksiyasida ajralib chiqayotgan kislorodning parsial bosimi qanday bo'lishi kerak?

Yechish. (2.5) formulaga binoan parchalanish davrida ajralib chiqayotgan kislorodning parsial bosimi atrof-muhit atmosferasidagi kislorodning parsial bosimidan yuqori bo'lsagina parchalanish jarayoni oqib o'tishi mumkin.

$$P_{O_2(\text{parchalanish})} > P_{O_2(\text{atrof-muhit})}$$

Atrof-muhit atmosferasidagi kislorodning parsial bosimini aniqlash uchun uning foiz ko‘rinishidagi ulushidan foydalaniladi.

$$\begin{aligned} 100\% & \text{ ————— } 1 \text{ atm.} \\ 20\% & \text{ ————— } x \\ x & = \frac{20 \cdot 1}{100} = 0,20 \text{ atm.} \end{aligned}$$

Demak, $P_{O_2(\text{parchalanish})} > 0,20 \text{ atm.}$ bo‘lgan holatda parchalanish jarayoni oqib o‘tadi.

Javob: Reaksiyasida ajralib chiqayotgan kislorodning parsial bosimi $P_{O_2(\text{parchalanish})} > 0,20 \text{ atm.}$ bo‘lishi kerak.

Nazorat uchun savollar

1. 64 g oltingugurt (S) yonganda 558 kJ issiqlik ajralib chiqadi. Sulfit anhidridning (SO_2) hosil bo‘lish issiqligini toping.

2. 100 g gematit (Fe_2O_3) ni is gazi (CO) bilan tiklanishida 16,75 kJ issiqlik ajralib chiqadi. Fe_2O_3 ning hosil bo‘lish entalpiyasini aniqlang.

3. Agar atrof-muhit atmosferasida 22% kislorod va 78% azot mavjud bo‘lsa, aluminiy oksidining (Al_2O_3) shu atmosferada parchalanish jarayoni to‘liq oqib o‘tishi uchun reaksiyasida ajralib chiqayotgan kislorodning parsial bosimi qanday bo‘lishi kerak?

5 – amaliy mashg‘ulot

Birikmalarning dissotsiatsiya jarayonining mexanizmi va kinetikasini o‘rganish. Murakkab birikmalarning dissotsiatsiyasi tezligini aniqlash

Ishdan maqsad: Murakkab birikmalar va ularning dissotsiatsiyasi asosida mexanizmi, kinetikasini va tezligini o‘rganish.

Kimyoviy reaksiya turlari to‘rttani tashkil etadi. Bular: birikish, o‘rin olish, almashinish va parchalanish reaksiyalaridir. Shulardan uchta ya‘ni – birikish, o‘rin olish va parchalanish reaksiyalarida oksidlanish – qaytarilish jarayonlari sodir bo‘ladi. Bu reaksiyalar kimyoviy o‘zgarishlarning asosi bo‘lib, ularning tezligi hamda bu reaksiyalarning borishi yoki bormasligi, kimyoviy reaksiya tezligiga ta‘sir qiluvchi omillar, kimyoviy reaksiyada vujudga keladigan kimyoviy muvozanat kabi qonunlarni o‘rganish katta ahamiyatga ega. Chunki bu jarayonlarni

o'rganib tahlil qilish orqali ularni jadallashtirib, sanoatda ishlab chiqarish samaradorligini oshirish mumkin.

Kimyoviy reaksiya tezligi deb, vaqt birligi ichida reaksiyaga kirishuvchi (yoki hosil bo'luvchi) moddalar konsentratsiyasining o'zgarishiga aytiladi. Buning matematik ifodasi quyidagicha:

$$\Delta v = \frac{\Delta c}{\Delta t} \quad (5.1)$$

bu yerda: Δv – kimyoviy reaksiya tezligi (mol/(l·s));

Δc – moddaning reaksiyada qatnashgan konsentratsiyasi (mol/l);

Δt – vaqt.

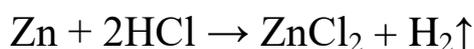
Agar $\Delta c = c_1 - c_2$ va $\Delta t = t_2 - t_1$ bo'lsa, u holda tenglamani quyidagicha yozamiz:

$$\Delta v = \frac{\Delta c}{\Delta t} = \frac{c_1 - c_2}{t_2 - t_1} \quad (5.2)$$

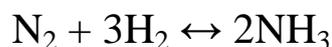
bu yerda: c_1 – reaksiyaga kirishayotgan moddaning dastlabki konsentratsiyasi; c_2 – moddaning reaksiyadan keyingi qolgan konsentratsiyasi; t_1 – dastlabki vaqt; t_2 – keyingi vaqt.

Kimyoviy muvozanat

Barcha kimyoviy reaksiyalar oxirini ikki turga: qaytar va qaytmas reaksiyalarga bo'lish mumkin. Reaksiyaga kirishuvchi moddalar to'liq reaksiya mahsulotlariga aylanadigan jarayonlar **qaytmas reaksiyalar** deyiladi. Qaytmas reaksiyalar oxirigacha boradigan reaksiyalardir. Masalan:



Reaksiyaga kirishuvchi moddalarning bir qismi reaksiya mahsulotlariga aylanib, ayni vaqtda reaksiya mahsulotlari qaytadan dastlabki moddalarga aylanib turadigan kimyoviy jarayonlar **qaytar reaksiyalar** deyiladi. Masalan:



Mana shu qaytar reaksiyalarda ikki tomonlama reaksiyalar ketadi. Bu esa o'z navbatida ham to'g'ri, ham teskari reaksiyalar tezliklarini paydo

bo'lishiga sabab bo'ladi. Agar to'g'ri va teskari reaksiyalar tezligi tenglashsa ($v_1 = v_2$), **kimyoviy muvozanat** qaror topadi va uning muvozanat doimiysi quyidagicha topiladi:



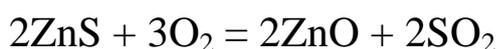
$$K_{\text{muv}} = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b} \quad (5.3)$$

bu yerda: A,B,C,D – barcha moddalar muvozanat konsentratsiyalari (mol/l); a,b,c,d – tegishli reaksiya koeffitsiyentlari.

Oksidlanish – qaytarilish (tiklanish) reaksiyalari

Oksidlanish – qaytarilish (tiklanish) reaksiyalari deb, elementlarning oksidlanish darajalari o'zgarishi bilan boradigan reaksiyalarga aytiladi. Bu jarayonda nisbatan kuchliroq atom yoki ion boshqa bir atomdan valentligiga mos ravishda elektronlarni tortib oladi va manfiy zaryadga ega bo'ladi. Nisbatan kuchsizroq bo'lgan atomlar yoki ionlar esa o'z elektronlarini kuchliroq atomga berib musbat zaryadga ega bo'lib qoladi. Elementlar ichida metallmaslar ko'proq elektronga moyil bo'ladi va ularning elektrmanfiyligi yuqori bo'lgani sababli elektroni berishdan ko'ra tortib olish xususiyati kuchliroq bo'ladi. Metallarda esa aksincha, elektronlarni berish xususiyati kuchliroq bo'ladi.

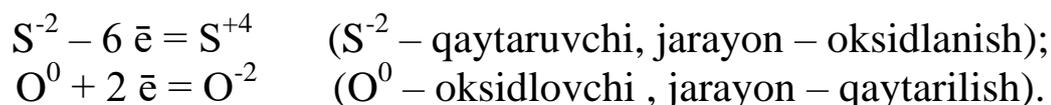
Bir element atomi bilan ikkinchi element atomi orasida olgan yoki bergan elektronlar soni shu elementning **oksidlanish darajasi** hisoblanadi. Elektron beruvchi atom yoki ion – **qaytaruvchi**, elektron qabul qiluvchi atom yoki ion – **oksidlovchi** deyiladi. Oksidlovchi atom (ion) elektron qabul qilganda uning oksidlanish darajasi kamayishi jarayoni – **qaytarilish jarayoni** deyiladi. Qaytaruvchi atom (ion) elektron berganda oksidlanish darajasi ortadi. Bu jarayon esa – **oksidlanish jarayoni** deyiladi. Misol tariqasida rux sulfidi – sfalerit (ZnS) ning kuydirilish jarayonini ko'rib chiqamiz:



bu yerda oksidlanish darajasi o'zgargan elementlar bu – oltingugurt (S) va kislorod (O). Oltingugurt -2 oksidlanish darajasidan +4 oksidlanish darajasiga o'tdi ya'ni, oltingugurt 6 ta elektron berib +4 oksidlanish darajasigacha oksidlandi.

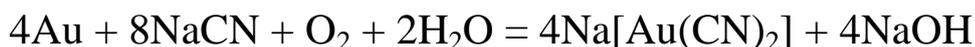
Kislorod esa, 2 ta elektron olib, 0 (nol) oksidlanish darajasidan -2

oksidlanish darajasigacha qaytarildi. Bu jarayonni elektron balans usulida quyidagicha yozish mumkin:

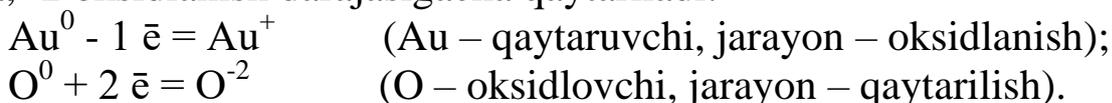


Oksidlanish – qaytarilish jarayonlari barcha kimyo sohalarida uchraydi. Masalan, Metallurgiya sohasida metallar ularning birikmalaridan mana shu oksidlanish – qaytarilish reaksiyalari yordamida ajratib olinadi. Misol uchun oltin (Au) uning boyitmasidan gidrometallurgik usulda tanlab eritish yo‘li bilan eritma hajmiga o‘tkazilib, so‘ng bu eritmani elektroliz qilish yo‘li bilan ajratib olinadi. Bu jarayon davomida quyidagi reaksiyalar kechib o‘tadi:

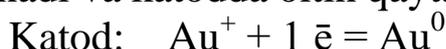
Oltinni avval kislorod ishtirokida sianid tuzi eritmasida eritiladi:



bu reaksiyada oltin +1 oksidlanish darajasigacha oksidlanadi, kislorod esa, -2 oksidlanish darajasigacha qaytariladi:



So‘ngra oltin eritmasidan elektr toki ta‘sirida elektroliz qilib ajratib olinadi va katodda oltin qaytariladi:



Namunaviy masalalar yechish

1-masala. 30 sekund davomida moddaning konsentratsiyasi 0,3 mol/l ga o‘zgargan bo‘lsa, reaksiyaning tezligini aniqlang.

Yechish. Berilgan: $\Delta t = 30 \text{ s}$; $\Delta c = 0,3 \text{ mol/l}$; $\Delta v = ?$

$$\Delta v = \frac{\Delta c}{\Delta t} = 0,01 \text{ mol/(l}\cdot\text{s)}$$

Javob: $\Delta v = 0,01 \text{ mol/(l}\cdot\text{s)}$.

2-masala. 1,5 minut davomida moddaning konsentratsiyasi 3,6 mol/l ga o‘zgargan bo‘lsa, reaksiya tezligini mol/(l·s) da aniqlang.

Yechish. Berilgan: $\Delta t = 1,5 \text{ min} \cdot 60 = 90 \text{ s}$; $\Delta c = 3,6 \text{ mol/l}$; $\Delta v = ?$

$$\Delta v = \frac{\Delta c}{\Delta t} = 0,04 \text{ mol/(l}\cdot\text{s)}$$

Javob: $\Delta v = 0,04 \text{ mol}/(1 \cdot \text{s})$.

3-masala. Hajmi 5 litrli idishda oz miqdorda suv va 2 mol vodorod bor edi. Shu idishdagi suv 10 sekund davomida elektroliz qilingandan so'ng vodorodning miqdori 4,5 mol ga teng bo'ldi. Reaksiyaning tezligi qanday bo'lgan?

Yechish. Berilgan: $\Delta t = 10 \text{ s}$; $V = 5 \text{ litr}$; $\Delta c = 4,5 - 2 = 2,5 \text{ mol}$; $\Delta v = ?$

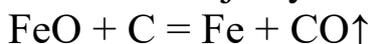
$$\Delta v = \frac{\Delta c}{\Delta t \cdot V} = \frac{2,5}{10 \cdot 5} = 0,05 \text{ mol}/(1 \cdot \text{s})$$

Javob: $\Delta v = 0,05 \text{ mol}/(1 \cdot \text{s})$.

4-masala. Hajmi 2 m^3 li laboratoriya pechida 90 g vyustitni (FeO) 1200°C da va bir soat davomida 3 g kokslangan ko'mir ishtirokida tiklash jarayonidan so'ng idishda 32 g temir va vyustit aralashmasi qolgan bo'lsa, temirning tiklanish tezligini (mol/min) aniqlang.

Yechish. Berilgan: $\Delta t = 1 \text{ soat} = 60 \text{ min}$; $M(\text{Fe}) = 56 \text{ g/mol}$; $M(\text{FeO}) = 72 \text{ g/mol}$; $M(\text{C}) = 12 \text{ g/mol}$; $\Delta v = ?$

Tiklanish jarayonining reaksiya tenglamasini tuzamiz.



Reaksiya bo'yicha 12 g C ga _____ 72 g FeO to'g'ri kelsa
3 g C ga _____ x g FeO

$$x = \frac{3 \cdot 72}{12} = 18 \text{ g FeO hosil bo'ladi}$$

$32 - 18 = 14 \text{ g Fe}$ hosil bo'lgan bo'lsa, uning mol miqdorini quyidagicha aniqlaymiz:

$$n = \frac{m}{M(\text{Fe})} = \frac{14}{56} = 0,25 \text{ mol Fe}$$

Endi temirning tiklanish tezligini topamiz.

$$\Delta v = \frac{\Delta c}{\Delta t} = 0,00417 = 4,17 \cdot 10^{-3} \text{ mol/min}$$

Javob: $\Delta v = 4,17 \cdot 10^{-3} \text{ mol/min}$.

5-masala. Muvozanat holatda turgan $A+B=C+D$ sistemadagi moddalarning muvozanat holatdagi konsentratsiyalari mos ravishda 6; 4; 2; 3 mol/l ni tashkil etadi. Shu sistemaning muvozanat doimiysini toping.

Yechish. Berilgan: $[A]=6$; $[B]=4$; $[C]=2$; $[D]=3$ mol/l; $K_{muv}=?$

$$K_{muv} = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b} = \frac{[2]^2 \cdot [3]^1}{[6]^1 \cdot [4]^1} = 0,25$$

Javob: $K_{muv}=0,25$

Nazorat uchun savollar

1. 60 sekund davomida moddaning konsentratsiyasi 1,2 mol/l ga o'zgargan bo'lsa, reaksiyaning tezligini aniqlang.
2. 2,5 minut davomida moddaning konsentratsiyasi 6,4 mol/l ga o'zgargan bo'lsa, reaksiya tezligini mol/l/s da aniqlang.
3. Hajmi 10 litrli idishda oz miqdorda suv va 1,5 mol kislorod bor edi. Shu idishdagi suv 20 sekund davomida elektroliz qilingandan so'ng kislorodning miqdori 5 mol ga teng bo'ldi. Reaksiyaning tezligi qanday bo'lgan?
4. Laboratoriya pechida 50 g tenoritni (CuO) $1200^{\circ}C$ da va 0,5 soat davomida 6 g kokslangan ko'mir ishtirokida tiklash jarayonidan so'ng idishda 42 g mis va tenorit aralashmasi qolgan bo'lsa, misning tiklanish tezligini (mol/min) aniqlang.

6 - amaliy mashg'ulot

Metallarni oksidlanish va sulfidlanish jarayonlari uchun misollar

Ishdan maqsad: Metallarni oksidlanish va sulfidlanish jarayonlarini hisob – kitob qilish yo'li bilan o'rganish

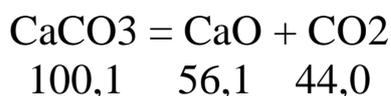
1- misol. Tahlilga ko'ra tabiiy ohakda 46% CaO bor. Aniqlash kerak:

- a) ohaktoshning tozalik darajasi.
- b) qizdirilganda chiqadigan (uchlik kaliy) gaz va ohak.
- d) olingan ohakning tozalik darajasini.

Yechish. $CaCO_3$ ning molekular massasi 100,1 $CaCO$ - 56,1 demak toza ohaktosh da 56,1 % CaO bo'lishi mumkin.

$$46\% CaO bo'lganda \frac{100,1 \cdot 46}{56} = 82,1\% CaCO_3 \text{ bo'ladi}$$

Bu son ohaktoshning tozalik darajasini



Bundan ko‘rinadiki 56,1 CaO da 44 CO₂ chiqadi.

Demak, qizdirilgan har bir 100 kg dan

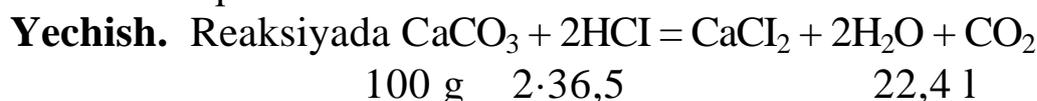
$$\frac{46,0 \cdot 44,0}{56,1} = 36,1 \text{ ga } \text{CO}_2,$$

chiqadi, Avogadro qonuniga asosan hajm birikmalari

$$V = g \frac{22,4}{M} = 18,4 \text{ m}^3 \quad 760 \text{ mm.rt.st.da}$$

Qizdirilganda 100 kg ohaktoshdan 36,1 kg CO₂ chiqqani uchun 100-36,1 = 63,9 kg ohaktosh olinadi. 100 kg ohaktoshdan ohakka 46 kg CaO kelib tushadi. Demak olingan ohakning tozalik darajasi $\frac{46,0 \cdot 100}{63,9} = 72,0\%$.

2-misol. 1 atm da 150 l karbonat angidrid gazi olish uchun tarkibida 90% CaCO₃ va 20 % li ishqoriy kislota bo‘lgan ohaktoshdan qancha kerak bo‘ladi.



Ko‘rinadiki 22,4 l CO₂ ga 100 gr CaCO₃ va 73 HCl kerak bo‘ladi. 150 l CO₂ uchun

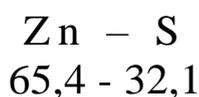
1) $\frac{100 \cdot 150}{22,4} = 670 \text{ g}$ toza CaCO₃ yoki $\frac{670 \cdot 100}{90} = 744 \text{ g}$ ohaktosh;

2) $\frac{73 \cdot 150}{22,4} = 489 \text{ g}$ HCl yoki $\frac{489 \cdot 100}{20} = 2445 \text{ g}$ 20 % li solyan kislota kerak.

3-misol. Sulfidli ruxli konsentrat quyidagi tarkibga ega 54,40% Zn 7,20 % Fe , 2,00 % Pb, 1,2% Cu 32,8 % S va boshqalar - 2,40 % . Agar qo‘rg‘oshin PbS mis CuFeS₂, rux marmarit ruxli aldanma, bo‘lib, u bilan temirning bir qismi FeS va bir qismi konsentratda bo‘sh pirit FeS₂ ko‘rinishida bo‘lsa, konsentratning ratsional tarkibini hisoblang.

Yechish. Avval 100 kg konsentratda ZnS, PbS va CuFeS₂ birikmalaridagi oltingugurtning miqdorini topish.

Proporsiya tuzamiz:



$$54,4 - x$$

$$x = \frac{32,1 \cdot 54,40}{65,4} = 26,70 \text{ kg S va ZnS}$$

$$\begin{array}{l} \text{Pb} - \text{S} \\ 207,2 - 32,1 \\ 2,0 - x \end{array}$$

$$x = \frac{32,1 \cdot 1,20}{207,2} = 0,31 \text{ kg Pb va Cu FeS}_2.$$

$$\begin{array}{l} \text{Cu} - \text{S}_2 \\ 63,6 - 64,2 \\ 1,2 - x \end{array}$$

$$x = \frac{64,2 \cdot 1,20}{63,6} = 1,21 \text{ kg S va Cu FeS}_2.$$

birikmadagi Fe miqdori CuFeS₂:

$$\begin{array}{l} \text{Cu} - \text{Fe} \\ 63,6 - 55,8 \\ 1,2 - x \end{array}$$

$$x = \frac{55,8 \cdot 1,20}{63,6} = 1,05 \text{ kg Fe va CuFeS}_2.$$

Shunday qilib ZnS, PbS va CuFeS₂ hamda 26,70+0,31+1,21=28,22 kg oltingugurt va 1,05 kg temir birikkan. Oltingugurtning qolgani 32,80 - 28,22 = 4,58 kg va temirning qolgan 7,20 - 1,05 = 6,15 kg izomorf Fe va bo'sh FeS₂ tarkibidagi taqsimlanadi.

Birinchi birikmada 1 atom Fe ga 1 atom S. Ikkinchi birikmada 1 atom Fe ga 2 atom S borligini bilgan holda konsentratning tarkibini topish mumkin.

FeS(M=87,9) FeS₂ (M=120)ni y, oltingugurt qoldig'ini A va temir qoldig'ini B bo'lgan deb belgilab tenglamalar tuzamiz va yechamiz.

1) FeS va FeS₂ dagi oltingugurt bo'lsa

$$x = \frac{32,1 \cdot x}{87,9} = \frac{64,2 \cdot y}{120} = A,$$

2) FeS va FeS₂ dagi temir bo'lsa

$$x = \frac{55,8 \cdot x}{87,9} + \frac{55,8 \cdot y}{120} = B.$$

bu -x tenglamalar sistemasini yechib quyidagini hosil qilamiz. Fe S uchun $x = 3,15$ $B = 2,74A$,

$$\text{FeS}_2 \text{ uchun } y = 3,74 \quad x = 2,15$$

Misolimizda A ning 4,58 va B ning o'rniga 6,15 qo'yib quyidagini olamiz.

$$x = 3,15 \cdot 6,15 - 2,74 \cdot 4,58 = 6,82 \text{ kg FeS,}$$

$$y = 3,74 \cdot 4,58 - 2,15 \cdot 6,15 = 3,91 \text{ kg FeS}_2.$$

Endi konsentratning reaksiya tarkibini hisoblaymiz.

ZnS	54,4 (Zn) + 26,70(S) = 81,10
FeS	6,82
CuFeS ₂	1,2(Cu) + 1,05 (Fe) + 1,21(S) = 3,46
PbS	2,0(Pb) + 0,31(S) = 2,31
FeS ₂	3,91
SiO ₂ va boshqalar	$\frac{2,40}{100,00}$

Nazorat uchun savollar

1. $ZnS + \frac{3}{2}O_2 = ZnO + SO_2$ formuladan SO_2 gaz holida ajralishini hisoblang.
2. Metallurgiyada oltingugurtsizlantirish jarayoni nima uchun kerak?
3. Rux sulfidi ajratib oligandan so'ng, rux oksidi qaysi jarayonga beriladi? Asosiy maqsad – tanlab eritish jarayoni ushbu jarayonda nima uchun kerak bo'ladi?

7 - amaliy mashg'ulot

Metall oksidi va metall sulfidi o'zaro ta'sirida toza metall ishlab chiqarish sharoitini misollarda o'rganish

Ishdan maqsad: Metall oksidi va metall sulfidi o'zaro ta'sirida toza metall ishlab chiqarish sharoitini o'rganish.

1-misol. Sulfidli misli ruda birligi xalkopirit va oxristosilikatdan tashkil topgan. Tahlilga ko'ra unda 16,2% sulfidi mis 9,0 % sulfidli oltingugurt bor. Rudadagi bornit va xalkopirit miqdorini aniqlash kerak.

Yechish. Avval masalani umumiy ko'rinishida yechamiz. Bornitning rasional formulasi $\text{Fe}_2\text{S}_3 \cdot 2\text{Cu}_2\text{S}$ ($m=685,8$) xalkopiritning $\text{Fe}_2\text{S}_3 - \text{Cu}_2\text{S}$ ($m=367,2$), ya'ni ikkala mineral Cu_2S va Fe_2S_3 dan iborat. Rudadagi misning miqdori tarkibini bilgan holda Cu_2S ($m=159,3$) summasini hisoblash mumkin, sulfidli oltingugurtning miqdorini bilib Fe_2S_3 ($m=207,9$)ning yig'indisini hisoblash mumkin.

Hisoblangan Cu_2S ni A bilan Fe_2S_3 ni B bilan bornitning miqdorini x bilan va xal'kopiritning miqdorini y bilan belgilab tenglama tuzamiz:

$$1) \text{Cu}_2\text{S} \quad x = \frac{3 \cdot 159 \cdot x}{685,8} + \frac{159,3 \cdot y}{367,2} = A,$$

$$2) \text{Fe}_2\text{S}_3 \quad x = \frac{207,9 \cdot x}{685,8} + \frac{207,9 \cdot y}{367,2} = B.$$

Tenglama sistemasini yechib quyidagini olamiz.

$$X = 2,15A \cdot 1,65B = \text{Fe}_2\text{S}_3 \cdot 3 \text{Cu}_2\text{S} \text{ uchun}$$

$$U = 2,65B \cdot 1,15A = \text{Fe}_2\text{S}_3 \cdot \text{Cu}_2\text{S} \text{ uchun}$$

Rudadagi misolning miqdorini hammamiz

$$x = \frac{2159,3 \cdot 16,2}{2 \cdot 63,6} + 19,9 = A.$$

Oltingugurtning miqdori

$$\text{Cu } 19,9 - 16,2 = 3,7\% \text{ sulfidli oltingugurt qoldig'i}$$

9,0-3,7=5,3% quyidagi miqorda Fe₂S₃ hosil qilinadi:

$$\frac{207,9 \cdot 5,3}{3 \cdot 32,1} = 11,4\% = B.$$

Tenglamaga qo'yamiz

$$X = 2,15 \cdot 19,9 - 1,65 \cdot 11,4 = 24,0\% \text{ bornit}$$

$$U = 2,65 \cdot 11,7 - 1,15 \cdot 19,9 = 7,3\% \text{ xalkopirit}$$

Nazorat uchun savollar

1. Magnetitning tarkibiy qiymatini aniqlang.
2. Xalkopiritning tarkibidagi temirning miqdorini aniqlang.
3. Mis eritish pechlarining asosiy maqsadi nima?
4. Qaynar qatlamli pechlar aynan necha temperaturalarda olib boriladi?

8 - amaliy mashg'lot

Metallarning oksidlanishida g'ovak va zich qatlamlarning paydo bo'lish sharoitlarini misollarda o'rganish

Ishdan maqsad: Metallarning oksidlanishida g'ovak va zich qatlamlarning paydo bo'lish sharoitlarini o'rganish.

Sheelit boyitmalarini soda bilan ko'machlash jarayonini hisoblash uchun quyidagi dastlabki materiallarning tarkibini olamiz, % :

1. Sheelit boyitmalarining kimyoviy tarkibi, %:

8.1-jadval

W O ₃	M o	S iO ₂	A s	S u	C u	S h	F e	H ₂ O	C aO	Bosh qalar	
4 9	0, 4	4 ,6	0 ,5	2 ,2	0 ,0	0 ,9	0 ,03	1 ,8	2, 4	2 3,1	15,07

1. Texnik soda:

Na₂CO₃ — 97% toblashdan keyin yo'qolish. — 2,2%

NaCl — 0,8 %

3. Kvarsit: SiO₂ Al₂O₃ H₂O Boshqalar
% 95 1,5 1 2,5

5. Xlorid kislota: HCl - 31% (og'irlik bo'yicha)
Solishtirma og'irligi ($\rho=1,15$)

5. Ammiakli suv: $\text{NH}_3 \geq 2,5\%$

6. CaCl_2 texnik zararsizlantirilgan: $\text{CaCl}_2 \geq 98\%$

$\text{NH}_4\text{Cl} \geq 99,5\%$

7. Aylanma chiqindilar: amaliy ma'lumotlarga asosan WO_3 miqdorini 1,7% deb qabul qilamiz, shu jumladan, yuvilmagan, ya'ni suvda eruvchi — 0,4 %.

Chiqindilarning namligi — 2%

Chiqindilarning asosiy komponentlari CaSiO_3

So'ndirilmagan ohak: $\text{CaO} \geq 85\%$.

Natriy silikat: asosiy komponent: $\text{NaSiO}_3 \cdot n \text{SiO}_2$ dan iborat, jumladan

8.2-jadval

Asosiy komponentlar, %				
SiO_2	Na_2O	CaO	S	
71,5- 73,5	25,5- 27,5	0,4	0,14	0,6

Minerologik tadqiqotlardan olingan ma'lumotlar asosida boyitmaning tarkibi quyidagilardan iborat:

8.3-jadval

Mineralni it nomi	Tarkibi	Mineralni t nomi	Tarkibi
Sheelit	CaWO_4	Halkopirit	CuFeS_2
Povelit	CaMoO_4	Pirit	FeS
Apatit	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	Gematit	Fe_2O_3
Kalsit	CaCO_3	Kassiterit	SnO_2
As_2S_3			

1. Sheelit: CaWO_4

Hisoblashni osonlashtirish uchun sheelitning formulasini quyidagicha yozish mumkin: $\text{CaO} \cdot \text{WO}_3$

$$\text{CaO} = \frac{56,08}{231,85} \cdot 49 = 11,85 \text{ kg}$$

$$\text{CaWO}_4 = 49,0 + 11,85 = 60,85 \text{ kg.}$$

2. Povelit: CaMoO_4

$$Ca = \frac{56,08}{231,85} \cdot 0,4 = 0,23 \text{ kg}$$

$$O = \frac{3 \cdot 16}{95,94} \cdot 0,4 = 0,2 \text{ kg} \text{ va povelit formulasida}$$

$$CaMoO_4 = 0,4 + 0,23 + 0,2 = 0,83 \text{ kg}$$

2. Apatit: $Ca_3(PO_4)_2$

$$CaO = \frac{3 \cdot 56,08}{2 \cdot 30,98} \cdot 0,5 = 1,36 \text{ kg}$$

$$P_2O_5 = \frac{141,94}{2 \cdot 30,98} \cdot 0,5 = 0,6 + 0,55 = 1,15 \text{ kg}$$

$$Ca_3(PO_4)_2 = 1,36 + 1,15 = 2,51 \text{ kg}$$

3. Kalsit: $CaCO_3$

$$\text{Qoldiq} = 23,1 - (11,85 + 1,36 + 0,23) = 9,66 \text{ kg}$$

$$CO_2 = \frac{44,01}{50,08} \cdot 9,66 = 7,58 \text{ kg}$$

$$CaCO_3 = 9,66 + 7,58 = 17,24 \text{ kg}$$

5. Arsenit As_2S_3

$$S = \frac{3 \cdot 32,06}{2 \cdot 74,02} \cdot 0,2 = 0,13 \text{ kg}$$

$$As = 0,2 + 0,13 = 0,33 \text{ kg}$$

6. Xalkopirit: $CuFeS_2$

$$Fe = \frac{55,85}{63,54} \cdot 0,9 = 0,8 \text{ kg}$$

$$S = \frac{2 \cdot 32,06}{63,54} \cdot 0,9 = 1,0 \text{ kg}$$

$$CuFeS_2 = 0,9 + 0,8 + 1,0 = 2,7 \text{ kg}$$

7. Pirit: FeS

$$\text{Qoldiq} \cdot S = 2,0 - 0,13 - 1,0 = 0,87 \text{ kg}$$

$$Fe = \frac{55,85}{2 \cdot 32,06} \cdot 0,87 = 0,76 \text{ kg}$$

$$FeS_2 = 0,87 + 0,76 = 1,63 \text{ kg}$$

8. Gematit: Fe_2O_3

Qoldiq temir shu erda bog'lanadi.

$$Fe = 1,8 - 0,8 - 0,76 = 0,24 \text{ kg}$$

$$O = \frac{3 \cdot 16}{2 \cdot 55,85} \cdot 0,24 = 0,1 \text{ kg}$$

$$Fe_2O_3 = 0,18 + 0,1 = 0,28 \text{ kg}$$

9. Kassiterit: SnO_2

$$O = \frac{2 \cdot 16}{118,69} \cdot 0,03 = 0,005 \text{ kg}$$

$$\text{SnO}_2 = 0,03 + 0,005 = 0,035 \text{ kg}$$

Olingan natijalarni jadvalga kiritamiz (8.4-jadval)

8.4 jadval

KSHT-2 sheelit boyitmasining ratsional tarkibi (100 kg bo'yicha)

Kimyoviy tarkibi	WO ₃	Mo	SiO ₂	CaO	CO ₂	P	As	S	Cu	Sh	Fe	O	H ₂ O
CaWO ₄	49	-	-	11,85	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CaMoO ₄	-	0,4	-	0,23	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-
Ca ₃ (PO ₄) ₂	-	-	-	1,36	-	0,5	-	-	-	-	-	0,65	-
SiO ₂	-	-	4,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CaCO ₃	-	-	-	9,66	7,58	-	-	-	-	-	-	-	-
As ₂ S ₃	-	-	-	-	-	-	0,2	0,13	-	-	-	-	-
CuFeS ₂	-	-	-	-	-	-	-	1,0	0,9	-	0,8	-	-
FeS ₂	-	-	-	-	-	-	-	0,87	-	-	0,76	-	-
Fe ₂ O ₃	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,24	0,1	-
SnO ₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,03	-	0,005	-
H ₂ O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,4
Qo'shimchalar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Summa Σ	49	0,4	4,6	23,1	7,58	0,5	0,2	2,0	0,9	0,03	1,8	0,955	2,4

Nazorat uchun savollar

1. Gematitning tarkibiy qiymatini aniqlang.
2. Kovelinning tarkibidagi temir miqdori mavjudmi?
3. Mis eritish pechlari necha guruhga bo'linadi va asosiy turlari hamda maqsadi nima?
4. Vodorodotermiya usuli qanday hollarda qo'llaniladi?

9-amaliy mashg'ulot

Metallarni oksidlanish orqali tozalash imkoniyatini misollarda o'rganish

Ishdan maqsad: oksidlanish orqali tozalash imkoniyatini
misollarda o'rganish

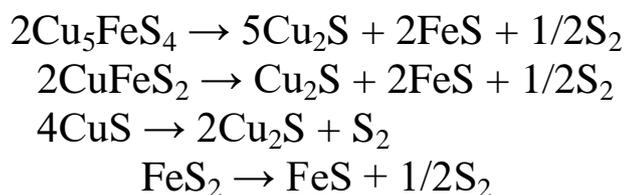
Misni pirometallurgik ishlab chiqarish sxemasi o'z ichiga quyidagi qayta ishlash bosqichlarini oladi: shteynga eritish, mis shteynlarini konverterlash, xomaki misni olovli rafinirlash, anod misni elektrolitik rafinirlash.

Shteynga eritish. Sulfidli mis boyitmasini shteynga eritish jarayoni uglevodorod yoqilg'i (yallig' – qaytaruvchi, minorali pechlar), elektr yordamida qizdiriladigan pechlarda va avtogen jarayon pechlarida (kislorod-ma'shala pechi, suyuq vannada eritish pechi va h.k.) olib boriladi.

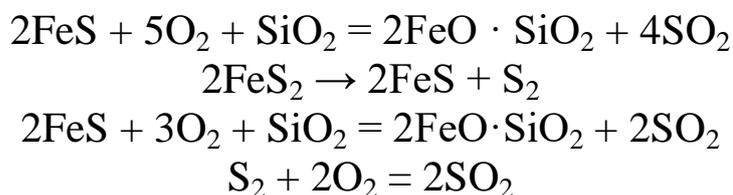
Mis tarkibli xomashyoni shteynga eritishning asosiy maqsadi bu xomashyoni suyuqlantirish va misga boy shteyn va tarkibida turli oksid birikmalarni saqlovchi shlak olishdir. Eritish jarayonida mis va qo'shimcha qimmatbaho moddalar (masalan, oltin va kumush) deyarli to'liq shteynga o'tadi, xom ashyo tarkibidagi bo'sh porodalar esa oksidlanib, flyus sifatida qo'shilgan kvars bilan bog'lanib siliktalar qo'rinishida shlakka o'tadi.

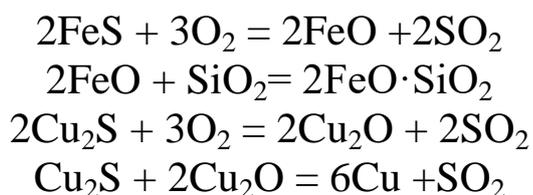
Eritish jarayonida pechning tubida suyuqlangan shteyn to'planadi, shteynning tarkibi asosan mis yarim sulfidi Cu_2S va temir sulfididan FeS tashkil topgan. Odatda shteynning tarkibida 20-60% mis, 10-60% temir va 20-25% oltingugurt bo'ladi.

Pechda eritish jarayonida shteyn quyidagi asosiy reaksiyalar borishi natijasida hosil bo'ladi:



Sulfidlarning oksidlanishi va shlak hosil bo'lish jarayonlarini quyidagi reaksiyalar bilan izohlash mumkin:





Ushbu reaksiyalardan metall oksidi va metall sulfidining reaksiyaga kirishishi natijasidan toza mis metall olish jarayoni o'rganiladi.

1-misol. Berilgan 260 kg li mis konsentratidan toza metall olishgacha bo'lgan mahsulotlarni hisoblab, toza misning qiymatini topamiz.

Nazorat uchun savollar

1. Metallarning oksidlanishi orqali toza metal olishning qanday turlari mavjud. Misollar keltiring.
2. Yallig' qaytaruvchi pechlarda qanday jarayonlar boradi va bunga sabab bo'luvchi omillarni keltiring.
3. Yallig' erituvchi pechlar bilan minorali pechlarning ishlash prinsipi, bir – biridan farqlanishi.
4. Shlak va shteynlarning tarkibi, ularning bir-biridan farqi, qo'llanilishi, yarim tayyor mahsulotlarga misollar keltiring.

10-amaliy mashg'ulot

Suyuq sulfidlarni oksidlanish jarayonini misollarda o'rganish

Ishdan maqsad: Suyuq sulfidlarni oksidlanish jarayonini misollarda o'rganish.

Kislorodli-mash'alali eritish pechida qaytarilish jarayonini hisoblash uchun quyidagi ma'lumotlar keltiriladi. Hozirgi kunda ko'pgina misli boyitma va misli ashyolar aralashmasi chet ellardan ham keltirilmoqda. Asosan, Mo'g'uliston (Erdenet kompaniyasi), Ispaniya, Bolgariya, Rossiya mis boyitmalari va ashyo aralashmalari shular jumlasidandir. Shuning uchun ham ashyolar tengligini hisoblash ushbu boyitmalarning alohida ratsional tarkibini aniqlashdan boshlanadi. Chunki quyidagi kimyoviy tarkibning ko'rsatkichlaridan ma'lumki, ularning miqdori va kimyoviy birikmalarining tarkibi boyitmalarda turlichadir.

1. Olmaliq tog'-metallurgiya kombinati (OTMK) mis boyitish fabrikasi boyitmasining tarkibi: Cu – 20%, S – 36%, Fe – 33%, SiO₂– 6%, CaO – 0,5% va hokazolar.

2. Bolgariyadan keltirilayotgan mis boyitmasining tarkibi:

Cu – 17%, S – 26,5%, Fe – 28,2%, SiO₂ – 2,5%, CaO – 0,9% va hokazo.

3. Mo‘g‘ulistondan keltirilgan mis boyitmasining tarkibi:

Cu – 18%, S – 29%, Fe – 28%, SiO₂ – 4%, CaO – 0,5% va hokazo.

O‘tkazilgan ilmiy tadqiqotlar va OTMK markaziy analitik tahlil tajribaxonasining ko‘rsatgan hisobotlari bo‘yicha minerallar joylashuvi quyidagicha: xalkopirit (CuFeS₂), kovelin (CuS) va pirit (FeS₂) boyitmaning sulfidli minerallaridir.

Minerallarda mis CuFeS₂ va CuS orasida 9:1 nisbatda taqsimlanadi.

4. Aralash boyitma tarkibi: 20% – Bolgariyadan keltirilgan boyitma, 20% – Mo‘g‘ulistondan keltirilgan boyitma: 60% – Olmaliq tog‘-metallurgiya kombinatining mis boyitish fabrikasi boyitmasi.

5. Kvarsli flus tarkibi: SiO₂ – 73%, Fe₂O₃ – 14,3%, Al₂O₃ – 6%, CaO – 1%, Fe (gematit ko‘rinishida) – 10% va hokazo.

6. Purkash tarkibi: texnik kislorod (O₂) – 95% va hokazo (hajm o‘lchamlarida).

Boyitmalarning ratsional tarkibini hisoblash.

Olmaliq tog‘-metallurgiya kombinati mis eritish zavodida mis ishlab chiqarish uchun chet ellardan keltiriluvchi va o‘z boyitish fabrikasidan olingan boyitmalarni xomashyoning ratsional tarkibi 100 kg boyitma uchun hisoblanadi.

Olmaliq tog‘-metallurgiya kombinati mis boyitish fabrikasi kuydirilmagan boyitmasining quruq massa uchun tarkibi:

Cu – 20%, S – 36%, Fe – 33%, SiO₂ – 6%, CaO – 0,5% va hokazo.

Mis CuFeS₂ va CuS minerallarining taqsimlanishi, yuqorida keltirilgan birikmalarning molekulyar massasi quyidagicha topiladi:

$$\text{Cu} - 63,54; \text{Fe} - 55,85; \text{S}_2 - 32,06 \cdot 2 = 64,12.$$

Unda xalkopirit mineralining molekulyar massasi

$$\text{kg bo‘ladi.} \quad \frac{183,51}{63,54} \cdot 0,9 = 51,9858 \quad 63,54 + 55,85 + 64,12 = 183,51$$

Xalkopirit (CuFeS₂) miqdori quyidagichadir:

CuFeS₂ tarkibida misning miqdori: $20 \cdot 0,9 = 18$ kg.

$$\frac{18 \cdot 55,85}{63,54} = 15,8215$$

CuFeS₂ tarkibida temirning miqdori: kg.

$$\frac{18 \cdot 64,12}{63,54} = 18,1643$$

CuFeS₂ tarkibida oltingugurt miqdori:kg.

Tekshirish: $18+15,8215+18,1643=51,9858$ kg.

Kovelin (CuS) miqdori quyidagicha:

$$20 \cdot \frac{95,6}{63,54} \cdot 0,1 = 3,0091 \text{ kg.}$$

CuS tarkibida misning miqdori: $20 \cdot 0,1=2,0$ kg.

$$\frac{2 \cdot 32,06}{63,54} = 1,0091$$

CuS tarkibida oltingugurt miqdori:kg.

Tekshirish: $2,0 + 1,0091=3,0091$ kg.

Pirit (FeS₂) miqdori oltingugurt bo'yicha topiladi: FeS₂ tarkibida oltingugurt miqdori:

$$36 - (18,1643 + 1,0091) = 16,8266 \text{ kg.}$$

$$\frac{16,8266 \cdot 119,97}{64,12} = 31,4829$$

FeS₂ miqdori: kg.

$$\frac{16,8266 \cdot 55,85}{64,12} = 14,6563$$

FeS₂ tarkibida temirning miqdori: kg.

Tekshirish: $16,8266+14,6563=31,4829$ kg.

Gematit (Fe₂O₃) miqdori temir bo'yicha hisoblanadi. Fe₂O₃ tarkibida

temirning miqdori quyidagicha:

$$33 - (15,8215 + 14,6563) = 2,5222 \text{ kg.}$$

$$\frac{2,5222 \cdot 159,7}{111,7} = 3,6061$$

Fe_2O_3 miqdori: kg.

Fe_2O_3 tarkibida kislorodning miqdori $3,6061 - 2,5222 = 1,0839$ kg.

Tekshirish: $2,5222 + 1,0839 = 3,6061$ kg.

Kuydirilmagan "bulg'or" boyitmasining quruq massa tarkibi quyidagicha:

Cu – 17%, S – 26,5%, Fe – 28,2%, SiO_2 – 2,5%, CaO – 0,9 % va hokazo.

$$17 \cdot \frac{183,51}{63,54} \cdot 0,9 = 44,1879$$

Xalkopirit (CuFeS_2) miqdori: kg.

CuFeS_2 tarkibida misning miqdori: $17 \cdot 0,9 = 15,3$ kg.

CuFeS_2 tarkibida temirning miqdori:

$$\frac{15,3 \cdot 55,85}{63,54} = 13,4483$$

CuFeS_2 tarkibida oltingugurtning miqdori:

$$\frac{15,3 \cdot 64,12}{63,54} = 15,4396 \text{ kg.}$$

Tekshirish: $15,3 + 15,4396 + 13,4483 = 44,1879$ kg.

10.1 – jadvalda OTMK mis boyitish fabrikasi quruq boyitmasining ratsional tarkibi keltirilgan.

10.1-jadval

OTMK mis boyitish fabrikasi quruq boyitmasining
ratsional tarkibi

Birikmalar	Miqdori	Cu	Fe	S	O ₂	SiO ₂	CaO	Hokazo
CuFeS ₂	51,9858	18	15,821	18,164				
CuS	3,0091	2,0		1,0091				
FeS ₂	31,4829		14,656	16,826				
Fe ₂ O ₃	3,6061		2,5222		1,0839			
SiO ₂	6,0					6,0		
CaO	0,5						0,5	
Hokazo	3,4161							3,4161
Jami	100	20	33	36	1,0839	6,0	0,5	3,4161

$$17 \cdot 0,1 \cdot \frac{95,6}{63,54} = 2,5577 \text{ kg.}$$

Kovellin (CuS) miqdori:

CuS tarkibida misning miqdori: $17 \cdot 0,1 = 1,7 \text{ kg.}$

$$17 \cdot \frac{32,06}{63,54} = 0,8577 \text{ kg.}$$

CuS tarkibida oltingugurtning miqdori:

Tekshirish: $1,7 + 0,8577 = 2,5577 \text{ kg.}$

Pirit (FeS₂) miqdori undagi oltingugurt bo'yicha topiladi.

FeS₂ tarkibida oltingugurtning miqdori:

$$26,5 - (15,4396 + 0,8577) = 10,2027 \text{ kg.}$$

$$\frac{10,2027 \cdot 119,97}{64,12} = 19,0895 \text{ kg.}$$

FeS₂ miqdori:

$$\frac{10,2027 \cdot 55,85}{64,12 \cdot 38} = 8,8868 \text{ kg.}$$

FeS₂ tarkibida temirning miqdori: kg

Tekshirish: 10,2027+8,8868=19,0895 kg.

Gematit (Fe₂O₃) miqdori undagi temir bo'yicha hisoblanadi. Fe₂O₃ tarkibida temirning miqdori:

$$28,2 - (8,8868 + 13,4483) = 5,8649 \text{ kg.}$$

$$\frac{5,8649 \cdot 159,7}{111,7} = 8,3852 \text{ kg.}$$

Fe₂O₃ miqdori quyidagicha:

Fe₂O₃ tarkibida kislorodning miqdori:

$$\frac{5,8649 \cdot 48}{111,7} = 2,5203 \text{ kg.}$$

Tekshirish: 5,8649+2,5203=8,3852 kg.

Nazorat uchun savollar

1. Minerallarning ratsional tarkibini hisoblash uchun qanday holatlarga asoslaniladi?

2. Mis metallurgiyasining xomashyosi va ularning mineralogik tarkiblariga izoh bering.

3. Pirometallurgik jarayonda misni toza metallik holatga o'tkazishda jarayonning bosqichma – bosqich asosida borishini tushuntiring.

4. Pechlardan ajralayotgan gazlarning ekologiyaga ta'siri va uni olish yo'llariga tushuncha bering.

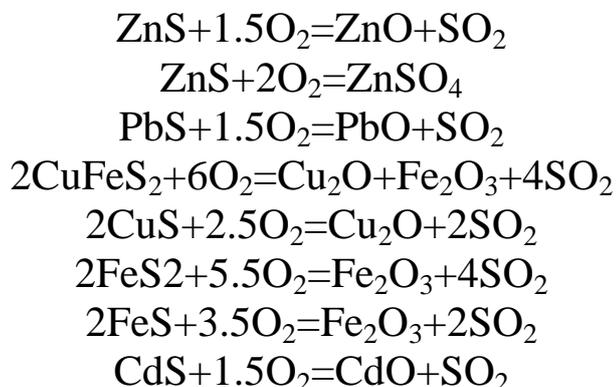
11-amaliy mashg'ulot

Sulfidlarning oksidlanish kinetikasini o'rganish

Ishdan maqsad: Sulfidlarning oksidlanish kinetikasini o‘rganish.

Qaynar qatlam pechlarida rux boyitmalarini kuydirish jarayonini hisoblash.

Kuydirish jarayonida quyidagi sulfidlarning oksidlanish reaksiyalari oqib utadi:



Dastlabki ma’lumotlar:

Rux boyitmalarining kimyoviy tarkibi, %: 52 Zn; 1.4 Pb; 6.4 Fe; 1.0 Cu; 0.4 Cd; 1.3 SiO₂; 1.1 CaO; 0.7 Al₂O₃; S-hisobot buyicha, boshqalar – 100% dan farqini tashkil etadi.

Mineralogik tarkibi: rux-sfalerit shaklida ZnS; qo‘rg‘oshin - galenit shaklida PbS; mis- 1:1 nisbatlikda xalkopirit shaklida CuFeS₂ va kovellin shaklida CuS;

Qolgan temir - 3:1 nisbatlikda pirit FeS₂ va troilit FeS shaklida; kadmiy- silfid shaklida; bush tog‘ jinslari- kremnezyom, ohak, glinozyom ko‘rinishlarida mavjud bo‘ladi.

6% nam dastlabki rux boyitmasi kuydirish jarayoniga keladi

Pechga 30% gacha boyitilgan kislorod beriladi. Havoning ortiqcha sarfi 10% ni tashkil etadi. (ortiqchalik koefitsienti=1,1). 2.7 % rux sulfidining miqdori

Kuydirish davrida chang chiqish darajasi 30%ni tashkil etadi. O‘zining tarkibi bo‘yicha changning tarkibi kuyindining tarkibiga o‘xshashdir. Changda hamda kuyindida rux quyidagi birikmalar ko‘rinishda bo‘ladi: 95% ZnO; 3% ZnO•Fe₂O₃; 1.7% ZnSO₄; 0.3% ZnS. Hisoblashni 100 kg boyitma bo‘yicha olib boramiz.

11.1-jadval.

Rux boyitmasining ratsional tarkibi

Birikmalar	miqdori, kg
------------	-------------

	Zn	Pb	Cu	Fe	Cd	S	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Boshqalar	Jami
ZnS	52					25,44					77,4
PbS		1,4				0,22					1,62
CuFeS ₂			0,5			0,5					1,44
CuS			0,5	0,44		0,25					0,75
FeS ₂				3,97		4,55					8,52
FeS				1,99		1,14					3,13
CdS					0,4	0,11					0,51
CaO							1,1				1,1
SiO ₂								1,3			1,3
Al ₂ O ₃									0,7		0,7
Boshqalar										3,49	3,49
Jami	52	1,4	1	6,4	0,4	32,21	1,1	1,3	0,7	3,49	100

Boyitma tarkibidagi sfalerit miqdorini topamiz, kg:

65,4-97,4

52-x

$$x = 52 \cdot 97,4 : 65,34 = 77,44$$

sfaleritdagi oltingugirt

$$52 \cdot 32 : 65,4 = 25,44$$

Boyitma tarkibidagi galenit miqdorini topamiz, kg:

207,2 qurg'oshin 239,2 galenit

1,4-x

$$x = 1,4 \cdot 239,2 : 207,2 = 1,62$$

galenitdagi oltingugirt miqdori

$$x = 1,4 \cdot 32 : 207,2 = 0,22$$

Boyitma tarkibidagi xolkopirit miqdorini topamiz, kg:

Misning miqdori 1,0:2=0,5

63,54-183,4

0,5-x

$$x = 0,5 \cdot 183,4 : 63,6 = 1,44$$

xalkopiritdagi temir miqdori

$$55,8 \cdot 1,44 : 183,4 = 0,44$$

xalkopiritda oltingugirt miqdori

$$64 \cdot 1,44 : 183,4 = 0,5$$

Boyitma tarkibidagi kovelin miqdorini topamiz, kg:

Misning miqdori 1,0-0,5=0,5

$$0,5 \cdot 95,54 : 63,6 = 0,75$$

kovelinda oltingugirt miqdori

$$0,5 \cdot 32 : 63,6 = 0,25$$

Pirit va triolitdagi temirning miqdori quyidagicha ,kg:

$$6,4 - 0,44 = 5,96$$

Pirit tarkibidagi temir miqdori

$$5,96 \cdot 2 : 3 = 3,97$$

Boyitma tarkibidagi pirit miqdorini topamiz, kg:

$$55,8 - 119,8$$

$$3,98 - x$$

$$x = 3,97 \cdot 119,8 : 55,8 = 8,52$$

piritdagi oltingugirt

$$8,54 - 3,97 = 4,55$$

Troilitdagi temir miqdori

$$5,96 - 3,97 = 1,99$$

Boyitma tarkibidagi triolit miqdorini topamiz, kg:

$$1,99 \cdot 87,8 : 55,8 = 3,13$$

troilitdagi oltingugirt miqdori

$$3,13 - 1,99 = 1,14$$

Boyitma tarkibidagi kadmiy miqdorini topamiz, kg:

$$112,4 - 144,4$$

$$0,4 - x$$

$$0,4 \cdot 144,4 : 112,4 = 0,51$$

Kadmiy sulfididagi oltingugirt miqdori

$$0,4 \cdot 32 : 112,4 = 0,11$$

Chiqayotgan hamda kuydirish uchun kelayotgan havoning miqdorini hisoblash

11.2-jadval

Kuydirish jarayoni gazlarining tarkibi va miqdori

Komponentlar	Miqdori		
	kg	nm ³	% xajmiy
SO ₂	63,06	22,1	11,51
O ₂	4,85	3,4	1,77
N ₂	124,18	99,3	51,72
H ₂	6,0	67,2	35,0
Itogo	198,1	192,0	100

Nazorat uchun savollar

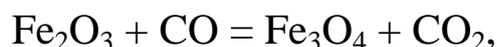
1. Qaynar qatlamli pechlar qanday maqsadda qo'llaniladi va ularning ishlash prinsipi.
2. Qanday omillarga asoslanib, rux konsentrati kuydiriladi, tushunchalar yordamida yoritib bering.
3. Klinker terminiga izoh bering.
4. Ruxni gidrometallurgik usulda ajratib olish jarayoni qanday ahamiyatga ega?

12 – amaliy mashg'ulot

Metall oksidlarini gazsimon tiklovchi modda bilan tiklanish jarayonini o'rganish

Ishdan maqsad: Metall oksidlarini gazsimon tiklovchi modda bilan tiklanish jarayonini o'rganish.

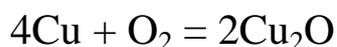
Tiklovchi kuydirish temir rudalari: qizil va qo'ng'ir temirtoshni qayta ishlash uchun qo'llanadi. Natijada, magnitlanmaydigan oksidlar Fe_2O_3 va $Fe_2O_3 \cdot N_2O$ magnetit holiga o'tadi:



bu esa temir rudalarini boyitishning eng samarali usuli – elektromagnit boyitishni qo'llash imkoniyatini yaratadi.

Tiklovchi kuydirishning yana bir turi **velslash**dir. Bu qattiq fazadagi bir qator metall oksidlarini uglettermik tiklash jarayoni bo'lib, yuqori haroratda vozgon holida gaz fazaga o'tadi. Bunday nisbatan uchuvchan metallar guruhiga Hg, Cd, Na, Zn, Mg kiritish mumkin. Velslash jarayoni rux ishlab chiqarishda ($t_{qaynash}=907^{\circ}C$) keng qo'llanadi. Rux bilan birga kadmiy, ayrim hollarda qo'rg'oshin vozgon holida o'chadi. Ushlab olingan vozgonlardan metall gidrometallurgik qayta ishlash usuli bilan ajratib olinadi.

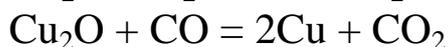
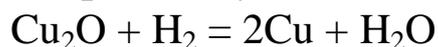
Okidlash bosqichida mis ham quyidagi reaksiya bo'yicha oksidlanadi:



Okidlash bosqichida hosil bo'lgan mis oksidini Cu_2O tiklash va

suyuqlanma tarkibidagi erigan gazlarni yo‘qotish maqsadida, shlak quyib tashlangandan so‘ng, olovli rafinirlashning ikkinchi bosqichi – tiklash bosqichi – olib boriladi.

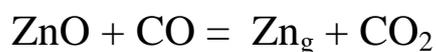
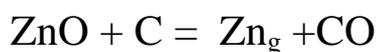
Suyuq misni tiklash uchun, tiklovchi moddalar sifatida tabiiy gaz, neftni qayta ishlashda hosil bo‘lgan maqsulotlar keng qo‘llaniladi. Gazsimon tiklovchi moddalar suyuq mis xajmiga puflanadi, va buning natijasida mis oksidi quyidagi reaksiyalar orqali metallik holatgacha tiklanadi:



Tayyor mis qoliplarga quyiladi va anod mis deb nomlanadi. Anod mis tarkibidan misning miqdori 99,5 – 99,7 %. Anod misda to‘liq oltin va kumush to‘planadi. Anod mis elektrolitik rafinirlash jarayoniga yuboriladi.

Mis metallurgiyasida misni tiklashda hamma gazsimon tiklovchilardan to‘liq foydalanamiz va hisob – kitob ishlari olib boriladi.

Tiklanish reaksiyalari gazsimon rux hosil bo‘lishi va uning uchishi (distillyatsiyasi) bilan boradi.



Bo‘sh porodani tashkil etuvchi komponentlar esa qattiq holatda qoladi. Uchgan ruxni kondensatsiyalash orqali metallik rux olish mumkin.

Ruxni pirometallurgik sxemada ishlab chiqarish quyidagi afzalliklarga ega:

- qayta ishlash bosqichlarning kamligi;
- ruxni metallga ajratib olish darajasining yuqoriligi (93%);
- tarkibida yuqori miqdorda temir, marg‘imush, surma va kremniy oksidi bo‘lgan past sifatli xomashyoni qayta ishlash imkoniyatining mavjudligi;
- uzluksiz rejimda ishlaydigan, yuqori ishlab chiqarish unumdorligiga ega yuo‘lgan dastgohlarining qo‘llanilishi.

Afzalliklar bilan bir qatorda, pirometallurgik sxema quyidagi kamchiliklarga ega:

- koksning ko‘p sarfi (qayta ishlanadigan xomashyo massasining 25%);
- elektr pechlarni qo‘llashda, elektrenergiyaning ko‘p sarfi;

- xomashyodan kompleks foydalanishning past ko'rsatgichlari;
- rafinirlashni talab etadigan past markali rux olinishi.

Hozirgi kunda, dunyo bo'yicha pirometallurgik usulda ishlab chiqariladigan ruxning ulushi 15% dan oshmaydi. Pirometallurgik texnologiya asosan, tarkibida temir, marg'imush, surma va kremniy oksidi miqdori yuqori bo'lgan kambag'al rux boyitmalarni qayta ishlashda qo'llaniladi.

Har bir jarayonga alohida metallarning tiklanishi bo'yicha misollar keltirib hisoblang.

Nazorat uchun savollar

1. Temir oksidlarini gazlar yordamida tiklanishi qanday omillarga bog'liq?
2. Pirometallurgik jarayonda ruxning tiklanishi gidrometallurgik usulda tiklanishi bo'yicha qanday usullarda farqlanadi?
3. Gzsimon tiklovchilarning turlari.
4. Velsevlash jarayoni qanday jarayon?

13 – amaliy mashg'ulot

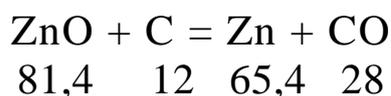
Metall oksidlarini qattiq uglerod moddasi bilan tiklanish jarayonini o'rganish

Ishdan maqsad: Metall oksidlarini qattiq uglerod moddasi bilan tiklanish jarayonini o'rganish.

1-misol. 70 % ZnO va 30 % bosh jinsdan tashkil topgan yondirilgan ruxli konsentrat tarkibida 90% C va 10 kul distillyatsiya qilinishi kerak. Topish kerak:

1. 93 % ga qaytarilganda ZnO sharti bilan 200 kg rux olish uchun kerak bo'lgan toshko'mir, konsentrat miqdori va shixtaning tarkibi;
2. Tiklanish natijasida olinadigan uglerod oksid miqdori (m^3);
3. Distillyatsiyada hosil bo'lgan qoldiqning tarkibi va chiqimi rux oksidi

Yechish. Rux orqali qaytarish tenglamasi



bundan ko‘rinadiki, 65,4 og‘irlik • g, rux 81,4 og‘irlik/g, ZnO va 12 og‘irlik C dan hosil bo‘ladi. 200 kg rux olish uchun

$$\frac{81,4 \cdot 200}{55,4} = 299,0 \text{ kg ZnO va } \frac{12 \cdot 200}{65,4} = 36,7 \text{ kg uglerod.}$$

Shixta aralashmasidan 93% Zn ni qaytarish uchun

$$\frac{299 \cdot 100}{93} = 321,5 \text{ kg ZnO}$$

Demak, shixta 382,1 kg (82,5%) yondirilgan konsentrat 81,5 kg (17,5 %) toshko‘mir, ya‘ni 463,6 kg (100 %) bo‘lishi kerak.

Distillyatsiya jarayonida 65,4 kg qaytarilgan ruxga 1 mol SO, ya‘ni 22,4m³ 200 kg qaytarilgan ruxdan $\frac{22,7 \cdot 200}{65,4} = 68,5 \text{ m}^3$ uglerod oksidi olinadi.

Distillyatsiya qoldig‘iga qaytarilgan konsentratdagi bo‘sh ma‘danning hammasi va koks kuli, shuningdek qaytarilgan konsentrat va toshko‘mirning qolgan qismi qo‘shiladi.

Shixtaga qo‘shilgan 382,1 kg yondirilgan konsentratdan 299,0 kg ZnO qaytarilgan raymovkaga 382,1-299,0=83,1 kg o‘tadi?

Bundan ortiqcha rux oksidiga 321,5 – 299,0 = 22,5 kg tog‘ jinsining miqdori 83,1 – 22,5 = 60,6 kg kolchedan kg C yo‘qotadi. Shixtaga ketadigan 81,5 kg toshko‘mirdan ruxning oksidini qaytarishga 36,7 kg uglerod, sarflanadi, qolgani, ya‘ni 81,5-36,7=44,8 kg raymovkaga, bundan qo‘lga $\frac{81,5 \cdot 10}{100} = 8,1 \text{ kg}$, va 44,8-8,1=36,7 kg.

Ko‘mir 44,8-8,1= 36,7 kg uglerod qo‘shiladi. Raymovkaning bu komponentlari miqdorini qo‘shib, uning qoldig‘ini aniqlaymiz.

Raymovkaning chiqishi $\frac{177,9 \cdot 100}{463,6} = 38,4\%$ shixtaning og‘irligidan.

Hamma qoldiqlarni topib quyidagi hisoblarni chiqaramiz:

		kg	%
Rux	oksidi	18,7	10,5
.....			
Konsentratdagi bo‘sh jins	114,4	64,3

Uglerod		36,7	20,6
.....			
Toshko'mirni	kuli	8,1	4,6
.....			
		177,9	100, 0

Nazorat uchun savollar

1. Qaytarilish reaksiyalari deganda nimani tushunasiz?
2. Distillyatsiya jarayoni qanday jarayon?
3. Koks va uning metallurgiya sanoatidagi o'rnini. Tushuncha bering.
4. Qaynar qatlamli pechlarda ruxni kuydirish jarayoni, texnologik sxemasi.

14- amaliy mashg'ulot

Metall oksidlarini gazsimon tiklovchi va qattiq uglerod moddasi bilan tiklanish jarayonining kinetikasini o'rganish

Ishdan maqsad: Metall oksidlarini gazsimon tiklovchi va qattiq uglerod moddasi bilan tiklanish jarayonining kinetikasini o'rganish.

Qattiq holatdagi birikmalar ajralishi topokimyoviy reaksiyalar guruhiga kiradi, bu guruhlarda bitta qattiq modda ajralishi ikkinchi qattiq modda va gaz paydo bo'lishi bilan oqib o'tadi.

$$Q_1 = Q_2 + \text{Gaz} \quad (14.1)$$

To'g'ri oqimda ajralish jarayoni uchta bosqichdan iboratdir:

1. Ustki qatlamda adsorbsiyalangan gaz molekulasini va birikmalarda Me-MeX qattiq, eritmalarining paydo bo'lishi bilan kuzatib boriladigan bevosita ajralishdan;
2. Yangi fazaning paydo bo'lishi va bo'lim chegarasida kristallarning kimyoviy aylanishlari;
3. Gazli molekularning desorbsiyasi va diffuziyalari.

Masalan, oksid yoki sulfidlar ajralishida birinchi bosqich bo'lib elektronlarni O^{2-} yoki C^{2-} anionlardan metall kationlariga o'tishi bilan

kuzatiladi, kelgusida atomlardan gazli molekular paydo bo'ladi. Karbonat ajralishining birinchi bosqichi kislorod anionini CO_3^{2-} - kompleks anionidan ajralib chiqishi bilan bog'liq:



Moddalarning ajralishi uchun birikma zarralari eski aloqalarni targ'ib etishi va yangisining paydo bo'lishiga kerakli bo'lgan quvvat jang'armasini yig'ishlari kerak. Anionlar atomizatsiyasi yakka holda emas, kationlar o'rtasida o'tgani uchun oxirgilarning tabiati ajralish jarayonining faollik quvvatiga muhim ta'sir etadi.

Anionlarning bo'linishi kristallning hajmida emas, sirtida o'tishi yengilroq bo'lishi kerak. Modda tarkibida anion kationlarning ko'p soni bilan o'ralganligiga qaramay, ularning deformatsion harakati har tomonlama bu kuchlarning tenglanishiga olib keladi.

Kristall sirtida esa deformatsiya aniq, ko'rsatilgan, assimetrik, bir tomonlama xarakterga ega, bu jarayonning quvvatlik to'simini pasaytiradi. Sirtida jarayonni oqib o'tishiga kislorod va oltingugurt gazlarning atrof muhitga o'tishini yengilligi va ustidagi nuqsonlarning ko'p soni mavjudligi ham ta'sir qiladi.

Yangi fazaning paydo bo'lishi – ajralishning ikkinchi bosqichi bo'lib, baland haroratda oqib o'tadi. Ajralishning birinchi daqiqalarida yangi fazaning paydo bo'lishi kuzatilmaydi, chunki yangi faza otandosh oksid yoki sulfidda cheklangan holda eriydi. To'yinishning oxirgi chegarasiga yetgandan so'ng, qattiq eritmalardan metalning ajralib chiqishi va yangi fazaning kurtagi paydo bo'lishi amalga oshiriladi. Chamasi, kurtakning o'sish jarayoni sistemaning termodinamik potensialini pasayishi bilan oqib o'tgan holda amalga oshiriladi.

Ko'pincha yangi fazaning paydo bo'lishida sistemaning termodinamik potensialining o'zgarishini kimyoviy potensiallar o'zgarishlari orqali ifodalanadi.

Sulfid va oksidlarning ajralish jarayonining uchinchi bosqichi – qattiq moddadan ajralib chiqqan gazli molekularining desorbsiyasi va diffuziyasidir. Agar qattiq moddaning sirtida paydo bo'ladigan O_2 va O_3 molekularni ko'p vaqt davomida yo'qotilmasa, ajralish jarayoni to'xtatiladi.

Gaz turli kislorod va oltingugurt molekulari kristallning ustida adsorbsion kuchlar bilan ushlanib turadilar. Paydo bo'lgan gaz turli

molekulalarning Me va Meo (MeS) qattiq moddalar zarrachalari bilan bog'langan kuchlari, birinchi yaqinlikda, molekulalar o'lchami va kimyo sorbsion ilovasiga bog'liq. Kislorod molekulalarida atom oraliq masofasi oltingugurtning atom-oraliq masofasiga nisbatan kamroqdir. Demak oltingugurtning molekulalarining qattiq moddadan yo'qotilishi kislorodga nisbatan tezroq bo'lishi kerak.

Ajralish jarayonining kinetikasi

Ajralish reaksiyasining umumiy tezligi quyidagi formula

$$V = K (R_0 - R) \quad (14.4)$$

bo'yicha aniqlanadi.

bunda: R_0 - gazning muvozanat bosimi.

R - oqimdagi gazning aniqlangan bosimi.

Gaz bosimining umumiy oshishi ajralish jarayonini yuqoriroq haroratlarga ko'taradi.

Termik parchalanish reaksiyaning tezlashtirilishi reaksiya hududining kengayishi bilan shartlangan. Yangi faza paydo bo'lishidan so'ng reaksiya markazlari ancha qisqartiriladi. Chunki chegaradagi zarrachalar katta reaksiya qobiliyatlariga ega. Demak, bo'lim sirti qancha katta bo'lsa, shuncha ajralish tezligi baland bo'ladi. Parchalanish jarayonida bo'lim sirti reaksiya fronti kristallining ustini ushlab turishidan so'ng ham o'sishi mumkin.

Moddaning ajralish jarayoni kinetik, diffuzion yoki o'tkazgich mintaqasida amalga oshirilishi mumkin. Eksperimental ma'lumotlarga ko'ra, jarayon tartibini baholash uchun har xil tenglamalardan foydalanadilar. Ko'pincha Kazeyev-Kalmagorov tenglamasi qo'llaniladi.

$$\alpha = 1 - e^{-kt} \quad (14.5)$$

yoki;

$$1 - \sqrt[3]{1 - \alpha} = kt \quad (14.6)$$

$$1 - \sqrt[3]{1 - \alpha} = k\sqrt{t} \quad (14.7)$$

Shuning bilan metallik sistemalarda moddalarning ajralish kinetikasiga

bir qator omillar ta'sir qiladi: harorat, gazli fazalarning tarkibi, moddalar tuzilishi va ularning fizik mohiyati.

Nazorat uchun savollar

1. Ajralish jarayoning kinetikasi qanday omillarga bog'liq?
2. Tiklanish jarayonining kinetikasi deganda nimani tushunasiz?
3. Moddaning kinetikasi va mexanizmiga ta'sir ko'rsatuvchi omillarga misollar keltiring.
4. Harorat va bosim – moddalarning parchalanishiga asosiy ta'siri.

15-amaliy mashg'ulot

Metall oksidlarini tabiiy gaz bilan tiklanish jarayonini o'rganish

Ishdan maqsad: Metall oksidlarini tabiiy gaz bilan tiklanish jarayonini o'rganish

Metallurgiya sanoatida gazlar va ularning xususiyatini o'rganish muhim ahamiyatga ega. Chunki metallurgik pechlarda materiallar erib, kislorod bilan oksidlanib, turli xil gazlar hosil qiladi. Bunday gazlarga: N_2 , SO_2 , SO_3 , CO , CO_2 , H_2 va hokazolar kiradi. Bu esa, gazlar to'g'risidagi qonuniyatlarni yana bir bor o'rganishga da'vat etadi.

Moddalar uch agregat holatda: gaz, suyuq va qattiq holatda bo'ladi. Moddalarning bu uch holati agregat holat deyiladi. Ko'pchilik moddalar, sharoitga qarab, gaz, suyuq va qattiq holatda bo'lishi mumkin. Masalan, suv 0° dan past temperaturada muz holatida (qattiq holatda), 0° bilan 100° orasida suyuq holatda, 100° dan yuqorida bug' holatida (gaz holatida) bo'ladi. Demak, temperatura o'zgarishi bilan suvning agregat holati ham o'zgarar ekan. Moddalarning agregat holatiga bosim ham katta ta'sir etadi. Masalan, suv bug'i kuchli bosim bilan siqilsa, u suyuq holatga o'tadi. Ko'pchilik moddalar ma'lum bosimda va ma'lum temperaturada bir vaqtning o'zida uchala holatda ham bo'lishi mumkin. Masalan, $4,579$ mm simob ustuni bosimida va $0,0075^\circ$ temperaturada suv gaz (bug') holatida ham, suyuqlik (suv) holatida ham, qattiq (muz) holatda ham bo'ladi. Lekin ba'zi moddalar sharoit har qanday o'zgartirilganda ham uch agregat holatning biridagina bo'ladi. Masalan, kalsiy karbonat faqat qattiq holatda bo'ladi. Agar u qizdirilsa, hatto ancha yuqori temperaturada ham, suyuq va gaz holatiga o'tmaydi, agar ancha yuqori temperaturagacha qizdirilsa,

parchalanib, kalsiy oksid (CaO) va karbonat angidrid (CO₂) hosil qiladi. Moddalarning qattiq holatdan suyuq holatga o'tishi suyuqlanish, suyuq holatdan gaz holatiga o'tishi bug'lanish deb ataladi. Ko'p moddalar avval qattiq holatdan suyuq holatga, so'ngra suyuq holatdan gaz holatiga o'tadi. Lekin ba'zi moddalar (masalan, yod) suyuq holatga o'tmay turib, qattiq holatdan to'g'ridan-to'g'ri gaz holatiga o'tadi. Bu hodisa **sublimatsiya** deyiladi. Moddalarning gaz holatidan suyuq va qattiq holatga o'tishi **kondensatsiya** deyiladi. Shuning uchun moddaning suyuq va qattiq holati uning kondensatlangan holatlari deb ataladi.

Moddalar bir agregat holatdan ikkinchi agregat holatga o'tishi protsessida issiqlik yutiladi yoki chiqariladi. Masalan, 1 g muzni 0° da 1 g suvga aylantirish uchun 80 kal issiqlik kerak bo'ladi. Aksincha, 1 g suv 0° da muzga aylanganda 80 kal issiqlik chiqadi. Moddalar suyuq holatdan gaz holatiga o'tganda issiqlik yutiladi, gaz holatidan suyuq holatga o'tganda issiqlik chiqariladi. Moddalarning har qaysi holati o'z zarrachalarining bir-biriga nisbatan harakati va o'zaro ta'sirlashish shakli bilan bir-biridan farq qiladi. Quyida moddalarning agregat holatlaridan biri – gaz holati bilan batafsil tanishamiz.

Gaz holatidagi har qanday moddaning zarrachalari bir-biri bilan bo'sh bog'langan bo'lib, gaz solingan idish ichida erkin harakat qiladi; gaz idish devorlariga bosim ko'rsatadi. Har qanday gazning bosimi, hajmi va temperaturasi bo'ladi. Gazning holatini ifodalovchi bu uch kattalik o'rtasidagi munosabatlar birin-ketin XVII, XVIII va XIX asrlarda aniqlangan.

1. Boyle—Mariott qonuniga muvofiq, o'zgarmas temperaturada ma'lum gaz massasining hajmi uning bosimiga teskari proporsional bo'ladi. Masalan, gazning dastlabki hajmi V₀, dastlabki bosimi P₀ va keyingi hajmi V₁ keyingi bosimi P₁ bo'lsin. U vaqtda, Boyle—Mariott qonuni tubandagi formula bilan ifodalanadi:

$$P_0 V_0 = P_1 V_1 \quad \text{yoki} \quad PV = \text{const.} \quad (15.1)$$

O'zgarmas miqdorlarda olingan hamma gazlar uchun PV qiymat o'zgarmas ekanligi Boyle—Mariott qonunidan ko'rinib turibdi. Boyle va Mariott bu qonunni o'z tajribalari asosida kashf qilgan edilar. M. V. Lomonosov 1745 yilda Boyle—Mariott qonunining kelib chiqishini izohlab berdi. Real gazlar bu qonunga faqat ma'lum sharoitda bo'ysunadi. Lekin bosim juda ortib ketgan-da va ayniqsa past temperaturada gazlar Boyle—Mariott qonuniga bo'ysunmaydi. Gazlarning bu qonundan chetga

chiqishini dastlab M. V. Lomonosov o'zining havoni siqish tajribalarida kuzatdi.

Keyinroq, mukammal tekshirishlar natijasida, ko'p gazlar uchun Boyle—Mariott qonunidagi PV qiymatning o'zgarishi sezildi. Har qanday bosim va har qanday temperaturada Boyle—Mariott qonuniga bo'ysunadigan gaz **ideal gaz** deyiladi. Demak, ideal gaz uchun bosim o'zgarishiga qaramay, PV qiymat o'zgarmay qoladi, ammo barcha real gazlar uchun esa bosim o'zgarishi bilan PV qiymat ham o'zgaradi.

2. Agar gazning 0° dagi hajmini V_0 va t° dagi hajmini V- bilan ko'rsatsak, Gey-Lyussak va Boyle- Mariott qonuni tubandagicha yoziladi:

$$PV = \frac{P_0 V_0 T}{273} \quad (15.2)$$

Real gazlar Gey-Lyussak qonuniga ham to'la bo'ysunmaydi. Gey-Lyussak qonunini grafik usulda ko'rsatish kerak bo'lsa, odatda, absissalar o'qiga temperatura, ordinatalar o'qiga esa hajm qo'yiladi. Shunga binoan, — 273,2° da gazning hajmi nolga teng bo'lishi kerak. Bu temperatura absolyut nol deyiladi. Absolyut noldan boshlab hisoblangan temperatura absolyut temperatura deb ataladi va u tubandagicha yoziladi:

$$T = 273,2 + t$$

Real gazlar sovitilganda, ko'pincha suyuqlikka aylanadi.

3. Mendeleev – Klapeyron tenglamasi:

4.

$$PVM = mRT \quad (15.3)$$

bu yerda: P – bosim; V – hajm; M – molyar massa; m – tajribadagi gazning massasi; R – universal gaz doimiysi; T – absolyut temperatura.

Nodir gazlar havoning hajm jihatdan 0,94% ini , massa jihatdan 1,3% qismini tashkil etadi. Nodir gazlarni boshqacha inert gazlar deb ham yuritiladi. Chunki bu gazlar kimyoviy jihatdan juda barqaror hisoblanib, boshqa moddalar bilan kimyoviy reaksiyaga kirishmaydi. Bu gazlarga D.I. Mendeleev davriy jadvalining VIII(A) guruhidagi elementlar kiradi. Bular: He – geliy, Ne – neon, Ar – argon, Kr – kripton, Xe – ksenon, Rn – radon.

Ishlatilishi. Geliydan suv osti ishlarida foydalaniladi. G'avvoslarga azot o'rniga geliy qo'shilgan sun'iy havo berish ularning suv ostida uzoqroq turishiga imkon beradi va suv yuzasiga chiqish vaqtida bosimning

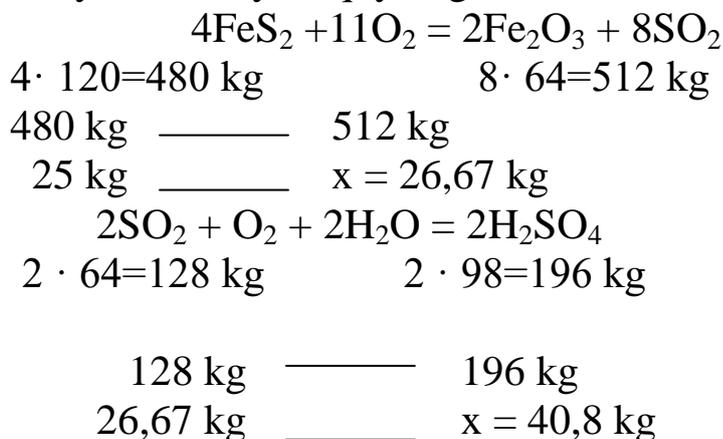
o'zgarishidan paydo bo'ladigan kasallik alomatlarini birmuncha kamaytiradi. Suyuq geliy juda past temperaturalar hosil qilish uchun ishlatiladi.

Inert gazlar elektrotexnikada keng qo'llaniladi. Argon aktiv bo'lmaganligi va issiqlikni juda yomon o'tkazganligi uchun elektr lampalarini to'ldirishda azot bilan birga ishlatiladi. Rangdor reklama naylari ham argon bilan to'ldiriladi, bunday naylar orqali tok o'tkazilganda chiqqan yorug'lik zangori rangli bo'ladi. Bundan tashqari argondan metallurgiyada ham foydalaniladi. Metallurgik pechlar ichidagi havoni bo'shatish uchun va suyuqlangan metall tarkibida qolib ketgan kislorodni chiqarish uchun argon gazi yuboriladi. Bunda argon gazi pech ichidagi havoni siqib chiqaradi, o'zi esa yuqori haroratdagi metall bilan reaksiyaga kirishmaydi. Metall yuqorisida havo qolmagani sababli metall ichida qolib ketgan kislorod o'z- o'zidan metall tarkibidan yuqori qatlamga intilib, konsentratsiyalar gradiyenti hosil bo'lganligi tufayli metall fazasidan chiqib ketadi va metall sifati yaxshilanadi.

Neon to'q sariq – qizg'ish rangda ravshan yonadigan reklama naylarini to'ldirishda ishlatiladi. Bundan tashqari, neon to'ldirilgan naylardan elektrotexnikada to'g'rilagichlar sifatida va boshqa maqsadlarda foydalaniladi. Kripton va ksenon issiqlikni argondan ham kamroq o'tkazadi, shu sababdan, bunday gazlar bilan to'ldirilgan elektr lampalari azot yoki argon bilan to'ldirilgan lampalarga qaraganda uzoqroqqa chidaydi va ancha tejamli bo'ladi.

1-masala. 25 kg pirit (FeS_2) yonishidan hosil bo'lgan oltingugurt gazidan necha kg sulfat kislota tayyorlash mumkin? ($M(\text{FeS}_2)=120$ g/mol, $M(\text{SO}_2)=64$ g/mol)

Yechish. Jarayon reaksiyasi quyidagicha:



Javob: 40,8 kg sulfat kislota tayyorlash mumkin.

2-masala. Sig‘imi 40 litrli po‘latdan yasalgan avtoklavda 150 atmosfera bosim va 27°C temperaturada gazsimon kislorod bor. Avtoklavdagi kislorodning miqdorini (mol) va massasini (kg) aniqlang.

Yechish. Berilgan: $P=150\text{ atm}$, $V=40\text{ litr}$, $P_0=1\text{ atm}$, $T=273 + 27=300^{\circ}\text{K}$, $n=?$, $m=?$

Kislorodning n.sh. dagi hajmini (V_0) quyidagi formuladan topamiz:

$$PV = \frac{P_0 V_0 T}{273}; \quad V_0 = \frac{PV \cdot 273}{P_0 T} = \frac{150 \cdot 40 \cdot 273}{1 \cdot 300} = 5460\text{ litr}$$

Kislorodning mol miqdorini aniqlaymiz:

$$\begin{array}{l} 22,4\text{ litr} \quad \text{_____} \quad 1\text{ mol} \\ 5460\text{ litr} \quad \text{_____} \quad x = 243,75\text{ mol} \end{array}$$

Kislorodning massasini aniqlaymiz:

$$\begin{array}{l} 1\text{ mol} \quad \text{_____} \quad 32\text{ g} \\ 243,75\text{ mol} \quad \text{_____} \quad x = 7800\text{ g} = 7,8\text{ kg.} \end{array}$$

Javob: Avtoklavda 243,75 mol va 7,8 kg kislorod bor.

3-masala. Hajmi 30 litr bo‘lgan po‘lat ballondagi karbonat angidrid gazi 27°C haroratda va 250 kPa bosimda qanday massani egallaydi? (universal gaz doimiysi $R=8,31$)

Yechish. Berilgan: $V=30\text{ litr}$, $P=250\text{ kPa}$, $T=273+27=300^{\circ}\text{K}$, $M(\text{CO}_2)=44\text{g/mol}$, $R=8,31$; $m=?$

$$m = \frac{P \cdot V \cdot M}{R \cdot T} = \frac{250 \cdot 30 \cdot 44}{8,31 \cdot 300} = 132,37\text{ g} \approx 132,4\text{ g}$$

Javob: 132,4 g CO_2

Nazorat uchun savollar

1. 50 kg pirit (FeS_2) yonishidan hosil bo‘lgan oltingugurt gazidan necha kg sulfat kislotaga tayyorlash mumkin? ($M(\text{FeS}_2)=120\text{ gr/mol}$, $M(\text{SO}_2)=64\text{ g/mol}$)

2. Sig‘imi 60 litrli po‘latdan yasalgan avtoklavda 100 atmosfera bosim va 35°C temperaturada gazsimon kislorod bor. Avtoklavdagi kislorodning miqdorini (mol) va massasini (kg) aniqlang.

3. Hajmi 45 litr bo'lgan po'lat ballondagi sulfat angidrid gazi 40°C haroratda va 300 kPa bosimda qanday massani egallaydi? ($M(\text{SO}_3)=80$ g/mol; universal gaz doimiysi $R=8,31$)

4. 100 kg ohaktosh parchalanishi natijasida hosil bo'lgan kalsiy oksidi massasi (kg) va karbonat angidrid hajmini (m^3) aniqlang. ($1\text{m}^3=1000$ litr)

16 – amaliy mashg'ulot

Temir oksidlari vyustit, gematit va magnetitlarning turli tiklovchi moddalar bilan tiklanish reaksiyalarini o'rganish

Ishdan maqsad: Temir oksidlari vyustit, gematit va magnetitlarning turli tiklovchi moddalar bilan tiklanish reaksiyalarini o'rganish.

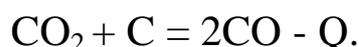
Domna pechida quyidagi asosiy jarayonlar kechadi:

Yoqilg'ining yonishi. Furma orqali domnaga haydalayotgan qizdirilgan havo kislorodi koksni yondiradi:



bunda ajralayotgan issiqlik hisobiga qizigan gazlar yuqoriga ko'tarilib pastga tushayotganda shihtani qizdira boradi.

Tajriba shuni ko'rsatadiki, pechning 1000°C dan yuqoriroq temperaturali zonasida karbonat angidrid 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, quyidagi reaksiya bo'yicha to'la yonish jarayoni kechadi:

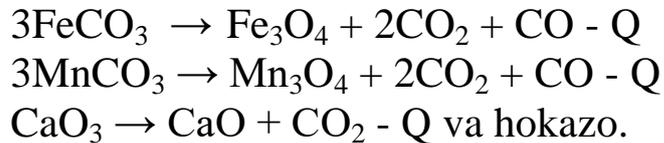


Natijada pechda qaytaruvchi gazlar miqdori ortadi.

Shihta pechda qaytaruvchi gazlar miqdori ortadi.

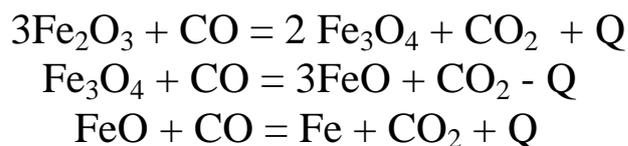
Shihta materiallarning ajraluvchi gazlar ta'sirida qizib borishdan

kimyoviy birikmalarning parchalanishi sodir bo'ladi: Masalan, pechning 100 - 350°C temperaturali zonasida kimyoviy birikmadagi suv yoqilg'idagi uchuvchi moddalar ajralib chiqsa, undan yuqoriroq temperaturali zonasida shixtadagi karbonatlar parchalanadi:



Natijada shihta bo'laklari g'ovaklanadi va ba'zan yoriladi. Bu jarayon pechning koloshnik qismidan boshlanib shaxtaning 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 temperaturada boshlanib, 900 - 1000°C temperaturada tugaydi.

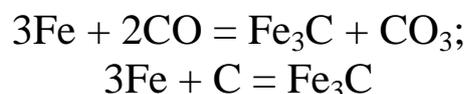


Temirning temir oksidlaridan CO hisobiga qaytarilish tezligi pech temperaturasiga, ruda tarkibiga, fizik holatiga, qaytaruvchi gazlarning miqdoriga bog'liq. Shuni qayd etish kerakki, shaxtaning pastki qismida (1000°C zonasida) hali qaytarilmay qolgan temir (II) - oksid koks uglerodi va temir ruda g'ovaklaridagi qorakuya ko'rinishidagi qattiq uglerod hisobiga ham qaytariladi:



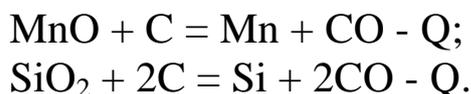
Tajribalar shuni ko'rsatadiki, Fe ning 60 - 50% uglerod (II) - oksidi hisobiga va 40 - 60% qattiq uglerod hisobiga (agar 0,2 - 1% shlakka o'tishi hisobga olinmasa) to'la qaytariladi.

Temirning uglerodga to'yinishi. Qaytarilgan g'alvirak temir, uglerod (II) - oksid bilan reaksiyaga kirishib, temir karbidini hosil qiladi:

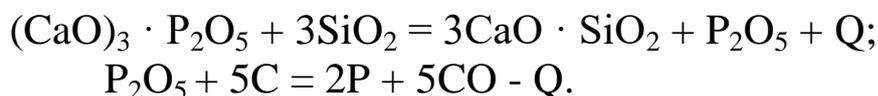


Uglerodga to'yingan bu birikma 1050 - 1200°C temperaturada suyuqlanib koks bo'laklari orasidan o'tib uglerodga to'yinib, o'txonaga to'plana boradi. Bu qotishma tarkibida 3,5 - 4% uglerod bo'ladi.

Domna Fe dan tashqari Si, Mn, S, P va boshqa elementlar ham qaytariladi, masalan, Si va Mn yuqoriroq temperaturada uglerod bilan quyidagi reaksiya bo'yicha qaytariladi:



Shihta 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:

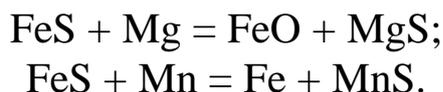


Fosforning deyarli hammasi qotishmaga o'tadi.

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 $[\text{FeS}]$ 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:



1-misol. Buduar reaksiyasi bo'yicha magnetitdan to temir holatigacha temirning tiklanishini hisoblang. Bunda magnetitning massasi 950 kg ni tashkil qilsa, toza metallic holarga tiklangungacha qancha temir qoladi?

Nazorat uchun savollar

1. Qotishma nima? Qanday turdagi qotishmalarni bilasiz?
2. Qora metallaurgiyaning O'zbekistondagi ahamiyati va rivojlanishi.
3. Birlamchi va ikkilamchi jarayondan temirni tiklab olishning bir – biridan farqi.
4. Cho'yan va po'latning bir – biridan farqi.

17- amaliy mashg'ulot

Shlak eritmalaridagi metall oksidining qattiq uglerod bilan tiklanish jarayonini misollarda o'rganish

Ishdan maqsad: Shlak eritmalaridagi metall oksidining qattiq uglerod bilan tiklanish jarayonini misollarda o'rganish.

Boyitmaning kimyoviy tarkibi: 52 % Zn, 33 % S, 2 % Cu, 2 % Pb, 8 % Fe, 3 % boshqalar. Asosiy minerallar: temirli sfalerit (marmatit), xalkopirit, galenit, pirit, kvars. Bulardan tashqari boyitma tarkibida kadmiy, kobalt, indiy, simob, selen, kumush, ftor, xlor, mishyak va boshqalar, ya'ni bu keltirilganlar boyitmaning ratsional tarkibini hisoblash davrida inobatga olinmaydi. Boyitma tarkibida temir FeS ko'rinishida mavjud bo'ladi. Shunday qilib, boyitmadagi temir quyidagi minerallar tarkibida uchraydi, ya'ni xalkopirit, pirit va sfalerit. Xalkopirit tarkibidagi temir va oltingugurtning miqdorini topamiz.

Xalkopiritga bog'langan temirning massasini topamiz:

:

$$X - 2 \cdot 56 : 64 = 1,75 \text{ kg.}$$

Jami xalkopirit massasi

$$2,0 + 1,75 + 2,0 = 5,75 \text{ kg.}$$

Galenit tarkibidagi oltingugurt miqdori $2 \cdot 32 : 207 = 0,31 \text{ kg.}$ Jami galenit

$$2,00 + 0,31 = 2,31 \text{ kg.}$$

Sfalerit va undagi oltingugurt miqdorini aniqlaymiz:

$$52 \cdot 32 : 65 = 25,6$$

kg oltingugurt va $52,00 + 25,6 = 77,60$ kg sfalerit.

Qoldiq temir va oltingugurt miqdorini aniqlaymiz:

$$\begin{aligned} \text{oltingugurt} & 33,00 - 2,0 - 0,31 - 25,6 = 5,09 \text{ kg;} \\ \text{temir} & 8,00 - 1,75 = 6,25 \text{ kg.} \end{aligned}$$

Oddiy sulfidlar tarkibidagi temirning miqdorini X deb, pirit tarkibidagi esa $6,25 - X$ deb olib quyidagi tenglamani tuzamiz.

$$X \cdot 32 : 56 + (6,25 - X) \cdot 64 : 56 = 5,09.$$

bu yerda $X = 3,59$ kg temir. Bu bilan bogʻlangan oltingugurt $3,59 \cdot 32 : 56 = 2,05$ kg. Barcha temir sulfidlarining miqdori $3,59 + 2,05 = 5,64$ kg. Sfalerit massasiga nisbatan foiz miqdori quyidagi miqdorini tashkil etadi $5,64 \cdot 100 : 77,60 = 7,27$ %, yaʼni bu qiymatlar mineralogiya fanlaridagi maʼlumotlarga qanchalik mos kelishini taqqoslaymiz. Bunga mos ravishda sfalerit miqdori 20 % ni tashkil etadi. Boyitmadagi piritning miqdori quyidagicha boʻladi $6,25 - 3,59 + 5,09 - 2,05 = 5,7$ kg. Olingan maʼlumotlar 17.1-jadvalga kiritamiz.

17.1-jadval

Rux boyitmasining ratsional tarkibi, %

Minerallarning nomlanishi	Zn	Cu	Pb	S	Fe	Jins	Jami
Sfalerit	52,0	-	-	27,65	3,59	-	83,24
Xalkopirit	-	2,0	-	2,0	1,75	-	5,75
Galenit	-	-	2,0	0,31	-	-	2,31
Pirit	-	-	-	3,04	2,66	-	5,70
Jins	-	-	-	-	-	3,0	3,00
Jami:	52,0	2,0	2,0	33,00	8,00	3,0	100,00

Qoʻrgʻoshin boyitmalarining ratsional tarkibini hisoblash

Boyitmaning kimyoviy tarkibi: 52 % Pb, 12 % Zn, 4 % Cu, 10 % Fe,

16 % S, 6 % boshqalar.

Boyitma tarkibida ko'rsatilgan elementlardan tashqari, oltin, kumush, mishyak, surma, vismut, selen va tellur kabi elementlar ham bor bular keyingi hisoblashlarda inobatga olinmaydi. Bulardan tashqari, bo'sh tog' jinslari ham uchraydi. Asosiy minerallar: galenit, sfalerit, xalkopirit, pirit. Gohida arsenopirit ham uchraydi.

Galenit miqdorini va undagi oltingugurt miqdorini topamiz: galenit miqdori $239 \cdot 52 : 207 = 59,99$ kg; undagi oltingugurt esa $52 : 207 \cdot 32 = 8,03$ kg ni tashkil etadi.

Oltingugurt miqdorini oddiy usul bilan topsa bo'ladi, ya'ni galenit umumiy massasidan qo'rg'oshin miqdorining ayirmasi ham shu qiymatni beradi: $59,99 - 52,00 = 7,99$ kg. Natijalarning bir-biriga mos tushishida (0,5% ga xatolik kuzatildi) xatolik atom massasini ixchamlashtirish oqibatida yuz beradi. Uning atom massasini aniq bilish oqibatida galenit massasini topamiz 60,04 kg va undagi oltingugurt 8,04 kg ni tashkil etadi.

Xalkopirit miqdorini aniqlaymiz: jami $4 \cdot 184 : 64 = 11,50$ kg; Undagi oltingugurt miqdorini mos ravishda formulaga mos ravishda, 4 kg; Temir esa aniqlangan qiymatlar farqi orqali topiladi $11,50 - 8 = 3,5$ kg; stexiometriya bo'yicha $4 \cdot 56 : 64 = 3,5$ kg.

Sfalerit miqdorini va undagi oltingugurt miqdorini topamiz:

$$12 \cdot 97 : 65 = 17,90 \text{ kg sfalerit}; \quad 12 \cdot 32 : 65 = 5,90 \text{ kg oltingugurt.}$$

Qolgan temir miqdori $10 - 3,5 = 6,5$ kg ga teng.

Qoldiq oltingugurt miqdori $16 - 8,01 - 5,90 - 4 = -1,91$ kg.

Qoldiq oltingugurt miqdorini aniqlashdagi olingan qiymat shuni ko'rsatadiki, ya'ni dastlabki ma'lumotlar aniqmasligini bildiradi. Endi qanday qilib xatolik sabablarini o'rganamiz. Bizning misolimizdagi oltingugurtning yetishmovchiligini uchta sababi mavjud:

1) boyitmaning kimyoviy tarkibi noto'g'ri ko'rsatilgan (oltingugurt kam);

2) boyitmaning mineralogik tarkibi noto'g'ri aniqlangan, bunga misol tariqasida faktik jihatdan kam oltingugurtli xalkozin minerali mavjuddir, bundan tashqari, yuqori oltingugurtli xalkopirit;

3) bulardan tashqari, boyitma tarkibida qo'rg'oshin va rux sulfidli emas, balki ularning oksidlari ham mavjuddir. Pirit va oddiy sulfidlardagi temir miqdorini aniqlash uchun quyidagi tenglamani tuzamiz:

$$X \cdot 64 : 56 + (4,5 - X) \cdot 32 : 56 = 3,09.$$

bu yerda $X = 0,75$ kg va pirit miqdori $0,75 + 64 : 56 - 0,75 = 1,61$ kg ga teng bo'ladi. Oddiy sulfidlardagi temir esa $4,5 - 0,75 + 3,09 - 0,86 = 3,75 + 2,23 = 5,98$ kg. Olingan natijalarni 17.2-jadvalga kirgizamiz.

17.2-jadval

Qo'rg'oshin boyitmasining ratsional tarkibi, %

Mineral nomlanishi	Pb	Zn	Cu	Fe	S	Boshqalar	Jami
Galenit	52	-	-	-	8,04	-	60,04
Sfalerit	-	12	-	3,75	8,13	-	23,79
Xalkopirit	-	-	4	3,50	4,00	-	11,50
Pirit	-	-	-	0,75	0,86	-	1,61
Boshqalar	-	-	-	-	-	3,0	3,00
Jami	52,0	12,0	4,0	8,00	21,00	3,0	100,00

Nazorat uchun savollar

1. Marmatit qanday mineral?
2. Sfalerit mineralning kimyoviy tarkibi va foizlik miqdorini hisoblang?
3. Qanday rudalarni bilasiz va ular necha turga bo'linadi?

18 – amaliy mashg'ulot

Metall oksidlarining boshqa metall bilan tiklanish jarayonlarini misollarda o'rganish

Ishdan maqsad: Metall oksidlarining boshqa metal bilan tiklanish jarayonlarini misollarda o'rganish.

Yoyli po'lat eritish pechida eritish quyidagi asosiy davrlarda kechadi.

1. erish davri (60%)
2. oksidlanish davri (9,4%)
3. tozalash davri (18,2%)

4. 2 ta erish davri orasida turib qolishlar, bunga metallni chiqarish yoki, yoqilg'i – moy kuyishni pechni tozalashni va pechga shihta yuklashni o'z ichiga oladi (12,4%).

Yuklangan metallning qizishi va erishi sodir bo'ladi, bunda pech elektroenergiyaning katta qismini iste'mol qiladi. Shuning uchun loyihalashda hisob olib boriladi. Erish davri uchun o'z ichiga quyidagilarni oladi.

1. materiallar balansi hisobi
2. pechning asosiy o'lchamlarini hisobi
3. energetika belgisining hisobi
4. transformatorning zaruriy hisobi.

hajmi $G=150$ tonna bo'lgan yoyli po'lat eritish pechini hisoblash tartibi.

16% - qayta ishlangan po'lat

72% - temir go'lalari

10% - lom

1,74% - aglomerat

0,26% - elektrod

Transformator po'latini eritishda foydalaniladi, uning tarkibi erish davrining oxirida quyidagicha bo'ladi.

18.1-jadval

	C	Si	Mn	Fe
Cho'yan (16)	4.01	1.01	0.98	-
Posport bolvanka (72%)	0.11	0.30	0.45	
Lom ryadovoy (10%)	0.14	0.25	0.85	
Aglomerat (1.74%)				
Elektrodlar (0.26%)	99			
Erigandan so'ng	0.23	0.036	0.19	
O'rtacha tarkib	0.992	0.4026	0.565	
	2		8	

Erish jarayonidagi futerovkaning sarfi quyidagicha:

magnezit xromli g'isht - 0,03%

magnezit kukuni - 1,03%

magnezit g'ishti - 0,28%
 erish jarayonida vannaga quyidagilar yuklanadi:
 magnezit - 56%
 oxak - 2,25%
 aglomerat - 3,27%

Material balansi

Shixta va po'latning erigandan keyingi aralashmasining o'rtacha element miqdori farqini aniqlaymiz.

18.2-jadval

C	$0.9922 - 0.23 = 0.7622$ kg
Si	$0.4026 - 0.036 = 0.3666$ kg
Mn	$0.5658 - 0.19 = 0.3758$ kg
Fe	3.000 kg
Jami:	4.5046 kg

30% C – CO g gaza, 70% esa CO gacha aniqlanadi deb qabul qilamiz. Begona moddalarning oksidlanishiga kislorod sarfini va xonada bo'lgan oksidlar miqdorini topamiz.

18.3-jadval

	Kislorodning sarfi, kg	Oksidning massasi, kg
C-- CO ₂	$0.2286 * 32 : 12 = 0.6096$	$0.2286 + 0.6096 = 0.8382$
C--CO	$0.5335 * 16 : 12 = 0.7115$	$0.5335 + 0.7115 = 1.245$
Si-- SiO ₂	$0.3666 * 32 : 28 = 0.4189$	$0.3666 + 0.4189 = 0.7855$
Mn-- MnO	$0.3758 * 16 : 55 = 0.109$	$0.3758 + 0.10890 = 0.4848$
Fe-- Fe ₂ O ₃	$3 * 48 : 112 = 1.2857$	$3 + 1.2857 = 4.2857$
Jami:	3.1347	7.6392

Ular tablitsadan foydalanib shlakning erish davri oxiridagi tarkibini topamiz.

18.4-jadval

	Si	C	M	A	C	S	M	P ₂	F
	O ₂	aO	gO	l ₂ O ₃	r ₂ O ₃		nO	O ₅	e ₂ O ₃

Meta lli shixta	0. 7855	-	-	-	-	-	0. 8	-	-
Mag nezit xromitli g'isht	0. 0018	0. 0006	0. 0198	0. 0012	0. 0036	-	-	-	0. 0030
Mag nezitli g'isht	0. 0084	0. 0073	0. 2520	0. 0045	-	-	-	-	0. 0056
Mag nezitli kukun	0. 0419	0. 0262	0. 9431	0. 0083	-	-	-	-	0. 0105
Mag nezit (podvalk a)	0. 0168	0. 0146	0. 5040	0. 0086	-	-	-	-	0. 0112
Aglo merat	0. 4359	0. 6508	0. 0401	-	-	-	-	-	-
Oxak	0. 0787	1. 9125	0. 0787	0. 0113	-	0. 0029	-	0. 0023	0. 0079
Jami:	1. 3654	2. 612	1. 8377	0. 0339	0. 0036	0. 0029	0. 4848	0. 0023	0. 0382

Shlakdagi temir oksidining miqdori metalldagi C miqdoriga bog'liq va F. P. Yedneral ma'lumotlari bo'yicha quyidagicha qabul qilamiz.

[C]%.....0,08 – 0,18 0,20 – 0,32 0,28 – 0,42 0,67 - 1,09
(Fe_{obsh})%.....12,23 10,05 9,20 9,10

(Fe dagi FeO) / (Fe dagi Fe₂O₃) element amaliyot bo'yicha berilgan nisbatliklarni 2 – 4 deb qabul qilamiz.

Keltirilgan tavsiyani tegishli deb qabul qilinib, erish davrining oxiridagi po'latdagi C miqdori 0,23% ga, shlakdagi temir oksidning miqdori 10,05% ni tashkil qiladi. FeO/ (75% bo'lsa Fe₂O₃ oksidida 2,25% ga teng bo'ladi.

Temirning oksidsiz shlak og'irligi yuqorida berilgan jadvalda 6.3808 kg, 0,8995% ni tashkil qiladi, umumiy shlak og'irligi

$$L_{shl} = 6.3808/0,8995 = 7.0937 \text{ kg}$$

Shlakdagi Fe oksidining og'irligi $7.0937 - 6.3808 = 0.7129$ kg, shundan 0.1808 kg Fe_2O_3 va 0.5320 kg FeO , shunday qilib shlakning tarkibi quyidagicha:

18.5-jadval

	S iO ₂	C aO	M gO	A l ₂ O ₃	C r ₂ O ₃	S	M nO	P ₂ O ₅	F e ₂ O ₃	F eO	
	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	7
g	.365	.61	.837	.033	.003	.002	.484	.002	.180	.532	.055
	4	2	7	9	6	9	8	3	8	0	4
	1	3	2	0	0	0	6	0	2	7	1
	9.35	7.0	6.04	.480	.051	.041	.871	.032	.562	.540	00.0
		2		4		1		5	5	3	

Shlakning asoslilik miqdori quyidagicha

$$CaO/SiO_2 = 37.02/19.35 = 1.91$$

Temirning oksidlanishi, kg

$$Fe_2O_3 \text{ gacha } \dots\dots 0.1808 - 0.0382 = 0.1426$$

$$FeO \text{ gacha } \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots 0.5320$$

Temir metall dan shlakka o'tadi.

$$0.1426 * 112 : 160 + 0.5320 * 56 : 72 = 0.0998 + 0.4137 = 0.5135 \text{ kg.}$$

Yaroqli metall chiqishini quyidagicha tashkil etadi.

$$98,0 - 4.5046 - 0.5135 - 0.5 + 3.843 = 96.32 \text{ kg}$$

Nazorat uchun savollar

1. Stexiometriya deb nimaga aytiladi?
2. Bosim, harorat, solishtirma og'irlik o'lchov birliklari qanday nomlanadi?
3. Moddalar massasining saqlanish qonuniga ta'rif bering.
4. Tarkibning doimiylik qonuni va uning metallurgiyada qo'llanilishi.

19-amaliy mashg`ulot

Mavzu: Metallurgiyada shlak eritmalarining tarkibi, xususiyatlari va ahamiyatini misollar yordamida o`rganish

Ishdan maqsad: Metallurgiyada shlak eritmalarining tarkibi, xususiyatlari va ahamiyatini misollar yordamida o`rganish.

Shlakli eritma – deb ruda yoki oraliq mahsulotlarning pirometallurgiya usuli bilan qayta ishlab chiqarish natijasida paydo bo`ladigan oksidlarning murakkab eritmalariga aytiladi. Shlak tog` jinslar va ataylab qo`shiladigan flyus oksidlaridan paydo bo`ladi va foydali moddalarni ajratib olish uchun xizmat qiladi. Pirometallurgiyada shlakli eritmalarining ahamiyati juda katta. Yuqori haroratlarda shlaklarda muhim kimyoviy jarayonlar oqib o`tadi.

Shuning bilan pirometallurgiya jarayonlarning termodinamika va kinetikasi bir qator hollarda shlaklarning fizika-kimyoviy xususiyatlariga bog`liq.

Xomashyoda qimmatbaho metallarning odatdagicha kam va tog` jinslar moddalarning baland miqdorligi natijasida, pirometallurgik jarayonlar shlaklarning ko`p chiqishi bilan ta`riflaydi (vaqti-vaqti bilan 100 – 120 % dastlabki xomashyo hajmidan).

Shlaklar xususiyatlari bilan metallurgik dastgohlarning ishlab chiqarish unumdorligi, yoqilg`ining sarflanishi, metallarning isrofgarchiligi, xomashyoni qayta ishlash tannarxi va boshqa ko`rsatkichlari bilan aniqlanadi. Shlakda metallarning kam miqdorligiga qaramay (0,1 – 1,5 %) ularni yuqori hajmda chiqishi natijasida, chiqindi bilan qimmatbaho moddani yo`qolishini ko`p bo`lishiga olib keladi.

Nazorat uchun savollar

1. Shlak deb nimaga aytiladi?
2. Shlakka ta`sirlashuvchi holatlar: bosim, harorat, solishtirma og`irlik o`lchov birliklari?
3. Shteyn nima?
4. Tarkibning doimiylik qonuni va uning metallurgiyada qo`llanilishi.
- 5.

20-amaliy mashg`ulot

Mavzu: Shlaklarning nordonligi va asosligini hisoblash usullari

Ishdan maqsad: Shlaklarning nordonligi va asosligini hisoblash usullari.

Metallurgik zavodlarda shlaklarning uch hil turi mavjud bo'lib, ular quyidagilardir:

1. *Rudalarni eritishda hosil bo'lgan;*
2. *Konvertor shlaklaridan hosil bo'lgan;*
3. *Rafinirlash jarayonidan hosil bo'lgan.*

Rudalarni eritishda hosil bo'lgan shlaklar chiqindi bo'lib, asosan quyidagi mahsulotlarni olishga ishlatiladi, masalan: shlak tarkibli paxta (vata), issiqizolyatsiyalangan plitalar, shlakobloklar, quymabloklar tarkibiga qo'shib, shlaklardan foydalaniladi.

Shlak tarkibi – 70 – 90 % shlaklar temir oksidlaridan tashkil topgan, ya'ni FeO, magnetitdan Fe₃O₄, kremnezyom (SiO₂), kalsiy oksidi (CaO), 8 – 12 % gacha Al₂O₃ doimiy ravishda shlak tarkibida mavjuddir.

Shlaklar tarkibida asosli oksidlarning taxminiy miqdori quyidagicha:

18 – 58 % SiO₂, 18 – 55 % FeO, 4 – 30 % CaO hamda shlak tarkibida ayrim hollarda 1 – 2 % gacha S uchraydi.

Shlaklar nordon va asoslilarga bo'linadi. Nordon shlaklarga kremniy va alyuminiy oksidlarining yig'indisi 40 % dan ko'prog'i kiradi. Asoslilariga esa SiO₂ va Al₂O₃ larning yig'indisi 40 % dan kam miqdorli shlaklar kiradi.

1-misol. Asosli shlak oksidlari quyidagi zichlikka ega: Fe Ova ZnO 5,6 dan 5,8 gacha, MgO va CaO 3,2 dan 3,4 gacha, SiO₂ Al₂O₃ 2,6 dan 4 gacha bo'ladi. MgO va CaO larining zichligi o'zgarmaydi. Shlaklarning zichligi metallurgiyada muhim rol oynaydi va prof. Diyev N.P. formulasi orqali aniqlanadi:

$$d = \frac{(2,2SiO_2 + 3,3 CaO + 5,2 FeO + 2,3 Al_2O_3)}{100}$$

Quyidagi formula yordamida shlaklarning nordonligini aniqlash mumkin. Ko'rsatkichlarni qoyib misollar yeching

Nazorat uchun savollar

1. Qanday minerallar shlak tarkibida uchraydi?
2. Qanday shlaklar FeO laridan tashkil topgan?
3. SiO₂ va alyuminiy oksidlarining yig'indisi 40% dan ko'p bo'lsa qanday shlaklar bo'ladi?

21 - amaliy mashg`ulot

Mavzu: Shlak eritmalarining erish harorati, yopishqoqligi, zichligi, nisbiy og`irliklarini misollarda o`rganish

Ishdan maqsad: Shlak eritmalarining erish harorati, yopishqoqligi, zichligi, nisbiy og`irliklarini misollarda o`rganish.

Yopishqoqlik – metallarni shlak bilan isrofgarchiligiga katta ta'sir qiladi, chunki bu omilga likvatsiya orqali fazalarning bo`linishi bog`liqdir. Yopishqoqlik oqimini mexanizmini ko`rib chiqqanda shuni aniqlash mumkinki, yopishqoqlik koeffitsiyentining qiymati birinchi darajada eritmadagi moddalarning o`lchamlariga bog`liqdir.

Shlak eritmalarida – eng katta birliklar bu kremniy kislorod komplekslardir. Ularning tuzilishi va o`lchamlari shlakning yopishqoqlik oqimini tarkibga bog`liqligini aniqlovchi xususiyatdir. Shlak qanchalik nordonroq bo`lsa, shunchalik kremniy kislorod komplekslarini o`lchamlari kattaroq bo`ladi va ularning yopishqoqligi ham oshadi. Shlakdagi boshqa kislotali oksidlar (Al_2O_3 , R_2O_5 , TiO_2) miqdorligining oshishi yopishqoqlik qiymatini o`shirga olib keladi. Har xil shlaklar uchun harorat oshishi bilan eritma yopishqoqligini kamayishi xarakterlidir. Shlak eritmalarini yopishqoqligining haroratga bog`liqligi har xildir. Shlakning yopishqoqligi haroratning pasayishi bilan asta sekin ko`payib boradi .

Shlaklarning qovushqoqligi: odatda qovushqoqlik (Π) puazlarda o`lchanadi. Ushbu ko`rsatkichni aniqroq tushunish uchun 20^0 C suyuqlikni misol qilamiz, $\text{H}_2\text{O} - 0.01$; $\text{H}_2\text{SO}_4 - 0.2$; yog` moylarida 1-3 ; mazut 5-7 va hokozo. Temir shlaklarida 5-30 Π tashkil qiladi. Qovushqoq jarayonda borayotgan eritish jarayonining haroratiga va shlak tarkibiga bog`liq. Jarayon haroratining $1200-1400^0\text{C}$ gacha ko`tarilishidan qovushqoqlik 10 – 100 martagacha o`zgaradi.

Shlaklarning zichligi: asosiy shlakli eritmalarda quyidagi zichlikka ega FeO va ZnO 5,6 dan 5,8 gacha MgO va CaO ; $\text{SiO}_2 - 3,2$ dan 3,4 gacha, Al_2O_3 gacha 2,6 – 4 %. MgO va CaO ning zichligi deyarli o`zgarmaydi.

Nazorat uchun savollar

1. Shlakning yopishqoqligi qanday harorat bo`lganda ko`payib boradi?
2. Shlaklar nordon bo`lganda kremniy kislorod komplekslarining yopishqoqligi qanday o`zgaradi?

3. Yopishqoqlik koeffitsiyenti birinchi o' rinda eritmadagi moddalarning nimasiga bog'liq?

22 – amaliy mashg'ulot

Mavzu: Ikki komponentli shlak diagrammalarini o'rganish

Ishdan maqsad: Ikki komponentli holat diagrammalarini o'rganish.

A va B komponentlarni aralashtirganda qattiq yoki suyuq eritmalar paydo bo'ladi. Qattiq eritmalar har xil elementlarning atom yoki ionlarini aralashtirganda umumiy Kristall panjara tashkil qilganda paydo bo'ladi. Qattiq holatda ikkita moddaning bir – birida chegarasi erishi kamdan – kam uchraydi. Bunga asosiy sabab elementlarni aralashganda har xil elektron tuzilishidir. Metallurgiyada ko'proq oksidlarning qattiq holatda cheklangan eruvchanligi uchraydi. Bunday eritmalarga silikatlar $\text{MeO} \cdot m \text{SiO}_2$, shpinel fazalarni ($\text{Me}^1 \text{Me}^{11} \text{O}_3$ va boshqalar) kiritish mumkin.

Pirometallurgiyada shlakli eritmalarining ko'pchiligi silikatlar guruhiga kiradi. Fazali o'zgarishlar davrida tushunchani, asosan, oddiy silikatlar erish harorati haqidagi holatni binarli diagrammalaridan olish mumkin.

A va B komponentlarni aralashtirganda qattiq yoki suyuq eritmalar paydo bo'lishi mumkin. Qattiq eritmalar har xil elementlarni atom yoki ionlarini aralashtirganda umumiy kristall panjara tashkil qilganda paydo bo'ladi. Qattiq holatda ikkita moddaning bir-birida chegarasiz erishi kamdan-kam uchraydi. Bunga asosiy sabab elementlarni aralashganda har xil elektron tuzilishidir. Metallurgiyada ko'proq oksidlar qattiq holatda cheklangan eruvchanligi uchraydi. Bunday eritmalarga silikatlar $n \text{MeO} \cdot m \text{SiO}_2$, shpinel fazalarni ($\text{Me}^1 \text{Me}^{11} \text{O}_3$ va boshqalar) kiritish mumkin.

Moddaning suyuq holatiga o'tish davrida uzluksiz eruvchanlikka ega bo'lgan eritmalarining hosil bo'lish imkoniyati ko'payadi. Qattiq va suyuq moddalarning tuzilishida ko'p o'xshashlik bo'lishi bilan, suyuq holatdagi vakansiyani miqdorligi ko'payishi, cheklashtiruvchi energetik omilning ta'sirini kamaytiradi.

Shlaklarni asosiy tashkil qiluvchi binarli oksid sistemalari juda ham kam holatlarda uzluksiz qattiq eritmalar qatorini eritma tashkil qiladi. Misol hisobida quyidagi komponentlardan tuzilgan shlak sistemalarini keltirish mumkin: $\text{Cr}_2\text{O}_3 - \text{Al}_2\text{O}_3$; MgO-NiO ; MgO-FeO ; CaO-MnO va boshqalardir.

Metallurgiyada ko'pchilik shlak eritmaları silikatlar qatoriga kiradi, fazalar o'zgarishi to'g'risidagi ma'lumot, oddiy silikatlar erish

harorati va boshqa shu sistemaga mos xususiyatlarni binarli holat diagrammalaridan olish mumkin. Binarli silikatlarga mos bo'lgan umumiy xususiyat - bu diagrammaning o'rta qismida (40-70% SiO₂) bitta, yoki bir nechta evtektikalarning mavjudligidir. Ushbu evtektikalar dastlabki SiO₂ va Me_xO_y larga nisbatan pastroq erish haroratiga egadirlar. Bir qator binarli evtektikalar uchun bitta yoki bir nechta mustahkam kimyoviy birikmalar bo'lishi kuzatiladi. Masalan, quyidagi mustahkam kimyoviy birikmalar mavjuddir: 2FeO·SiO₂ MgO SiO₂ va boshqalardir. Metallurgiyada shlaklarni asoslovchi CaO-SiO₂ va FeO-SiO₂ sistemalarni batafsilroq ko'rib chiqamiz. Sistema CaO - SiO₂. Qattiq holatda ikkita murakkab kimyoviy birikma borligi bilan ajralib turadi: CaO·SiO₂ (erish harorati = 1540°C) va 2CaO SiO₂ (erish harorati 2130°C). Erkin kalsiy va kremniy oksidlarining erish haroratlari 2570 va 1713 °C tashkil qiladi. Bu kimyoviy birikmalardan tashqari, sistemada yana ikkita kimyoviy birikma paydo bo'ladi: 3CaO SiO₂ va 3CaO 2SiO₂. Bu birikmalar cheklangan harorat masofasida mustahkamdir. 2CaO·CuO₂ birikmaning likvidus chizigini o'tkir formasi CaO SiO₂ birikmaga nisbatan murakkabligini ko'rsatadi. Ikki komponentli diagrammalardagi gorizontall chiziqlar 3 ta kondensatsiyalangan va bitta gaz fazalarning muvozanat holatini ta'riflaydi. Bunday sharoitlarda sistemaning erkinlik darajasi 0 ga teng (ion variant sistema). Fazalar sonini o'zgartirish mumkin emas ($S = Q - F + 2 = 2 - 4 + 2 = 0$). Masalan, 1200°C da tarkibida 55 % - SiO₂ bo'lsa muvozanatda tridimit (kristallik tuzilishi) - SiO₂ - αCaO · SiO₂ - gaz fazasi bo'ladi.

Nazorat uchun savollar

- 1) Pirometallurgiyada shlakli eritmalar asosan qanday guruhlar qatoriga kiradi ?
- 2) Erkin kalsiy va kremniy oksidlarining erish haroratlari necha C° larni tashkil etadi?
- 3) Ikki komponentli diagrammalardagi gorizontall chiziqlar muvozanat holati qay tarzda ta'riflanadi?

23 – Amaliy mashg'ulot

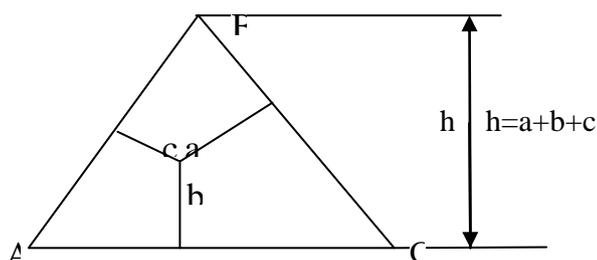
Mavzu: Uch komponentli shlak diagrammalarini o'rganish

Ishdan maqsad: Uch komponentli shlak diagrammalarini o'rganish. Teng tomonli uchburchak diagrammalarda uch komponentli

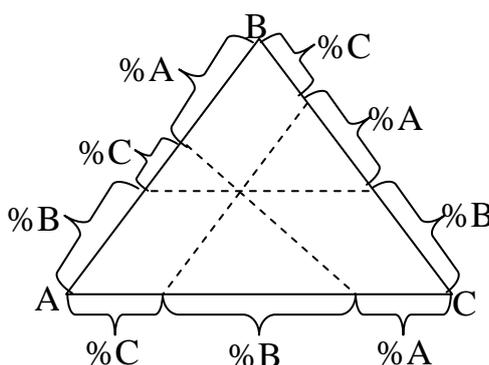
sistemalarning qandaydir bir xususiyatini tarkibga bog'liqligi ko'rsatiladi (erish harorati, yopishqoqlik, zichlik va h.k.). Uchburchakning o'qlarida sistemaning komponentlari joylashgan A, B va C. Uchburchakning tomonlarida A, B va C; A va C lardan tuzilgan ikki komponentli tarkiblar joylashgan. Uchburchakning ichida esa hamma uch komponentli sistemalar o'rin olgan.

Uch komponentli quymalarning tarkibini aniqlashda teng tomonli uchburchakning ma'lum bo'lgan geometrik xususiyatlaridan foydalaniladi (23.1 va 23.2-rasm).

Berilgan nuqtadan uchburchakning tomonlariga tushirilgan perpendikulyarlarning yig'indisi uchburchakning balandligiga teng (23.1-rasm), yoki uchburchakning tomonlarini parallel o'tkazilgandan keyin kesimlarining yig'indisi uchburchakning tomoniga teng (23.2-rasm). Uchburchakning balandligi yoki tomonini 100 % ga teng deb qabul qilsak, eritma tarkibidagi komponentning miqdorligini perpendikulyar yoki kesim bilan aniqlasa bo'ladi.



23.1-rasm. Uch komponentli diagrammaning gorizontol maydonga proyeksiyasi



23.2-rasm. Uch komponentli diagrammada tarkibini aniqlash

Uchburchakning tomonini 100% ga teng deb qabul qilish qulayroqdir. Bunda uch komponentli sistemadagi miqdorlikni aniqlash uchun berilgan nuqtadan o'qdan qarama-qarshi turgan tomonga parallel chiziq o'tkazish

kerak. Yon tomondagi kesimlar komponentni izlayotgan miqdorligini aniqlaydi. Uch komponentli diagrammalar shlaklarning likvidus chiziqlarini aniqlashga, eritmaning durlanish yo'llarini, fazalar ajralib chiqish ketma-ketligini va durlanish haroratini aniqlashda qo'llash mumkin. 21.2-rasmda uch komponentli $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ sistemasining holat diagrammasida keltirilgan. Bu sistema qora metallurgiyada shlaklarni asos qiluvchidir. Uchburchakning ichida ikkita mustahkam kimyoviy birikmalar bor: A - anortit, $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ (yer ish harorati 1550°C) va V-gelinit $2\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$.

SiO_2 (erish harorati 1590°C). Birikmalar 8 ta 2 va uch komponentli evtektikalar hosil qiladi. Bu evtektikalar eng past erish haroratlariga egadir. Kremniy dioksidi burchagi oldida (diagrammaning yuqori qismida) uch komponentli sistemaning qatlamlanish mintaqasi bordir. Diagrammada bu mintaqa shtrixlangan. Diagrammadagi likvidus chizig'idagi o'qlar, eritmani sovitishda durlanish yo'lini ta'riflaydi. O tarkibdagi eritmaning durlanish yo'llari 5.1-rasmda keltirilgan. Ushbu rasmda $\text{CaO} - \text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3$ diagrammasini bir qismi tasvirlangan.

Nazorat uchun savollar

- 1) Teng tomonli uchburchak diagrammalarda uch komponentli sistemalarning qanday xususiyatlarini bilasiz ?
- 2) Uch komponentli diagramma tarkibini qanday kimyoviy birikmalar tashkil qiladi ?
- 3) Diagrammadagi eritma tarkibida komponentning miqdorligini qanday yo'l bilan aniqlash mumkin?

24 – amaliy mashg'ulot

Mavzu: Shteynlarning tarkibi va xususiyatlarini o'rganish

Ishdan maqsad: Shteynlarning tarkibiva xususiyatlarini o'rganish.

Shteyn o'zi bilan har xil metallar sulfidlarining eritmasini tashkil qiladi. Shteynda bir qancha metal oksidlari erigandir (asosan temir oksidlari). Shteynlarning tuzilishida asosan moddalar orasida kovalentli aloqa keng tarqalgan. Buni isboti namunasida quyidagi omillardan ko'rish mumkin:

- 1) eritilgan sulfidlardan elektroliz yordamida elektrodlarda metall olish mumkin emas;
- 2) Suyuq sulfidlarning elektr o'tkazish qiymati ion sistemalariga nisbatdan ancha ko'proqdir;

3) Elektr o'tkazishning harorat koeffitsiyenti suyuq sulfidlarning stexiometrik tarkibiga bog'liqdir;

4) oltingugurt yetishmagan sharoitlarda elektr o'tkazishning harorat koeffitsiyenti manfiydir, bu esa metallarga xos xususiyatdir.

Oltingugurt ko'proq bo'lsa, elektr o'tkazishning harorat koeffitsiyenti aksariga aylanadi va bu xususiyat yarim o'tkazgich xossalarga mosdir. Shteynlarning muhim bir xususiyati – ularning erish haroratidir. Erish harorati o'ziga xos diagrammalardan aniqlanishi mumkin. Metallurglar shteynlarning erish haroratini aniqlaganda ularning optimal tarkibini tanlab, berilgan harorat masofasida pech agregatlarining avariyasiz ishlashini ta'minlaydi. Sulfidlar o'zi bilan metallarning oltingugurt bilan kimyoviy birikmasini tasavvur qiladilar. Ularning qatoriga Cu_2S , FeS , PbS va boshqalar kiradi. Bir qator sulfidlar uchun murakkab binarli sistema diagrammalari tuzilgan.

Shteynlarning muhim bir xususiyati - ularning erish haroratidir. Erish harorati o'ziga xos diagrammalardan aniqlanishi mumkin. Metallurglar shteynlarning erish haroratini aniqlaganda ularning optimal tarkibini tanlab, berilgan harorat masofasida pech agregatlarining avariyasiz ishlashini ta'minlaydi. Sulfidlar o'zi bilan metallarning oltingugurt bilan kimyoviy birikmasini tasavvur qiladilar. Ularning qatoriga Cu_2S , FeS , PbS va boshqalar kiradi. Bir qator sulfidlar uchun murakkab binarli sistema diagrammalari tuzilgan.

Nazorat uchun savollar

- 1) Shteynlarning eng asosiy xususiyatlaridan biri bu?
- 2) Elektr o'tkazishning harorat koeffitsiyenti suyuq sulfidlarning qanday tarkibiga bog'liq hisoblanadi?
- 3) Shteynlarning zichligi hamda ular qanday birikmalar ko'rinishida namoyon bo'ladi?

25 - amaliy mashg'ulot

Mavzu: Suyuq shlak va shteynlarga statik termodinamika qonunlarini qo'llash va moddaning aktivligini o'rganish

Ishdan maqsad: Suyuq shlak va shteynlarga statik termodinamika qonunlarini qo'llash va moddaning aktivligini o'rganish.
Suyuq shlak va shteynlar o'zi bilan gomogen eritmalarini tashkil qiladi

va ularda statistik termodinamikaning hamma qonunlari qo'llanishi mumkin. Muhim termodinamik xarakteristikalar bo'lib, moddalarning eritmadagi aktivligi va koeffitsiyent aktivligidir. Erigan moddani erituvchi bilan o'zaro aloqa bog'lanishi miqdorlik funksiyasini amaliyotda o'lchanganligi, nazariya orqali topilgandan farq qiladi. Bu aktivlik qiymati deb nomlangan. Aktivlik moddani miqdorligi bilan quyidagicha bog'langan:

$$a = \gamma N \quad (25.1)$$

bunda a-aktivlik;

N - miqdorlik (odatda molekular qismda);

u - aktivlik koeffitsiyenti.

Har qanday shlak yoki shteyn fazalar ishtirokidagi o'rnatilgan termodinamik muvozanatlarni hisoblashda shu xususiyat bilan foydalanish lozimdir. Masalan, metallning tiklanish darajasini hisoblashda reaksiyaning konstantasini aniqlashda miqdorlik o'rniga aktivlikdan foydalanish kerak:



$$K = (\text{Pso}_2 \cdot \alpha_{\text{me}}) / (\text{Pso} \cdot a_{\text{meo}}) \quad (25.3)$$

Eritma holatiga o'tganda moddalar o'zining individual xususiyatlarini yo'qotishadi va suyuqlikning qismi bo'lib qoladilar. Suyuqlikning umumiy energiyasi shaxsiy moddalarning qo'shgan energiyalari va eritma qismlarining bir-biri bilan aloqa energiyalaridan tuziladi.

Termodinamikaning ikkichi qonuniga binoan, eritma paydo bo'lganda sistema energiyasini o'zgarishi quyidagicha belgilanadi:

$$\Delta G = \Delta N - T\Delta S \quad (25.4)$$

bunda: ΔN - eritma hosil bo'lishida ajralib chiqadigan issiqlik;

ΔS - eritma hosil qilish entropiyasi;

Eritma hosil qilishdagi ajralib chiqqan issiqlik murakkab suyuqlik tashkil qilishdagi ko'rsatkichlardan biridir. Agarda birikmalar yaqin fizika-kimyoviy xususiyatlarga ega bo'lsa (MnO-FeO), aralashma hosil bo'lishdagi ajralib chiqadigan issiqlikning qiymati 0 ga tengdir. Bunday birikmalar qattiq yoki suyuq holatda oson eritma hosil qilishadi. Aksari kation-modifikator va kation-to'rva to'quvchi metall oksidlarining

aralashishida katta hajmda issiqlik ajralib chiqadi.

Aktivlikni hisoblash usuli bilan aniqlashda suyuq shlakning fizikaviy modelidan foydalanish kerak. Oldin shlak eritmasining tuzilishida molekulyar nazariyadan foydalanilganda, shlak tarkibidagi oksidlarining aktivligi quyidagicha hisoblangan. Masalan, qo'rg'oshin oksidining shlakdagi umumiy miqdorligi analitik usul bilan topilgan:

$$\Sigma \text{PbO} = (\text{PbO})_{\text{Fe}_{203}} + (\text{PbO})_{\text{SiO}_2} + (\text{PbO}) \quad (25.5)$$

bunda: $(\text{PbO})_{\text{Fe}_{203}}$ - qo'rg'oshin ferritiga bog'langan PbO ning miqdorligi;

$(\text{PbO})_{\text{SiO}_2}$ - qo'rg'oshin silikatiga bog'langan PbO ning miqdorligi;

(PbO) - kimyoviy bog'lanmagan qo'rg'oshin oksidining miqdorligi.

Qo'rg'oshin oksidining aktivligi umumiy miqdorlikdan emas, faqat erkin PbOning miqdorligi bilan aniqlanadi. Erkin qo'rg'oshin oksidining miqdorligi kristallangan shlaklardan kimyoviy usul bilan aniqlanadi. Ammo silikat eritmada molekulyar birikmalar yo'q mineral kristallari esa ikkilamchi birikmalar deb qabul qilinadi.

Kojevurov statistik termodinamika qonunlarini suyuq shlaklardagi moddalarining aktivligini aniqlashda qo'llagan. Buning uchun u regulyar ion eritmalarining modelini ishlab chiqqan. Oddiy regulyar eritmalarda bir va har xil zarracha moddalarning bir-biri bilan aloqasi deyarlik yo'qdir. Bunday eritmalarda qandaydir guruhlar yo'qdir. Eritma faqat kation modifikator va kation-to'r to'qimalardan tuzilgan deb qabul qilinadi. Kationlar kislorod anioni bilan o'ralgan deb Kojevurov quyidagi tenglamani tuzdi

$$RT \ln \gamma_g = \sum_{xi} Q_{ig} + E_{xi} Q_{gi} - E E_{ixj} Q_{ij} \quad (25.6)$$

bunda: γ_g - moddaning aktivlik koeffitsiyenti

Q_{ig} ; Q_{gi} ; Q_{ij} - va g, q va i, i va j lardan iborat bo'lgan aralashmaning energiyasi.

X_i x_j - kation oksidlarini mol qismlari. Oksidining mol qismlari quyidagi tenglama bilan aniqlanadi. (25.6)

Nazorat uchun savollar

- 1) Erkin qo'rg'oshin oksidining miqdorligi kiristallangan

shlaklardan qanday usul bilan aniqlanadi.

2) Termodinamikaning ikkinchi qonuniga binoan, eritma paydo bo'lganda sistema energiyasining o'zgarishi qanday belgilanadi.

3) Kim statistik termodinamika qonunlarini suyuq shlaklardagi moddalarining aktivligini aniqlashda qo'llagan?

26 - amaliy mashg'ulot

Mavzu: Metallarning shlak bilan elektrokimyoviy isrofini o'rganish.

Ishdan maqsad: Metallarning shlak bilan elektrokimyoviy isrofini o'rganish

Rangli metallurgiyada aralashmaydigan eritmalar yoki qattiq fazalardagi kontakt chegaralari quyidagi hodisalar bilan ta'riflanishlari mumkin: 1) metall - metall; 2) metall-yarim o'tkazgich; 3) metall-ion o'tkazgich; 4) yarim o'tkazgich-yarim o'tkazgich; 5) yarim o'tkazgich-ion o'tkazgich; 6) ion o'tkazgich-ion o'tkazgich. Keltirilgan variantlar cheklovchi hodisalardir. Tabiiy minerallar yoki metallurgik eritmalar ko'pincha aralashma o'tkazgichlarga egadir va ularda ion va elektron o'tkazishlar uchraydi.

Pirometallurgiyada metall - yarim o'tkazgich fazalararo chegara bilan tez-tez uchrashishga to'g'ri keladi, chunki ko'p oksid va sulfidlar o'zi bilan yarim o'tkazgichni tashkil qiladi. Moddaning hajmidagi elektronning quvvati vakuumda joylashgan alohida elektron quvvatidan kamroqdir. Elektronni kondensatsiyalangan fazadan vakuumga o'tkazish uchun ish bajarish kerak.

Ishni bajarishga sarf qilinadigan energiya elektronning chiqish ishi deb aytiladi. Bir necha elektron chiqish namunalari: K-2,15; Zn - 3,74; Pb - 4,02; Fe - 4,47; Cu - 4,47; CaO - 1,8-2,4; Cu₂ - 5,15; FeO - 3,85; SiO₂ - 5,0, shlak (tarkibiga qarab) 1,22 - 2,22.

Rangli metallar pirometallurgiyasida metall (yarim o'tkazgich) - ion o'tkazgich kontakt chegarasi metall yoki shteynning shlak bilan chegarasi shaklida keltirilgan. Elektrokimyodan ma'lumki, metallni o'z tuzi eritmasiga solinsa, metall panjarasidagi kationlarning kuchi va ionlarning eritmadagi energiyasi nisbatligiga qarab, kationlarning metallga o'tishi yoki ionlarning eritmadan metallga cho'kishi ro'y beradi. Zaryadlangan moddalarning noekvivalent bir fazadan boshqasiga o'tishi, bo'lim chegarasida zaryadlarning miqdorlik gradiyentining paydo bo'lishiga olib keladi.

Xuddi shunga o'xshash hodisalar metallurgik eritmada ham uchray turadi. Ikkilamchi elektr qatlamining paydo bo'lishida metall kationlari va turli shlak eritmasidagi ionlar ishtirok etishadi. Zaryadlangan moddalarning bir fazasidan boshqasiga noekvivalent o'tishi, metall zanjiridagi kationlarning aloqa quvvati va shlak eritmasidagi ionlarning kuchlarini nisbatligiga bog'liqdir. Suv eritmalariga o'xshab, pirometallurgik sistemalarda o'zining kuchlanish qatorini kashfiyot qilish mumkin. Bunda shartli O shaklda kislorodning shlakdagi normal potentsiali qabul qilinadi - ε°_0 . Bunda ε°_{me} ning qiymatini oksidlarning elementlardan tashkil bo'lishida o'zgaradigan termodinamik ma'lumotlardan hisoblasa bo'ladi:

$$\Delta G^0 = - 4F(\varepsilon^{\circ}_0 - \varepsilon^{\circ}_{Me})$$

bunda: F - Faradey soni. Shu hisobotlarning bir qancha natijalari 26.1-jadvalda keltirilgan.

26.1-jadval

Shlaklar uchun 1500°C va ε°_0 sharoitlarida taxminan kuchlanish qatori

Reaksiya	ΔG 1500°C kJ	elektrod jarayon	ε°_0 , V
$2Ca + O_2 = 2CaO$	- 850	$Ca^{2+} + 2e \rightarrow$ Ca	- 2,21
$Si + O_2 = SiO_2$	-525	$Si^{4+} + 4e$ $\rightarrow Si$	- 1,41
$4/3Al + O_2 = 2/3Al_2O_3$	-655	$Al^{3+} + 3e \rightarrow$ Al	- 1,94
$2Fe + O_2 = 2FeO$	-292	$Fe^{2+} = 2e$ $\rightarrow Fe$	- 0,79
$4FeO + O_2 = 2Fe_2O_3$	-122	$Fe^{3+} = e$ $\rightarrow Fe^{2+}$	- 0,31

Keltirilgan hisobotlardan kationlarning bir fazadan ikkinchisiga o'tishi

va ikkilamchi elektr qatlamining tashkil bo'lish taxminini keltirish mumkin. Masalan, agar kontaktda suyuq temir va kalsiy, magniy, kremniy oksidlaridan tashkil topgan shlak bo'lsa, jadval ma'lumotlaridan shuni xulosa qilish mumkinki, ikkilamchi elektrik qatlami paydo bo'lishida, (Ca^{2+} , Mg^{2+} va Si^{4+} tiklanishi va temirga o'tishiga nisbatan) temir ionlarining shlakka o'tish ehtimoli ko'proqdir. Ana shu sababli shlakda metalning kislorodga tortilish kuchi qancha ko'proq bo'lsa, shu kationlar razryadlanib, ularning shlakdan metallga o'tishi kamroqdir.

Nazorat uchun savollar

- 1) Moddalarning noekvivalent bir fazadan boshqasiga o'tishi nimaning paydo bo'lishiga olib keladi?
- 2) Ikkilamchi elektrik qatlam paydo bo'lishida qaysi ionlarning shlakka o'tishi ko'proq bo'ladi?
- 3) Kontakt chegaralarida cheklovchi hodisalar nechta variantni o'z ichiga oladi?

27 – Amaliy mashg'ulot

Mavzu: Metallarni shlak bilan mexanik isrofini o'rganish

Ko'pchilik sanoat jarayonlarida mexanik isrof rangli metallarni shlak bilan isrof bo'lmasligini asosiy qismini tashkil etadi. Mexanik isrof shlak fazasidan, eritmani metallurgik agregatda bo'lish davrida, shteyn yoki metall fazasiga o'tmagan har xil o'lchamlarga ega bo'lgan tomchilar bilan ta'riflangandir.

Shunday tomchilarni sanoat shlaklarida o'lchamlari 0,5 mkm dan 0,2 mm gachadir. Tomchilarning asosiy qismi 10-100 mkm bilan o'lchanadi. Shteyn tomchilarning eng yuqori o'lchami quyidagi tenglama orqali hisoblasa bo'ladi

$$V = 2/9 ((\rho_1 - \rho_2) r^2 g) / \eta_2 / (3(\eta_1 + \eta_2) / (3\eta_1 + 2\eta_2)) \quad (27.1)$$

bunda: V - tomchini cho'kish tezligi, sm/sek.

g - og'irlikni tezlanish kuchi, g.sm/sek²

ρ_1 va ρ_2 - ko'proq va kamroq zichlikka ega bo'lgan suyuqliklarni zichliklari, g/sm³

η_1 va η_2 - ko'proq va kamroq zichlikka ega bo'lgan suyuqliklarning yopishqoqligi, P.

r - cho'kayotgan tomchining radiusi, sm

Agarda shlak vannaning chuqurligini 50 sm, shlak eritmasining yopishqokligini 5pz, shteyn fazasiniki esa 0,1 pz, zichliklarning farqini 3 g/sm³ga teng deb qabul qilsak, keltirilgan formula asosida har xil tomchilarning cho'kish vaqtini hisoblasak bo'ladi. Mis-nikel shteynlari uchun A.N.Popkov shunday hisobotlarni qilgan va natijalari 9.1-jadvalda keltirilgan.

Sanoat pechlarida eritma 2 - 2,5 soatdan ko'p bo'lmaydi. Bundan xulosa -shteynlarning 0,1 mm dan yirikroqlari cho'kma fazasiga o'tadi, bundan maydaroqlari esa shlakda qoladi. Eritmani yopishqoqligini oshishi, shlak va shteynning zichlik farqining kamayishi va shlak vannasini chuqurligini ko'payishi shteyn tomchilarini cho'kishiga qiyinchilik yaratadi va isrofni ko'paytiradi.

Har xil o'lchamlarga ega bo'lgan tomchilarning cho'kish vaqti;

27.1-jadval

Tomchilar, mm	0,1	0,05	0,02	0,01	0,005	0,002	0,001	0,0005
Cho'kishning tezligi, sm/sek	0,49	0,123	0,099	0,049	0,012	0,0002	0,0005	12·10 ⁻⁶
50 sm chuqurlikka cho'kish vaqti	1 min 42 sek.	6 min 48 sek.	42 min 30 sek.	2 soat 50 min.	11 soat 33min.	2,9 sutka	11,6 sutka	48 sutka

Shteyn yoki metall tomchilarni shlakdagi eng kichkina o'lchami (0,5 mkm) kichik moddalarning mustahkamligi bilan aniqlanadi. Kichik zarrachalar o'ta yuqori sirt energiyasi bilan ajralib turadi, buning natijasida ular katta erish qobiliyatiga ega. Erish qobiliyati va shu jarayonning tezligi katta farqli bo'lgani uchun mayda zarrachalar o'zgarmas harorat sharoitlarida katta tomchilarga o'tishadi

Shunday qilib sistemada fazalararo taranglikning oshishi shteyn tomchilarining o'lchamlarini kattalashishiga olib keladi. Tomchilarning o'lchamlarining kattalashish kinetikasiga ta'sir qiluvchi boshqa omil-shteynni shlak bilan majburiy turbulent aralashtirishdir. Tajriba shuni ko'rsatdiki, uch daqiqali aralashtirish eng mayda tomchilarning

miqdorligini ikki marta kamayishiga olib keldi. Shlakda har qanday o'lchamga ega bo'lgan zarrachalarning borligi, ularning har xil tezlik bilan siljishiga olib keladi va to'qnashish imkoniyatini oshirib boradi. Koalistsiya to'laroq o'tishiga haroratning oshishi yaxshi ta'sir qiladi. Undan tashqari, bu jarayonning oqilona o'tishiga metallurgik agregatning gaz atmosferasini tiklovchiligi musbat ta'sir qiladi

Nazorat uchun savollar

1) Sanoatda tomchilarning asosiy qismi qaysi ko'rsatkichda bo'ladi?

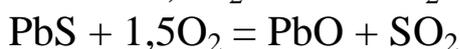
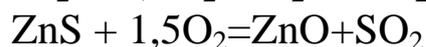
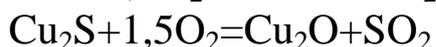
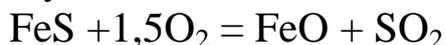
2) Eritmani yopishqoqligi oshishi bilan shteyn tomchilarida qanday vaziyatlar paydo bo'ladi?

3) Fazalararo taranglikning oshishi shteyn tomchilari o'lchamlarini nimalarga olib keladi?

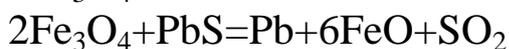
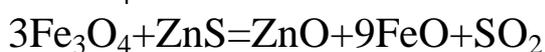
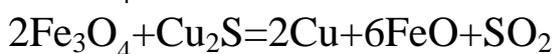
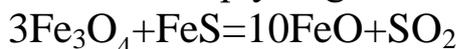
28 – Amaliy mashg'ulot

Mavzu: Mis shlaklarini kompleks qayta ishlash texnologiyalarini o'rganish.

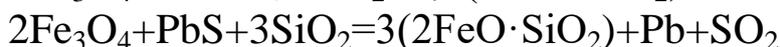
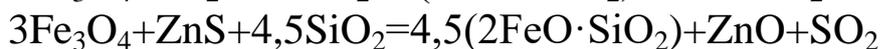
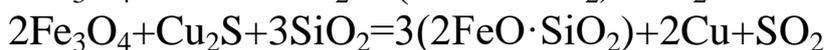
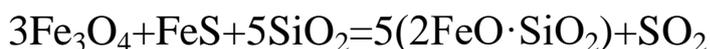
Murakkab birikmalarning parchalanish va ajralish jarayonlari keng tarqalganligi, oksidlanishga, asosan, oddiy sulfidlar bilan kechadi, desak hech ham mubolag'a bo'lmaydi:



Temir sulfidi vyustit (FeO) va magnetit (FeO)largacha oksidlanishi mumkin. KMEP jarayonida FeS , asosan, magnetit birikmasigacha oksidlanadi. Pechning suyuq vannasida magnetitning miqdori sulfidlar bilan qaytarilish reaksiyalarining qanchalik to'g'ri borishiga bog'liqdir. Bu reaksiyalarning tez va to'liq o'tishi eritma tarkibi, gaz fazasi hamda haroratning mo'tadil ushlab turilishiga juda ham bog'liq. Magnetit sulfidlar bilan quyidagi reaksiyalar orqali o'zaro bog'lanadi.

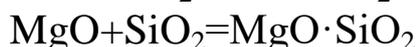
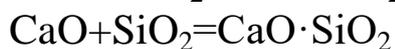
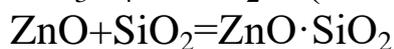
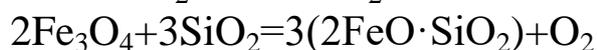
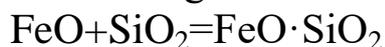


Kremniy dioksidi mavjudligida, eritmada magnetit sulfidlar bilan quyidagicha o'zaro bog'lanadi:



KMEP jarayonida magnetit birikmasining paydo bo'lishini suyuq mahsulotlardagi SO_2 tarkibining parsial bosimi, shlak nordonligi va FeS ning shteyndagi miqdoriga bog'liqdir. Misga boy shteynni hosil qilish sulfidlarning chuqur oksidlanishiga bog'liq. Bunday jarayon esa magnetit birikmasining shlakdagi miqdorini orttiradi.

Flus tarkibidagi oksidlar eritmadagi jarayon mahsulotlari bilan quyidagi reaksiyalar bo'yicha o'zaro bog'lanadi:



Nazorat uchun savollar

- 1) Misga boy shteynni hosil qilish sulfidlarning nimasiga bog'liq?
- 2) Birikmalarning ajralash va parchalanish jarayonlari nimalarga bog'liq/
- 3) Magnetit birikmasining paydo bo'lishi nimalarga bog'liq?

29 – Amaliy mashg'ulot

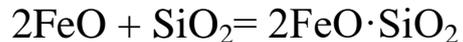
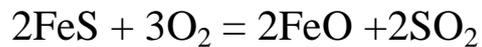
Mavzu: Shlaklarni konvertorda qayta ishlash texnologiyalarini o'rganish

Konverterlash – oksidlovchi jarayondir. Konverterlash jarayonida sulfidli suyuqlanma (shteyn), kislorod tarkibli gazlar (havo, kislorodga boyitilgan havo) bilan, tarkibidagi temir va oltingugurtni yo'qotish (to'liq yoki qisman) maqsadida puflanadi. Mis shteynlanini konverterlash natijasida, tarkibida 1% dan zararli ko'shimchalar mavjud bo'lgan homaki mis olish mumkin.

Mis shteynlarini konverterlash gorizontall konverterlarda olib boriladi. Gorizontall konverter silindirik shakildagi dastgoh bo'lib, o'zining oqi atrofida aylanish qobiliyatiga ega. Konverterga dastlabki xomashyoni yuklash va jarayon natijasida hosil bo'lgan mahsulotlari chiqarib tashlash, silindirik dastgohning tepa qismidagi bo'g'oz orqali amalga oshiriladi. Konverter xajmidagi suyuqlangan mahsulotni havo bilan puflash,

konverterning yonida joylashgan 40-50 mahsus furnalar orqali amalga oshiriladi

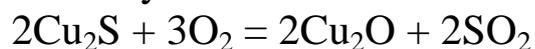
Konverterlash jarayoni ikkita bosqichda olib boriladi. Birinchi bosqichning asosida shteyn tarkibidagi temirni oksidlab shlakka oltingugrtni esa gazga o'tqazish yotadi. Birinchi bosqich massa to'plash deb nomlanadi.



Ma'lum vaqtda hosil bo'lgan temirli shlakni chiqarib tashlash uchun, konverter puflashdan to'xtiladi, o'z o'qi atrfida aylantiriladi va bo'g'oz orqali shlak to'kib tahshlanadi, so'ngra konverterga yangi porsiya shteyn va flyus yuklanadib, suyuqlanmani puflash jarayoni davom ettiriladi. Birinchi bosqichning yakunida, shteyn tarkibidagi temir deyarli to'liq yo'qotiladi. Birinchi bosqich natijasida hosil bo'lgan shteyn deyarli to'liq Cu_2S dan tashkil topgan, misnin miqdori esa 70-80% tashkil etadi. Hosil bo'lgan mahsulot "oq matt" deb nomlanadi.

Konverterlash shlakining tarkibida 3-5% mis bo'ladi va bu shlak kambahalashtirish uchun, qaytadan eritish pechiga yuklanadi.

Konverterlashning ikkinchi bosqichida, birinchi bosqichdan farqli ravishda deyarli shlak hosil bo'lmaydi va hosil bo'lgan gazlar oltingugrt angidridi bo'yicha boyroq bo'ladi. Shlak hosil bo'lishi kam bo'lganligi sababli konverterlashning ikkinchi bosqichiga flyuslar qo'shilmaydi. Konverterlash jarayonining ikkinchi bosqichida hosil bo'lgan mis, vannaning pastki qismidagi alohidagi metallik faza bo'lib to'planadi. Hosil bo'lgan mahsulot homaki mis deb nomlanadi va uning takribidagi misning miqdori 96-99% tashkil etadi. Konverterlash jarayonining ikkinchi bosqichda kuyidagi asosi reaksiyalar boradi:



Hosil bo'lgan homaki misning tarkibida zarali qo'shimchalarning (temir, nikel, qo'rg'oshin va b.) miqdori 1,5 – 2,5 % bo'lganligi uchun rafinirlash jarayoniga yuboriladi.

Homaki misni rafinirlash – zarali qo'shimchalardan tozalash olovli va eletrolitik rafinirlash jarayonlar yordamida amalga oshiriladi.

Nazorat uchun savollar

- 1)Konverterlash qanday jarayon?
- 2)1 chi bosqich natijasida hosil bo'lgan shteyndagi Cu ning miqdori 70 – 80 % ni tashkil etganda u qanday nomlanadi?

3) Misni tozalashda qanday jarayonlar amalga oshiriladi?

30 – Amaliy mashg'ulot

Mavzu: Oddiy modda va eritmalarni bug'lanishini o'rganish

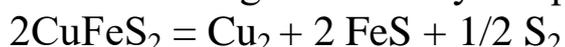
Ko'p sulfatlar 1100°C va undan yuqori haroratlarda termodinamikli turg'un emas, shuning uchun eritmadagi sulfid va shteynlarning oksidlanishi metal va oksid hosil qilish bilan oqib o'tadi. Oksidlanish jarayonda metal paydo bo'lish ehtimolligini termodinamik yo'li bilan baholash mumkin.

Yallig' pechda eritishda kimyoviy o'zgarishlar yuqori harorat ta'sirida oqib o'tadi. Birinchi navbatda mis birikmalarini o'zgarishlarini ko'rib chiqamiz.

Birikmada mis sodda va murakkab sulfidlarda uchraydi: bornit, alkoperit, xalkozin va kovellindir. Bornit Cu_5FeS_4 qizitish davomida reaksiya bo'yicha ajraladi.



Jarayon havo atmosferasida $800-840^{\circ}\text{C}$ oqib o'tadi. Xalkopirit CuFeS_2 havo atmosferasida $515-555^{\circ}\text{C}$ oralig'ida reaksiya orqali ajraladi:



Oltinugurli mis CuS (kovellin) kuzatilish davrida tiklanish yoki neytral atmosferasida engil ajraladi:

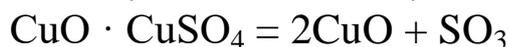


Jarayon 502°C da oqib o'tadi.

Yarim oltinugurtli mis Cu_2S (xalkozin) murakkab kimyoviy birikma. Erish haroratiga yetguncha ($1125-1135^{\circ}\text{C}$) qandaydir birikmani tarkibida o'zgarishlar ro'y bermaydi.

Mis oksidi CuO – engil parchalanadi va reaksiya natijasida misni yarim oksidi Cu_2O paydo bo'ladi. Cu_2O esa tarkibida o'zgarmagan holda 1235°C suyuq holatiga o'tadi.

Agarda shixtada mis sulfati, yoki boshqa birikmalar bo'lsa, kuritish davrida ular ajraladi. Masalan:



Jarayon $780^{\circ}\text{C} - 812^{\circ}\text{C}$ harorat oralig'ida oqib o'tadi va yakunlovchi mahsulot bo'lib mis oksidi va oltinugurtli dioksidi bo'ladi. Mis oksidi keyinchalik mis yarim oksidiga ajraladi. Konsentratlarda, quyidagiday maxalit, azurit va boshqa murakkab birikmalar uchrab turadi. Bu minerallar $560-600^{\circ}\text{C}$ oralig'ida parchalanishadi va Cu ni hazil qilishadi. CuO esa

yuqorida ko'rib chiqilgan jarayoniga duch keladi.

Nazorat uchun savollar

1. Konverterlash qanday jarayon?
2. 1 chi bosqich natijasida hosil bo'lgan shteyndagi Cu ning miqdori 70 – 80 % ni tashkil etganda u qanday nomlanadi?
3. Oddiy modda va murakkab moddalarning eritmalarga o'tishi haroratning o'rni?

31 – Amaliy mashg'ulot

Mavzu: Suyuq modda bug'lanishidan so'ng kondensatsiyalangan fazaga o'tishini o'rganish

Bug'lanish va kondensatsiyalash jarayonlari ko'p pirometallurgik operatsiyalarda uchraydi. Bir xil metall va ularning birikmalari yuqori haroratda bug' holatiga o'tadi. Haroratning pasayishida bu metallar suyuq yoki qattiq modda hisobida kondensatsiyalanadi. Deyarlik past haroratlarda Hg, Zn, Pb, Sb, Cd va boshqa metallar katta uchuvchanlikga egadir. Metallurgik amaliyotda bu metallarning hususiyati ularni ajratish uchun qo'llanadi. Bug' - kondensatsiyalangan fazaga aylanish Klauzius-Klayperon tenglamasi bilan ifodalanadi:

$$dp/dT = q/(T \Delta V) \quad (31.1)$$

bunda: T - harorat, K

p – bug'ning bosimi, Pa.

q - aylanish issiqligi, l.atm/mol;

$\Delta V = V_n - V_{k.f}$ - moddaning kondensatsiya fazasidan ($V_{k.f}$) bug' fazasiga (V_n) o'tgandagi hajmning o'zgarishi, l/mol.

Bu tenglama amaliyotda muhim bo'lgan bug'ni bosimini haroratga bog'liqligini aniqlab beradi. Agarda harorat kritik nuqtasidan ancha baland bo'lsa, bug'ni hajmiga nisbatan kondensatsiyalangan fazaning hajmini hisobga olmasa ham bo'ladi va ΔV o'rniga V_n ni yozamiz. Bug'ni ideal holatda deb qabul qilsak, ya'ni $V_n = RT/p$, unda tenglama quyidagi ko'rinishga keladi:

$$1/p \, dp/dT = q/RT^2 \quad (31.2)$$

bu tenglamani integrallash beradi:

$$\ln p = \int q/RT^2 \, dT + C \quad (31.3)$$

yoki o'nlik logarifmda

$$\lg p = 1/2,3R \int q/RT^2 \, dT + i \quad (31.4)$$

bug'ni bosimini aniqlash uchun kimyoviy doimiylik deb nomlangan i

ni qiymatini va q ni haroratga bog'liqligini bilishimiz kerak. Masalaning birinchi yechimida bug' va suyuqlikning issiqlik yutish qobiliyatini teng deb qabul qilamiz. Bunda oxirgi tenglama quyidagi shaklda bo'ladi:

$$\ln p = - q/2,3 RT + i \quad (31.5)$$

Ko'p amaliy masalalarni yechishda erish va sublimatsiya jarayonlarining issiqligini bilish kerakdir. Bevosita kalorimetrik o'lchov metallar uchun ancha qiyin muammodir. Ko'pincha bu kerakli raqamlarning bosimini haroratga bog'liqligidan aniqlanadi. Buning uchun $\ln p = f(T^{-1})$ grafigini chizish kerak va tenglamani yangi shaklda yozish kerak:

$$d \ln p / d(1/T) = q/R \quad (31.6)$$

Metall – bug' bosimini haroratga bog'liqligi bir komponentli sistema s holat diagrammasini tuzishga imkon yaratadi.

Holat diagrammasida bug'-suyuqlik va qattiq fazalarning mintaqalari bor. Fazalar qoidasiga binoan ushbu mintaqalarda erkinlik darajasining soni 2 ga teng. Bundan kelib chiqadiki, ikkita parametr bir-biriga bog'liq bo'lmagan holda o'zgaradi va fazalar soni, baribir ikkiga teng bo'lib qolaveradi. Masalan, parametrlari (P, T) bo'lgan birinchi nuqta uchun harorat doimiy holatda $T = \text{const}$ ($t.1^1$) bosimni o'zgartirish mumkin. $P = \text{const}$ sharoitida haroratni o'zgartirish mumkin ($n.1^{11}$), yoki bir paytda ham haroratni ham bosimni ($m. 1^{111}$) o'zgartirish mumkin, lekin baribir nuqta bir bug' mintaqasida qoladi, ya'ni fazalar soni o'zgarmaydi.

Nazorat uchun savollar

- 1) Bug' kondensatsiyalangan fazaga aylanishi qaysi tenglama orqali aniqlanadi?
- 2) Qanday fazalar kondensatlangan (quyuqlashgan) faza deyiladi?
- 3) Bug' va suyuqlikning issiqlik yutish qobiliyatini teng deb qabul qilsak oxirgi formula qanday ko'rinishda bo'ladi?

32 – Amaliy mashg'ulot

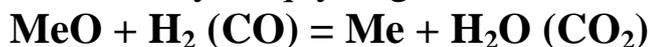
Mavzu: Bug'lanish va kondensatsiyalanish jarayonlarining kinetikasini o'rganish

Tiklanish jarayonlari rangli va qora metallar olishda nihoyatda katta ahamiyatga ega. Bu jarayon orqali toza metall olinadi. Demak, **tiklanish jarayoni** deganda, metallarni ularning birikmalaridan tiklovchi moddalar ta'sir ettirib toza metall holida ajratib olish jarayoni tushuniladi. Tiklanadigan moddalar bular metalli birikmalar, ya'ni, metall oksidlari, sulfidlari, karbonatlari va boshqa birikmalardir. Tiklovchi moddalar esa ko'mir (C), is gazi (CO), vodorod gazi (H_2), metan gazi (CH_4), metall kationi (Me^{n+}), elektr toki (katod) va boshqalardir. Tiklanish jarayonida

valent elektronlarini yo‘qotgan musbat zaryadlangan metall ioni tiklovchi moddadagi markaziy atomdan yetarli elektron tortib olib o‘zining tashqi qavatini neytral holatgacha to‘ldirib oladi va yaxlit metall holigacha qaytariladi. Tiklovchi moddadagi markaziy atom esa, o‘z elektronlarini metall atomiga berib yuqori oksidlanish darajasiga ega bo‘ladi va natijada oksidlanadi.

Metallurgiyada tiklanish jarayonlari juda keng tarqalgan. Bular: temirni rudadan bevosita olish; qo‘rg‘oshin aglomeratini shaxtali pechda eritish; shlaklarni fyuminglash; oksidlarni vels-pechda tiklash; olovli jarayon mobaynida xomaki misni tozalash; metallotermiya usullari bilan noyob va radioaktiv metallar olish va boshqalar.

Umumiy ko‘rinishda metall oksidini (MeO) vodorod (H₂) yoki is gazi (CO) bilan tiklanish reaksiyasi quyidagicha:



Bu jarayonni elektron balans usulida quyidagicha yozish mumkin:



(H⁰ va C⁻² – qaytaruvchilar, jarayon – oksidlanish);



(Me⁺² – oksidlovchi, jarayon – qaytarilish)

Tiklanish jarayonlari termodinamikasi

Kimyoviy reaksiyalarning o‘z holicha yo‘nalishi ikki omilning ta’siri bilan aniqlanadi.

1. Sistemaning ichki energiyasi kamayishi tomoniga reaksiya yo‘naladi.

2. Sistemaning ko‘p ehtimollik holatga o‘tishi tomoniga yo‘naladi.

Sistemada zarrachalarning “tartibsizlik” holatini miqdoriy tavsifnomasi sifatida **entropiya** funksiyasi kiritilgan bo‘lib, u **S** harfi belgilanadi va kJ/mol·K yoki J/mol·K birliklarda o‘lchanadi. Jarayonlar o‘z-o‘zidan borishi uchun sistemaning entropiyasi reaksiyadan oldingi holatiga nisbatan reaksiyadan keyin oshishi kerak, ya’ni $\Delta S_{\text{reak. keyin}} > 0$ bo‘lishi kerak. Masalan, g‘usuvning agregat holati o‘zgarishida molekularning tartibsizlik darajasi ortib boradi.

$$S(\text{H}_2\text{O})_{\text{muz}} < S(\text{H}_2\text{O})_{\text{suyuq}} < S(\text{H}_2\text{O})_{\text{bug‘}} \quad (32.1)$$

Kimyoviy reaksiyada entropiyaning o‘zgarishi quyidagi formula orqali topiladi:

$$\Delta S_{298} = \Sigma \Delta S_{298}(\text{mahsulot}) - \Sigma \Delta S_{298}(\text{dast.modda}) \quad (32.2)$$

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

Kimyoviy reaksiyalar sodir bo‘layotgan paytda bir vaqtning o‘zida sistemaning ham entalpiyasi, ham entropiyasi o‘zgaradi. Ana shu ikki effektning yig‘indisi sistemaning (reaksiyaning) **“Gibbs energiyasi”** yoki **ichki energiyasi** deyiladi. Bu paytda sistemaning temperaturasi va bosimi o‘zgarmas holda saqlanganligi uchun Gibbs energiyasini boshqacha qilib – **sistema izobar-izotermik potensialining o‘zgarishi** ham deyiladi va u ΔG holida belgilanadi, uning o‘lchov birligi – kJ/mol, kkal/mol. Oddiy moddalarning Gibbs energiyasi nolga teng. Murakkab moddalarning Gibbs energiyasi esa, ma’lumotnomalarda standart shaklda ifodalangan bo‘ladi. Reaksiyaning Gibbs energiyasi quyidagi formula orqali topiladi:

$$\Delta G_{298} = \Sigma G_{298(\text{mahsulot})} - \Sigma G_{298(\text{dast.modda})} \quad (32.3)$$

bu yerda: $\Sigma G_{298(\text{mahsulot})}$ – reaksiya natijasida hosil bo‘lgan moddalar standart ichki energiyalarining yig‘indisi; $\Sigma G_{298(\text{dast.modda})}$ – reaksiyaga kirishayotgan moddalar standart ichki energiyalari yig‘indisi.

Gibbs energiyasini sistemaning harorati, entalpiyasi va entropiyasi orqali ham ifodalash mumkin:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S \quad (32.4)$$

Nazorat uchun savollar

- 1) Entolpiya va entropiyaning yig‘indisi sistemaning (reaksiyaning) nimasi deyiladi?
- 2) Gibbs energiyasi qaysi formula orqali topiladi?
- 3) Gibbs energiyasi qanday holatida tiklanish jarayoni ro‘y beradi?

ADABIYOTLAR

1. A.A.Yusupxodjayev, S.B.Mirzajonova, Sh.T. Hojiyev. Pirometallurgiya jarayonlari nazariyasi. Toshkent. “Excellent Polygraphy”, 2020. -318 b.
2. Ванюков А.В., Зайцев В. Теория пирометаллургических процессов. - М.: Metallurgiya 2002.- 378 с.
3. Вольский А.В., Сергиевская Е.М. Теория металлургических процессов. - М.: Metallurgiya 2001. -396 с.
4. Pirometallurgiya jarayonlari nazariyasi. O’quv – uslubiy majmua. 2021 yil.
5. Санакулов К.С., Хасанов А.С. Переработка шлаков медного производства. - Ташкент: Фан, 2007. - 256 с.
6. Хасанов А.С. Физическая химия медного производства. - Наваи, 2001. -176 с.
7. Севрюков Н.Н. Общая металлургия. - М.: Metallurgiya, 2000. - 467 с.
8. Ласкутов В.М. Расчёты по металлургии тяжёлых цветных металлов. - М.: Metallurgiya, 2000. -376 с.
9. Юсупходжаев А.А. «Пирометаллургия жараёнларининг назарияси» курсига амалий машғулотлар учун услубий қўлланма.— Тошкент, ТошДТУ. 2001.- 48 б.
10. Лабораторный практикум для выполнения лабораторных работ

по курсу «Теория пирометаллургических процессов». Д.Б.Холикулов, Ф.Кушимов, О.Р.Латипов. Наваи, НГГИ, 2007. – 32 с.

MUNDARIJA

	Bet
Kirish	
1 Metallurgiyada steximometrik hisoblash	3
2 Bir komponentli sistemaning fazaviy muvozanati asosida misol va masalalar yechish	6
3 Murakkab birikmalarning dissotsiatsiyasi asosida misol va masalalar	10
4 Oksid, sulfid va galogenidlarning dissotsiatsiyalanish jarayoni termodinamikasi	11
5 Birikmalarning dissotsiatsiya jarayoning mexanizmi va kinetikasini o'rganish. Murakkab birikmalarning dissotsiatsiyasini tezligini aniqlash.	16
6 Metallarni oksidlanish va sulfidlanish jarayonlarini misollar	20
7 Metal oksidi va sulfidi o'zaro ta'sirida toza metal ishlab chiqarish sharoitini misollarda o'rganish	22
8 Metallar oksidlanishida g'ovak va zich qatlamlarni paydo bo'lish sharoitlarini misollarda o'rganish	23
9 Metallarni oksidlanish orqali tozalash imkoniyatini misollarda o'rganish	27
10 Suyuq sulfidlarni oksidlanish jarayonlarini misollarda o'rganish	28
11 Sulfidlarni oksidlanish kinetikasini o'rganish	32
12 Metal oksidlarini gazsimon tiklovchi modda bilan o'rganish	35

13	Metal oksidlarini qattiq uglerod moddasi bilan tiklanish jarayonini o'rganish	37
14	Metal oksidlarini gazsimon tiklovchi va qattiq uglerod moddasi bilan tiklanish jarayonini kinetikasini o'rganish	39
15	Metal oksidlarini tabiiy gaz bilan tiklanish jarayonini o'rganish	41
16	Temir oksidlari vyustit, gematit va magnetitlarni turli tiklovchi moddalar bilan tiklanish reaksiyalarini o'rganish	45
17	Shlak eritmalaridagi metal oksidini qattiq uglerod bilan tiklanish jarayonini misollarda o'rganish	47
18	Metal oksidlarini boshqa metal bilan tiklanish jarayonlarini misollarda o'rganish	50
19	Metallurgiyada shlak eritmalarini tarkibi, xususiyatlari va axamiyatini misollarda yordamida o'rganish	53
20	Shlaklarni nordonligi va asosligini xisoblash usullari	54
21	Shlak va shteyn eritmalarining erish harorati yopishqoqligi, zichligi, nisbiy og'irliklarini misollarda o'rganish	55
22	Ikki komponentli shlak diagrammalarini o'rganish	55
23	Uch komponentli shlak diagrammalarini o'rganish	57
24	Shteynlarning tarkibi va xususiyatlarini o'rganish.	58
25	Suyuq shlak va shteynlarga statistik termodinamika qonunlarini qo'llash va moddaning aktivligini o'rganish	59
26	Metallarni shlak bilan elektrokimyoviy isrofini o'rganish	61
27	Metallarni shlak bilan mexanik isrofini o'rganish	63
28	Mis shlaklarini kompleks qayta ishlash texnologiyalarini o'rganish	65
29	Shlaklarni konvertorda qayta ishlash texnologiyasini o'rganish	66
30	Oddiy modda va eritmalarini bug'lanishini o'rganish	67
31	Suyuq modda bug'lanishidan so'ng kondensatsiyalangan fazaga o'tishini o'rganish	68
32	Bug'lanish va kondensatsiyalanish jarayonlarining kinetikasini o'rganish	70
	Adabiyotlar	89

Muharrir : Miryusupova Z.M.