

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O‘RTA MAXSUS TA‘LIM VAZIRLIGI
O‘RTA MAXSUS, KASB-HUNAR TA‘LIM MARKAZI

A. YUSUPXODJAYEV, S. XUDOYAROV

METALLURGIYADA ISHLAB CHIQRISH TEXNOLOGIYASI

*Kasb-hunar kollejlari uchun
o‘quv qo‘llanma*

TOSHKENT
«TURON-IQBOL»
2007

Taqri zchilar:

- I.A. Imamberdiyev** — Olmaliq Sanoat KHK direktori,
O.R. Xodjayev — KHK maxsus fan o'qituvchisi,
A.M. Mutalov — NDKI, OKMF konchilik elektromexanika kafedrası mudiri.

A. Yusupxodjayev, S. Xudoyarov.

Metallurgiyada ishlab chiqarish texnologiyasi. O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi tomonidan 3520150 «Metallurgiya» yo'nalishi bo'yicha kasb-hunar kollejlari uchun o'quv qo'llanma sifatida tavsiya etilgan. T.: «Turon-Iqbol», 2007-y, 128 bet.

BBK 34.3ya722

O'quv qo'llanmada og'ir rangli metallarni ishlab chiqarish texnologiyalari, dastlabki xomashyoning tavsifi, shteynlarni olish, uni qayta ishlash, xomaki metallarni tozalash kabi tarkibiy qismlarni o'z ichiga olgan.

Og'ir rangli metallar ishlab chiqarish texnologiyasidan tashqari, o'quv qo'llanmada oltin metallurgiyasiga doir ma'lumotlar berilgan.

O'quv qo'llanma metallurgiya yo'nalishi kasb-hunar kollejlari o'quvchilari, oliy o'quv yurtlarida tahsil olayotgan talabalar va ishlab chiqarishdagi mutaxassislar foydalanishlari uchun mo'ljallangan.

Yu $\frac{2602000000 - 52}{M361(04) - 2007}$ 2007

ISBN 978-9943-14-009-7

© «Turon-Iqbol», 2007-y.

1-§. MIS METALLURGIYASINING ZAMONAVIY AHVOLI VA ISTIQBOL REJALARI

Misni ishlab chiqarish XX asrning ikkinchi yarmida keng rivojlangan. 1999-yilda dunyo bo'yicha taxminan 8,5–9,0 mln t mis ishlab chiqildi. Eng ko'p ishlab chiqqan davlat — Chili hisoblanadi. U 2 mln tonnaga yaqin mis ishlab chiqardi. Chilidan tashqari asosiy mis ishlab chiqaradigan davlatlar: AQSH, Kanada, Avstraliya, Yaponiya, Olmoniya, Ispaniya, Meksika, Portugaliya, Rossiya, Polsha, O'zbekiston, Qozog'iston va boshqalardir.

Iste'mol bo'yicha rangli metallar bo'yicha mis aluminiydan keyin ikkinchi o'rinda turadi. Mis va mis birikmalarining asosiy iste'molchi sohalari:

- elektrotexnika va elektronika;
- mashinasozlik;
- transport vositalari;
- qurilish materiallari;
- kimyo sanoati;
- qishloq xo'jaligi va boshqalardir.

Optika rivojlanishi sababli misning elektrotexnikada iste'moli biroz kamayib bormoqda. Lekin uning har xil quymalar tizimidagi iste'moli tobora oshib borayapti. Toza misni hamda mis kukunlarining iste'moli ham oshib bormoqda.

1999-yilda AQSH, Olmoniya, Yaponiya va Fransiya davlatlari misning dunyodagi iste'molining 75 foizini o'zlashtirishdi. Rivojlanayotgan davlatlar esa misning yarmini ishlab chiqarib, faqat uning 5–7 foizini iste'mol qilishadi xolos. Bu davlatlarda bir kishiga 8–12 kg mis iste'mol qilinadi. Boshqa rivojlanayotgan davlatlarda esa, faqat 0,2–2,0 kg.

1999-yilda misning asosiy iste'molchilari ming tonna hisobida:

AQSH	2200	Chili	34
Yaponiya	1200	JAR	63
Angliya	600	Olmoniya	800

2000-yilga kelib, dunyoda qolgan zaxiralar:

Aluminiy	2525 mln t
Mis	90 mln t
Qo'rg'oshin	27 mln t
Rux	18 mln t
Nikel	29 mln t
Kobalt	1,3 mln t
Oltinugurt	4 mln t
Neft	7·10 m
Tabiiy gaz	13 ¹⁰ m ³
Uran	1620 ming t

Zaxiralarning qiymati geologiya, iqtisodiyot va transportga bog'liqdir. AQSH da zaxiralarni yer qatlamining chuqurligini hisobga olgan holda foydali qazilmalar sifatida qazib olish samaradorlidir.

Mis metallurgiyasi hozirda quyidagi yo'nalish bo'yicha rivojlanayapti:

- mineral zaxiradan to'laroq foydalanish;
- atrof-muhitni himoya qilish;
- avtogen jarayonlarini keng qo'llash;
- shlak bilan misni isrofgarchiligini kamaytirish;
- pirometallurgiyada kisloroddan keng foydalanish;
- uzluksiz ishlaydigan avtomatlashtirilgan tizimlarni qo'llash va boshqalardir.

Rivojlangan davlatlar keng miqdorda Tolling sistemasidan foydalanishayapti. Tolling — bu rivojlanayotgan davlatdan xomashyo sotib olib, uni o'sha yerda yoki boshqa davlatlarda qayta ishlab, o'zlariga toza mahsulotni olib ketishdir. Bunday imkoniyat O'zbekistonda yo'q.

Ishlab chiqarish imkoniyatlaridan foydalanish quyidagi mamlakatlarda, foiz hisobida:

AQSH	— 85,0 — 88,0;
Kanada	— 95,0 — 97,0;
Chili	— 90,1 — 95,0;
Zambiya	— 97,0 — 98,0.

O'zbekiston bir yilda 100—120 ming tonna xomaki mis ishlab chiqarish imkoniyatiga ega, lekin tozalangan misni esa 200—210 ming tonna ishlab chiqarish mumkin. Xomaki misni olishdan uni tozalash imkoniyati ko'proqdir.

Dunyoda, asosan, mis traditsion pirometallurgik sxema: eritish — konverterlash — tozalash sxemasi asosida olinadi. Faqatgina 10 — 12 foizi gidrometallurgik usul yordamida olinadi.

Oxirgi paytlarda bir xil davlatlarda (AQSH, MDH, Avstraliya, Zambiya va boshqalarda) misni hisobdan tashqari rudalardan gidrometallurgik usul bilan ajratib olishga ahamiyat tobora oshib bormoqda. Bu uyali va yer tagida tanlab eritish usullaridir.

Murakkab rudalardan misni tanlab eritish sementlash — flotatsiya usuli bilan qayta ishlash keng tarqalgan (Mostovich sxemasi).

Hamdo'stlik davlatlariga mis asosan Olmaliq, Balxash, Jezkazg'an, Norilsk va boshqa yirik tog'-metallurgiya kombinatlarida ishlab chiqariladi. Bu kombinatlarning to'liq sxemasi: konchilik — boyitish — xomaki misni olish — uni tozalash — tayyor mahsulot olish qismlaridan iboratdir.

Olmaliq sharoitida ishlab chiqarilgan rudada 0,37—0,42 foiz mis mavjud. Bu rudadan 16—18 foiz mis boyitmasi olinadi. Metallurgik pechlarga yuklanadigan shixtaning tarkibida 14—16 foiz mis bor. Sulfidli mis boyitmasini ikki xil pechda: yallig' va kislorod mash'al pechida eritiladi. Olinayotgan shteynda 25—40 foiz mis bor. Bu shteyn konverterda qayta ishlanib xomaki mis olinadi. Shlak tarkibida esa 0,5—0,9 foiz mis bor. Bu shlak hozirgi paytda faqat maxsus joylarda saqlanib turibdi. Qayta ishlash jarayonida pechlaridan ajralib chiqarilayotgan texnologik gazlar tarkibida 2,5—3,5 foiz SO₂ borligi sababli, bular ochiq havoga chiqariladi, natijada ular atrof-muhitni nihoyatda zaharlaydi. Yallig' pechdagi gazlarda esa, 7 foizgacha oltingugurt birikmalari bor va ular sulfat kislotasini olish uchun foydalaniladi.

Zamonaviy texnologiyalar asosida Olmaliq kombinatida 12 xil komponent ajratib olinadi va undan 20 xil mahsulot ishlab chiqildi. O'zbekiston sanoati mis bilan to'la ta'minlangan. Misning katta hajmi xorijiy davlatlarga eksport qilinadi va respublikamizga shu orqali valuta olib kiriladi.

Dunyo bozorida 1 tonna misning bahosi: katod shaklidagi metall — 3000 — 3400 AQSH dollari, katanka (sim) shaklidagisi esa 6000 — 7000 AQSH dollarini tashkil qiladi.

Misni ishlab chiqarishdagi taxminiy sarf-xarajatlar quyidagi raqamlarni tashkil qiladi, foiz hisobida:

- konchilik va boyitish bosqichi — 50,4;
- eritish — 33,0;

- tozalash — 6,8;
- boshqaruv — 4,1;
- transport — 4,7;
- boshqa turlari — 1,0;

Eski pechlarning o'rniga yangi qurilayotgan zavodlarda faqat zamonaviy avtogen jarayonlar qo'llanilishi ko'zda tutilgan.

Bu jarayonlar: ПЖБ (Vanyukov jarayoni), Finlandiyaning Outokumpu, Noranda, Misubisi, TBRS va boshqalardir. Ikkilamchi zaxiralardan toza mis olish ham keng yo'lga qo'yilgan.

Kelajakda misga bo'lgan talab faqat ko'payishi mumkin. Shuni ko'zda tutgan holda Olmaliq kombinatida yangi, zamonaviy pechni ishga tushirish mo'ljallangan. Faqat bu pech uchun konchilik ishlarini kengaytirib, shixtani ko'paytirish kerak.

2-§. SULFIDLI MIS BOYITMASIDAN SHTEYN OLIISH JARAYONLARI

2.1. Yallig' pechda eritishda materiallarning tavsifi

Yallig' pechning shixtasiga boyitma, flus va aylanuvchi materiallar kiradi. Olmaliq kon-metallurgiya kombinatida olinadigan boyitmaning kimyoviy tarkibi, %: Cu — 16,0 — 18,0; Fe — 31,6 — 33,0; S — 35,5; SiO — 5,5; F₂O₃ — 2,3; CaO — 0,1. Shu boyitmaning mineralogik tarkibi, foizda: Cu₂S — 14,0; CuFeS₂ — 20,0; Cu₅FeS₄ — 1,0; FeS₂ — 9,0; Fe₂O₃ — 3,0; SiO₂ — 5,5; CaCO₃ — 0,2; qolganlari 7,3.

Boyitmaning granulometrik (kukun zarrachalarning o'lchamlari) tarkibi 0,15 mm (100 foiz) dan 0,043 mm (90 foiz) gacha oraligda o'zgaradi. Filtrlashdan keyin namligi 10—17 % ni tashkil qiladi.

Yallig' pechning shlak tarkibini hisobga olganda, shixtaga ishqor yoki nordon fluslar qo'shiladi. Ishqor flus hisobida — ohak keng qo'llaniladi. Nordon flus hisobida esa — kvars yoki kremniy dioksidi ko'p miqdorda bo'lgan mis rudasi qo'llaniladi. Olmaliq sharoitida o'z tarkibida oltin bo'lgan kvars rudasi qo'llaniladi. Ushbu rudaning kimyoviy tarkibi, foiz: CuO — 36; SiO — 68,6; CuO — 1,2; Fe — 5,4; FIO — 5,5; MgO — 0,9; S — 0,33.

Flusni tanlashda asosan transport sarf-xarajatlari hisobga olinadi. Shu nuqtayi nazardan, sifati yomonroq bo'lsa ham, mahalliy fluslar keng qo'llaniladi.

Aylanuvchi moddalar hisobidan har xil changlar: kuydirish, borov, koshel-utilizator, konverter va boshqalardir. Ularda misning tarkibi 9,86 dan 44,6 foizga yetadi. Undan tashqari changda rux, qo‘rg‘oshin, temir, oltingugurt, kremniy dioksidi, aluminiy va kalsiy oksidlari mavjuddir.

Changlar yallig‘ pechda qayta ishlanadi. Ularning zarrachalari o‘ta mayda bo‘lgani sababli, chang texnologik gaz bilan qisman chiqib ketib, yangitdan aylanuvchi modda bo‘lib qoladi. Bu esa katta hajmdagi misning foydasiz aylanib yurishiga olib keladi.

2.2. Shixta tayyorlash

Mis eritish zavodlarda har xil shixta tayyorlash usullari qo‘llaniladi. Eng keng tarqalgan usul bu shixta komponentlarni lentali konveyerlarda aralashtirishdir. Maxsus bunkerlardan boyitma, flus va aylanuvchi moddalar tarozlardan o‘tib, yig‘ma konveyerga yuklanadi. Harakatlanish davrida, qayta yuklash pog‘onasida va yallig‘ pechning bunkerida shixta komponentlari yaxshi aralashtiriladi. Bunday tizim oson va kam xarajatlidir, lekin shixtaning bir xil tarkibini ushlab turishi qiyin.

Eng yaxshi shixta tayyorlash usuli bu «**beding-sistema**». Shixta komponentlari qatlam-qatlam usulda joylashtirilib, vertikal kesimda olinib transporterga beriladi. Bunday sistema Yaponiyada keng qo‘llaniladi. Sistema sanoqsiz moddalar ishtirokida shixta tayyorlashga imkon yaratadi. Shixtaning tarkibi yetarli darajada bir xil bo‘ladi. Masalan, Yaponiyada 40 ga yaqin moddadan foydalani- lib, shixtada misning tarkibi 0,54 foiz o‘zgarishi mumkin, xolos. Ammo Olmaliqda bunday sistema qo‘llanilmaydi, chunki buning uchun ko‘p miqdorda kapital mablag‘ sarflanishi kerak.

Zamonaviy mis eritish zavodlarida yallig‘ pechga qisman quritilgan (5—8 foiz H_2O) shixta yuklanadi. Kuydirilmagan boyitmani qo‘llashda shixtaning issiqlik iste‘moli nihoyatda ko‘payadi, transport va yuklash sharoitlarida og‘irlashadi va ishlab chiqish unumdorligi pasayadi. Yallig‘ pechga kuydirilgan boyitmani (ogarakni) yuklash maqsadga muvofiq bo‘lar edi.

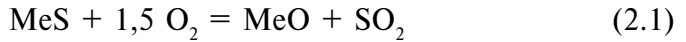
2.3. Kuydirish

Boyitmalarni kuydirish jarayoni tarkibida misning miqdori kam bo‘lgan dastlabki moddalarni iste‘mol qiladigan bir qator zavodlarda

qo‘llaniladi. Olmaliq sharoitida boyitmada misning miqdori borgan sari kamayib borayapti. Shuning uchun uning birinchi pog‘onada kuydirilishi ishlab chiqish samaradorligini oshirishi mumkin.

Dastlabki pog‘onada boyitmani kuydirish, mis miqdori yuqoriroq bo‘lgan ogarokni olish, misi ko‘proq bo‘lgan shteyn va sulfat kislotasi olishi mumkin bo‘lgan texnologik gazlarni olishga imkon yaratadi.

Kuydirish davomida oksid yoki sulfat quyidagi yakunlovchi reaksiyalar orqali o‘tadi:



Birinchi reaksiya deyarli bir tomonlama oqib o‘tadi. Ikkinchi reaksiya uchun:

$$K_p = P_{\text{SO}_3}^2 / P_{\text{SO}_2} \cdot P_{\text{O}_2} \quad (2.4)$$

Qayerdan

$$P_{\text{SO}_3} = P_{\text{SO}_2} K_p \cdot P_{\text{O}_2} \quad (2.5)$$

Kuydirish uchun eng mos dastgoh — bu qaynovchi qatlamli (KC) pechdir. Kuydirish harorati 650—750°C (sulfatlash) va 850—1050°C (oksidlanish)

Kuydirish jarayonlari AQSH, Yaponiya va boshqa davlatlarda keng tarqalgan. Sulfatli kuydirishda misning 94—98 foizi suvda eriydigan birikmalarga o‘tadi. Bu birikmalar turli erituvchilarda eritmaga o‘tkaziladi va bu eritmalaridan mis elektroliz jarayoni orqali erkin holatda ajratib olinadi. Olmaliq sharoitida kuydirish jarayonini qo‘llash rejalashtirilmagan.

Yallig‘ pechda katta hajmda organik uglerod yoqilg‘i ishlatiladi. Bu jarayonda ajralib chiqqan issiqlikning ta‘sirida, pech ishchi hajmi va vannasida shixtaning turli fizik-kimyoviy o‘zgarishlari oqib o‘tadi: namning bug‘lanishi, shixtaning isishi va erishi, kimyoviy o‘zgarishlar va shixta komponentlarining bir-biri bilan reaksiyaga kirishishi, shteyn va shlakning paydo bo‘lishi, gaz fazasining shixta va eritma bilan o‘zaro ta‘siri va nihoyat qattiq, suyuq va gaz fazalarini pechni futerovkasi bilan ta‘sirlashuvi.

Shixtadagi namlik, pechga shixta yuklaganda bug‘lanadi va oltingugurt birikmalari bilan sulfat kislotasi bug‘larning paydo

bo'lishiga sabab bo'ladi. Moddalarning parchalanishi ham jarayonning birinchi daqiqalarida o'tadi. Bu jarayonlar keyingi bo'limlarda batafsil ko'rib chiqiladi.

3-§. YALLIG' PECHDA ERITISHDA MODDALARNING FIZIK-KIMYOVIY O'ZGARISHLARI

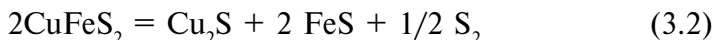
Yallig' pechda eritishda moddaning kimyoviy o'zgarishlari yuqori harorat ta'sirida oqib o'tadi. Birinchi navbatda mis birikmalarining o'zgarishlarini ko'rib chiqamiz.

Birikmada mis sodda va murakkab sulfidlarda uchraydi: bornit, xalkoperit, xalkozin va kovellinlar.

Bornit Cu_5FeS_4 qizitish davomida reaksiya bo'yicha ajraladi.



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



Oltinugurtli mis CuS (kovellin) qizdirilish davrida tiklanish yoki neytral atmosferada yengil ajraladi:

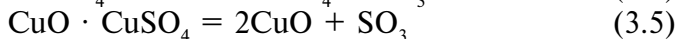
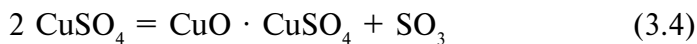


Jarayon 502°C da oqib o'tadi.

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

Mis oksidi CuO — yengil parchalanadi va reaksiya natijasida misning yarim oksidi Cu_2O paydo bo'ladi. Cu_2O esa tarkibi o'zgarmagan holda 1235°C suyuq holatga o'tadi.

Agarda shixtada mis sulfati yoki boshqa birikmalar bo'lsa, quritish davrida ular ajraladi, masalan:



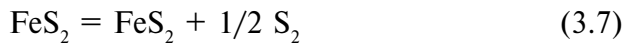
Jarayon 780°C — 812°C harorat oralig'ida yuz beradi va yakunlovchi mahsulot bo'lib mis oksidi va oltingugurt dioksidi bo'ladi. Mis oksidi keyinchalik mis yarim oksidiga ajraladi.

Boyitmalarda malaxit, azurit va boshqa murakkab birikmalar uchrab turadi. Bu minerallar 560 — 600°C oralig'ida parchalanadi va Cu ni hosil qiladi. CuO esa yuqorida ko'rib chiqilgan jarayonga duch keladi.

Temir birikmalari

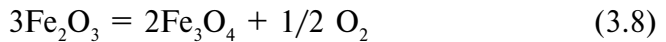
Yuqorida ko'rib chiqilgan temir-mis sulfidlardan tashqari, mis boyitmasida pirrotin Fe_7S_8 lar uchrab turadi.

Neytral yoki tiklanish atmosferasida qizitilsa, 600°C dan yuqori haroratda pirit ajraladi:



Harorat 1000°C ga yetganda pirit to'liq ajraladi. O'sha havo atmosferada temir sulfidi (FeS) murakkab birikma bo'lib, deyarlik ajralmaydi. Oksidlantiruvchi atmosferada qizitilsa, temir sulfidlari oksid holatlariga oksidlanadi (Fe_2O_3 gematit va Fe_3O_4 — magnetit).

Gematit 1560°C eriydi, lekin havo atmosferasida 1350 — 1380°C oralig'ida yengil ajraladi:



Magnetit murakkab kimyoviy birikma. Neytral va oksidlantiruvchi atmosferalarda 1590°C da suyuq holatga ajralmasdan o'tadi.

Temir oksidi FeO (vyustit) o'ta murakkab birikma, neytral atmosferasida qizitilsa umuman o'zgarmaydi. Oksidlantiruvchi atmosferada yuqori oksid holatlarga oson o'tadi, masalan, magnetitga.

Mis boyitmasida mavjud bo'lgan rux, qo'rg'oshin va boshqa metall birikmalarining o'zgarishini qisqacha ko'rib chiqamiz.

Rux sulfidi ZnS qisman oksidlanadi, qisman parchalanadi, qisman esa reaksiyaga kirib, metallik holatiga o'tadi:



Yallig' pechda eritishda rux, jarayon mahsulotlarida quyidagiday taqsimlanadi, %: shteynga 45,5; gaz va changga 5,5.

Mis boyitmasida ko‘pincha qo‘rg‘oshin sulfidi PbS bor. Yallig‘ pechda eritish davrida qo‘rg‘oshin taqsimlanadi, %: 30 shteynga, 59,6 shlakka, 10,4 chang va gazlarga.

Mis boyitmasida ko‘pincha mishyak, surma, vismut va kamyob metallar bor. Ularning kimyoviy aylanishlarini batafsil ko‘rmasdan turib, jarayon mahsulotlariga taqsimlanishlarini keltiramiz, foizda:

	As	Sb	Bi
Shlakka	54,2	54,0	7,6
Gazga	11,8	16,0	85,4
Chiqish darajasi	66,0	70,0	93,0
Shteynga	34,0	30,0	7,0

Kamyob metallarning taqsimlanishi, %:

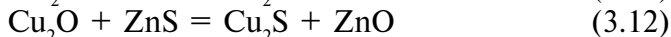
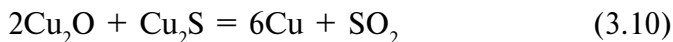
	Cd	Jn	Ge	Te	Se	Re
Shteyn	59	55	33	53	70	62
Shlak	17	40	54	3	9	18
Chang	24	5	13	9	21	20

Jins minerallar kremnezem SiO_2 , glinozem Al_2O_3 , kalsiy oksidi CaO va boshqalar, deyarli o‘zgarmagan holda shlak tarkibiga to‘liq o‘tadi.

Shixta komponentlarining kimyoviy o‘zaro bog‘lanishlari

Shixta moddalarni isitilishida, pechni yonbag‘rida faqat murakab birikmalar qoladi. Oksidlardan bu Cu_2O , Fe_2O_3 (1250°C gacha), Fe_3O_4 , ZnO , PbO va jins oksidlari: kompleks birikmalardan esa $\text{Cu}_2\text{O} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ va $\text{ZnO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$; sulfidlardan FeS , ZnS , PbS . Yallig‘ pechda kimyoviy o‘zgarishlar ko‘rsatilgan moddalarning o‘zaro bog‘lanishlari orqali o‘tadi.

Mis birikmalari quyidagi reaksiyalarga kirishishlari mumkin:

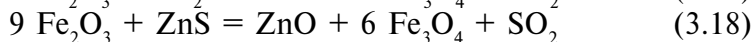
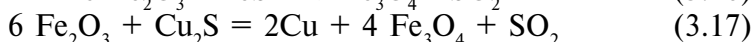
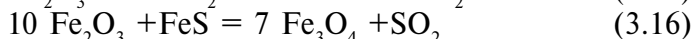


900°C dan boshlab bu reaksiyalar tezlik bilan o‘tadi va natijada mis, mis yarim sulfidlari paydo bo‘ladi:

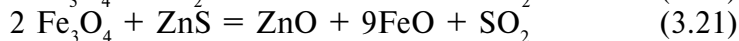
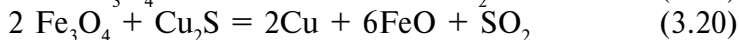
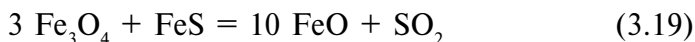
Erkin mis sulfid holatiga o'tadi:



Temir oksid sulfidlar bilan quyidagi reaksiyalarga kirishishlari mumkin:

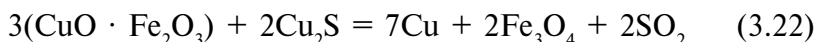


Ushbu reaksiyalar 500—900°C oralig'ida o'tadi. Yallig' pechda eritishda shixtada sulfidlarning borligi magnetitni tiklanishga olib keladi:



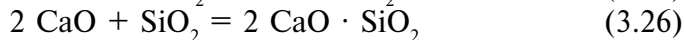
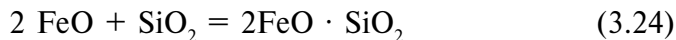
Bu reaksiyalar intensiv holatda 1170°C dan boshlab oqib o'tadi. Shixtada kremniy dioksidini borligi bu reaksiyalarni tezroq va to'laroq oqib o'tishiga olib keladi.

Mis ferritning sulfidlar bilan reaksiyasi quyidagicha oqib o'tishi mumkin:



Bu reaksiyalar 1100—1150°C larda oqib o'tadi.

Kremniy dioksidi mavjudligida reaksiyalar quyidagicha o'tadi:



Ushbu reaksiyalar natijasida yallig' pechda shiteyn, shlak va texnologik gaz mahsulotlari paydo bo'ladi. Bu esa yallig' pechda eritishning asosiy maqsadidir.

4-§. YALLIG‘ PECHDA ERITISHNING AMALIYOTI

Yallig‘ pechda yuqori haroratda eriydigan shixta moddalari qo‘llaniladi. Shuning uchun jarayonga nisbatan katta miqdorda yoqilg‘i sarflanadi. Yoqilg‘i sifatida qattiq, suyuq (mazut) va tabiiy gaz ishlatilishi mumkin. Mazutning taxminiy kimyoviy tarkibi, %: C^r — 82,5; H^r — 10,6; N^r — 0,3; O^r — 0,2; S^r — 3,1; A^r — 0,3; W^r — 3,0. Tabiiy gaz tarkibida, %: CH₄ — 92,0 — 95,3; C_m H_n — 0,4 — 4,9; H₂ — 1,3 — 2,0; CO — 0,6; CO₂ — 0,3 — 0,4; H₂ S — 0,2; N₂ — 3,0; O₂ — 0,5. Issiqlik chiqarish qobiliyati kJ/kg: mazut — 38976, tabiiy gazniki esa 36492. Yoqilg‘i turi va shaklni tanlashda asosan iqtisodiy muammolarni ahamiyati katta. O‘zbekiston sharoitida qattiq yoqilg‘i sifatida ko‘mir kukuni qo‘llanilmaydi. Asosan, tabiiy gaz ishlatiladi. Qish davrida gazning yetishmovchilik sharoitida, mazut keng qo‘llaniladi.

Yallig‘ pechda, asosan, mazutning 40, 100 va 200 markalilari qo‘llaniladi. Mazut tanlashda tarkibida parafin borligiga ahamiyat beriladi. Chunki, parafin mazutning yopishqoqligini oshirib yuboradi va yoqishda katta muammolar tug‘diradi.

Yallig‘ pechni asosiy yoqilg‘isi — tabiiy gazdir. Gaz pechda 0,07—2,5·10⁵ Pa li ortiqcha bosim bilan beriladi. Ortiqcha beriladigan havoni k=1,00—1,05. Gorelkalarni ishlab chiqish unumdorligi bir soatga 1100 m³.

Yallig‘ pechlar aniqlangan issiqlik tartibi bo‘yicha ishlaydi. Tartibni asosiy belgilari: issiqlik yuklama, bir gorelkaga havoni sarfi, pech oxirida havoni tortish kuchi, pechdan chiqayotgan gazning tarkibi va pech ishchi hajmida haroratning taqsimlanishi.

Issiqlik yuklamasi pechning ishlab chiqarish unumdorligini aniqlovchi omildir. Buning belgisi bir soatda yoqilg‘i sarflanishidir: kg yoki m³.

Issiqlik yuklamasi quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$W = Q_H^p \cdot B, \text{ kJ/s} \quad (4.1)$$

bunda: Q_H^p — yoqilg‘ini eng past issiqlik chiqarish qobiliyati, kJ/kg (m); B — bir soatdagi yoqilg‘ining sarfi, kg yoki m³.

Har bir pechga issiqlik yuklamasi tajriba orqali aniqlanadi va uning qiymati quyidagi omillarga bog‘liqdir: pechning o‘lchamlari, ishlab chiqarish unumdorligi, gaz o‘tkazish sistemasining imkonii-

yatlari. Agarda oqilona issiqlik yuklamasi aniqlanmasa, yoqilg'ini befoyda sarfi ko'payadi, gazning tezligi 10 m/s dan oshib ketadi, chang ajralib chiqishi oshadi va boshqa zararli ko'rsatkichlar paydo bo'ladi.

Olmaliq zavodida pech tubining foydali yuzasi 240 m², issiqlik yuklamasi 218·10 kJ/s, issiqlik kuchlanishi 907·10⁶ kJ(m/s).

Yoqilg'i hisobida gaz ishlatilsa, chiqayotgan gazning tarkibi, %: CO₂—8—9; H₂O—17,5 — 18,5; N₂—70—72; SO₂—1,5—3,0.

Pechning oxirida harorat normal hisoblanadi, agarda gazning harorati shlak haroratiga nisbatan 70—100°C o'zgarsa, u normal hisoblanadi.

Shixta yuklash

Zamonaviy pechlarda shixta, dastgohning ikki yonida joylashgan maxsus teshiklar orqali qo'llaniladi. Devorning yonida joylashgan shixta uni yuqori harorat va eritma ta'siridan saqlaydi. Bunday tartibda chang ajratib chiqishi shixtaga nisbatan 1,09 foizdan oshmaydi. Agarda shixta tarkibida 14,4 foiz mis bo'lsa, chang tarkibida esa faqat 8,1 foiz bo'ladi. Shixta pech yonbog'ida joylashadi. Yonbog'ning burchagi 45—60° bo'lsa normal hisoblanadi.

Pechga shixtaning yuklash tezligi va takrorlanishi uning ishlab chiqarish unumdorligiga bog'liqdir. Sutkasiga 1500—2000 shixta qayta ishlaydigan pechlarda bir yuklanganda 200—250 m shixta yuklanadi. Qoida bo'yicha, zavodda 6 soatda (smenada) 2—3 marta shixta yuklanadi. Shixtani uzluksiz yuklanishi pechning yaxshiroq ishlashiga olib keladi. Ammo, bunda teshiklardan texnologik gazlarni va issiqlikning chiqib ketishi, pechning issiqlik tarkibini o'zgartiradi va ishlab chiqarish unumdorligi pasayadi. Masalan, Olmaliq zavodida bir smenada 3 marta o'rniga 4 marta yuklash ishlab chiqarish unumdorligini 10 foizga pasaytiradi.

Konverter shlakni pechga, agregatni bosh tomonida joylashgan maxsus oynadan jelob yordamida solinadi. Shlak kichkina oqim bilan quyiladi, chunki eritmani katta harakatlanishiga olib kelishi natijasida, yonbog'ni yuvilib ketishi mumkin.

Suyuq mahsulotlarining chiqarilishi

Har bir pech loyihalash davrida suyuqliq vannasining aniq balandligiga mo'ljallanadi. Balandlikning ko'tarilishi pech ishiga salbiy

ta'sir qiladi: ishchi hajm kamayadi, yonbog'ni issiqlik qabul qilish sirti pasayadi, gazning harakatlanish tezligi oshadi. Qoida bo'yicha, vannaning umumiy balandligi 90—120 sm ni tashkil qiladi.

Vannaning balandligi shteyn va shlaklarni balandligiga bog'liqdir. Shteyn balandligi uni avariya holatdagi oqib chiqishi va magnetit qobig'i paydo bo'lishi bilan aniqlanadi. Vannaning balandligi eritma bosimini oshirib, kladka orqali oqib chiqishiga olib kelishi mumkin. Balandlikning pasayishi shlak haroratini kamayishi va pech pastida magnetitni cho'kishiga olib keladi. Shuning uchun shteynni eng yuqori balandligi 60 sm, pastisi esa 25—30 sm tashkil qilishi kerak. Shlakning oqilona balandligi 40—60 sm.

Shlakni pechdan maxsus oynadan chiqariladi. Shlakda misni isrofgarchiligini kamaytirish uchun shlakni tepa qatlamidan 10—100 mm pastroq joylashgan eritmani chiqarish kerak. Shlakni pechdan enliligi 2—5 sm bo'lgan oqim bilan chiqariladi.

Shteynni pechdan maxsus shpur va sifon yordamida chiqariladi. Shteyn vaqti-vaqti bilan, konverterlarni ishlashiga bog'liq bo'lgan holatda chiqariladi.

Yallig' pechni normal ishlashi uchun texnikaviy nazoratga e'tibor beriladi. Ya'ni issiqlik tartibini, moddalarning tarozida tortilishi, dastlabki xomashyo va mahsulotlarni kimyoviy tahlili va bir necha boshqa ko'rsatkichlarni aniqlanadi, boyitma, flus, konverter shlaki, aylanma materiallar va jarayon mahsulotlari kimyoviy tahlil qilinadi. Smenali namunalarni Cu, Fe, S, SiO₂, CaO larga tahlil qilinadi: konverter shlakini — Cu ga, shlakni Cu, Fe, SiO₂ va CaO. Sutkali namunalar tahlil qilinadi: boyitma — Cu, S, SiO₂, CaO, Al₂O₃; fluslar — SiO₂, Fe, CaO, Al₂O₃; shteyn Cu, Fe va S aylanuvchi moddalar — Cu, Fe, SiO₂, S, Al₂O₃; shlak — Cu, Fe, SiO₂, CaO, Al₂O₃, MgO.

Texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlar

Har qanday metallurgik zavodni ish faoliyati texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlar bilan baholanadi. Asosiy ko'rsatkichlar: solishtirma eritish qobiliyati, solishtirma yoqilg'ining sarfi, eritish jarayonida suyuq mahsulotlarning chiqishi, misni shteynga ajratib olish darajasi, quvvat, suv va o'tga chidamli g'ishtlarning 1 t shixtaga sarfi.

Solishtirma eritish qobiliyati zamonaviy yallig' pechlarda 2—4,5 t/m² sutka oralig'ida o'zgaradi.

Yallig‘ pechlar turli yoqilg‘ilar bilan ishlaydi. Jarayonga sarflandigan issiqlikni baholash uchun, solishtirish shartli yoqilg‘ini sarfi bilan baholanadi. Shartli yoqilg‘i hisobida 7000 kkal/kg (29400 kJ/kg) organik modda qabul qilingan. Yallig‘ pechda shartli yoqilg‘ining sarfi keng mintaqa 1 t shixtaga 110 dan 290 kg gacha o‘zgaradi. Bunday katta oraliq xomashyoni sifati, ishlab chiqarish tartibi, mahsulotlarni sifati, eritma va gazni harorati va boshqa o‘zgaruvchan omillarga bog‘liqdir.

Yallig‘ pechda o‘tadigan jarayonda misni shteynga ajratib olish darajasi 99,5% ni tashkil qiladi. Misni shlak bilan isrofgarchiligi 1,5 — 2,6% ni tashkil qiladi. Misni gaz bilan isrofgarchiligi 0,5 — 1,5% oralig‘ida. Elektr quvvati sarfi 1 t shixtaga uncha katta emas — 15—25 kVt/s. 1 t shixtaga o‘tga chidamli g‘ishtning sarfi 0,14 kgni tashkil qiladi.

Ishlab chiqarish korxonasi umumlashtirilgan ko‘rsatkichi — bu mahsulotning tannarxidir. Mis sanoatida umumiy sarf-xarajatlarning 40—60 foiz xomashyoga tegishlidir, boyitish jarayoniga 20—40 foiz va metallurgik qayta ishlashga 20—30 foiz.

Olmalig‘ mis zavodida yallig‘ pechda eritishning sarf-xarajatlari, %.

Yoqilg‘i	— 26
Quvvat sarfi	— 53
Ishchilar maoshi	— 5
Sex sarflari	— 7
Dastgohni ekspluatatsiyasi	— 9
Jami	— 100.

5-§. SULFIDLII MIS BOYITMASINI KISLORODLI MASH‘AL PECHIDA (KΦΠ) ERITISH

5.1. Shixta materiallari va ularni eritishga tayyorlash

KΦΠ (kislorod-mash‘al pechi) jarayoni birinchi marta Kanada-ning «Koper Klif» zavodida qo‘llangan. Jarayon «avtogen» nomini olgan, chunki tashqaridan yoqilg‘i sarflanmaydi. Jarayon uchun kerak bo‘lgan issiqlik izotermik reaksiyalardan olinadi.

Olmalig‘ mis zavodida KΦΠ jarayoni 1968-yildan beri qo‘llaniladi. Pechning hajmi 580 m³, foydali maydoni 120 m², ishlab chiqarish

unumdorligi — 12 t/m² sutkasiga. Bir sutkada pech 2000 t shixtani qayta ishlashga imkoni bor.

КФП ni shixtasiga boyitma, flus va aylanuvchi chang kiradi. Jarayon yordamida turli mono va polimetallik boyitmalarni qayta ishlash mumkin. Boyitmalarning mineralogik tarkibi turlichadir. Mis minerallari xalkopirit, bornit, xalkozin, temir-pirit va pirrotin bilan keltirilgan.

Boyitmaning granulometrik tarkibi 0,147 (100%) dan 0,043 (90%) mm gacha oraliqda o‘zgaradi. Filtratsiyadan keyin boyitmani namligi 10—17 foizni tashkil qiladi.

КФП jarayoni boyitmani chuqur oksidlantirish va misga boy shteyn olish bilan bog‘liqdir. Dunyoda taniqli shixta tayyorlashdan eng yaxshi sistemalardan biri «beding-sistema». Shixta komponentlari qatlam-qatlam shaklda bir-biri ustiga yuklanadi va vertikal kesimda konveyerga ortiladi. Bunda shixta moddalari yaxshi aralashtiriladi. Shixta terishga katta mablag‘ sarflanishiga qaramay, beding-sistema tarkibi bir xil bo‘lgan shixtani tayyorlashga imkon yaratadi, yirik va kukun moddalar bilan ishlash mumkin.

Beding-sistema Yaponiya zavodlarida keng qo‘llaniladi. Masalan, «Xitachi» zavodida 8 xil mahalliy boyitma, 10 xil xorijiy boyitma, 4 xil xorijiy sementli mis ishlatiladi. Metariillarda misning miqdorligi 2 foiz dan 37 foiz gacha o‘zgaradi. Ana shunga moddalardan beding-sistema tarkibi deyarli o‘zgaraydigan shixtani olishga imkon yaratadi. Masalan, shixtada misni o‘zgarishini hisoblaganda nisbatan 0,49 foiz, temir bo‘yicha 0,56 foiz va oltingugurt bo‘yicha 0,68 foiz farq qiladi. Moddalarni taqsimlanishini har kuni EHM yordamida hisoblanadi. Shixtaning hajmi uch kun ishlashga mo‘ljallangan.

Olmalik kombinatida ho‘l shixta tayyorlash sistemasi qo‘llaniladi. Bunda yanchilgan flus pulpa (bo‘tana) bilan boyitma pulpa aralashtiriladi. Pulpa bu qattiq va suyuq moddalar aralashmasidir.

5.2. Shixtani quritish

КФП jarayonini amalga oshirilishi qat‘iyan sharti — shixtani o‘ta quritilishidir. Quritilgandan keyin shixta namligi 0,1—0,15 foizdan oshmasligi kerak. Unda namroq shixta yirikroq bo‘lib, КФП ning prinsipiga javob bermaydi, chunki moddalarning kukuni pechning ichida bir necha soniya davomida uchar holatda bo‘lishi shart. Ana shu uchish holatida zarrachani butun sirti bo‘yicha oksidlanish reaksiyasi o‘tib,

КФП jarayoni amalga oshiriladi. Shixtani o'ta quritish uchun doira shakldagi pech yoki vertikal joylashgan quritish trubalari qo'llaniladi.

Olmaliq mis zavodida vertikal quritish trubalari qo'llaniladi, hammasi bo'lib 2 truba o'rnatilgan. Quritish jarayoni ishlash prinsipi quyidagicha: trubaning past tomonidan katta tezlik bilan issiq gaz yuboriladi (30—40 m/s). Issiq gazning oqimiga nam (7—8 foiz H₂O) bo'lgan shixta yuklanadi. Shixta moddalari uchib turgan holatda quritiladi, namsizlangan kukun esa trubani yuqori qismiga uchib chang ilish sistemalariga yuboriladi.

Quritish trubalari maxsus pechlarda yoqiladigan tabiiy gaz bilan isitiladi, haroratni boshqarish uchun maxsus pechga ikkilamchi sovuq havo beriladi. Moddalarning bir soatli sarfi: tabiiy gaz 600—800 m³, birlamchi (gaz yoqish uchun) havo 6000—8000 m³. Birlamchi va ikkilamchi havolarning nisbatliligi sharoitlarga qarab 1:1 dan 1:1,3 gacha o'zgaradi. Truba bo'yicha gazning harorati: trubaga kirish qismida 300—450°C. Moddaning trubada bo'lish davri 1,3 soniyadan oshmaydi. Jarayon qat'iy boshqarilishi kerak va ishlash tizimi o'zgarmasdan saqlanishi kerak. Masalan, modda kamroq kelib qolsa, trubani harorati oshib ketadi va sulfidlar alanganadi. Agarda shixta ko'proq yuklansa harorat pasayib ketadi va modda to'la qurimaydi. Nazoratlash nuqtalari: nam shixtani sarfi, issiq gazning harorati trubadagi haroratlar, birlamchi va ikkilamchi havolarning nisbatliligi. Bunday nazoratni avtomatik tizim yordamida boshqarish kerak.

Quritish trubalari yuqori ishlab chiqarish unumdorligi yuqori bo'lgan va ishonchli dastgohdir. Bir soatda 60—80 t shixtani quritish imkoniyati mavjud. Trubalarni oqilona ishlash shartlaridan biri moddalarni bir tekis yuklash va atmosfera havosini pechga ortiqcha kirishidir.

Trubani ishlashini takomillashtirish uchun gazni qaytadan, ikkilamchi havoni o'rniga, pechga qaytarishdir. Bu tadbir yoqilg'ining sarfini kamaytirishga yordam beradi. Bu gazlar 60—70°C issiqlikka ega va ularning tarkibida 15—17 foiz kislorod bor.

6-§. MIS SULFIDLI BOYITMANI KISLORODLI MASH'AL PECHIDA (КФП) ERITISHDA FIZIK-KIMYOVII JARAYONLAR

КФП jarayoni, yallig' pechga nisbatan ancha murakkabdir. Agarda yallig' pechda neytral atmosfera sulfidlarni oksidlantirma-

sa, $K\Phi\Pi$ namunaviy reaksiyon jarayonda sulfidlar intensiv holatda oksidlanadi.

$K\Phi\Pi$ da kimyoviy o'zgarishlar yuqori harorat va kislorod ta'sirida oqib o'tadi.

Boyitmada mis, oddiy va murakkab sulfidlar turida uchraydi: bornit, xalkopirit, xalkozin va kovellin. Aylanuvchi changda esa oddiy oksid, sulfat va ferrit holatlarida uchraydi.

Bornit $Cu_5 FeS_4$ isitish davrida ajraladi:



Jarayon havo atmosferasida $800-840^\circ C$ oralig'ida ajraladi:



Mis sulfidi (CuS) isitilish jarayonida oson ajraladi:



Pirit isitilish davrida ajraladi:



Agarda isitish oksidlantiruvchi atmosferada bo'lsa temir sulfidi gematit Fe_2O_3 va magnetit Fe_3O_4 larga o'tadi.

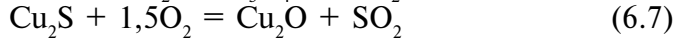
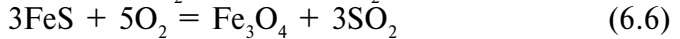
Rux mis boyitmasida sulfid holatida (ZnS) uchraydi, aylanuvchi changda esa — ZnO , $ZnSO_4$ turlarda. Eritish davrida rux qisman gaz fazasiga o'tadi, chunki uni kislorod va oltingugurt birikmalari $1300-1400^\circ C$ haroratlarda uchish qobiliyatiga ega. Jarayon mahsulotlari bo'yicha rux taxminan quyidagiga taqsimlanadi, %: shteynga 3—15; changga 15—25; shlakka 62—72.

Agarda mis boyitmasida qo'rg'oshin bo'lsa, u jarayon mahsulotlari bo'yicha kamyob metallar quyidagicha taqsimlanadi, %.

	Cd	Jn	Ge	Tl	Se	Te	Re
Shteynga	12	20	9	18	38	18	12
Shlakka	8	41	61	22	13	10	10
Chang va gazga	80	39	30	60	49	72	78

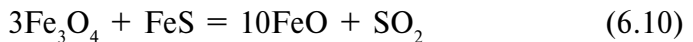
$K\Phi\Pi$ o'zi bilan yuqori haroratli oksidlantirish va sulfidlarni eritishni chorlaydi, shuning uchun sulfidlar eritish davrida kuydirishga mos o'zgarishlarga duch keladi.

Murakkab birikmalarning ajralish jarayonlari keng tarqalganligi, oksidlanishga faqat oddiy sulfidlar yetib keladi deb qabul qilsa bo‘ladi:



Temir sulfidi vyustit (FeO) va magnetit (Fe_3O_4) largacha oksidlanishi mumkin. $\text{K}\Phi\text{II}$ jarayonini sharoitlari shunaqaki, FeS asosan magnetit shakliga oksidlanadi. Jarayonning suyuq mahsulotlarida magnetitning miqdori uning sulfidlar bilan tiklanish reaksiyalarining oqib o‘tishiga bog‘liqdir. Bu reaksiyalarning tez va to‘liq o‘tishiga sabab eritma tarkibidagi, gaz faza va haroratning reaksiyasidir.

Magnetit sulfidlar quyidagi reaksiyalar bilan o‘zaro bog‘lanadi.

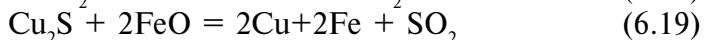


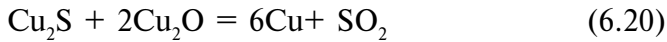
Kremniy dioksidi mavjudligida, magnetit sulfidlar bilan quyidagicha o‘zaro bog‘lanadi:



$\text{K}\Phi\text{II}$ jarayonida magnetitning suyuq mahsulotlardagi tarkibi, SO_2 ni parsial bosimi, shlak nordonligi va FeS ning shteyndagi miqdoriga bog‘liqdir. Misga boy shteynni olish, sulfidlarni chuqur oksidlanishiga bog‘liqdir. Bu esa magnetit shlakdagi miqdorliligini oshiradi.

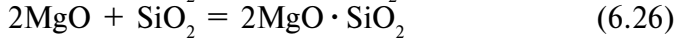
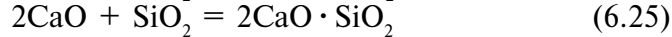
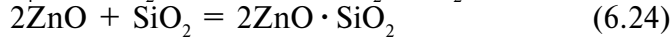
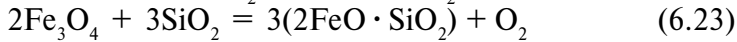
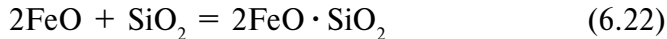
Jarayon mahsulotlarida mis va temirning yuqori miqdorliligini hisobga olganda ularning oksid va sulfidlar bilan o‘zaro bog‘lanishlari quyidagicha:





KФП da mis oksidi va sulfidi o‘zaro bog‘lanib metallni hosil qiladi. Shteynda FeS ni borligi Cu_2O ni sulfid holatiga o‘tkazadi. Demak, KФП sharoitida (6.20) reaksiyani oqib o‘tishiga imkoniyat yo‘q.

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



KФП jarayonida oqib o‘tadigan fizik-kimyoviy o‘zgarishlar natijasida shteyn va shlak paydo bo‘ladi. Asosiy o‘zaro bog‘lanishlar mash‘al hajmida oqib o‘tadi. Sulfidlarning oksidlanishi natijasida oksid-sulfid eritmasi paydo bo‘ladi. Bunday eritmada oksid-sulfid nisbatligi dastlabki shixtani tarkibi va sulfidlarni kuydirish chuqurligiga bog‘liqdir. Sulfidlarni kuydirish darajasini oshirish va fluslarni qo‘shish oksidlarning ko‘payishiga olib keladi.

Oksid-sulfid aralashmasining shteyn va shlakka ajralishi pech vannasida yakunlanadi. Ajralish eritmalarning har xil fizik-kimyoviy xususiyatlarga ega bo‘lganlari asosida o‘tadi. Birinchi qatorga bu eritmalarning har xil zichligi va sirt tarangligidir. Shlakning namunaviy tarkibi, %: Cu 0,8—1,0; SiO_2 32—35; FeO 37—40; CaO 6—8. Shteynning tarkibi, %: Cu 32—36; Fe 32—36; S 24—26; Fe_3O_4 7—8.

Olmalik zavodida eritmalar bilan bir sutkada 100 t yaqin magnetit olib chiqiladi. Tiklanmagan magnetit vannada shteyn va shlakka taqsimlanadi va bu jarayon tenglama orqali baholanadi.

$$K = \% \text{Fe}_3\text{O}_4 \text{ shl} / \% \text{Fe}_3\text{O}_4 \text{ sht} \quad (6.27)$$

Magnetit asosan shlakda yig‘ilib, pechdan chiqariladi.

Magnetitli eritmadagi miqdorlilikning ko‘payishi, pechda cho‘kma paydo bo‘lishiga olib keladi. Cho‘kma pechning ishchi hajmida kamaytiradi, kimyoviy reaksiyalarning oqib o‘tishiga halaqit beradi,

dastgohni ishlab chiqarish unumdorligini kamaytiradi, shlak bilan misni isrofgarchiligini oshiradi. Magnetitdan paydo bo'lgan cho'kmani eritish uchun pech haroratini oshirib jarayonga qo'shimcha kremnezem flusini yuklash kerak.

7-§. KISLORODLI MASH'AL PECHNI (KΦΠ) KONSTRUKSIYASI VA UNI HISOBLASH

Birinchi kislorodli mash'al (KΦΠ) pechi 1953-yilda Kanada-ning «Koper Klif» zavodida ishga tushirilgan. 1868-yilda Olmaliq zavodida xuddi shunday pech ishga tushirildi. Ikkala pechning konstruksiyasi bir xildir.

Pechning fundamenti monolit temir-betondan tayyorlangan. Fundamentning ustiga eni 50 mm bo'lgan cho'yan plitalari joylash-tirilgan. Plitalarga betondan tayyorlangan qatlam quyilgan.

Pechning ishchi tagi (лешад) ga uch qator o'tga chidamli g'isht yotqizilgan: pasti eni 230 mm bo'lgan shamot, o'rta qismi — 230 mm magnezitoxromit va sirt ishchi qatlamining eni 460 mm bo'lgan magnezitoxromit g'ishtidan tayyorlangan. Leshadning tepa qismi yon tomonini terish uchun parametr bo'yicha gorizontal shaklda yasalgan. Yon tomoni normal magnezitoxromit g'ishtidan terilib uning eniligi 810 mm tashkil qiladi, bosh va oyoq tomonlarining eni esa, 920 mm. Pechning ishchi tepa qismi (svod) eni 460 mm bo'lgan magnezitoxromit g'ishtidan terilgan.

Pechni mustahkamlash uchun eni 15 mm bo'lgan po'lat kojux, 55 nomerli dvutavr va 50 mm li po'lat tyagalar maxsus qurilmalarda ishlatilgan.

Shlakni pechdan 2 ta, suv bilan sovitadigan, misdan yasalgan leyka orqali chiqariladi. Leykalar pechning oyoq devorida bo'lib, leshaddan 700 mm balandlikda joylashgan.

Shteyn bir-biri bilan bog'langan ikkita sosud tizimida ishlaydigan sifondan chiqariladi. Sifonning yuqori ostonasi tenglama orqali topiladi:

$$H = (h_1g_1 + h_2g_2) / g_1 \quad (7.1)$$

Bunda: h_1 va h_2 — shteyn va shlak vannalarini o'rtacha balandliklari, sm g va g — shteyn va shlak zichligi g/sm.

Pechni hisoblash

$K\Phi\Pi$ pechni hisoblash: eritish zonasi, apteyk va asosiy o'ldamlarini aniqlashdan iborat. Pechning asosiy o'ldamlari — balandlik, diametr va ishchi hajmi. Moddalarning tushish payti, sulfidlarning oksidlanish reaksiya davomi va gaz oqimi tezligi asosida hamma kerakli o'ldamlarni hisoblasa bo'ladi.

Eritish shaxtasini balandligi formula yordamida aniqlanadi:

$$h = W / t_1, \text{ gl.}$$

$$H = W / t_1, \text{ m} \quad (7.2)$$

Bunda: W — shixta moddalarning tushish davri, m/s. t_1 — sulfidlarni oksidlanish reaksiyasining davomi.

$$W = 2/9 (\delta - S) g^2 \quad (7.3)$$

Bunda: r — moddaning radiusi, m; δ — moddaning zichligi, kg/m^3 ; S — gaz fazasining zichligi, kg/m^3 ; g — 9,8 m/sek².

Modda zichligi boyitmaning tarkibiga bog'liq bo'lib 4000—4500 kg/m^3 tashkil qiladi. 1450—1500°C oralig'ida gaz fazasining zichligi 0,30—0,35 kg/m^3 . O'sha harorat oralig'ida gaz fazasi yopishqoqligi 16—17·10⁻⁵ m²/s tashkil qiladi. Hisoblash uchun moddaning o'rtacha radiusini olish kerak. $K\Phi\Pi$ jarayonida, kinetik ma'lumotlarga ko'ra, sulfid boyitmasidagi moddani oksidlanish vaqti 1 soniyani tashkil qiladi.

Eritish shaxtasini kesim maydonini tenglama orqali topiladi:

$$S = V / W \cdot gl \quad (7.4)$$

Bunda: V — texnologik gazning hajmi, m³/sek;

W — gazning harakatlanish tezligi, m/sek.

Gaz hajmi berilgan shixta komponentlarining metallurgik hisobotlari bilan topiladi. Gaz tezligi shixta moddasining erkin tushish vaqtiga teng deb qabul qilinadi.

Shixta balandligi va kesimini bilgan holda, diametr va hajmi aniqlanadi. Shixta hajmi to'g'ri topilgani, pechni ishlab chiqarish unumdorligi, shixtani issiqlik kuchlanishi orqali tekshirilishi mumkin. Issiqlik kuchlanish $K\Phi\Pi$ jarayoni uchun 240—290·10³ kJ/m³·soat ni tashkil qiladi.

Gaz egallaydigan joy maydon kesimi (m^2) to'g'riburchak qismi va segmentdan tashkil topadi:

$$S = bh + r^2 (\varphi - \text{Sin}\varphi^\circ)/2 \quad (7.5)$$

Bunda: b — kamera eni, m ; h — to'g'ri burchak qismi balandligi, m ; r — svodning radiusi, m ; φ — va φ° — markaziy burchakning radian va gradusdagi o'lchamlari.

Suyuq vanna balandligi, qoidadagiday 1 m tashkil qiladi, shlak qatlami eni $0,6\text{ m}$, shteynniki esa $0,4\text{ m}$. Shlak vannasining hajmi (m^3) tenglama orqali topiladi:

$$V^1 = V t \quad (7.6)$$

Bunda: V — shlak hajmi, m/soat ; t — shlakning vannada bo'lish vaqti, soat.

Shlakning soatbay ajralib chiqishi, pechning ishlab chiqish unumdorligi va shixtaning tarkibiga bog'langan holda, texnologik hisobotlardan aniqlanadi.

Shteyn vannasining hajmi, qoidadagiday $0,7 V^1$ ga teng bo'ladi, vannaning umumiy hajmi esa $1,7 V^1$ dir. Ishchi kameraning uzunligi (L) quydagicha aniqlanadi:

$$L = 1,7 V / B h \quad (7.7)$$

Bunda: B — vannaning eni (kameraning gaz egallaydigan joyining eniga teng) m ; h — vannadagi eritma balandligi, m .

Apteykni kesish maydoni gazning hajmi va tezligidan topiladi. Apteykka kirishdan oldin gazning hajmi biroz kamroq, harorati $1250\text{--}1300^\circ\text{C}$ gacha pasayadi. Apteykda gaz tezligini $10\text{--}12\text{ m/s}$ deb qabul qilinadi.

$K\Phi\Pi$ pechining gaz egallaydigan zona hajmi, berilgan ishlab chiqish unumdorligi, shixtaning issiqlik chiqarish va issiqlik kuchlanishi orqali topilsa ham bo'ladi:

$$V = Q Q_{\text{qattiq}}/B \quad (7.8)$$

Bunda: Q — bir soatda ishlab chiqarish unumdorligi, t ; Q_{qattiq} — shixtani issiqlik chiqarishi, kJ/t ; B — issiqlik kuchlanishi, $\text{kJ}/(m^3 \cdot \text{soat})$.

Gaz egallaydigan zonani maydon kesimi aniqlanadi:

$$S = V/L \quad (7.9)$$

Eritish zonasining uzunligi (L) mash'alning aerodinamik uzunligi orqali topiladi (qoidadagiday $L = 12 - 14$ m).

8-§. КФП JARAYONINING TEXNOLOGIYASI

Qurilgan shixtani КФП ga aeratsion (havo yordamida) transport vositasi bilan yuklanadi. Yuklanayotgan shixtani soni radioaktiv zichlikni o'lcaydigan dastgoh yordamida aniqlanadi. Shixta gorelkalari pechning bosh tomonida joylashgan. Gorelka o'zi bilan, suv bilan sovitiladigan, korpusga joylashgan metallik trubani tasavvur qiladi. Gorelkani ishlash ko'rsatkichlari:

Shixta bo'yicha ishlab chiqish unumdorligi — 25—30 t/soat;

Kislorodning ortiqcha bosimi — $0,5 \cdot 10^5$ Pa;

Kislorod sarfi — 6000 — 7500 m³/soat.

Tezlik, m/s;

Kislorodning gorelkadan chiqishida — 80—100;

Shixta-kislorod aralashmasining gorelkadan chiqish davrida 20—25.

Katta tezlik va shixtani abrazivligi gorelkani tezda ishdan chiqishiga olib keladi. Gorelkani temirsiz ishlash davri 1—2 oyni tashkil qiladi. Qattiq qotishmalar bilan qoplash gorelkani ishlash davrini biroz ko'paytiradi. Gorelkalar 2—3 marta ta'mirlashga va tiklashga qodirdir.

Ilgari Olmaliq pechida 2 gorelka mavjud edi. Bunda ishlab chiqish unumdorligini bir tekis boshqarish qiyin edi. Bitta gorelkani ishdan chiqishi, yoki uning unumdorligini kamayishi, ikkinchi gorelkaga katta yuklama tushib, mash'alni uzunlashishiga va osti devor kladkani tezda ishdan chiqishiga olib keladi. Shuning uchun diametri 350 mm ikkita gorelka o'rniga, 300 mm li 3 gorelka o'rnatiladi. Shlakni nordonligini oshirish uchun, boyitmaga 15—20 foiz kvars flusi qo'shiladi. Shixtada kvarsning miqdorligi 12—15 foizni tashkil qilishi tavsiya etiladi. Kotel-utilizatorni bir tekis ishlashi qiyinligini hisobga olganda, nisbatan mis, kamroq shteyn olish uchun ish oborilgan (30—35 foiz Cu). Hozirgi davrda shteynda 36—40 foiz mis olish imkoniyati bor. Bundan ko'proq shteyn olish, misni shlak bilan isrofgarchiligini oshishiga olib keladi va ishchi zonada harorat keskin ko'tarilishi mumkin.

Jarayon haroratining pasaytirish va defulfarizatsiya darajasini ko'paytirish 30% gacha, qo'shimcha kvars flusini yuklash bilan amalga oshirish mumkin. Ammo bunda, shlak chiqishi ko'payib, misning isrofgarchiligi oshishi mumkin.

Qayta ishlanayotgan boyitmani maydaligi (0,047 mm taxminan 50%) va mash'alni katta aerodinamik uzunligi, chiqayotgan gazning katta darajada changliligini ta'minlaydi. Ushbu gazda 300—350 g/m³ qattiq modda bor va chang chiqishi shixta massasidan 8—10 foizni tashkil qiladi.

KФП jarayoni oltingugurt birikmalariga boy gaz olishga imkon yaratadi. Nazariya bo'yicha gazda 85—95 foiz SO₂ bo'lishi mumkin. Amaliyotda esa, dastgohlarning yaxshi germetik himoyasi yo'qligi sababli, gazning miqdorida oltingugurt angidridining miqdorligi ancha kam. Pechdan chiqish davrdagi gazning namunaviy miqdorligi, %: SO₂ 55—75, O₂ 2—3; N₂ 30—45. Boshqa jarayon mahsulotlarining tarkiblari, foiz:

	Cu	Fe	S	SiO ₂	CaO	Fe ₃ O ₄	Al ₂ O ₃
Shlak	0,8—1	40—42	0,5—1	32—35	1—1,5	10—12	3—4
Shteyn	35—40	32—35	26	—	—	1,5—2	
Chang	18—21	18—26	7—12	3—5	—	—	1,5—2

Misning shlakdagi ko'p miqdorligi, uning shteynga o'tish darajasini kamaytiradi — 97 foiz, xomaki misga esa faqat 94 foizni tashkil qiladi.

Ajralib chiqayotgan changda, asosan, sulfatlar bor, bu aylanuchi xomashyo hisoblanib, jarayon haroratini pasaytirishga imkon yaratadi.

Agarda shixta tarkibida SiO₂ — 12—14 foiz bo'lib, uni Cu — 35—40 foizli shteynga eritilsa, 11 t shixtaga 220—240 m³ kislorod sarf bo'ladi va pechning hajmida harorat 1350—1450°C ni tashkil qiladi. Agarda SiO₂ ni miqdori kamaysa yoki kislorodni sarfi oshib borsa, harorat 1500—1600°C ko'tarilishi mumkin. Bu o'tga chidamli (ogneupor) g'ishtlari ishonchliligini kamaytiradi va avariya holatiga olib kelishi mumkin bo'lib qoladi. Shuning uchun, shixta tarkibini bir tekis ushlab turish katta ahamiyatga ega.

Desulfurizatsiya o'zgarmagan holatda haroratni boshqarish judayam qiyin. Amaliyotda bu kislorodning nisbatlik sarfini o'zgartirish orqali olib boriladi. Bu tadbir esa desulfurizatsiya darajasini va shteyn tarkibini o'zgartiradi.

Mash'alning uzunligi jarayonni yuqori haroratda olib borishga imkon yaratadi, pechning hajmida harorat 1200—1300°C ni tashkil qiladi. Pechning ishchi hajmidan texnologik gaz dimosos orqali chiqariladi. Dimososning ishlab chiqarish unumdorligi bir soatda 50000 m³.

Jarayonni quyidagi ko'rsatkichlari nazorat ostida bo'ladi:

- 1) shixtaning pechga yuklanishi;
- 2) kislorod, tabiiy gaz va havo sarfi;
- 3) kislorod, tabiiy gaz va havo bosimi;
- 4) gazning harorati;
- 5) vakuum qiymati;
- 6) elektrofiltrdan chiqayotgan gazdagi SO_2 miqdori;
- 7) koteldan chiqayotgan bug' soni va bosimi;
- 8) jarayon eritma mahsulotlari harorati.

Jarayonning oqilona oqib o'tishida shlak harorati 1220—1250°C, shteynniki esa 1150—1180°C bo'lishi kerak.

Pechning ishlab chiqarish unumdorligi hozirgi davrda 10—11 t/m² sutkani tashkil qiladi.

КФП jarayoni kislorod-shixta aralashmasining gorelkadan chiqish tezligi 15—20 m/s da oqib o'tadi. Tezlik kamroq bo'lsa, moddalarning kinetik energiyasi kam bo'lib, tezda cho'kadi, tezlikning kattarog'i esa pechning ostiga modda urilishiga olib keladi.

Ko'pchilik zavodlarda suyuq moddalarning massasi kovshlar soni bilan o'lchanadi.

Konsentrat, flus va jarayon mahsulotlarini kimyoviy tahlilga yuboriladi. Konsentrat va shixtani — Cu, Fe, S, SiO_2 va Cd lar; shteynni mis; shlakni — Cu, Fe, SiO_2 va CaO lar; aylanuvchi changda — Cu, Fe, SiO_2 , CaO va Al_2O_3 lar aniqlanadi.

Kapital ta'mirlashdan keyin pech 72—96 soat davomida qizitiladi, qizitish tezligi 15—20 °C/soatda. Pechning qizitilishi 4 ta gaz gorelkalar bilan olib boriladi. Ularni ishlab chiqarish unumdorligi — bir soatda 1000 m³.

9-§. SUYUQ VANNADA ERITISH JARAYONI (ПЖВ)

Zamanoviy, yuqori samaradorli avtogen jarayonlardan biri — suyuq vannada sulfid misli boyitmasini eritishdir. Jarayonning birinchi nomi ПЖВ (Плавка в жидкой ванне), hozir esa unga ПВ (Процесс Ванюкова) nomi berilgan. ПЖВ jarayoni professor Vanyukov P.V boshchiligida yaratilgan va ko'p davlatlarda tatbiq etilgandir.

Jarayonni mohiyati sulfidlarni shlak eritmasida, kislorod yoki kislorodga boyitilgan havo oqimida, yondirishdan iboratdir. Jarayon

kessonlangan shaxtali pechda, eritmani pastdan yuqoriga qarab oqish sharoitida amalga oshiriladi.

Hozirgi paytda ПВ (Процесс Ванюкова) jarayoni yallig‘ pechda eritish o‘rnida qo‘llanilmoqda. Norilsk va Balxash tog‘-metallurgiya kombinatlarida bu jarayon to‘la tatbiq etilgan. Pechning shixtasiga boyitma, flus va qattiq aylanuvchan moddalar kiradi. Shixtaning umumiy namligi 6—8 foiz. Pechga suyuq konverter shlakini quyish mumkin. Shixta pechning yuqori qismidan vannadagi eritmaga yuklanadi. Shteyn va shlak pechning qarama-qarshi tomonlaridan sifon orqali chiqariladi.

Kessonlar o‘ta zichli misdan tayyorlangan. Texnologik gazlar kessonlangan shaxtadan chiqariladi. Shaxtada ajralish davriga chiqqan oltingugurt qisman yondiriladi. Gazlar kotel-utilizatorida sovitilib, changdan tozalanib, sulfat kislotasi olishga yuboriladi. Norilsk (НГМК) va Balxash (БГМК) kombinatlarida ishlab turgan pechlarning texnik-iqtisodiy tavsiflari 9.1-jadvalda berilgan:

9.1-jadval

		НГМК	БГМК
1	Shixta bo‘yicha ishlab chiqish unumdorligi, t/(m ² sut)	80	80
2	Furma kesimida pechning eniligi, m	2,5	2,3
3	Shteyn vannasining balandligi, m	0,7	0,10
4	Shlak vannasining balandligi, m	1,1	1,2
5	Eritmalarning umumiy balandligi, m	2,4	2,6
6	Kislorod bilan havoning boyitilish darajasi, foiz	64—65	65—75
7	1 t boyitmaga kislorodning sarfi, m ³	140—300	140—300
8	Pechning foydali ish darajasi, foiz	97	84
9	Misning miqdoriligi, %;		
	a) shteynda	45—50	44—47
	b) shlakda	0,6	0,5—0,74
10	SO ₂ ni gazdagi miqdoriligi, %	20—35	24—32
11	Gazning changlik darajasi, g/m ³	1,5—2	2,3
12	Changning ajratib chiqishi,		
	d) foiz shixtaga nisbatan	—	1,1
13	Misning ajralib olinishi, %	97,3	97,1
14	Nodir metallarning ajratib olinishi	99	99

Keltirilgan ma’lumotlardan ko‘rinib turibdiki, ПВ jarayoni oldin ko‘rilgan texnologiyalardan ancha afzalroqdir.

ПВ pechining konstruksiyasi o‘zgarmas ishonchli issiqlik tartibini ushlab turishga imkon yaratadi. Haroratning maksimal qiymati furma yonida ko‘tariladi, kislorodning yuqori sarfi harorat oshishiga

olib keladi. Kessonlar yonida eng past haroratlar bo‘ladi. Shixta yuklanadigan joyida harorat pasayadi.

9.2-jadval

100 kg shixtaga PIB pechining issiqlik balansi

Kirish				Chiqish			
	mJ	%		mJ	%		
1	Uglerodning yonishi	51,4	18,7	1	Yuqori sulfidlarning ajralishi	31,8	11,55
2	S ning SO ₂ da yonishi	82,6	30,0	2	Gaz shaklidagi oltingugurtning paydo bo‘lishi	34,4	1,25
3	FeS ning FeO oksidlanishi	1,0	42,0	3	CaCO ₃ ajralishi	5,86	2,1
4	FeO ning paydo bo‘lishi	18,4	6,7	4	Shlak bilan	77,2	28,0
5	Shlak paydo bo‘lishi	3,87	4	5	Shteyn bilan	45,1	16,35
6	Shixta bilan	2,5	0,9	6	Gaz bilan	59,8	21,7
7	Klinker bilan	0,17	0,06	7	Namning parchalanishi	14,45	5,24
8	Havo bilan	0,63	0,23	8	Chang bilan	1,68	0,66
9	Boshqalar	2,77	1,01				

Issiqlikning katta hajmi oltingugurtning eritmada yoqish davrida ajralib chiqadi. Oltingugurt yuqori darajali sulfidlar ajralishi jarayonida paydo bo‘ladi. Gaz hajmidagi yuqori haroratlar bunga ko‘mak beradi. Shuning uchun shixtaning pechga yuklanishi uzluksiz oqim bilan berilishi kerak.

PIB jarayoni ishlab chiqarish unumdorligini oshirishda foydalanish, texnikaviy kislorodni qo‘llash va shixtani eritmaning ostiga yuklash, ishlab chiqarish unumdorligini 100—150 t/m² · sutkagacha olib chiqishi mumkin. PIB ni emulsion jarayoni xomashyodan to‘liq foydalanish, atrof-muhitni muhofaza qilish, texnologiyani avtomatlash va kompleks mexanizatsiyalashni bajaradi.

PIB jarayonida moddalarni fizik-kimyoviy o‘zgarishlari, KΦΠ jarayonida oqib o‘tadigan reaksiyalarga mos keladi. Faqat bu jarayonda hamma reaksiyalar eritma hajmida o‘tish bilan ajralib turadi. Bu jarayonlar: moddalar ajralishi, sulfidlarning oksidlanishi, sulfid oksidlar bilan o‘zaro bog‘lanishlar va boshqalardir. Reaksiyalarni termodinamik tavsiflarini KΦΠ jarayonida o‘tadigan jarayonlar bilan baholasa bo‘ladi. Faqat eritmada yuqori harorat bo‘lgani, diffuzion

koefitsiyentlari kattaroqligi va eritmaning gaz bilan barbotaj bo‘lishi, reaksiyalarning tezroq va to‘laroq oqib o‘tishiga olib keladi.

Jarayon natijasida sulfid oksid emulsiyasi paydo bo‘ladi. Emulsiya cho‘kib vannada shteyn va shlakka ajraladi. Ajralish ularni har xil fizik-kimyoviy xususiyatlari natijasida oqib o‘tadi. PIB jarayoni turli moddalrni qayta ishlashi mumkin. Jarayonni oddiy shteyn, boyitilgan shteynda va xomaki mis olish darajasiga ham olib borish mumkin va bu jarayon kelajakda yallig‘ pechlarni o‘rniga qo‘llanilishi mumkin.

10-§. SHTEYNLARDAN XOMAKI MIS OLISH JARAYONLARI

10.1. Shteynlarni konverterlash jarayonining birinchi bosqichi

Odatda eritish pechlarda olingan shteyn tarkibida 24—40 foiz Cu , 24—26 foiz S va 35—45 foiz Fe bor. Shteynlarni konverterlash jarayonining maqsadi — temir va oltingugurtni chiqarib tashlashdir. Jarayon davrida bir qator zarar moddalr ham ajralib chiqadi. Oltin, kumush va boshqa nodir metallar xomaki mis tarkibiga o‘tadilar.

Jarayon maxsus dastgoh — konverterlarda o‘tkaziladi. Ularning tasviri plakat va atlaslarda keltirilgan. Konverter, tepa qismida teshigi bor, gorizontal bochka shakldagi dastgohdir. Bochkani ichki hajmi o‘tga chidamli g‘ishtlar bilan himoya qilingan. Bochkani o‘zi esa po‘lat listdan tayyorlangan. Konverter o‘z o‘qi negizida aylanadi. Zamonaviy konverterlar hajmi, xomaki mis bo‘yicha 40—75 va 100 t ni tashkil qiladi. Ularning o‘lchamlari: uzunligi 6,1; 9,15 va 10,76 m va diametrlari 3,66; 4 va 4 m bo‘ladi.

Shteynni suyuq vannasiga havo berish uchun konverterdagi furnalardan foydalaniladi. Har bitta furma po‘lat trubkadan tuzilgan bo‘lib, undan $1,0—1,2 \cdot 10^5$ Pa ortiqcha bosim bilan havo beriladi. 40 tonnali konverterda 28 furma, 75 tonnaligida esa 43—50 dona furma bor. Katta konverter furmasining diametri 52 mm tashkil qiladi. Konverter bochkasi va osti qismi 350—460 mm o‘tga chidamli g‘ishtlar bilan himoyalanaadi. Furnali poyasda esa futerovka eni 475 mm gacha oshiriladi.

Gazlarning chiqarilishiga, «napilnik» nomli gaz chiqarish dastgohidan foydalaniladi. Napilnik cho‘yan yoki po‘lat plitalardan tayyorlan-

gan. Ular havo yoki suv bilan sovutiladi. Gazlar napilnikdan kollektorga tushib sulfat kislotasi olish uchun yuboriladi. Mis shteynini konverterlash davomida shlak ajralib chiqadi, shteynga temir butunlay shlakka o'tadi, oltingugurt esa SO_2 shaklda eritmadan yo'qotiladi.

Mis shteynini konverterlash davomida havo eritma hajmidan nihoyatda tez — 0,13 soniyada o'tadi. Bunda kislorodni o'zlashtirish darajasi 95 foizni tashkil qiladi. Hisobotlarga ko'ra, har bir jarayonning daqiqasida suyuq vannadagi kislorodga muxtojlik faqat yuz mingdan bir qismigina qondiriladi. Bu esa reaksiyalarning nihoyatda tez o'tishini ko'rsatadi.

Mis shteynini konverterlash ikki bosqichdan iboratdir: birinchi bosqichda temir sulfid oksidlanadi va flus qo'shib pechdan chiqariladi, ikkinchi bosqichda esa mis sulfidi oksidlanib xomaki mis olinadi.

Havo bo'laklarini suyuq shteyn vannasida oksidlanishi mumkin:



Har bir texnologiya daqiqasida kislorod yetishmovchiligi, jarayonni 4—18 soatga cho'zilib ketishiga olib keladi.

Paydo bo'lgan oksid mis oksidi, temir sulfidi bilan o'zaro reaksiyaga kiradi:



Bu reaksiya to'liq chapdan o'ngga siljigan. Bundan xulosa: konverterda temir sulfidi borligi, mis eritmasining to'liq yana sulfid holatiga qaytaradi. Mis oksidini olish uchun, vannadan temir sulfidi to'liq yo'qotilishi shart.

Vannada misning sulfid va oksid birikmalari o'zaro bog'lanishi mumkin:



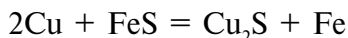
Bu reaksiyaning izobar — izotermik potentsiali:

$$\Delta G = 3560 - 6,725 T \quad (10.5)$$

Konverterdagi haroratlarda bu reaksiya tezlik bilan o'tadi va katta bosim bilan SO_2 ajralib chiqadi. Ushbu bosimning bir necha qiymatlari quyidaqicha bo'ladi:

$T_1, ^\circ\text{C}$	$P_{\text{SO}_2} \cdot 10^5 \text{Pa}$
508	0,04
591	0,159
1052	6,46
1150	8,0

Agarda vannada temir sulfidi mavjud bo'lsa bunda:



Boshqacha aytganda, qachonki suyuq vannada temir sulfidi bo'lsa, na mis yarim oksidi, na erkin mis olish imkoniyati bo'lmaydi. Buni hisobga olib, konverterlash jarayonini **ikki bosqichda** olib borish zaruriyati kelib chiqadi: *birinchi* — **temirni va u bilan bog'langan oltingugurtni yo'qotish**, *ikkinchisi* — **qolgan oltingugurtni ajratib tashlash**.

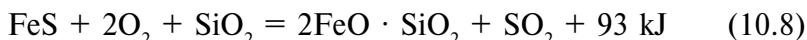
Jarayonning birinchi bosqichida, suyuq shteyndan havo puflanib, temir sulfidi oksidlanadi:



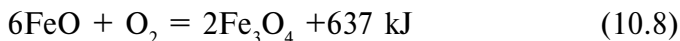
Temir oksidi qo'shimcha beriladigan kvars flusi bilan shlak holatiga o'tkaziladi:



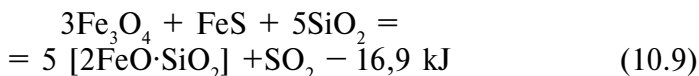
Jarayonning yig'indi reaksiyasi:



reaksiya tez o'qib o'tadi, (10.7) reaksiya esa 1230°C dan pastroq sharoitlarda asta sekin o'tadi. Shuning uchun, havo berishning birinchi daqiqalarida, harorat hali past bo'lganda, konverterda magnetit paydo bo'ladi.



Bu reaksiya oqib o'tish davomida qo'shimcha issiqlik ajralib chiqadi va harorat 1230°C dan yuqoriga ko'tariladi. Harorat oshganda quyidagi reaksiyalar oqib o'tadi.



Konverterdan o'tadigan kimyoviy reaksiyalar haroratga bog'liqdir. Qancha harorat baland bo'lsa, shuncha jarayon tezroq o'tadi, texnika-

iqtisodiy ko'rsatkichlar esa yuqori bo'ladi. Faqat bu sharoitlarda o'tga chidamli g'ishtlar tezroq ishdan chiqadi. Shuning uchun haroratni 1350°C dan yuqori ko'tarish tavsiya etilmaydi.

Konverterlashda shteyn tarkibidagi zarar moddalardan rux, nikel va noyob metallarni hisobga olish kerak.

Rux konverterga shteyn bilan ZnS shaklda kelishi mumkin. Erkin holatdagi rux ikkilamchi xomashyo yuklanganda ham kelishi mumkin. Ikkala variantda ham rux jarayonning yakunida intensiv holatda oksidlanadi. Oksidlangan ruxning 20 foizi shlak tarkibiga o'tadi. Bu hodisa shlak xususiyatlariga salbiy ta'sir qiladi uning yopishqoqligini ko'paytiradi, erish haroratini oshiradi va shlakdagi mis miqdorini yuqori qiymatlarga olib keladi.

Ruxning bir qismi reaksiya natijasida bug' holatiga o'tadi:



Rux bug'lari oksidlanadi va mayda oq chang shaklda gaz bilan uchadi. Bu holatda gaz oq rangli bo'ladi.

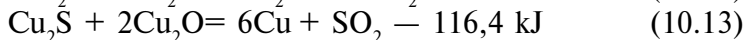
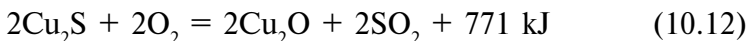
Gazdan rux oksidini chang ushlovchi dastgohlarda ajratib olish mumkin. Nikel va nodir metallar konverter jarayoni bosqichida to'liq shteyn fazasiga o'tadi.

Jarayonning birinchi bosqichi — shteynni havo bilan qayta ishlash, shteynni yig'ish va kvarsni qo'shish bir necha soat davom etadi. Shu davrda shteynni bir kavshdan quyib uni havo bilan puflanadi. Bir porsiya shteynning puflash davri 45—60 minutni tashkil qiladi. Undan keyin shlak pechdan chiqarilib, yangi shteyn porsiyasi quyiladi va unga beriladi. Bu jarayon bir necha marta takrorlanadi. Birinchi bosqich konverterdan oxirgi shlakni quyish bilan tugallanadi. Bunda vannada oq shteyn (matt) qoladi. Uning tarkibida faqat Cu₂S bor. Temirning yakunlovchi qolgan miqdorini (0,5—1,0 foiz) shteynning kimyoviy tahlili orqali aniqlanadi.

10.2. Shteynlarni konverterlash jarayonining ikkinchi bosqichi va takomillashtirish yo'llari

Konverter jarayonining ikkinchi bosqichi oq shteyn — Cu₂S ni havo bilan puflash natijasida oksidlantirib, xomaki mis olishdir. Oq shteynni puflash davrida, bir paytda ikkita reaksiya oqib o'tadi:

Cu_2S ning Cu_2O ga qisman oksidlanishi va mis birikmalarining o‘zaro bog‘lanishlari:



Ikkala reaksiya, kislorodning o‘zlashtirish darajasi 90 foizdan yuqoriroqni tashkil qilishi bilan, tez va to‘liq oqib o‘tadi. Konverterning hajmidagi haroratlarda (1150°C balandroq) SO_2 ning parsial bosimi katta raqamni tashkil qiladi ($P > 8 \cdot 10^5 \text{ Pa}$).

Ikkala reaksiyaning oqib o‘tish sharoitlarini ko‘rib chiqilganda, ikki xil xulosaga kelish mumkin:

1. Jarayonning ikkinchi bosqichida konverterda misning yarim oksidi uchramaydi, chunki u paydo bo‘lishi bilan mis yarim sulfidi bilan o‘zaro bog‘lanib xomaki mis tashkil qiladi va katta bosim bilan SO_2 ajralib chiqadi.

2. Suyuq mis yarim oksidini konverterga quyish mumkin emas, chunki ikkita suyuqlik aralashsa katta miqdorda SO_2 paydo bo‘ladi va moddalar portlash effektiga duch kelishi mumkin.

Mis yarim oksidini sovuq holatda yuklasa bo‘ladi. Bunda moddalar asta-sekin qizib, suyuq holatga o‘tib reaksiyaga kirishadi.

Ikkala reaksiya oqib o‘tish natijasida jarayonning ikkinchi bosqichida xomaki mis paydo bo‘ladi. Xomaki mis suyuq holatda bo‘ladi, chunki uni erish harorati 1083°C , konverterdagi haroratlardan ancha pastdir. Xomaki mis paydo bo‘lishining birinchi daqiqalarida, u mis yarim sulfidida eriydi. Keyin esa, mis sulfidi ikki qatlamga ajraladi: yuqori qatlam misga to‘yingan Cu_2S dan iborat va tashqi tarkibida 1,8% gacha S mavjud bo‘lgan qatlam — xomaki mis bo‘ladi. Puflash davrida pastki qatlam, yuqoridagi qatlam kamayishi hisobiga o‘sib boradi.

Mis yarim sulfidni oksidlantirish uchun e‘tiborni har doim yuqori qatlamga berish kerak, shuningdek mis zavodlarida furnalar konverterning yoniga joylashadi. Metallurg havoni to‘g‘ri kelishini doimo nazorat qilib turishi kerak va konverterni aylantirib, havo yo‘lini oq shteynga yo‘naltirishi lozim.

Amaliyotda jarayonni ikkinchi bosqichi uzluksiz, taxminan 2—3 soat davomida o‘tkaziladi, jarayonning yakunlanishi maxsus kimyoviy tahlil orqali aniqlanadi.

Shteynni puflashdan oldin konverter, yoqilg‘i yondirish yoki oldingi o‘tgan jarayon hisobiga yuqori haroratda isitilgan bo‘ladi.

Aniqlangan ekzotermik reaksiyalar oqib o'tish davomida ajralib chiqqan issiqlik jarayoni talab qilingan darajada bo'ladi.

Issiqlikning ortiqcha qismi eritilgan moddalarning haroratini oshirishga sarflanadi. Haroratning oshish tezligi 0,9—3% minutda birinchi bosqichida va 0,15—1,2% minutda — ikkinchi bosqichida tashkil qiladi.

Shlakni pechdan quyish paytida eritmaning harorati pasayadi, chunki konverter tashqarisida uning yuqori issiqlik o'tkazish qobiliyati 3—8°C/minutga ega.

Mis shteynlarida rux va qo'rg'oshindan boshqa bir qator nodir va zarrali metallar bor. Amaliyotdan shu ma'lumki, shteyn tarkibidagi zararli moddalar gaz bilan yo'qotiladi, %: 73 Sb va 96 Bi.

Konverterlash davomida xomaki mis tarkibiga 70—80 foiz selen va 40—50 foiz tellur o'tadi. Reniy deyarli to'liq gaz fazasiga ajralib chiqadi. Bunday gazlar bir qator foydali elementlarga bo'ydir va alohida ajratib olishni talab qiladi.

Konverterda furmadan chiqayotgan havoning boshlang'ich tezligi 100—170 m/s ni tashkil qiladi. Havо oqimining katta tezlikda o'tishi oksidlantirish reaksiyalari tez va to'la o'tishiga yordam beradi.

Konverterda ortiqcha issiqlikning borligi, unga sovuq ikkilamchi moddalarni eritishga imkon yaratadi. Aylanuvchi sovuq materiallarning soni shteyn massasiga nisbatan 20—25 foizni tashkil qiladi.

Konverterlash jarayonining ikkinchi bosqichida, ajralib chiqadigan issiqlik 20 foizni tashkil qiladi. Bu davrda ortiqcha issiqlik bo'lgani uchun, sovuq moddalarni qo'shish imkoniyati bor.

Konverter jarayonining takomillashtirish yo'llaridan biri — bu katta pul va mehnatni talab qiladigan ishlarni mexanizatsiyalash va avtomatlash, o'tga chidamli g'ishtlarni qo'llash va asosiy kimyoviy reaksiyalarni tezlashtirishdir.

Reaksiyalarni tezlashtirish uchun kislorodga boyitilgan havodan foydalanish katta ahamiyatga ega. Tajriba shuni ko'rsatadiki, ishlab chiqarish unumdorligi kislorodning nisbatlik o'sishidan yuqoriroqdir. Masalan, havodagi tarkibi 23,3 foiz bo'lsa (nisbatlik boyitish 11,5%), konverterning ishlab chiqarish unumdorligi 14,1 foizga oshadi. Boyitish darajasini 25,3 foizga olib chiqish ish unumdorligini 38,7 foizga oshiradi. Faqat bu tadbirni qo'llashda harorat keskin oshganda o'tga chidamli g'ishtlar tezda ishdan chiqishini ko'zda tutish kerak.

Konverter jarayonining asosiy kamchiliklaridan biri — davriylikligi. Hozirgi davrda uzluksiz jarayon yaratish yo'nalishida ilmiy

izlanishlar olib borilyapti. Jarayonni amalga oshirish qiyinchiliklari ikki bosqichli bo‘lib, birinchi bosqichi shlakni yo‘qotishdir.

Jarayonning ikkinchi bosqichi va kamchiligi — ajralib chiqayotgan sulfidli gazlarning atrof-muhitni zaharlashidir. Buni oldini olish uchun jarayonda yopiq konverterlarni qo‘llash va hamma gazlarni sulfat kislotasini olishga yuborish maqsadga muvofiq bo‘lar edi.

Konverter shlaklarida 3,0—3,5 foiz mis bor, bu yarimmahsulot hisoblanib, qaytadan yallig‘ pechga yuklanadi. Shlakda 27—29 foiz kremniy dioksidi bo‘lsa, yallig‘ pechda qayta ishlash deyarli qiyinchilik tug‘dirmaydi. Shlaklarni flotatsiya bilan boyitishga uning tarkibida faqat 18—20 foiz SiO_2 bo‘lishi kerak.

11-§. XOMAKI MISNI TOZALASH JARAYONLARI

11.1. Xomaki misni olovli tozalash usuli

Xomaki misni olovli tozalashdan asosiy maqsad — bo‘lajak elektrolitik tozalashga yaroqli zich anodlar olish va zarra metallarni yo‘qotishdir. Zarra metallarning borligi elektroliz jarayoniga salbiy ta‘sir qiladi. Anodlarni xomaki misdan ham quysa bo‘ladi, faqat elektroliz ko‘rsatkichlari zich anodga nisbatan ancha yomonroqdir. Xomaki misdagi zarra metallarni uch guruhga bo‘lsa bo‘ladi:

1. Nisbatdan oson va to‘la ajralib chiqadiganlar — Zn, Fe, S;
2. Qisman ajralib chiqadiganlar — As, Sb, Bi, Ni.
3. Umuman ajralib chiqmaydiganlar — Au, Ag.

Olovli tozalashda quyidagi operatsiyalar o‘tkaziladi:

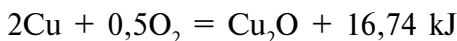
1. Xomaki misni pechda eritish (agarda pechga suyuq xomaki mis qo‘shilsa, bu operatsiya o‘tkazilmaydi).

2. Suyuq misni havo puflash orqali oksidlantirish. Bu operatsiyaning maqsadi — zarra metallarni oksidlantirib, shlak fazasiga o‘tkazishdir. Operatsiya yakunida mis sirtidan shlakni albatta chiqarib tashlash kerak. Aks holda, zarra metallar yangitdan mis tarkibiga o‘tishi mumkin.

3. Suyuq mis vannasida erigan mis yarimoksidining tiklanish operatsiyasi.

4. Misni anodlarga quyish.

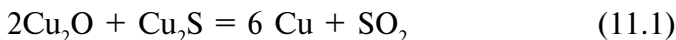
Suyuq mis hajmidagi havo o‘tganda quyidagi reaksiya oqib o‘tadi:



Paydo bo'lgan Cu_2O suyuq misda eriydi. Mis yarimoksidining erish qobiliyati haroratga bog'liq va quyidagi raqamlarni tashkil qiladi.

1100°C — 0,5 foiz; 1750°C — 8,3 foiz va 1200°C — 12,4 foiz. Haroratning undan yuqori ko'tarilishi erishni deyarli oshirmaydi. Amaliyotda oksidlanish operatsiyasini 1150—1700°C oralig'ida olib boriladi. Shuning uchun suyuq misni kislorod bilan to'yintirilishi 8 foiz bilan cheklanadi, xolos. Bu raqam suyuq vannada 0,9 foiz kislorod borligini ko'rsatadi. Agarda misni qo'shish uchun uni oksidlantirsak, Cu_2O vanna sirtiga suzib chiqib, befoyda mis bilan shlakni boyitiladi. Iloji boricha Cu_2O ning baland miqdorligi zarra moddalarni maksimal ravishda oksidlantirish uchun kerak.

Xomaki mis tarkibida Cu 99 foiz, S 0,2 foiz, Fe 0,5 foiz va bir qancha selen, tellur, vismut, surma, mishyak, nikel va boshqa metallar bor. Xomaki misga shixtadagi oltin va kumush deyarli to'la o'tadi. Mis yarim oksidi misda erib, zarra moddalar bilan o'zaro bog'lanadi. Masalan, mis yarim sulfidiga bog'langan oltingugurt bilan:



$$\Delta G = 3560 - 6,725 T \quad (11.2)$$

Pechdagi harorat oralig'ida bu reaksiya chapdan o'ngga deyarli to'liq o'tadi.

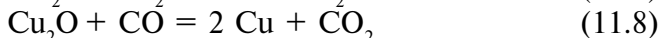
Mis yarimoksidi boshqa metallarga nisbatan kislorodga tortilish kuchi kam bo'lgani sababli o'zining kislorodini boshqa metallarga berib, ularni oksidlantiradi.



Elementlar Zn, Pb, Al, Si, Mn, Sn va Fe oson va to'la shlak fazasiga o'tadi. Masalan, temirning nazariya bo'yicha qoldiq miqdori (og'irlik bo'yicha) 0,0011 foizni tashkil qiladi. Amaliyotda temirni suyuq misdagi miqdori 0,0009 foiz. Suyuq mis hajmiga havoning diametri 25—30 mm bo'lgan, $2-2,5 \cdot 10^5$ Pa bosimda beriladi. Zarra elementlarni shlaklash uchun, pechga flus kvarts qumi beriladi. Olovli tozalashda shlakka zarra moddalar bilan mis ham o'tadi. Shlakdagi misning miqdori 45 foizgacha yetadi. Bu shu aylanuvchi

xomashyo hisoblanib, qaytadan konverterga yuklanadi. Jarayonning umumiy davomiyligi, zarra moddalarning miqdorligiga bogʻliq va 1,5–3,0 soatni tashkil qiladi.

Zarra moddalarni ajratib chiqarish uchun puflangan mis kislorod bilan toʻyingandir. Misning tiklanishi quyidagi reaksiyalar orqali oʻtishi mumkin:



Hamma reaksiyalar oson va toʻla oʻtadi. Masalan, vodorodli tiklanish 248°C da boshlanib, pechdagi haroratlarda judayam tez oʻtadi. Bu reaksiyaning muvozanat doimiyligi:

$$P_{\text{H}_2}/P_{\text{H}_2\text{O}} \quad (11.10)$$

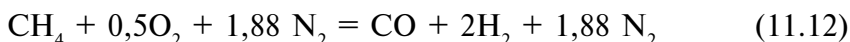
1050°C da K_p ning qiymati $1 \cdot 10^{-4,1}$ ga teng, boshqa usul bilan aytganda, judayam kichik raqam. Bundan xulosa, vodorodning miqdori, suv bugʻlari miqdoriga nisbatan, 10000 marta kamroqdir va vodorod deyarli toʻla reaksiyaga kirishgan.

Oʻzbekiston sharoitida tiklash uchun tabiiy gazdan foydalanish afzalroqdir. Jarayon davriga (11.9 reaksiya) ajralib chiqayotgan vodorod ham tiklanish reaksiyasida qatnashadi. Faqat shuni esda tutish kerakki, tabiiy gaz yuqori haroratda parchalanadi:

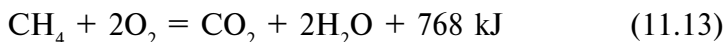


va uni oʻzlashtirish darajasi deyarli yuqori emasdir.

Konversiyalangan gazdan foydalanish yuqoriroq koʻrsatkichlarga olib kelishi mumkin. Konversiyaning asosiy reaksiyasi:



Konversiyani 900–1900°C oraligʻida oʻtkaziladi. Jarayon uchun kerak boʻlgan issiqlikni metanni qisman yoqib olinadi. Bu reaksiya:



Reaksiya reaksiyalarning ichida, cheklangan holda kislorod berish orqali oʻtkaziladi.

Tiklanish jarayonining davomiyligi misdagi kislorodning miqdoriga bogʻliq va 2,5—3 soatda bajariladi.

Olovli tozalashni statsionar yalligʻ pechlarda oʻtkaziladi. Faqat bu yalligʻ pechlarning oʻlchamlari kichikroq, yoqilgʻi yondirishga forkamerali va yon tamonlari oynali. Pech uzluksiz emas, vaqti-vaqti bilan davriy tartibda ishlaydi. Odatda, bir sutkada bitta tozalash oʻtkaziladi. Pechning ishlab chiqarish unumdorligi uning hajmiga bogʻliqdir va 5—400 t ni tashkil qiladi. Odatda, zamonaviy pechlarning hajmi — 100 — 250 t. Yoqilgʻi sarfi (misning ogʻirligiga nisbatan), %: mazut — 7,9; koʻmir — 12,3.

Statsionar yalligʻ pechda issiqlik taqsimlanishi:

— pechning ishi uchun — 41,9 — 46,9%;

— katyol — utilizarda bugʻ olish uchun — 36,6 — 40,2;

— isrofgarchilik — 21,5 — 14,4.

Tozalangan misning jarayon mahsulotlari boʻyicha taqsimlanishi, %:

yaroq anodlar — 97,0

brak — 0,45

skrap — 1,16

shlakka — 1,14

uchar — 0,25.

Tozalangan mis aylantiruvchi gorizontal mashinalarda anodlarga quyiladi. Pechning hajmi 200—250 t boʻlsa, quyish mashinasining ishlab chiqish unumdorligi bir soatda 40 t ni tashkil qiladi va quyish davri 5—6 soatga choʻziladi.

11.2. Misni elektrolitik tozalash usuli

Elektrolitik tozalashning asosiy maqsadi toza, yuqori sifatli mis va yarim mahsulot (shlam) olishdir. Shlamda oltin, kumush, selen va tellur toʻplanadi. Bu jarayonni amalga oshirish uchun anoddagi misni doimiy elektr toki yordamida eritiladi va shu davrda erkin mis katodga oʻtkaziladi. Erituvchi modda hisobida sulfat kislotasi qoʻllanadi. Asosiy dastgoh boʻlib, elektrolitik vanna oʻzi bilan temir betondan yasalgan kesimi toʻgʻri burchakli dastgohdir. Vanna elektrolit quyadigan truboprovod va elektr tokini taʼminlaydigan shinalar bilan jihozlangan. Vannaning ichki sirti viniplast yoki qoʻrgʻoshin bilan izolatsiya qilingan, chunki eritmada sulfat kislotasi bor.

Elektroliz oʻtadigan muhitning — elektrolitning — tarkibi: 135—200 g/l H_2SO_4 va 170—200 g/l mis kuporosi — $Cu SO_4 \cdot 5H_2O$ (35—50 g/l Cu^{2+} ionlariga toʻgʻri keladi).

Himoya modda hisobida viniplastni qoʻllash ancha afzalroqdir. Viniplast tok oʻtkazmaydi va tokning isrofgarchiligi kamayadi va foydalanish koeffitsiyenti oshadi. Viniplastning kamchiligi — u moʻrt, sinuvchan va mexanik taʼsirda tezda ishdan chiqishi mumkin. Viniplastli futerovka qoʻrgʻoshingaga nisbatdan kamroq ishlaydi. Lekin, qoʻrgʻoshinning qimmatligini hisobga olganda, viniplast keng qoʻllanadi. Xorijiy davlatlarda viniplastni rad etib, qoʻrgʻoshin ximoyasiga oʻtilmoqda. Qoʻrgʻoshinning ishlash davrini oshirish uchun uning tarkibiga 3—6 foiz Sb va 0,0006 foiz Cu qoʻshilgan. Kanada zavodlarining birida bunday himoya material 28 yil uzluksiz ishlagan.

Anod hisobida misdan tayyorlangan plastina qoʻllanadi. Anodning eni 35—40 mm, ogʻirligi 270—320 kg.

Katod boʻlib toza misdan yasalgan ensiz plastina qoʻllanadi. Katod oʻlchamlari, anodnikiga nisbatdan, kattaroqdir. Buni elektr tokini katod sirtida bir tekis taqsimlanishi uchun qilinadi. Bu tadbir natijasida katodning chegara qismlarida har xil oʻsish va dendritlar paydo boʻlishiga yoʻl qoʻyilmaydi.

Vannaga anod va katodlar navbat bilan osiladi. Anod va katodlar elektr zanjiriga parallel sxemada ulangan.

Vannaning kattaligi anod, katodlar soni va ularning masofasiga bogʻliqdir. Agar vannada 34 anod va 35 katod boʻlsa, vannaning ishchi oʻlchamlari taxminan $4000 \times 1000 \times 1200$ mm ni tashkil qiladi.

Vannaning kattaligini tanlash elektrodga masofani aniqlaydi. Amaliyotda oqilona deb topilgan, bir xil elektrodaro masofa 100—110 mm.

Agar masofa 100 mm boʻlsa, anod va katodning orasi 28 mm ga teng boʻladi. Bu masofa elektrodning qisqa tutashuviga yoʻl qoʻymaslik uchun eng minimal oʻlchamdird.

Elektroliz vannalari doimiy elektr toki bilan taʼminlanadi. Sanoat elektr tokini doimiy shaklga oʻtkazish uchun kremniy dastgohlari qoʻllaniladi. Ularda tokdan foydalanish koeffitsiyenti 98—99 foizni tashkil qiladi. Toʻgʻrilagichning ishchi kuchlanishi 250—300 V (volt).

Mis elektroliz sexida vannalar seriyalari, qatorlar shaklida oʻrnatiladi. Agarda 1780 vanna boʻlsa, 290 vannadan 6 qator yoki

220 vannadan terilgan 8 qator bo'lishi mumkin. Seriyalar vannalarni tok bilan ta'minlash hisobida o'rnatiladi.

Talab qilingan tok kuchini ta'minlash maqsadida, vannalar qatori elektr zanjiriga birin-ketin bog'lanadi. Buni **multipl** deb ataladi. Agar to'g'rilagichdan chiqayotgan tokning kuchlanishi 240 v bo'lsa, vannadagi kuchlanish 0,3 V ga teng bo'ladi, bu holatda bitta to'g'rilagichdan ta'minlanayotgan vannalarning soni bo'ladi:

$$240 : 0,30 = 800 \text{ vanna}$$

Jarayonning oqilona boshqarilishi vannadagi kuchlanishning pasayishiga imkon yaratadi. Bir xil zavodlarda vannadagi kuchlanish 0,2—0,25 V ni tashkil qiladi. Agarda vannadagi kuchlanish 0,25 V bo'lsa, unda bitta seriyadagi vannalarning soni:

$$250 : 0,25 = 960 \text{ vannani tashkil qiladi.}$$

Elektroliz jarayonida misning muomalasi

Agar, elektrolit eritmasiga tushirilgan to'g'rilagichdan mis anodiga musbat tok berilsa, katodga esa manfiy zaryad bog'lansa, elektr zanjiri tutashadi va elektrolit hajmidan tok oqib o'tadi. Bunda anodda quyidagi jarayonlar yuz beradi:

1. Metall ionining anoddan ajralib chiqib, ortiqcha elektronning tashqi zanjiriga o'tishi:



2. $\text{Cu} \cdot \text{H}_2\text{O}$ kationining gidratatsiyasi (metall ionining eritmada suv molekulasiga bilan bog'lanishi).

3. Kationning eritmaga o'tishi.

Katod jarayoni quyidagi bosqichlardan tuziladi:

1. Kationni eritma hajmidan katod yuziga eltmoq.

2. Kationning elektron yordamida tiklanishi:



3. Metall atomining katod kristallik tuzilishiga qo'shilishi. Bunday sxema mis anoddan erib, katod tizimiga qo'shiladi va katod enligi o'sib boradi.

Jarayon davrida elektr quvvati elektrolitning shina va kontaktlar qarshiligini bartaraf qilish uchun sarflanadi. Faradey qonuniga binoan,

katodga o'tadigan metallning gramm-ekvivalenti zanjirdan oqib o'tadigan elektr tokiga bog'liqdir. Bir gramm-ekvivalent metallni o'tkazishga 96500 kulon elektr toki sarflanadi yoki $96500 : 3600 = 26,8A$ — soat.

Katodda 1 A — soat tok yordamida o'tkaziladigan metall massasi — shu metallning **elektr kimyoviy ekvivalenti** deb ataladi.

Eritmadan 1 A — soat elektr toki oqib o'tsa, katodda $31,78:26,8 = 1,186$ g mis o'tiradi (gramm ekvivalent — grammda o'lchangan metallning atom massasini valentligiga bo'linishiga aytiladi. Masalan, ikki valentli misning gramm-ekvivalenti teng: $63,56:2 = 31,78$ g). Amaliyotda katodda o'tiradigan metallning massasi bu raqamdan kamroqdir. Amaliy metall massasi nazariy olish mumkin bo'lgan massasiga nisbati har doim birdan kam bo'ladi va foiz orqali belgilanadi. Bu nisbiylik **tokdan chiqish** deb aytiladi.

Metallik mis mavjudligida, mis sulfat eritmasida ikki va bir valentli mis oralig'ida muvozanat bor:



Anodda bir valentli misning paydo bo'lishi tokdan chiqishni ko'paytiradi, chunki misning elektrokimyoviy ekvivalenti 2,374 g teng va ikki valentli misni ekvivalentidan ikki marta ko'proqdir. Afsuski, bir valentli mis eritmada mustahkam emas va u ajraladi:



Bu reaksiyaning o'zgarmas doimiyligi teng:

$$K = [Cu^+]^2 / [Cu^{2+}] = 0,62 \cdot 10^{-6}$$

Boshqa so'z bilan aytganda, bir valentli misning miqdori, ikki valentli mis miqdoriga nisbatan taxminan 60000 marta kamroqdir.

Nordon eritmalarda misning bevosita erish jarayoni ham oqib o'tadi:



Bevosita misning erishi elektrolit sirtiga o'tadi, chunki u yerda sistema atmosferada kislorod bilan kontaktda bo'ladi. Bu jarayon elektrolitning ortiqcha misni boyitishga olib keladi va maxsus choralar bilan normal holatga olib kelinadi.

Misni elektrolitik tozalashda, anodni yuzi atrofida mayda mis kukuni ajralib chiqishi kuzatiladi. Bu jarayon (11.17) reaksiya oqib

o'tishi natijasida kuzatiladi. Amaliyotda vannadagi misning soni 2 foizni tashkil qiladi. Anodan katodga mis yarim sulfidi va yarim oksidi ham o'tmasdan cho'kma fazasiga o'tadi. Bu cho'kmalar nodir metallar bilan shlam fazasini tashkil qiladi.

12-§. MIS ELEKTROLIZ KO'RSATKICHLARIGA TEXNOLOGIK OMILLARNING TA'SIRI

Mis elektrolizida elektr quvvati sarfi tok chiqishi va vannadagi kuchlanishga bog'liqdir. Voltda o'lchanadigan vannadagi kuchlanish quyidagi tenglama orqali topiladi:

$$U = JR_1 + JR_2 \quad (12.1)$$

bunda: J — tokning kuchi, Amper; R_1 — eritma qarshiligi; R_2 — tok yo'lida uchraydigan qarshiliklar (shina, kontakt va boshqalar), Om.

Tok kuchi J tok zichligiga (i) bog'liqdir. Tok zichligi — 1 m katod yuziga to'g'ri keladigan tokning kuchidir. Qancha i ko'p bo'lsa, shuncha katodning yuzasiga ko'p tok kuchi (J) to'g'ri keladi.

R_1 — eritmaning qarshiligiga ta'sir qiladi:

1) anod va katodning joylashgan masofasi. Masofa qancha kam bo'lsa, shuncha R_1 kam bo'ladi va U ning qiymati past bo'ladi. Agar masofa kamaytirilsa, qisqa tutashuv imkoniyati paydo bo'ladi va tokdan chiqish qiymati kamayadi;

2) eritma tarkibi qancha nordonroq bo'lsa, unda vodorod shuncha ko'p bo'ladi, eritma qarshiligi kamayadi va vannadagi kuchlanish pasayadi;

3) eritma harorati qancha baland bo'lsa, moddalar harakatchanligi shuncha yuqori bo'ladi, eritma qarshiligi va vannadagi kuchlanishlar past bo'ladi.

Sulfat kislota qarshiligi, taxminan, mis sulfati qarshiligidan 10 marta kamroqdir. Shuning uchun nordon eritmalar qarshiligi ancha pastroq. Shunga ahamiyat berish kerakki, qancha sulfat kislota miqdori ko'p bo'lsa, mis sulfatining erish qobiliyati shuncha kam bo'ladi. Buni **solvatatsiya effekti** deb aytiladi. Shuning uchun zamonaviy zavodlarda eritmada 35—40 g/l Cu (175—200 g/l $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) ushlab turiladi. Agarda misning miqdori bundan kamayib ketsa, katod yuzi oldida mis bilan birga boshqa kationlar ham ka-

todga o'tirib, uning sifatini pasaytiradi va elektr tokining befoyda sarflanishiga olib keladi.

Eritma haroratini 45—60°C oralig'ida ushlab turiladi. 25°C dagi eritma qarshiligiga nisbatan, 50—55°C da qarshilik taxminan 2 marta kamroqdir va shuncha vannadagi kuchlanish ham kamroqdir. Faqat baland harorati uning intensiv bug'lanishiga, atrof-muhitni zaharlashga olib kelishi mumkin. Bug'lanish qancha ko'pligini quyidagi misolda ko'rish mumkin.

Agarda mis elektroliz sexida 1000 vanna bo'lsa va har vannaning eritma yuzi 5 m² bo'lsa, unda bir soatda 30 t suv bug'lanadi.

R ning qiymatini kamaytirish uchun toza shinalar va kontaktlarni qo'llash kerak. Amaliyotda vannadagi kuchlanishni 0,25—0,30 V atrofida ushlab turiladi. Qolgan bu raqam kam bo'lsa, shunga 1 t misga kamroq elektr quvvati sarflanadi.

Mis elektrolizida elektr quvvati sarfini quyidagicha hisoblash mumkin. Faradey qonuniga binoan, 1 A-soatga katodda 1,186 g mis o'tkaziladi. Agar vannadagi kuchlanish 0,25 V ga teng bo'lsa, 1 g misni o'tkazishga nazariya bo'yicha sarflanadigan elektr quvvati:

$$W = U/1,186 = 0,25 \cdot 1/1,186 = 0,210 \text{ Vt} \cdot \text{soat}$$

yoki 1 t misga

$$0,210 \cdot 1000 \cdot 1000/1000 = 210 \text{ kVt} \cdot \text{s}$$

Agar tokning chiqish darajasi 95% bo'lsa, 1 t katodli mis o'tkazishga sarflanadigan elektr quvvati:

$$210 : 0,95 = 222 \text{ kVt} \cdot \text{s}$$

Amaliyotda 1 t katodli mis olishga 230—300 kVt · s elektr quvvati sarflanadi.

Oxirgi paytlarda vannalarga 14000—15000 A tok kuchi berilyapti, bunday katta kuchni elektrodnlarni soni, ularning o'lchamlarini va tok zichligini oshirish orqali olib borilyapti.

Mis elektroliz jarayonida tok zichligi 200—270 A/m² ni tashkil qiladi. Tok zichligini tenglama orqali aniqlasa bo'ladi:

$$J = I/n 2S \quad (12.2)$$

bunda: J — tok zichligi, A/m²; I — tok kuchi (vannaga yuklama), A; n — vannadagi katodlar soni; S — katod yuzi maydoni, m².

Agar $I = 14000$ A, $n=35$; $S = 0,9 \cdot 0,9 = 0,81$ m², bo'lsa, $J = 14000: 35 \cdot 2 \cdot 0,81 = 247$ A/m².

Vannadagi tok kuchi aniq bo'lsa, vannaning ishlab chiqish unumdorligi topiladi:

$$R = I\alpha\delta \cdot 22/100 \cdot 1000 \quad (12.3)$$

bunda: α — misning elektrokimyoviy ekvivalenti, 1,186 g; δ — tokning chiqishi; 22 — vannaning bir sutkada ishlash soati.

Vannadagi tok kuchi 14000 A, tokning chiqish unumdorligi 96% bo'ladi:

$$R = (14000 \cdot 1,186) \cdot 96 \cdot 22/100 \cdot 1000 = 352 \text{ kg}$$

Katodli mis bo'yicha sexning ishlab chiqish hajmi 200 000 t bo'lsa, volt sexda o'rnatiladigan vannalarning soni bo'ladi:

$$N = (200\ 000/365 \cdot 0,352) \cdot 1,1 = 1750 \text{ vanna}$$

bunda: 365 — bir yildagi kunlar soni; 1,1 — 10 foiz vannalar ta'mirdagi hisobga oluvchi raqam.

Haroratning ta'siri

Qanchalik elektrolitning harorati baland bo'lsa, uning qarshiligi shuncha kam. Lekin eritmani qizitishga katta hajmda bug' sarflanadi, anodlarning korroziyasi ko'payadi, vannadan bug'lanish oshib boradi. Amaliyotda elektrolitning haroratini 50—60°C oraliqda ushlab turiladi.

Kerak bo'lgan issiqlikning bir qismini elektr toki o'tayotgan davrda elektrolitning qarshiligi orqali olinadi. Bu issiqlikning soni:

$$Q = 0,239 I^2 R t, J \quad (12.4)$$

bunda: Q — issiqlik soni, J; I — tok kuchi, A; R — elektrolit qarshiligi, Ohm; t — tok o'tish davomiyligi, sek.

Nazariya va amaliyot shuni ko'rsatadiki, agar tok zichligi 380 A/m² va sexning harorati 20°C bo'lsa, elektrolit harorati tashqaridan issiqlik sarflangan holda, 55°C ni tashkil qiladi. Faqat bunday yuqori tok zichligi amaliyotda qo'llanilmaydi. Shuning uchun elektrolitni qizitish uchun bug' qo'llaniladi. Bug' sarfi 1 tonna misga 1 tonnani tashkil qiladi.

Elektroliz jarayonida eritmaga har xil kolloid moddalarni qo'shish cho'kmaning sifatini yaxshilaydi. Kolloid qo'shimchalar sifatida

sovun, kley, jelatina, solidol va boshqa moddalar qo‘llanilishi mumkin. Qo‘shimchalarning sarfi 1 t katodli misga 10—40 grammni tashkil qiladi.

Anodning tarkibida misdan tashqari bir necha metallar bor. Jarayon davrida bu metallar mahsulotlar bo‘yicha taqsimlanadi (12.1-jadaval).

12.1-jadval

Metallarning turli mahsulotlarga taqsimlanishi, %:

	Cu	Au	Ag	Se-Te	Pb	Ni	As
Katod	98	1—1,5	2—3	1—2	1—5	15	20
Eritma	1,93	—	—	—	—	75	60
Shlam	0,07	98,5—99	97—98	98—99	95—99	10	20

Shlamning taxminiy tarkibi. %: Cu — 10—25; Ag — 5—53; Au — 0,05—5; Pb — 0,5—12; Se—2—24; Te — 0,3—12; Bi — 0,0—7,0; Sb — 0,2—30; As — 0,1—5,0.

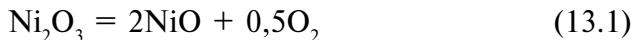
Shlamlarda qimmatbaho nodir metallar borligi ularni alohida qayta ishlashni talab qiladi.

13-§. NIKEL VA KOBALT OLISH TEXNOLOGIYALARI

13.1. Nikel olish texnologiyasi va xomashyo zaxiralari

Nikel — oq rangli rangli metall, atom massasi 58,69, erish harorati 1455°C, zichligi 8,8 g/sm³. Nikel pishqlik va yuqori plastik (egiluvchan) xususiyatlari bilan ajralib turadi. Nikel po‘lat xususiyatlarini yaxshilaydigan elementlarga kiradi. Yaxshi xususiyatlaridan biri kimyoviy inertligi. Sulfat, uksus va bir qancha boshqa mineral kislotalar uncha ta’sir qilmaydi. Oddiy haroratlarda nikel oksidlanmaydi. Oksidlanish 500°C dan yuqori bo‘lgan haroratlarda boshlanadi.

Nikel oksidi noto‘g‘ri birikma bo‘lib ajraladi:



Nikel oltingugurtga katta tortilish kuchiga ega. Uning past sulfidi Ni₃S₂ erish harorati 788°C bo‘lib, turg‘un birikmalar guruhiga kiradi. Nikelning ikkinchi oltingugurt bilan birikmasi NiS yuqori haroratlarda ajraladi:



Dunyo amaliyotida 70 foiz nikel sulfidli mis-nikel rudalardan olinadi. Oksidlangan nikel rudalari AQSH, Yaponiya, Kuba va boshqa davlatlarda qayta ishlanadi. Bir yilda taxminan 500 ming tonna nikel ishlab chiqariladi. O'zbekistonda mustaqil nikel zaxiralari hali topilgani yo'q. Olmaliq tog'-metallurgiya kombinatining rudalarida bir qancha nikel bor, lekin alohida ajratib olinmaydi. Kerak bo'lgan nikel xorijiy davlatlardan import qilinadi.

13.2. Oksidlangan nikel rudalari tavsifi

Rudalarda metall oksid shaklda mavjuddir. Oltingugurt deyarli uchramaydi. Ruda tashqi ko'rinishidan oddiy tuproqqa o'xshaydi. Ruda o'ziga suvni yaxshi o'zlashtiradi. Shuning uchun uning namligi 15—40 foizni tashkil qiladi. Oksidlangan nikel rudalari tabiiy o'zgarishlar natijasida paydo bo'lgan va ikkilamchi zaxiralar hisoblanadi. Xorij davlatlarda oksidlangan nikel rudalari Rossiya, Qozog'iston, Ukraina, Kuba, Indoneziya, Braziliya va boshqa davlatlarda uchraydi.

Oksidlangan rudalarda nikel, asosan, bunzeit (NiO) va garniyerit (Ni, Mg) $\text{SiO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ minerallar shaklida uchraydi. Nikel rudasida, ko'pincha, kobalt ham uchraydi. Uning miqdori nikelga nisbatan, 15—25 marta kamroqdir. Rudalarning sig'im porodalari asosan loy (kaolinit) $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, talk $2\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, temir birikmasi $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, kvarts va ohaklar bilan keltirilgan.

Oksidlangan nikel rudalarida sulfidli, nodir va kamyob metallar uchramaydi. Bu ko'rsatkich oksidlangan rudalar bo'yicha sulfidli mis-nikel ruda tarkibidan tubdan o'zgaradi.

13.3. Sulfidli nikel rudalari tavsifi

Sulfidli nikel rudalari kompleks xomashyodir. Ular tarkibida ko'p miqdorda mis bor, shuning uchun bu rudalarni mis-nikel rudalar deyiladi. Undan tashqari, rudalarda kobalt, platina, selen, tellur va boshqa metallar bor. Bir xil rudalarning 90—92 foizini foydali metallar (Fe, Ni, Ca, Co) tashkil qiladi. Sig'im oksidlari esa (SiO_2 , MgO, $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaO}$) — faqat 8—10 foiz qoladi, xolos.

Asosiy nikelni minerallar: pentlandit (Ni, Fe) S, mis xalkopirit (Cu FeS_2) va xalkozin (Cu_2S) bilan keltiriladi.

Sulfidli mis-nikel rudalarni asosiy minerallaridan biri — pirrotin Fe_7S_8 . Sig‘im poroda oksidlardan tuzilgandir, ularning miqdorligi, %: SiO_2 — 40–50, Mg — 10–25; Al_2O_3 15–20, CaO — 10.

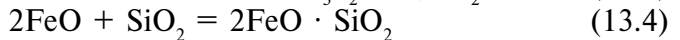
Namunaviy mis-nikel rudasining tarkibi, % Ni — 5,6; Cu — 1,8; Co — 0,16; S — 28; Fe — 45; SiO_2 — 10; Al_2O_3 — 6,9; MgO — 1,4; CaO — 1,2.

13.4. Oksidlangan nikel rudalarni qayta ishlash texnologik usullari

Oksidlangan nikel rudalarning asosiy qiyinchiligi — asosiy metallni temirdan ajratib olish. Tiklanish jarayonini qo‘llab, temirning shlakka o‘tkazish shuni ko‘rsatadiki, faqat temirning bir qismi ajralib chiqadi, asosiy hajmi esa temir-nikel qotishmaga o‘tadi, nikelni erkin holatda olish qiyindir.

Hozirgi paytda oksidlangan nikel rudalarini qayta ishlash texnologiyasi — shteynga eritish. Bu jarayon temir hamda nikelni kislorod va oltingugurtga har xil tortilish kuchiga ega bo‘lganligi asos qilib olingan.

Nikel sulfidlanib shteyn fazasiga o‘tkaziladi. Shteyn o‘zi bilan ikkita sulfid Ni_3S_2 va FeS ni tashkil qiladi. Temirning asosiy qismi shlak bilan ajratiladi:



Oksidlangan ruda tarkibida oltingugurt yo‘q, shuning uchun unga qo‘shimcha kiritish kerak. Buning uchun shixtaga pirit yoki gips qo‘shiladi.

Qizdirilishda gips ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) o‘zining konstruksion namligini yo‘qotadi va keyin tiklovchi modda bilan reaksiyaga kiradi:



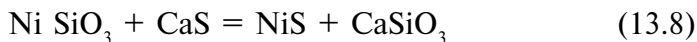
Gips namligini yo‘qotish bilan bir paytda ajralishi ham mumkin:



Agarda gipsning o‘rniga pirit qo‘shilsa, birinchi davrda u ajraladi:



FeS, CaS bilan bir qatorda, nikel sulfidlari reaksiyalarga kiradi:



CaS temirni ham sulfidlaydi:

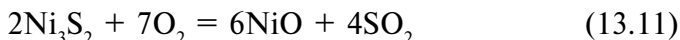


Gips piritga nisbatan arzonroqdir va temirli shlak hosil qilmaydi, shuning uchun uni qo‘llash afzalroqdir.

Gips yoki pirit bilan eritilgan nikelli shteyn 60 foiz temirni o‘z tarkibiga kiritadi. Bu temirni shteynni konverterda qayta ishlash davrida ajratiladi.

Konverter davrida temir tanlab oksidlanadi va qo‘shimcha berilgan kvars bilan shlak fazasiga o‘tadi. Temirdan ajralgan nikel shteyni — **faynshteyn** deb ataladi. Buni nikel oq shteyn deb nomlasa bo‘ladi.

Oq shteyn kuydiriladi:

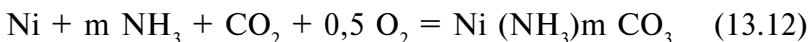


Nikel oksidi tiklovchi modda bilan aralastirib, elektr pechida 1500 °C da eritiladi va erkin suyuq nikel olinadi.

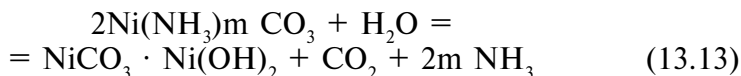
Konverter shlaki nikel bilan boydir, uni aylanuvchi modda hisoblab yanchishdan so‘ng eritish pechiga yuklanadi.

13.5. Hidrometallurgik usul

Usullardan biri Kuba usuli deb nomlangan. Bu usul bo‘yicha yanchilgan rudani tiklanish jarayoniga yuboriladi: 600—700 °C nikel va kobalt metall holatigacha, temir esa faqat FeO shaklgacha tiklanadi. Keyin rudani ammiak bilan tanlab eritiladi.



Eritmani tozalagach, uni issiq bug‘ bilan qayta ishlanadi:



Cho‘kmani kuydirib, NiO olinadi, gazlari tarkibida esa NH₃ va CO₂ bo‘lgani sababli, ularni tanlab eritishga yangitdan yuboriladi.

NiO esa erkin holatgacha tiklanadi yoki shu holatda po‘lat eritish zavodlariga yuboriladi.

14-§. SULFIDLI NIKEL RUDALARNI QAYTA ISHLASH USULLARI

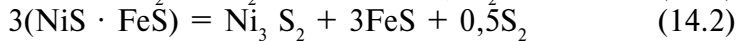
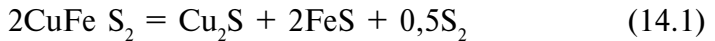
Sulfidli mis-nikel rudalari, asosan, pirometallurgik usul bilan qayta ishlanadi. Gidrometallurgik usullari ham ma’lumdir.

Pirometallurgik usul

Agarda rudalarda mis va nikelning yig‘indisi 4—5 foiz dan ko‘p bo‘lsa, bu boy xomashyo hisoblanib, ularni bevosita yuboriladi. Siyrak rudalar magnit usuli yoki flotatsiya yo‘li bilan boyitiladi.

Ruda va boyitmalar bir xil minerallarga ega, shuning uchun ularga o‘xshash texnologik jarayonlar qo‘llanishi mumkin.

Qizitish davrida, suyuq holatiga o‘tishdan oldin, 400—600 °C da xalkopirit va nikel minerallar ajraladi:



Murakkab birikmalarning aralashmasi oddiy sulfidlarga aylanadi: Ni_3S_2 va FeS .

Sig‘im moddalardan va qo‘shimcha beriladigan fluslardan paydo bo‘ladigan shlak fazasi yuqori haroratda, oddiy sulfidlar bir-birida cheksiz eriydi va shteyn qatlamini vujudga keltiradi.

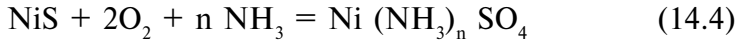
Eritilgan shteynni konverterda puflab, qayta ishlanadi. Jarayonga, temirni shlak holatiga o‘tkazish uchun, qo‘shimcha flus yuklanadi. Olingan konverter shlakini qaytadan eritish pechiga yuboriladi. Konverter jarayonining asosiy mahsuloti mis-nikel faynshteynni o‘zi bilan, tarkibida 1—3 foiz Fe bo‘lgan, mis-nikel qotishmasini tasavvur qiladi va oq mis-nikel shteyn deb nomlanadi.

Puflash davrida kobalt qisman temir bilan birga shlakka o‘tadi. Nodir metallar to‘liq oq shteynda to‘planadi.

Mis-nikel shteynlardan erkin metallarni ajratib olishning bir necha usullari bor. Asosiy metallar bilan birga nodir metallar — selen va tellur ham ajratib olinadi.

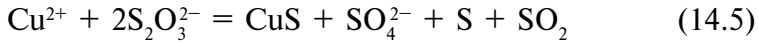
Gidrometallurgik usul

Bu usul bo'yicha yanchilgan ruda yoki boyitmani avtoklavda $7 \cdot 10^5$ Pa ortiqcha bosim ostida ammiak bilan qayta ishlandi. Mis, nikel va kobalt kompleks ammiak tuzlari shaklda eritmaga o'tadi.



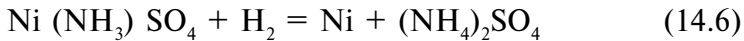
Avtoklavdagi harorat $77-80^\circ\text{C}$ ni tashkil qiladi. Boyitmadagi oltingugurt $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, $\text{S}_3\text{O}_6^{2-}$, va SO_4^{2-} shakllarda oksidlanadi, temir esa sulfat yoki gidrooksid turida cho'kmaga tushadi.

Filtrlangan eritmani qaynatib, mis cho'ktiriladi:



Undan keyin nikel va kobalti bor eritmani avtoklavda vodorod bilan qayta ishlab, metallarni erkin holatda olinadi. Jarayonning texnologik sharoitlari: boshi $15 \cdot 10^5$ Pa, harorati $175-225^\circ\text{C}$.

Oldin nikel cho'kadi:

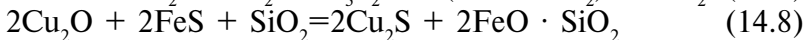
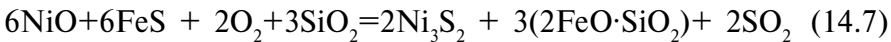


Eritma filtrlangandan keyin, xuddi shunday kobalt ham cho'kmaga tushiriladi. Mahsulot kukun shaklda bo'lib, tarkibida SO_2 — 98,6 foiz va Ni — 0,14 foiz bo'ladi. Hidrometallurgik usul bilan 20—25 foiz nikel olinadi.

Boyitma va boy rudalarni eritish

Boyitma va maydalangan rudalarni yallig' pechda eritiladi. Bu yallig' pechdagi mis olishdagi jarayondan kam farq qiladi. Eritishda oltingugurt asosan temirning yuqori oksidlaridagi kislorod hisobiga oksidlanadi. Kuydirilmagan boyitmani eritishda oltingugurt yuqori sulfidlarning ajralishi hisobiga ham chiqariladi.

Jarayonning asosida mis va nikel oksidlarining temir sulfidi bilan o'zaro bog'lanishi turadi. Buning natijasida mis va nikel shteynga, temir esa shlak fazalariga o'tadi.



Mis va mis-nikel boyitmalarini eritishga mo'ljallangan pechlarning tuzilishi va texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlari deyarli o'xshashdir.

Elektr pechida eritish

Jarayon to'g'ri burchak shakldagi, o'lchamlari 23,6×6 m va foydali maydoni 140 m² bo'lgan, pechlarda olib boriladi. Pechning svodidan (yuqori tom qismidan) bir qator 3 yoki 6 ta, diametri 900—1400 mm ko'mir elektrodleri tushirilgan. Elektrodlerining pastki qismi suyuq shlakka tushirilgan. Suyuq shlak qarshilik vazifasini bajaradi.

Pechdagi ishlab chiqish unumdorligi 12 t/m² sutkani tashkil qiladi, elektr quvvatining sarfi 700—850 kVt · s/t shixtaga. Shteynga mis, nikel va nodir metallar ajratib olish darajasi — 96 foiz.

Shaxtali pechda eritish

Bu jarayon yirik ruda yoki aglomerat eritishda qo'llaniladi. Koks sarfi shixta og'irligidan 1—9 % ni tashkil qiladi. Shaxtali pechda shteyn tarkibida mis va nikelning yig'indisini 15—25 foizgacha olish mumkin. Undan boyroq shteynlarni olish tavsiya etilmaydi, chunki bu holatda shlak bilan metallarning isrofgarchiligi ko'payib ketadi:

Shlakda mis va nikel yig'indisi 0,2—0,4 % dan oshmaydi. Ammo shlakning ko'p hajmda chiqishi umuman isrofgarchilikni ko'paytiradi. Mis nikel va nodir metallarni shteynga ajratib olish 90 foizni tashkil qiladi, xolos.

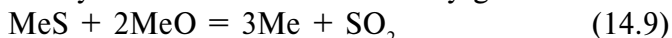
Mis-nikel shteynini konverterda puflash

Qaysi usulda shteynni olishdan qati nazar, uning tarkibida mis, nikel va temir sulfidleri bor. Shteynda eritilgan holatda ferrit, kobalt sulfidi va platinoidlar bor. Shteyndagi oltingugurt miqdori taxminan 25 foiz.

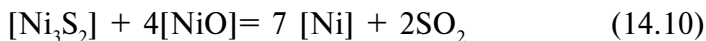
Konverter jarayonining asosiy maqsadi faqat temirni oksidlantirib shlak fazasiga o'tkazishdir. Qolgan mis-nikel shteynni alohida texnologiya asosida qayta ishlanadi.

Kobalt asosan konverter shlakiga o'tadi va undan maxsus texnologiya bo'yicha ajratib olinadi. Puflash jarayoni 24—30 soat davomida bo'ladi.

Oq mis-nikel shteyn o'zi bilan mis va nikel sulfidleri eritmasini tasavvur qiladi. Odatda, uning tarkibida 3—4 foiz Fe va 20 foiz S bor. Mis va nikel oksidleri, puflash yakunida sulfidlar bilan reaksiyaga kirishadi:



Reaksiya natijasida shteynda har doim erkin mis va nikel bo'ladi. Nikelning tiklanish reaksiyasi:



Oq mis-nikel shteynini qayta ishlash

Oq mis-nikel shteynida metallar yig'indisi 77–78 % ni tashkil qiladi. Metallarning nisbatligi $\text{Ni} \div \text{Cu} = 2 \div 0,5$.

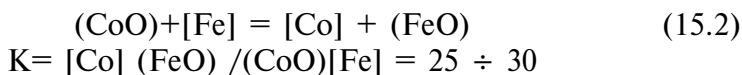
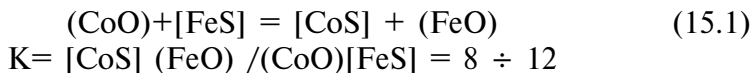
Shteynni qayta ishlashning birinchi bosqichi mis va nikelni ajratish. Bu jarayon flotatsiya usuli bilan amalga oshiriladi. Nikel boyitmasi kuydirilib, tiklanish jarayonlari orqali erkin holatda olinadi.

15-§. KOBALT ISHLAB CHIQRISH TEXNOLOGIYASI

Tabiatda kobalt oksid, sulfid va mishyak minerallarida uchraydi. Kobalt rudalarining zaxiralari juda kam uchraydi. Ko'pincha kobalt boshqa metall zaxiralarida yo'ldosh bo'ladi. Kobalt qoidadagiday nikel zaxiralarida bo'lib, yaqin kimyoviy xususiyatlarga egadir.

Kislorod va oltingugurtga tortilish kuchi bo'yicha, kobalt nikel va temir oralig'ida joylashgan. Shuning uchun nikelni xomashyo qayta ishlanayotganda kobalt mis-nikel shteyniga o'tadi. Konverterda shteynni puflashda kobalt shlak fazasida to'planadi.

Kobaltni shlakdan ajratib olish uchun uni 2–3 marta nikel shteyni, pirit yoki cho'yan bilan qayta eritiladi. Bunda kobalt metall yoki sulfid fazasiga o'tadi:

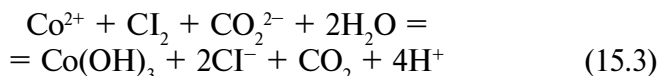


Suyuq temir kobalt qotishmaning yoki boyitilgan kobalt shteynini konverterida puflanadi. Bu tadbirning asosiy maqsadi — temirni shlak fazasiga o'tkazishdir. Qolgan metallni anod shaklga qo'yiladi va elektr kimyoviy eritishga yuboriladi. Kobalt bilan birga eritmaga qisman temir, mis va nikel ham o'tadi.

Kobaltni eritmadan ajratib olish sxemasi

Temirni oksid holatiga o'tkaziladi va ohak yoki soda yordamida cho'ktiriladi. Bu cho'kma o'z tarkibiga mishyak, surma va vismutni kiritadi. Misni kobalt yoki nikel kukuni bilan sement cho'kmasiga o'tkaziladi. Marganets eritmasini xlor yoki xlor gipoxlorit yordamida ajratib tashlanadi. Oksidlanish davrida $MnO_2 \cdot nH_2O$ shakl paydo bo'lib, cho'kmaga o'tadi.

Tozalangan eritmada faqat nikel va kobalt qolgan. Kobalt xlor yoki natriy gipoxloriti yordamida cho'ktiriladi:



Nikelning cho'kmaga o'tmasligini quyidagi almashuv ta'sir etishi bilan oldi olinadi:



Kobalt gidrooksidini soda bilan aralashtirib, kuydiriladi, suv bilan yuviladi. So'ng qayta kuydirilib, CoO birikmasi olinadi.

Bu birikmada 70—72 % kobalt, 0,2—0,3 % nikel bor.

Kobalt oksid holatdan elektr pechlarda tiklanadi. Tiklovchi modda hisobida grafit qo'llaniladi. Kobalt uglerod va oltingugurtdan tozalagach quyiladi.

Kobaltni o'ta toza shaklini elektrolitik tozalash yoki organik moddalarni ekstraksiyasi orqali oldi olinadi.

Nikel rudalardan tashqari, kobalt xomashyo hisobida mis-kobalt va kobalt-mishyak rudalari qo'llaniladi. Bu rudalarni flotatsiya orqali boyitib qayta ishlanadi. Boyitmada 0,5—10 % Co bo'lib, u eritiladi yoki sulfatli kuydiriladi. Kuydirmani esa suv bilan tanlab eritiladi.

Kobalt-mishyak boyitmalari (10—20 % Co) bevosita avtoklavda tanlab eritiladi. Kobaltli eritmalar standart texnologiyalar bilan qayta ishlanadi. O'zbekistonda maxsus kobalt zaxiralari hali aniqlangani yo'q. Respublikamizda bu metallga ehtiyoj juda ham katta. Shuning uchun bor imkoniyatlardan foydalanib, bu metallni ishlab chiqarish kerak. Masalan, Olmaliq rux zavodining chiqindilarida ko'p miqdorda kobalt mavjud. Ularni qayta ishlab metallni erkin hollarda ajratib olish bizning burchimiz.

Metallning bir tonnasi zamonaviy narxda o'nlab ming AQSH dollari turadi.

16-§. RUX METALLURGIYASINING XOMASHYO TAVSIFI VA ASOSIY TEXNOLOGIYALARI

Ishlab chiqarish hajmi bo‘yicha rux aluminiy va misdan keyin uchinchi o‘rinda turadi. Bir yilda dunyoda 5—7 mln t rux ishlab chiqariladi. Olmaliq tog‘- metallurgiya kombinatining ishlab chiqarish imkoniyati 75—85 foizni tashkil etadi. Zavodning ishlab chiqarish imkoniyati bir yilda 1000 (ming) tonnadan ziyodroqdir.

Quyidagi xorijiy davlatlarda rux ishlab chiqariladi: AQSH, Yaponiya, Rossiya, Kanada, Avstraliya, Olmoniya, Fransiya, Bolgariya, Polsha, Beniluks, Qozog‘iston va boshqalar. Dunyo miqyosida ishlab chiqilgan ruxning o‘zlashtirilishi quyidagichadir, foiz: oq tunuka olish 36; latun va bronza olish 26; quymakorlik 26; rux prokati 3; kimyo mollari 6,5.

Ruxni asosiy o‘zlashtiruvchi davlatlar AQSH, Yaponiya, Olmoniya, Rossiya. O‘zbekiston mahsulotini xorijiy davlatlarga eksport qiladi. 1 tonna ruxning narxi dunyo bozorida 950—1050 AQSH dollarida sotiladi. Metall, asosan, mineral zaxiralaridan olinadi. Ikkilamchi xomashyodan foydalanish endi keng yo‘lga qo‘yilayapti.

Rux xomashyosining tavsifi

Tabiatda rux asosan sulfid holatida uchraydi. Bir xil rux birikmalari — bu kislorod bilan bog‘langan oksid zaxiralaridir. Sanoatda keng tarqalgan va ishlab chiqarishda tushgan bu — kompleks rux-qo‘rg‘oshin sulfidli polimetall mis rudalardir. Bu rudalarda asosiy metallardan tashqari yana mis, kadmiy, nodir va kamyob metallar bor. Zamonaviy rudalarda ruxning miqdori 1,5 foiz, rux-qo‘rg‘oshin rudalarda esa 1,0—1,5 foiz Zn va 0,4—0,5 foiz Pb bor. Bu rudalarni qayta ishlashdan oldin boyitiladi. Asosiy boyitish usuli — selektiv flotatsiyadir. Oldin rudadan k o l l e k t i v rux-qo‘rg‘oshin boyitmasi olinib, keyin u alohida rux va qo‘rg‘oshin boyitmalariga ajratiladi.

Sulfidli rudalarda rux asosan sfalerit — ZnS shaklida uchraydi. Oksidlangan rudalarda rux karbonat $ZnCO_3$ (smitsonit) va gidrosinkiy $ZnCO_3 \cdot 2ZnS(OH)$ va silikat (valletit Zn_2SiO_4) turlarda uchraydi.

Ruxni boyitmaga o'tish darajasi 70—85 foizni tashkil qiladi. Rux boyitmasining taxminiy miqdori, %: Zn — 40—60; Pb — 0,2—3,5; Ca — 0,15—2,3; Fe — 2,5—13; S — 30—35; Ca — 0,1—0,5; As — 0,03—0,3; Sb — 0,01—0,07; Cu — 0,001—0,013; Jn — 0,001—0,07. Boyitma maydaligi 30—35 foiz (-75 mkm) — 70—90 foiz (-75mkm) masofada o'zgaradi. Boyitmaning muhim texnologik xususiyatlari bo'lgan zichlik: -3,4—4,3 g/sm³; to'kilish massasi 1,9—2,3 g/sm³, namlik 10—16 foiz, quritilgandan keyin 6—8 foiz.

Ruxni xomashyodan ajratib olish texnologiyasi

Sulfidli rux xomashyosini bevosita erkin holatigacha tiklash mumkin. Masalan:



Ammo, kuchli tiklovchi moddalar H va CO samarador emas. Masalan, keltirilgan reaksiya uchun 1000°C da muvozanat konstantasi teng:

$$K_p = P_{Zn} \cdot P_{H_2S} / P_{H_2} = 2,1 \cdot 10^{-4}$$

Bundan xulosa, yuqori harorat va bosimlarda ham tiklanish mahsulotlarining chiqishi judayam kam. Amaliyotda sulfidlarni oksidlantirish afzalroqdir.

Sanoatda ZnS ning ZnO ga oksidlanishini pirometallurgik usul bilan amalga oshiriladi. ZnO ning tiklanishi esa pirometallurgik yoki gidrometallurgik usullar bilan amalga oshishi mumkin. Oxirgi usul bo'yicha ZnO ni sulfat kislotasida eritib, elektroliz yordamida erkin metall olinadi.

Ruxni sulfid boyitmasidan ajratib olish ZnS, ZnO va Zn larning xususiyatlariga bog'liqdir. Ruxning oksid va sulfidi yuqori haroratda eriydi. Masalan, ZnS atmosfera bosimida 1200°C dan ziyod haroratda bug'lanadi va 2000°C gacha eriydi. ZnO esa 1975°C da suyuq holatga o'tadi. Shuning uchun ZnS ni ZnO ga oksidlanishi yuqori haroratlarda katta tezlik bilan borishi mumkin. Rux sulfidining oksidlanishi ekzotermik va jarayon uchun qo'shimcha yoqilg'i sarflamaydi.

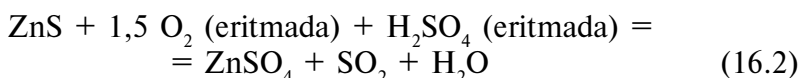
Ruxni oksiddan tiklash uchun ko‘p energiya sarflanadi. Shuning uchun pirometallurgik tiklanish yuqori harorat va tiklovchi moddaning miqdorligida olib boriladi. Elektrolitik tiklanish ham elektr quvvatning katta hajmda sarflanishi bilan bog‘liqdir. Metalli rux oson suyuq holatga o‘tadi — erish harorati 419°C, 907°C da bug‘ holatiga o‘tadi, shuning uchun pirometallurgik tiklanishda bug‘ holatida ajralib chiqadi.

Piro va gidrometallurgik usullarning xususiyatlarini ko‘rib chiqamiz.

Pirometallurgik usulda yakunlovchi mahsulot bo‘lib, g‘ovak kuydirma (ogarak) olinadi. Kuydirish davrida modda oltingugurtni yo‘qotib, keyin qotishma shakliga o‘tadi. Qotishma olish uchun harorat 1300—1400 °C gacha ko‘tarilishi kerak. Bu aglomeratsiya jarayonida amalga oshiriladi. Aglomerat keyinchalik qattiq uglerod yordamida tiklanadi.

Gidrometallurgik usul bo‘yicha kuydirishni 900—1000°C da ogarak — kukun olishga qaratiladi. Olingan kukun sulfat kislotasida eritiladi. Eritmadan rux elektroliz bilan erkin holatda ajratib olinadi, sulfat kislotasi esa regeneratsiya bo‘lib, qaytadan tanlab eritishga yuboriladi.

Rux boyitmasini yuqori haroratda oksidlantirish, hozirgi payitda, asosiy texnologik usuldir. Kanadada olib borilgan izlanishlar shuni ko‘rsatadiki rux sulfidini eritmadagi kislorod bilan ham oksidlantirsa bo‘lar ekan:



Jarayon avtoklavda 100°C dan ziyod va umumiy bosim 10⁵ Pa dan yuqori sharoitlarda olib boriladi. Sanoatda bunday texnologiyani qo‘llash qiyin kechadi.

Texnologik sxemalarning tahlili shuni ko‘rsatib turibdiki, jarayon bir necha bosqichdan iborat. Amaliyotda esa, sxemalar ancha murakkabdir.

Bunga ikkita sabab bor:

1) xomashyoda mavjud bo‘lgan bir qator ruxga yo‘ldosh elementlarni ajratib olish kerakligi;

2) xomashyoni qayta ishlash uchun tayyorlash jarayonlarini tashkil etish.

Dunyo miqyosida taxminan 20 foiz pirometallurgik va 80 foiz rux gidrometallurgik usullar bilan olinadi.

17-§. SULFIDLI RUX BOYITMASINI KUYDIRISH JARAYONLARI

17.1. Sulfidli rux boyitmasini kuydirish jarayonlarining maqsadi va turlari

Boyitmani kuydirishdan asosiy maqsad — sulfidli ruxni tiklanish jarayoniga tayyorlangan oksid holatiga tezroq va kam xarajatlar bilan o‘tkazishdir. Bunda kuyindi shunday holatda olinishi kerakki, undan yuqori samaradorligi bilan keyingi texnologik jarayonlarini o‘tkazishga imkon yaratilishi lozim. Shuning bilan bir qatorda, kuydirishda ajralib chiqayotgan oltingugurt birikmalarini to‘laroq darajada sulfat kislotasi olish uchun yuborishdir.

Pirometallurgik usul uchun kuyindi aglomerat (qotishmaning bir turi) shaklda olinadi va bu modda keyin yuqori haroratda qattiq uglerod yoki boshqa tiklovchilar yordamida tiklanadi.

Gidrometallurgiya usuli uchun tanlab eritishga mo‘ljallangan kuyindi quyidagi talablarga javob berishi kerak:

1) sulfidlarda oltingugurt miqdori iloji boricha kam bo‘lishi kerak (0,1—0,3 foiz);

2) eriydigan sulfat holati me‘yorli bo‘lishi kerak (Sso₄ 2—4 foiz);

3) mayda fraksiyasi (0,15 mm) yuqoriroq bo‘lishligi;

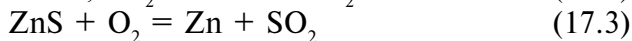
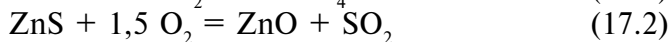
4) ferrit va silikat shakldagi rux miqdorining me‘yoridaligi. Bunday talablar gidrometallurgik usul mazmunidan kelib chiqadi.

Zamonaviy amaliyotda tanlab eritishga kukun — kuyindi qaynar qatlam «KC» pechlarida, 900—1000°C oraliq‘ida olinadi.

17.2. Kuydirish jarayonining kimyoviy reaksiyalari

Jarayonning kimyoviy reaksiyalari deb, dastlabki xomashyoni birin-ketin o‘tadigan kimyoviy o‘zgarishlariga aytiladi. Jarayonni kimyoviy yakuniy mahsulotlar bilan tavsiflanadi.

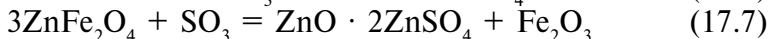
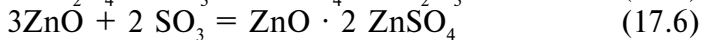
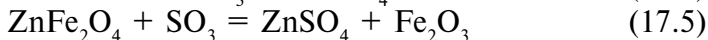
Dastlabki reaksiyalar uch turda bo‘lishi mumkin:



Tajribada aniqlangan, sulfid oksidlanishdan boshlab, 900°C gacha birinchi qattiq mahsulot bo‘lib, ZnO paydo bo‘ladi. Yuqoriroq

haroratlarda moddaning bug‘ holatiga o‘tishi ko‘rinadi. Bu jarayonni (17.3) reaksiyaning oqib o‘tishi bilan tushuntirsa bo‘ladi.

Ikkilamchi rux sulfatlari quyidagi reaksiyalar natijasida paydo bo‘lishi mumkin:



Yuqorida qayd etilgan kimyoviy reaksiyalarning termodinamik ko‘rsatkichlari quyidagilar:

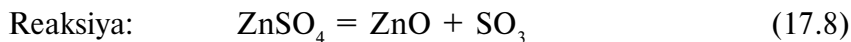
Reaksiya	t, °C	G, kJ	lg Kp
$\text{ZnS} + 2\text{O}_2 = \text{ZnSO}_4$	25	– 675	118,6
	1000	– 383	36,3
$\text{ZnS} + 1,5\text{O}_2 = \text{ZnO} + \text{SO}_2$	25	– 440	77,4
	1000	– 253	24,0
$\text{ZnO} + \text{O}_2 = \text{Zn} + \text{SO}_2$	25	– 104	18,3
	1000	– 123	11,7

Sulfidlarining oksidlanish ikkilamchi reaksiyalarining termodinamik tavsiflari:

Reaksiya	t, °C	G, kJ	lg Kp
$\text{ZnS} + 2\text{O}_2 = \text{ZnSO}_4$	25	– 76,5	118,6
	1025	– 12,2	0,49
$2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3$	25	– 196	24,3
	1025	– 179	16,80

Ikkilamchi oksidlanish reaksiyalarning muvozanat doimiyligi me‘yoriy qiymatlarga egadir. Shuning uchun bu reaksiyalar aylanuvchan bo‘lib, oxirigacha yetmaydi va o‘tish darajasi harorat va kislorodning porsial bosimiga bog‘liq.

Rux boyitmasini kuydirishda sulfat paydo bo‘lishi texnologik ahamiyatga ega. Bu sulfatlarning termodinamik turg‘unligini reaksiya ajralishi muvozanati bilan baholaymiz:



Ushbu reaksiyaning o‘zgarish doimiyligi haroratga bog‘liq:

$$\lg P_{\text{SO}_3} = 11,757 - 8586,0 / T \quad (17.9)$$

Rux boyitmasini kuydirishda, gaz tarkibida SO_2 va O_2 miqdorigiga bog'liq bo'lgan holda, sulfatning maksimum paydo bo'lish harorati $750\text{--}850^\circ\text{C}$ ga to'g'ri keladi.

Kuydirish davrida rux ferrit va silikat shakllarga bog'lanishi mumkin:



Bu ikkita birikma, keyingi tanlab eritishda sulfat kislotasida qiyin eriydi va ruxning isrofgarchiligini oshiradi. Shuning uchun jarayon shunday boshqarilishi kerakki — birikmalar iloji boricha kamroq hosil bo'lsin.

Rux boyitmalarida ko'pincha qo'rg'oshin va kadmiy bor. Asosan, ular sulfid xossalarida mavjud: PbS — galenit va CdS — grikorit.

Kuydirish paytida qo'rg'oshin sulfidi PbO holatiga $700\text{--}800^\circ\text{C}$ yengil o'tadi. Qo'rg'oshin oksidi esa noruda moddalar bilan reaksiyaga kirishib, past haroratlarda eriydigan birikmalar paydo qilishi mumkin.

Kadmiy sulfidi 735°C da alanga oladi va oksid shakliga o'tadi. Ikkala sulfidlar yuqori haroratda uchuvchanlik xususiyatiga ega. Bu xususiyatni texnologlar bilib, metallarning jarayon mahsulotlariga o'tishini hisoblashlari kerak.

Rux boyitmalar mis xalkopirit, xalkozin va kovellin turlarida uchraydi. Bu birikmalar o'zlarini kuydirishda o'zgarishlari mis xomashyosini qayta ishlashdagi jarayonlariga o'xshashdir.

Zamonaviy zavodlarda rux boyitmasini kuydirish «KC» pechlarida o'tkaziladi. Bu jarayonning afzalliklari:

1) yuqori ishlab chiqarish unumdorligi (oddiy pechlarga nisbatan 2—3 marta yuqoriroq);

2) kuydirish jarayonining tartiblanishi va mahsulot sifatligi;

3) SO_2 ning gazdagi miqdorining ko'pligi va undan sulfat kislotasini olish qulayligi;

4) tanlab eritishda salbiy ta'sir etuvchi ferrit va silikat birikmalarini cheklangan holatda paydo bo'lishi va boshqalardir.

18-§. SULFIDLIL RUX BOYITMASINI QAYNAR QATLAM «KC» PECHIDA KUYDIRISH AMALIYOTI

Rux zavodlarida, tarkibi har xil bo'lgan bir necha konsentratlar ishlatiladi. Shixta tayyorlash davrida konsentratlar shunday nisbatlikda olinadiki, ular rux, yo'ldosh foydali element va zarar komponentlar bo'yicha aniq tarkibga ega bo'lishi zarur.

Qayta ishlashga kelgan rux konsentratining taxminiy tarkibi, %: 45—60 Zn; 29—35 S; 6—12 Fe; 1,5—5,0 Al₂O₃; 0,2—4,4 Pb; 0,1—3,0 Cu; 0,4—3,0 SiO₂; 0,5—1,5 CaO; 0,2—1,0 MgO; 0,25—0,8 Cd; 0,01—0,4 As; 0,01—0,3 Sb, 20—160 g/t Ag va 0,5—10 g/t Au.

Shixtani pechga quruq yoki pulpa shaklida yuklanadi. Tashqaridan keltirilgan va tarkibi yaqin bo'lgan konsentratlar quruq shaklda qo'llaniladi. Agarda rux zavodi boyitish fabrikasi yonida bo'lsa yoki konsentratlarning tarkibi katta farq qilsa, pulpa shaklda yuklash maqsadga muvofiqroq bo'ladi. Bunda pulpadagi moddalar yaxshi va to'la aralashtiriladi, lekin ortiqcha namlik, metall dastgohlarni korroziyaga uchratadi bu esa gaz chiqarish sistemasini ishlashini qiyinlashtiradi.

Quruq shixta olish uchun konsentratlar bir xil modda olish darajasigacha aralashtiriladi va quritish barabanida qoldiq namlik 6—8 foiz qolguncha quritiladi.

O'zbekiston rangli metallurgiyasida silindrik shakldagi «KC» pechlari keng tarqalgan. Ularning tub maydoni 34 m², forkameralar maydoni 1,5 m², balandligi — 10 m, kuydirilgan moddaning ajralib chiqish balandligi 1,0—1,2 m. Soplolardagi teshiklar kesim maydoni, tubning maydoniga nisbatan 0,8—1,0 foizni tashkil qiladi.

Kukunsimon sulfidli rux konsentrati gaz fazasini 10—12 m/s tezlik ostida kuydiriladi. Gazning tezligini oshirish ortiqcha chang ajralib chiqishiga olib keladi. Agar gazning tezligi kamroq bo'lsa, shixta moddalar qaynash muhitdan ajralib chiqib, soplolarga cho'kib qoladi.

«KC» pechining normal ishlashi uchun uning hajmida issiqlik balansini ushlab turish kerak. Issiqlikning taqsimlanishi: texnologik gazlar bilan 60 foiz; chang va devor orqali sarflanishi 20 foiz. Issiqlikning ortiqchasi maxsus moslama yordamida pechdan chiqarilishi kerak. Aks holda, issiqlik to'planib, moddaning o'ta qizishiga olib kelishi mumkin. Ortiqcha issiqlik maxsus trubkali kesson orqali pechdan tashqariga chiqariladi.

Texnologik gazlar kotyol-utilizator orqali o'tkaziladi. Bu dastgohda issiqlikning 55 foizi bug' olishga ishlatiladi. Qolgan issiqlik isrof bo'ladi. Kotyol-utilizator yuqori parametrli bug' ishlab chiqaradi (400—565°C, 4,5—6,0 mPa va 1,1—1,4 t/t konsentratda).

Pechga beradigan havo hajmi nazariya hisobotlardan kelib chiqadi va 1500—1600 m/t konsentratni tashkil qiladi. Havoning ortiqcha berilishi 20—30 foiz (1,2—1,3).

Kuydirish pechining normal ishlashi uchun quyidagi talablar bajarilishi kerak:

- 1) shixtaning mineralogik o'lchamlar doimiyligi va qatlamga bir xil tezlikda yuklanishi;
- 2) havoning tub maydoni bo'yicha bir xil taqsimlanishi;
- 3) kelayotgan havoning doimiy bosimi;
- 4) pechning ishchi hajmida va boshqa dastgohlarda o'zgarmas bosim bo'lishi.

Bu talablar asosan qaynar qatlamning paydo bo'lishi va mustahkam ishlab turishiga qaratilgan. Sanoat ishlab chiqarish sharoitida qaynash qatlam havoning 15—16 kPa bosimida paydo bo'ladi. Bulardan 4—5 kPa li pechning tubi gidravlik qarshiligini bartaraf qilishga sarflanadi. Demak, «KC» pechining gidravlik qarshiligi taxminan 10 kPa ni tashkil qiladi. Bunday bosim tubda normal qaynar qatlam hosil qiladi, bu taxminan 1 t/m² ni tashkil qiladi.

Kuydirish jarayoniga texnologik ko'rsatkichlarning ta'siri

Kuydirish jarayonining muhim texnologik ko'rsatkichlari quyidagilardir:

- 1) ishlab chiqarish unumdorligi;
- 2) kuydirilayotgan shixtaning jarayon mahsulotlarida taqsimoti (kuyindi, chang, gaz);
- 3) texnologik gazdagi SO₂ miqdori;
- 4) kuyindining sifati (kukunligi, sulfid va sulfat shaklidagi oltingugurt miqdori, kremniy dioksidi va temirning mavjudligi).

Zamonaviy pechlarda havoni berish tezligi 10—13 m/s, nisbatlik sarfi 350—450 m³/(m² · soat) qo'llaniladi. Havodagi kislorod miqdori 28—32 foizgacha ko'tarilgan. Bunday sharoitlarda ishlab chiqarish unumdorligi 8—10 t/(m² · sutka) ni tashkil qiladi. Kislorod miqdorligini bundan ziyod ko'tarish mumkin emas, chunki kislorod

olish sarf-xarajatlari unumdorlik oshishini qoplamaydi. Undan tashqari, ortiqcha ajralib chiqqan issiqlikni pechdan chiqarish ham katta muammoga aylanib qoladi.

Moddalarni kuydirish 950—970 °C oralig'ida amalga oshiriladi. Jarayon natijasida qattiq moddalarning ajralib chiqishi, foiz: kuyindi 65; siklon changi 30; elektrofiltr changi 3,3; gazoxod changi 1,7.

Texnologik gazlarda SO₂ miqdorigining ko'payishi, sulfat kislotasi olishda qulaylik yaratadi. Oddiy havoda kuydirishda pechdan chiqayotgan gazda SO₂ miqdori 8,5—10 foizni tashkil etadi. Kislorodga boyitilgan havo qo'llansa — SO₂ miqdori 12—15 foizgacha ko'tariladi. Ammo gazoxod sistemalari yaxshi germetik qoplanmaganligi sababli, ikkilamchi havo tortiladi va natijada SO₂ miqdori biroz kamayadi.

Kuyindining sifati unga qo'yilgan talab bilan baholanadi. Kuyindida sulfidli oltingugurt miqdori 0,1—0,3 foizdan oshmasligi uchun, konsentratning kuydirishda desulfuratsiya darajasi 99,0—99,7 foiz bo'lishi kerak. Bunday yuqori desulfuratsiya darajasi jarayonning yakuniy davrda tezlikni o'ta pasayishi bilan bog'liqdir. Sulfid kurtagining yadro qismi kuyindi va gaz bilan kuchli to'sqinlikni yaratadi. Shuning uchun kurtakning tez yonishi bunday oltingugurtning kam miqdorini yetkazib bera olmaydi.

Kerakli natija moddani pechda uzoq vaqt bo'lishi bilan amalga oshiriladi. Amaliyotda bir modda o'rtacha pech ichida 12—14 soat bo'ladi.

Sulfatli oltingugurtning me'yorli miqdorigini (2—4 foiz) 950°C dan past haroratda olib borish kerak.

Odatda, kuyindi sulfat kislotasida eriydigan rux birikmalari 88—92 foiz oralig'ida bo'ladi. Agarda konsentratda kremniy dioksidi yuqori miqdorlikda bo'lsa, ZnO · SiO₂ birikma paydo bo'lmasligi maqsadida, kuydirishni pastroq haroratda (900—920 °C) olib borish kerak.

Odatda, kuyindi metall miqdori, konsentratga nisbatan, biroz ko'proq. Masalan, agar konsentratda rux miqdori 50,9 foiz bo'lsa, kuyindida bu ko'rsatkich 60,3 foizni tashkil qiladi.

Ajralib chiqqan changlar kuyindi bilan birga tanlab eritishga yuboriladi.

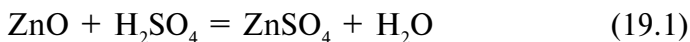
19-§. KUYDIRILGAN KONSENTRATNI TANLAB ERITISH JARAYONLARI

19.1. Kuydirilgan konsentratni tanlab eritish

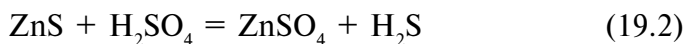
Kuyindini tanlab eritishning asosiy maqsadi kuyindi tarkibidagi rux birikmalarini iloji boricha eritmaga o'tkazish va elektrolizga toza eritma olishdir. Eritishni sulfat kislotasi yordamida olib boriladi. Sulfat kislotasini tanlashda quyidagilar hisobga olinadi:

- 1) rux oksidi — ZnO ning yaxshi erishi;
- 2) bo'lajak elektrolitik tiklanishda qulaylik;
- 3) rux zavodlarida sulfat kislotasining mavjudligi.

Rux oksidi sulfat kislotasining kuchsiz eritmasida yaxshi eriydi, rux sulfati esa — suvda:



Rux sulfidi qizitilgan kuchli sulfat kislotasida erishi mumkin:



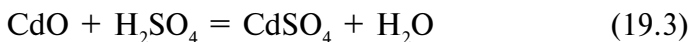
Bunda zaharli serovodorod ajralib chiqadi.

Kuydirish davomida bir qancha rux silikati, ($n\text{ZnO} \cdot m\text{SiO}_2$), ferrit ($x\text{ZnO} \cdot y\text{Fe}_2\text{O}_3$) va aluminatlar ($\text{ZnO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$) paydo bo'ladi. Bu birikmalar sulfat kislotada eritmasida qiyin eriydi. Ularning erish qobiliyati harorat va sulfat kislotasining konsentratsiyasi oshib borishi bilan ko'payadi.

Masalan, ferritdan ruxni eritmaga o'tkazish uchun sulfat kislotasining konsentratsiyasi 200—300 g/l va 80—90°C harorat talab qiladi.

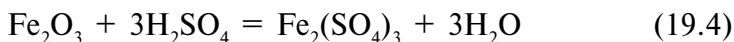
Ruxdan tashqari, kuyindida temir, mis, kadmiy, qo'rg'oshin, kumush, oltin, nikel, kobalt, marganets, bariy, kalsiy, aluminiy va boshqa metallar bor.

Kadmiy xususiyatlari bo'yicha ruxga yaqin, uning oksidi CdO sulfat kislotasida yaxshi eriydi:

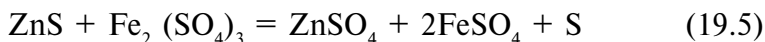


Kuyindidan eritmaga 85—90 foiz kadmiy o'tadi. Temir kuyindida, asosan, rux va mis ferritlar shaklida uchraydi. Bir qancha temir oksidlari Fe_2O_3 . Sulfat eritmasida Fe_2O_3 qisman eriydi.

Kuydirish pechining siklon changida biroz $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ uchraydi. Uch valentli temir sulfatining eritmada hosil bo'lishi:



Eritmada $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ mis birikmalari, SO_2 va metall sulfidlari bilan ikki valentli temir sulfati FeSO_4 ga tiklanadi. Bu jarayon ruxni kuyindidan eritmaga quyidagi reaksiya orqali o'tishiga ko'maklashadi:



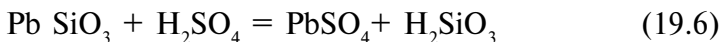
Eritmaga kuyindi (ogarak) dan faqat 3—4 foiz temir o'tadi, uning miqdorligi 1—2 g/l ni tashkil qiladi. Bunday miqdorlik keyinchalik mishyak, surma, germaniy va boshqa moddalardan gidrolitik tozalashda yordam beradi.

Mis ogarakda oksid (CuO , Cu_2O), ferrit ($n\text{CuO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$), silikat ($x\text{Cu}_2\text{O} \cdot y\text{SiO}_2$) shakllarda uchraydi. Eng osoni CuO eriydi va CuSO_4 ni hosil qiladi. Mis ferriti rux ferritiga o'xshab qiyin eriydi. Tanlab eritishda taxminan misning yarmi eriydi, yarmi esa kekda qoladi.

Surma (III) va mishyak (III) oksidlangan birikmalari ogarokni tanlab eritishda $\text{As}_2(\text{SO}_4)_3$ va $\text{Sb}_2(\text{SO}_4)_3$ shakllarda eritmaga o'tadi. Surma (V) va mishyak (V) oksidlari qiyin eriydigan birikmalardir.

Nikel, kobalt va manganetslar eriydi va NiSO_4 , CoSO_4 va MnSO_4 sulfatlarini hosil qiladi.

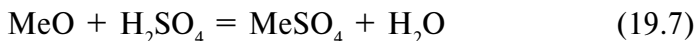
Tanlab eritishda qo'rg'oshin deyarli to'liq, quyidagi reaksiyaga asosan kekga o'tadi:



Qo'rg'oshin, mis va rux silikatlarining erishi eritmani kremniy birikmalari bilan ifloslantirishga olib keladi. Bu jarayon tanlab eritishdan bo'lajak cho'ktirish va filtrlashlarni qiyinlashtiradi.

Kumush kuyindida Ag_2S va Ag_2SO_4 shaklida uchraydi. Kumush sulfati yaxshi eriydi, keyin esa eritmada mavjud bo'lgan xlor ionlari bilan qiyin eriydigan AgCl birikmasi shaklda cho'ktiriladi. Kumush sulfidi erimaydi va kekda qoladi. Oltin to'liq qattiq qoldiqlarda qoladi.

Kalsiy va bariy oksidlari sulfat kislota eritmalarida qiyin eriydigan eritmalar hosil qiladi. Jarayonning kislotasi:



Qo'rg'oshin, kalsiy va bariy sulfat kislota qismini qiyin eriydigan sulfatlarga bog'laydi. Buni hisobga olganda, kuydirish davrida sulfatli oltingugurt miqdorini biroz ko'paytirish kerak bo'ladi.

Xlor, fluor, natriy va magniy birikmalari oson eriydi va eritmada to'planadi. Noyob metallar — talliy, galliy, indiy va germaniyalar qisman eritmaga o'tadi.

19.2. Kuydirilgan konsentratni tanlab eritish usullari

Dunyo amaliyotida turli xil tanlab eritish usullari qo'llaniladi: bir, ikki, uch bosqichli, davriy, uzluksiz va boshqalar. Eng keng tarqalgan usul uzluksiz qarama-qarshi oqimli ikki bosqichli tanlab eritishdir.

Ogarok (kuyindi) dan ruxning erishi H_2SO_4 konsentratsiyasi va harorat oshishi bilan tobora ko'tariladi. Ammo bunda zarra moddalar ham erishi mumkin. Bu esa bo'lajak elektrolitik jarayonlarda to'sqinlik qiladi.

Eritmada ko'p zarra moddalarning miqdori pH qiymatini 5,2—5,4 gacha ko'tarishi mumkin. Keyin esa rux gidrolizga uchrab, gidroksid shaklida cho'kmaga tushib qolishi mumkin.

Qarama-qarshi oqim prinsipida tanlab eritish ikkinchi bosqichni kuchli eritma bilan olib borishga imkon beradi (130—150 g/l H_2SO_4). Birinchi bosqichda esa tanlab eritish kuchsiz eritma bilan olib boriladi (50—60 g/l H_2SO_4). Buning natijasida birinchi bosqichda olinadigan eritmada sulfat kislotasi yo'q (pH=5,2—5,4). Bunday tanlab eritishda neytral eritmada zarra moddalar deyarli yo'q. Bu esa bo'lajak eritmani tozalashni osonlashtiradi va sarf-xarajatlarni kamaytiradi.

Tanlab eritishning birinchi bosqichida (neytral sikl) quyidagi texnologik masalalar yechiladi:

- 1) kuyindidan rux sulfatini va rux oksidini qisman eritish;
- 2) eritmadagi ortiqcha sulfat kislotasini neytralizatsiyalash;
- 3) eritmani zarra moddalardan gidrolitik tozalash;
- 4) eritmani qattiq moddalardan ajratib olish;
- 5) ogarokning issiqligidan oqilona foydalanish.

Neytral tanlab eritishning yakuniy maqsadi gidrolitik usul bilan tozalanadigan moddalardan toza ruxli eritma olishdir.

Tanlab eritishning ikkinchi bosqichi (nordon sikl) vazifalari:

- 1) kuyindidan ruxni to'liq eritish;
- 2) zarra moddalarining erishini cheklash;
- 3) mishyak va germaniyni oksidlantirish;
- 4) eritmani zarra moddalardan tozalash;
- 5) qattiq va suyuq fazalarni bir-biridan ajratib olish.

Nordon tanlab eritishning yakuniy maqsadi eriydigan rux birikmalaridan ozod kek olishdir.

Eritish usullarini tanlash xomashyoning sifatiga bog'liq. Ishlab chiqarishning katta hajmida, xomashyo tarkibi o'zgarishligida uzluksiz tanlab eritish maqsadga muvofiqdir.

Davriy tanlab eritish tez moslashuvchi bo'lganligi sababli, zarra moddalari yuqori miqdorli bo'lgan xomashyoni qayta ishlashdan afzalroq.

Davriy tanlab eritish uzluksizga nisbatan, kamroq ishlab chiqarish qayta ishlashda ko'proq sarf-xarajatlarni talab qiladi. Bir bosqichli tanlab eritish, odatda, davriy sxema bo'yicha olib boriladi.

Tarkibida 0,5 % mishyak yoki 8 % gacha kremniy dioksidi bo'lgan past sifatli boyitmalarni qayta ishlashda bir bosqichli sxemani qo'llash maqsadga muvofiq.

20-§. TANLAB ERITISHNING AMALIYOTI

Tanlab eritish davriy sxema bo'yicha o'tishining shartli talabi — ogarok sovitilgan va sinflarga bo'lingan bo'lishi kerak. Pechdan chiqqan ogarok (kuyindi) va changlar aralashmasining harorati 700—750°C bo'lgani uchun, ularni aerokolodilnik yoki konveyerlarda sovitiladi.

Sovitilgan aralashmani aroseparatorda kattaligi bo'yicha sinflarga bo'linadi. Yirik fraksiya (<0,3 mm) zoldirli tegirmonda yanchiladi va yangitdan klassifikatsiya (tasnif) qilinadi. Sinflangan kuydirilgan konsentrat tanlab eritishga yuboriladi.

Odatda, sinflash ikki bosqichda olib boriladi: neytral va nordon. Dastlabki (neytral) sinflash hamma pulpani ikki fraksiyaga bo'ladi: qum (+0,30 mm) va il (-0,3 mm), har bir fraksiya alohida tanlab eritishni talab qiladi. Neytral sinflashdan chiqqan eritmani neytral tanlab eritishga yuboriladi. Qum fraksiyasini esa ishlatilgan elektrolit bilan tanlab eritiladi (pulpaning qoldiq nordonligi 20—60 g/l H₂SO₄).

Qum fraksiyasini mexanik yoki pnevmatik agitatorida tanlab eritiladi. Bunda, ikki valentli temirni uch valentlikka oksidlantirish uchun marganets rudasi yoki piroluzit MnO₂ qo'shiladi. Tanlab eritishdan so'ng, qum yana sinflanadi. Nordon sinflashdan chiqqan qumlik mahsulot nordon tanlab eritishdagi rux kekidan deyarli farq qilmaydi. Shuning uchun bu fraksiya vels pechiga yuboriladi.

Neytral sinflashtan ajralib chiqqan eritmani, siklon va elektrofiltr changlari bilan neytral tanlab eritishga yuboriladi. Bu tanlab eritish pnevmatik tipidagi birin-ketin oʻrnatilgan agitatorlar qatorida oʻtkaziladi. Birinchi agitatorida sulfat kislotasini konsentratsiyasi 50—60 g/l tashkil etadi. Tanlab eritish davrida kislota neytrallanadi. Bunda aralashmalar gidrolizga uchrab choʻkmaga tushadi. Gidroliz jarayoni birinchi agitatorga marganes rudasini qoʻshib eritmani pH ni oʻzgartirib boshqariladi. Oxirgi agitatorida suyuq faza pH ni 5,2—5,4 gacha koʻtariladi. Gidrolizni toʻliq oʻtilgani oxirgi agitatoridan chiqayotgan pulpadagi temir (II) miqdorligi orqali baholanadi. Odatda bu miqdorlik 30—50 mg/l tashkil qilishi kerak.

Neytral sikldagi oxirgi agitatoridan pulpani quyuqlashtirgichga yuboriladi. Neytral quyuqlashtirgichdan chiqqan eritma, odatda, yaxshi tindirilgan qattiq moddani miqdorligi 1 g/l dan oshmaydi. Eritma oʻzi bilan tanlab eritish mahsuloti hisoblanadi. Uni zarralardan tozalab, ruxni elektrolitik tiklanishga yuboriladi.

Neytral quyuqlashtirgichlarning quyuq mahsuloti Q : S=3—4 ga ega boʻlib, nordon siklni pnevmatik agitatorlarga yuboriladi. Nordon tanlab eritishning birinchi agitatoriga miqdorligi 40 g/l rux va 120—160 g/l H₂SO₄ boʻlgan ishlatilgan elektrolit beriladi.

Oxirgi agitatorida sulfat kislota miqdorligi 0,5—1,0 g/l gacha pasayadi, Q : S ning nisbatligi esa 10—12 gacha koʻtariladi.

Nordon siklda oxirgi agitatorida pulpa quyuqlashtiriladi. Quyuqlashtirgichda pulpa oxirgi agitatorida ZnO qoʻshimcha eriydi, kislota neytrallashib, pH 4,0—4,5 koʻtariladi, aralashmalar gidroliz boʻlib choʻkmaga oʻtadi.

Tanlab eritish dastgohlari

Uzluksiz tanlab eritishga, odatda, pnevmatik agitator pachuk qoʻllaniladi. Pachuk oʻzi bilan zanglamaydigan poʻlat yoki temir-betondan tayyorlangan silindr shaklidagi chandir. Chan ichki yuzasi qoʻrgʻoshin yoki kislota taʼsir qilmaydigan keramika bilan futerlangan (himoya qilingan). Channing balandligi 6—10 m, diametri 3—4 m, ishchi hajmi 40—100 m³.

Channing markazida vertikal truba — aerolift oʻrnatilgan. Bu truba orqali 0,2—0,25 mPa bosimda havo beriladi. Havo pulpa bilan aralashib, yengil aralashma hosil qiladi va tepaga ogʻir pulpa bilan siqib chiqariladi.

Aeroliftni tashqari tomondan og‘ir, havo bilan to‘yinmagan, pulpa pastga va tanlab eritish reaksiyalarining o‘tishiga ko‘maklashadi.

Tanlab eritishning kerakli davomiyligini yuzaga keltirish maqsadida birin-ketin o‘rnatilgan bir necha pachuklar o‘rnatiladi. Dastlabki pulpani birinchi pachukka yuklanadi, oxirgi pachukdan esa pulpani quyuqlashtirgichga yuboriladi.

Davriy tanlab eritishda jarayon mexanik aralashtirgichli agitatorida olib boriladi. Uning hajmi 150 m³ ga yetadi. Aralashtirgich moslamada kislotabardosh po‘latdan tayyorlangan propelfli dastgoh o‘rnatilgan.

Kerak bo‘lsa, agitatorlarga isitish moslamasi o‘rnatiladi va tanlab eritish yuqori haroratlarda olib borilishi mumkin bo‘ladi.

Kuydirilgan rux konsentratini tanlab eritishda olingan pulpani qattiq va suyuq fazalarga ajratiladi. Fazalarni ajratish uchun quyuqlashtirish va filtrlash qo‘llaniladi.

Quyultirgich diametri 10–18 m va balandligi 4–5 m bo‘lgan channndan iborat.

Qattiq moddali pulpa changa yuklanadi. Quyultirgichda qattiq moddalar cho‘kadi va moslamadan chiqariladi. Pulpaning suyuq fazasi channing yuqori qismidan chiqarilib, keyingi texnologik jarayonlarga yuboriladi.

Quyuuqlashtirish jarayonini jadallashtirish maqsadida pulpaga poliakrilamid (PAA) qo‘shiladi. Poliakrilamid mayda zarrachalarni kattalashtirib, og‘ir flokulalarga o‘tkazadi. Tindirilgan eritma tozalashga yuboriladi. Q : S nisbati 2 ÷ 3 ga teng bo‘lgan quyultirilgan pulpa filtrlashga yuboriladi. Quyuuqlashtirgichning ishlab chiqarish unumdorligi neytral siklda quyuuqlantirilgan mahsulot bo‘yicha 2,5–4,0 t/m²· sutkada.

Diskali filtrni, unumdorligi 1 m² filtrlash yuzasiga bir sutkada 1–2 t ni tashkil qiladi. Kekning namligi 30–35 %. Umuman filtrlash yuzasi 80–100 m² ni tashkil qiladi.

21-§. RUX SULFAT ERITMASINI ZARRALARDAN TOZALASH

Sulfat eritmasidagi mavjud bo‘lgan hamma zarra moddalarni 4 guruhga bo‘lsa bo‘ladi.

1. Fe, Al, Cu, As, Cd, Ge, Jn, SiO₂.
2. Cu, Cd, Ni, Ta.

3. Co, Cl, F.

4. K, Na, Mg, Mn.

Birinchi guruhdagi aralashmalar eritmadan gidroliz, birga cho‘kish, adsorbsiya va koagulyatsiya yo‘llari bilan ajralib chiqadi.

Ikkinchi guruhda moddalardan tozalash — sementatsiya usuli bilan olib boriladi. Bunda elektr salbiyroq bo‘lgan rux undan elektr manfiy elementlarni siqib chiqaradi va cho‘kmaga o‘tkazadi. Rux o‘zi esa ion holatda eritmada qoladi va uni boyitadi.

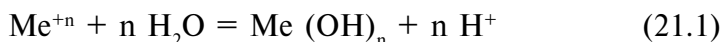
Uchinchi guruhdagi moddalar faqat kimyoviy usul bilan chiqariladi. Ular maxsus qo‘shilgan reagent bilan qiyin eriydigan birikmalar hosil qilib, cho‘kmaga o‘tadi.

To‘rtinchi guruhdagi elementlar umuman ajralib chiqmaydi va eritmada to‘planadi. Ulardan tozalash uchun eritma qismi jarayondan chiqarilib, shu elementsiz toza eritmaga almashtiriladi, chiqarilgan eritmadagi rux keyinchalik ajratib olinadi.

Gidrolitik tozalash

Gidrolitik tozalash metall kationlarni eritmada suv bilan o‘zaro bog‘lanib, qiyin eriydigan gidrooksid hosil qilishga asoslangan. Bunda metallning konsentratsiyasi pasayadi va eritma tozalanadi.

Umumiy holda kationning gidroliz reaksiyasi yoziladi:



bunda: Me^{n+} — metall kationi; n — kation zaryadi.

21.1 reaksiyasining borishi eritma pH ga bog‘liqdir: nordon muhitda metall gidrooksidi eriydi, aslida esa cho‘kadi.

Har bir metallda o‘ziga xos eritma pH qiymati bor, qaysiki gidroliz reaksiyasi muvozanatda bo‘ladi. Bu pH ning nomi — pH° g. Standart sharoitlar uchun ($a=1 \text{ mol/l}$, $t= 25\text{C}^\circ$) bir qancha pH qiymatlari:

Metall kationi	Co ³⁺	Sb ³⁺	Sn ²⁺	Fe ²⁺	Al ³⁺	Cu ²⁺	Zn ²⁺	Fe ³⁺	Cd ²⁺
pH	1,0	1,2	1,4	1,6	3,1	4,5	5,9	6,7	7,0

Bu qatorda ruxda chap tomondan joylashgan aralashmalar gidroliz yo‘li bilan tozalanishi mumkin.

Neytral tanlab eritishda pulpani pH 5,2 — 5,4 oralig‘ida ushlab turadi. Bunda rux gidroliz ham bo‘lmaydi. Ionlar Co (III), Sb (III),

Sn (II), Fe (III), Al(III) bu sharoitlarda erimaydigan gidrooksidlar hosil qiladi.

Agar (21.1) reaksiya standart sharoitlarda o'xshamasa, pH qiymati kation eritmalardagi aktivligiga bog'liqdir.

$$\text{pH} = A - 1/n \lg C_{\text{me}^{n+}} \quad (21.2)$$

bunda: C — kationning eritmadagi konsentratsiyasi, mol/l; A — kationga xos doimiylik.

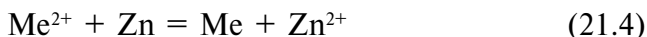
$$\text{O'z qatorida } A = -\lg L - \lg K \frac{1}{n} - \lg \text{Me} \quad (21.3)$$

bunda: L — gidrooksidning erish qobiliyati; K — suvning ionlar ko'paytmasi; Me — kationning aktivlik koeffitsiyenti.

Shunday qilib, neytral tanlab eritish sharoitlarida qiyin eriydigan Fe (III), As (III), Sb (III), aluminiy, Cu (II) va bir qancha noyob metallar gidrooksidlari cho'kmaga o'tadi va sulfat eritmasi bu zarra moddalardan tozalanadi.

Eritmani sementatsiya yo'li bilan tozalash

Sementatsiya elektrokimyoviy reaksiyaga asoslangan:



Bunda aralashma metall ion holatidan metallik holatiga o'tadi va cho'kadi, rux — aksincha.

Sementatsiya jarayonining asosida sementator metallning ionlanishi qo'yilgan:



Rux ionlari eritmaga o'tadi. Standart sharoitlarda (25°C; $C_{\text{Zn}} = 1 \text{ mol/l}$) rux ionlarining o'z-o'zidan eritmaga o'tishi to'xtaydi, qachonki metallning potentsiali $E = -0,763 \text{ V}$ ga yetadi. Ionlanish davom etishi mumkin bo'ladi, agarda metallik ruxdagi ortiqcha elektronlarni qandaydir ion o'ziga qabul qilsa, masalan, Cd, Cu, Ni va boshqalar. Bunda aralashma metall ioni tiklanadi va sirtida metall shaklda o'tiradi:



Metallik ruxdan elektronlarni faqat elektr-musbat metall va elementlar qabul qilishi mumkin. Demak, sementatsiya usuli bilan eritmadan faqat ruxdan elektr musbat aralashma zarra metallarni ajratib olish mumkin.

Qaysi metallar ajratib olish mumkinligini ularning standart elektrod potentsiallarini solishtirib aniqlasa bo'ladi. Standart potentsiali — 0,763 V dan musbat hamma metallar sementatsiya yo'li bilan tozalanishi mumkin.

Standart potentsiali bo'yicha bir-necha ma'lumotlar:

Metall	E°, B	Metall	E°, B
Na (I)	-2,714	Fe (II)	- 0,0440
Al (III)	-1,663	Cd (II)	- 0,403
Mn (II)	- 1,179	Co (II)	- 0,277
Zn (II)	- 0,763	Fe (III)	- 0,037

Sementatsiya natijasida cho'kma hosil bo'ladi. Cho'kmada mis, kadmий va reaksiyaga kirmagan rux mavjuddir. Cho'kma — mis — kadmий keki filtrlanib, kadmий olishga yuboriladi.

Eritmani kimyoviy tozalash usuli

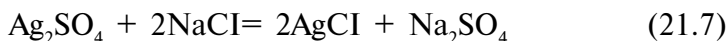
Kimyoviy usul bilan rux sulfat eritmasini kobaltdan tozalanadi. Eritmada kobaltning miqdori 7—10 mg/l ni tashkil qiladi. Agarda uning konsentratsiyasi 3—4 mg/l dan ziyodroq bo'lsa, bo'lajak ruxning elektroliziga xalaqit beradi.

Kimyoviy usulda eritmaga reagentlar nitrozo-naftol ($C_{10}H_6N OOH$), yoki Shlippe tuzi ($Na_3SbS_4 \cdot nH_2O$) beriladi. Jarayon 2—4 soat, 40—50°C da o'tadi. Shu davrda kobaltning qiyin eriydigan birikmalari hosil bo'ladi va cho'kmaga o'tadi. Cho'kma eritmadan filtrlarda ajratiladi. Filtrlashdan oldin eritma ohak bilan $pH = 5,4$ neytrallanadi.

Kobaltning qoldiq miqdori eritmada 1—2 mg/l ni tashkil qiladi. Cho'kma esa 2% kobaltga ega. Bu cho'kmadan kobaltni ajratib olish mumkin.

Eritmada xlorning miqdori 500—800 mg/l gacha boradi. Bo'lajak texnologik operatsiyalarga xalaqit bermasligi uchun, xlorning miqdorligi 80—150 mg/l dan oshmasligi kerak.

Xlordan eng effektiv tozalash usuli — uni kumush tuzlari bilan cho'ktirishdir:



Xlor kuchsiz nordon muhitda, qoldiq miqdorligi 1—2 mg/l gacha cho'ktiriladi. Odatda, eritmani qisman tozalanadi va tozalanmagan eritma bilan aralashiriladi.

Bir xil zavodlarda mis tuzlari yordamida tozalanadi.



Xlorning qoldiq miqdori 100—50 mg/l ni tashkil qiladi.

22-§. RUXNING ELEKTR TIKLANISHI. RUXNING ELEKTR TIKLANISH NAZARIYASI

Rux — og'ir, rangli metallar ichida eng elektrmanfiylardan biri. Uning standart potentsiali — 0,7636, vodorodniki esa — 0,08, ya'ni $E_{\text{H}_2} > E_{\text{Zn}}$. Buning natijasida ruxning elektr tiklanishi murakkab, tezda o'zgaradigan, noturg'un elektrkimyoviy jarayon. Elektrmanfiy ruxning, elektrmusbat vodorodga nisbatan elektrodga o'tirishi, vodorodga o'tirishi, vodorodning ruxda o'ta kuchlanishi bilan bog'liqdir. Shuning uchun, elektr tiklanishda o'ta kuchlanishni saqlab turadigan sharoitlarni saqlab turish kerak. Vodorod kuchlanishiga oid hamma omillar ruxning korroziyasiga va tokdan foydalanish koeffitsiyentini pasayishiga, rux elektr tiklanish jarayonining buzilishiga olib keladi.

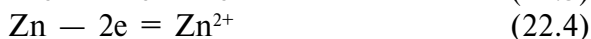
Vodorodning o'ta kuchlanishiga tok zichligi, harorat, katodda o'tirgan rux sirtining ahvoli, elektrolit tarkibi va zarra aralashmalarining mavjudligi ta'sir qiladi.

Amaliyotda ruxni elektr o'tkazish yashik shaklidagi vannada, erimaydigan qo'rg'oshin yoki qo'rg'oshin kumush anod yordamida o'tkaziladi. Vannaga uzluksiz tozalangan neytral rux eritmasi beriladi va ishlatilgan elektrolit chiqarib yuboriladi. Rux aluminiydan yasalgan matritsaga cho'ktiriladi, ulardan biri sutkada bir marta ajratib olinadi.

Yaproq katod ruxni induksion pechda xlor ammoniy qatlam ostida eritiladi va quyma moslamaga quyiladi.

Sulfat kislotali rux eritmasidan metallni katodga cho'ktirishda, quyidagi reaksiyalar o'tishi mumkin:





Katod potentsiali, elektrolit tarkibi va elektr o'tkazish sharoitlariga qarab 22.1—22.4 reaksiyalardan biri o'qib o'tadi. Katodda ionlarning razryad potentsiali Nernst tenglamasi bilan aniqlanadi:

$$E = E_0 + \frac{RT}{nF} \cdot \ln a + \varphi \quad (22.5)$$

bunda: E_0 — ionning normal potentsiali; R — gaz doimiyligi; T — absolut harorat; F — Faradey konstantasi; n — iondagi zarralar soni; a — ion aktivligi; φ — polarizatsiyalanishi.

Vodorodning ruxdagi o'ta kuchlanishi tok zichligi bilan Tafel tenglamasi orqali bog'langan:

$$\eta = a + b \lg i \quad (22.6)$$

Bunda: a va b — doimiylklarning qiymatlari: $a = 1,24$ va $b = 0,118$.

Texnikaviy ruxda vodorodning o'ta kuchlanishi tok zichligiga bog'liq. Masalan, tok zichligining $400 - 600 \text{ A/m}^2$ oralig'ida, o'ta kuchlanish qiymati $1,11 - 1,13 \text{ V}$ ni tashkil qiladi.

Ruxning elektr o'tkazish amaliyotida vodorodning ruxdagi o'ta kuchlanishini oshirish katta ahamiyatga ega. Uni tok zichligini oshirish, elektrolit haroratini pasaytirish, eritmani zarra moddalardan tozalash, eritmaga aktiv moddalar qo'shish yo'llari bilan amalga oshirish mumkin.

Tokdan foydalanish koeffitsiyenti rux konsentratsiyasi pasayishi bilan kamayadi. Ayniqsa, rux konsentratsiyasi 50 g/m^3 dan pastroq bo'lib qolsa, kislota elektrodida konsentratsiya kamayishi tokdan foydalanishni oshiradi.

Harorat oshishi tokdan foydalanishning pasayishga olib keladi.

Elektr quvvatining solishtirma sarfi aniqlanadi:

$$W = U / 1.219, \text{ kVt} \cdot \text{s/kg}$$

Bunda: U — vannadagi kuchlanish, $1,219$ — elektrokimyoviy ekvivalent.

Vanna elektr balansi

Nordonlik 91 g/l, harorat 35°C, bir xil elektrodlararo masofa 76 mm, tok zichligi 373 A/m² sharoitlarda ishlaydigan vannaning elektr balansi:

Ko'rsatkich	Vannadagi kuchlanish, V	Umumiy qismi, %
Elektrodlardagi potentsiallar ayirmasi	2,892	77,2
ΔU, shlam va anodda	0,03	0,8
ΔU, eritmada	0,561	15,0
ΔU, kontaktlarda	0,261	7,0
ΔU vannada	3,744	100,0

Zavodlarning faoliyatiga asoslangan holda, elektrolitda zarra aralashmalarining ruxsat etilgan miqdorliklari 22.1-jadvalda ko'rsatilgan:

22.1-jadval

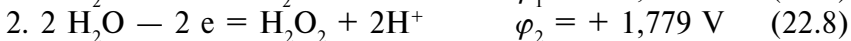
mg/g		mg/l		g/l	
Cu	0,1 – 0,2	C	2 – 8	Mn	3 – 10
Co	2 – 4	As	0,1 – 0,2	Mg	10 – 17
Ni	0,5 – 1,0	Sb	0,1 – 0,2	Na	5 – 10
Fe	50 – 100	Cl	0,05 – 0,1	Cl	0,05 – 0,1
A	0,03 – 0,04				

Zarra aralashmalarining miqdorini ko'rsatilgan chegaralarda ushlab turish, foydalanish bilan yuqori sifatli rux olish imkoniyatini beradi.

Anod jarayoni

Anod — qo'rg'oshin yoki uning kumush bilan quymasidan tayyorlangan. Qo'rg'oshinni anod sifatida qo'llash uning sulfat kislotali elektrolitda passivlik holatiga o'tishi bilan bog'liq. Passivlik holatiga o'tishi uning sirtida PbO oksid qatlami paydo bo'lishi bilan tushuntiriladi.

Anodda taxminan quyidagi reaksiyalardan biri oqib o'tadi:





bunda: φ — oksidlovchi-tiklovchi potensial.

Rux elektr choʻktirishining real sharoitlarda (22.7) reaksiyani oʻtish ehtimoli koʻproq.

Qoʻrgʻoshindan tayyorlangan anodlarda bir qancha kamchiliklar bor:

1) anodda kislorodni ajralib chiqish jarayonini yuqori potensial (2,1 V, tok zichligi 500 A/m² da);

2) eritmada qoʻrgʻoshinning qisman eruvchanligi va elektrolitni zarra moddalar bilan ifloslantirish;

3) elektroliz jarayonida anodlarning tashqi koʻrinishining oʻzgarishi.

Bu kamchiliklardan qoʻrgʻoshin bir foiz kumush bilan qoʻshilgan anodlar ozod, shuning uchun bunday anodlar amaliyotda keng tarqalgan.

23-§. RUX ELEKTROLITIK TIKLANISHINING AMALIYOTI

Elektroliz jarayonlari oʻtkazish sharoitlariga qarab zavodlar 3 guruhga boʻlinishi mumkin:

1. Tok zichligi 350—500 A/m² va ishlatilgan elektrolitning kislotaliligi 90—120 g/l H₂SO₄ zavodlarda (standart sxema).

2. Tok zichligi 500—600 A/m² va ishlatilgan elektrolitning kislotaliligi 150—200 g/l H₂SO₄ zavodlarda (intensivlashgan sxema).

3. Tok zichligi 1000 A/m² va ishlatilgan elektrolitni kislotaliligi 300 g/l H₂SO₄ zavodlarda (Teynton metodi).

Hamma zavodlarning asosiy yoʻnalishi iloji boricha toza elektrolit bilan ishlash — mishyak, surma va kobalt kabi aralashmalardan chuqur nisbatdan yuqori haroratda ishlashga imkon beradi.

MDH davlatlarida elektrolizni 500—550 A/m² tok zichligida olib boriladi. Sanoat tarkibi shuni koʻrsatadiki, tok zichligi 500 dan 700 A/m² gacha oshirilsa, elektroliz vannasi unumdorligi 40 foizga koʻtariladi va nisbatlik elektr energiyasining sarfi faqat 6 foiz oshadi. Iqtisodiyot tomonidan bu tadbir oqlangandir. Elektroliz koʻrsatkichlarini yaxshilash uchun, koʻpincha qoʻshimcha sifatida stolar kleyi beriladi. Uning sarfi 1 t quyma ruxga 0,1—0,55 kg ni tashkil etadi. Qanchalik elektrolitda aralashmalar koʻp boʻlsa, kley sarfi shuncha oshib bora-

di. Ammo bunda elektrolitning o'zi kley bilan zaharlanadi va bu tadbir cheklangan holda qo'llanishi mumkin.

Elektroliz sexlariga sulfat kislota bug'i chiqishi oldini olish uchun, elektrolitga ko'pik beruvchi moddalar qo'shiladi. MDH davlatlarida shunday modda hisobida saponin (sovunli ildiz) qo'llaniladi. Nisbatan murakkab va mustahkam ko'pikni albumin (buqa qoni) tashkil qiladi. Albuman ham qo'llanishi mumkin.

Elektrolit aylanishi va sovitilishi

Eritmaning aylanishi uni sovitish sistemasiga bog'liq. Zamonaviy zavodlarda vannadan bir balandlikda joylashgan va neytral, tozalangan hamda ishlatilgan elektrolitlarning intensiv aylanishligi qo'llaniladi. Bunday aylanish sistema intensiv sxemada ishlaydigan zavodlarda qo'llaniladi, chunki ajralib chiqayotgan fizikaviy issiqligini maxsus moslama bilan chiqarishning iloji yo'q. Bu holatlarda elektrolitni markazlashtirgan sovitish sistemasi qo'llaniladi. Sovitish vakuum-bug'lanish dastgohida o'tkaziladi.

Aylanish va sovitish sistemasini tanlash elektroliz tarkibiga bog'liq. Tok zichligi 400—550 A/m² atrofida bo'lsa, bir karra aylanish yetarlidir. Bunda elektrodda ajralib chiqayotgan gaz eritmani qo'shimcha aralashtiradi.

Elektroliz sexlarini tashkil qilish

Rux elektroliz sexlari uchta asosiy bo'limlardan iborat: tok berish elektroliz va katodli ruxni qayta eritish. Vannalar bir balandlikda o'rnatiladi.

Elektroliz sexining asosiy dastgohi anod va katodli vanna, tok o'tkazuvchi shishalar, elektrolitni quyish va chiqarish moslamalari va uni sovitish. Vanna temir-betondan tayyorlanib, uning ichki o'lchamlari: uzunligi 1,5—3,9 m; eni 0,8—0,9 m; chuqurligi 1,0—1,4 m. Vannaning ichki sirti viniplast bilan tayyorlangan.

Vannadagi katod va anodlarning soni vanna o'lchami va elektrodlar masofasiga bog'liq. Ko'p zavodlarda bir xil elektrodlar aro masofa 70—80 mm. Bu masofani kamaytirish qo'shimcha elektrodlar joylashtirishga imkon yaratadi. Bu tadbir tok zichligi o'zgarmagan holda unumdorlikni oshirishi mumkin. Faqat elektrodلarni o'ta yaqinlashtirish katod va anodlarda qisqa tutashuv bo'lishiga olib kelishi mumkin.

Katodlar A 1 markali aluminiydan tayyorlanadi. Uning eni 4—5 mm. Dendrit hosil bo'lishini kamaytirish maqsadida katod anodga nisbatan 20—25 mm ga eniroq va uzunroq qilinadi.

Katodlarning chekkalariga rux o'tirmasligi uchun unga rezinali plyonka kiydiriladi.

Anodni ko'pchilik zavodlarda 1 foiz kumushi bor qo'rg'oshin eritmasidan yasaladi.

Elektrolitlarni sovitish vakuum-bug'lovchi moslamalarda o'tkaziladi. Uning ishlash prinsipi: suyuqlik ustida vakuum paydo qilinadi. Buning natijasida suv qaynaydi va bug'lanadi. Qolgan eritma esa bug'lanish issiqligi natijasida belgilangan haroratgacha sovitiladi.

Vannalarni va elektrolarni elektr zanjiriga ulash sxemalari

Sanoatda qo'llaniladigan elektr to'g'rilagichlar kuchlanishini 550—750 V. Vannadagi kuchlanish 3,5—3,7 V bo'lgani uchun, zanjirga birin-ketin 150—200 vanna ulanadi. Bular bir seriyani tashkil qiladi.

Vannalar ikkilangan qator bilan ulanadi. Elektrolizni boshqarishda, vannalarning eritma bilan ta'minlanishi katta ahamiyatga ega. Vannaga neytral eritmaning sarfi 1,5—4,0 l/min oralig'ida bo'ladi. Sulfat kislotaning miqdorliligi rux va kislota molekular og'irliklarining nisbatligidan kelib chiqadi:

$$K = 1,5 (S_m - S_i) \text{ g/l}$$

bunda: K — ishlatilgan elektrolitdagi kislotaning konsentratsiyasi, g/l; S_m — neytral elektrolitdagi ruxning miqdorliligi, g/l; S_i — ishlatilgan elektrolitdagi ruxning miqdorliligi, g/l. Neytral eritmaning zichligi, asosan, undagi ruxning miqdorligiga bog'liq. Rux eritmasini sulfat kislotasiga almashtirish, elektrolitning zichligini kamaytiradi. Odatda, rux cho'kmasini katodda o'stirish 24 soat davom etadi. Rux katoddan qo'l moslamalari yordamida ajratib olinadi. Vannadan bir paytda 5—10 katod olinadi.

Katodli rux xlorli ammoniy ostida induksion pechda eritiladi. Xlorli ammoniyning sarfi cho'tkali ruxning 0,5—0,6 foizini tashkil qiladi. Pechning sig'imi — 20 t, ishlab chiqish unumdorligi — 120 t/sutkada.

- Bir necha texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlar:
- tokdan foydalanish — 91,2 foiz;
 - elektr quvvatining nisbatlik sarfi — 3010 kVt · s/t;
 - vannadagi elektr kuchlanish, — 3,29 V;
 - ruxning isrofgarchiligi — 0,3 — 0,4 foiz;
 - ruxning changga o'tishi — 1,5 — 2,0 foiz.

24-§. RUX KEKINI VELSEVLASH USULI BILAN QAYTA ISHLASH

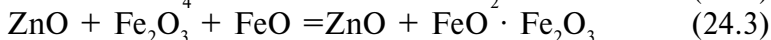
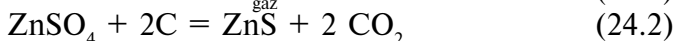
Rux keklari sulfidli konsentratning gidrometallurgik usuli bilan qayta ishlash texnologiyasini yakunlovchi mahsulot hisoblanadi. Uning chiqishi dastlabki xomashyo sifatiga bog'liq. Boy va toza konsentratlarda kekning chiqishi 20—25 foiz bo'ladi. O'rta sifatli konsentratdan esa 40—45 foiz kek ajralib chiqadi (konsentratning massasiga nisbatan).

Rux keklarining taxminiy tarkibi, %: 19—24 Zn; 5—12 Pb; 0,3—1,3 Cu; 0,1—0,2 Cb; 23—32 Fe; 5—10 S (buning ichida 1,5—5,0 S); 10—12 SiO₂; 0,4—3,2 CaO; 0,3—1,3 MgO; 0,5—1,0 Mn va 170—425 g/t Ag. Ruxning kekda shunday katta miqdorligi kuydirish davrida ferritlar paydo bo'lishi bilan tushuntiriladi.

Agarda rux, qo'rg'oshin va ular birikmalarining yuqori uchuvchanligidan foydalanilsa, ma'lum sharoitlarda uchadigan jismlarni vozgon shaklga o'tkazish mumkin. Vozgon asosan rux va qo'rg'oshin oksidlaridan iborat bo'ladi, qoldiqda esa klinker bo'ladi. Klinkerda boshqa elementlardan — mis va nodir metallar bor. Bunday tiklovchi-distilatsion kuydirish rux keklarini qayta ishlashda keng tarqalgan va **velsevlash** usuli deb nomlangan.

Velsevlash yoki vels — jarayon aylanadigan trubali pechda, 1000—1200°C harorat oralig'ida o'tkaziladi. Haroratning yuqori qiymati shixta eruvchanligi bilan cheklangan, qaysi butun jarayon davomida qattiq holatda bo'lishi kerak.

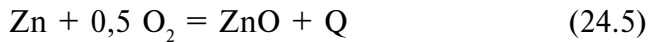
Shixta tarkibiga tiklovchi modda koks kiritiladi. Bunda jarayonning dastlabki daqiqalarida quyidagi reaksiyalar ro'y beradi.



Gaz fazasida CO ning oksidlanishi yuqori haroratni ushlab turishga ko‘maklashadi:



ruх bug‘lari esa oksidlanadi:

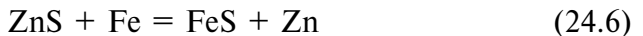


va gaz oqimi bilan chang ushlab sistemasi chiqariladi.

Pechning birinchi qismida deyarli to‘la ruх sulfati va qisman ruх ferriti ajraladi. Buning natijasida ruхning sulfid va oksid turlari oshadi. Pechning ikkinchi qismida (24.1, 24.3) reaksiyalar oqib o‘tishi natijasida oksid va ferritlar keskin kamayadi.

Pechning o‘rta qismida ruх oksidi kremniy dioksidi bilan o‘zaro bog‘lanib, silikatlar ko‘payishiga olib keladi.

Temir ruх va qo‘rg‘oshin ferriti, magnetit va gematit shakllarda albatta velsevlashga kelgan kekda bo‘ladi. Bu temir pechning ikkinchi yarmida oksid va sulfidlardan metallik holatiga aktiv tiklanadi. Buning natijasida qo‘shimcha ruх qiyin tiklanadigan moddalardan vozgon shaklga o‘tadi:



Shunday qilib, velsevlash jarayonining yakunida pechning reaksiyon massasida ruхning oksid, sulfid va silikat shakllari kamayadi. Klinkerda ruхning qolgan miqdori 0,1—1,0 foizni tashkil qiladi. Klinkerda ruх quyidagi shakllarda uchraydi, sulfid 45; silikat 17; aluminat-ferrit 20; oksid 18 foiz.

Velsevlash davrida temir ruхning ajralib chiqishiga ko‘maklashadi. Faqat 1180°C da (2FeO · SiO₂) — FeO evtektikasi eriydi va qattiq cho‘kma (nastil) paydo bo‘lishiga olib keladi. Undan tashqari, temirning uglerodlanishini cho‘yan hosil qiladi va ular yirik zo‘ldir turiga aylanadi. Shu sababli vels pechda 1150°C yuqori harorat zonasi iloji boricha qisqa bo‘lishi kerak.

Qo‘rg‘oshin kekda quyidagi shakllarda bo‘ladi, %: sulfat 60; ferrit 10—15; silikat 10—15; sulfid 5—10. Velsevlash davrida qo‘rg‘oshinni sulfid va oksidi par holatiga o‘tib, vozgon tarkibiga kiradi.

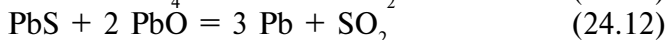
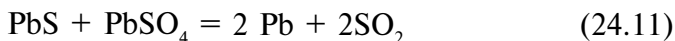
Pechning birinchi yarmida qo‘rg‘oshin sulfatining sulfidgacha intensiv tiklanishi bo‘ladi:



PbS qisman uchib vozgonga o‘tadi, qolgan qismi esa mis va temir sulfidlari bilan shteyn hosil qiladi. Sulfatning qismi ajraladi va oksid hosil qiladi:



Qo‘rg‘oshin birikmalari o‘zaro bog‘lanib, metallik qo‘rg‘oshin hosil qilishlari mumkin:



Metallik qo‘rg‘oshinlar holatiga o‘tmaydi va klinkerda to‘planadi. Klinkerda qo‘rg‘oshin qoldiq miqdori 0,5—0,8 foiz. Klinkerdagi shakllari, %: metall 40; sulfid 29; aluminat 25; oksid va silikat 6. Mis, oltin va kumush velsevlash davrida to‘liq klinker tarkibiga o‘tadi.

Velsevlash jarayoni uzunligi 100 m dan ko‘proq bo‘lgan quvur-simon pechda olib boriladi. Uning diametri 2—2,5 m. Pech gorizontalga nisbatdan 3—5 burchak gradus qiyalikda joylashgan. Pech ichki sirti futerlangan.

Vels pechning taxminiy issiqlik balansi, foiz:

kirish		chiqish	
Koks yonishi	75	Texnologik gazlar	40—45
Tabiiy gaz yonishi	4	Klinker	11—15
Ekzotermik reaksiyalar	21	Endotermik reaksiyalar va shixtaning isitilishi	12—15
		Shixtaning namligi, bug‘lanishi	10—12
		Kladka orqali isrofgarchilik	10—15

Pechga yuklanadigan materiallar kattaligi 5—10 mm bo‘lishi kerak.

Koksning shixtadagi miqdori qayta ishlanadigan modda og‘irligining 35—45 foizini tashkil qiladi.

Pechda shixta barabanni 1 ayl/min tezligida aylanishida aralash-tiriladi va bosh qismidan pastga qarab siljiydi. Odatda, shixta pech hajmining 15—20 foizini egallaydi.

Kuydirishda ajralib chiqadigan gazlar sovutiladi va changdan tozalanadi. Katta o'lchamli chang shixtdan mexanik ajralib chiqqan bo'ladi va changning umumiy qismidan 5—6 foizini tashkil qiladi. Bu chang ushlanib, yangitdan vels pechga yuklanadi. Mayda vozgonglarda 60—70 foiz rux bor. Ular filtrlarda ushlanib, mustaqil qayta ishlanadi. Ruxning vozgonga ajralib o'tishi 90—93 foizni tashkil qiladi, qo'rg'oshin esa — 90 foiz.

Pechning nisbatlik ishlab chiqish unumdorligi bir sutkada 1 m³ ishchi hajmdan taxminan 1 t shixtani tashkil qiladi.

Klinkerning taxminiy tarkibi, %: 0,9—6 Cu; 0,7—2 Zn; 0,5—1,5 Pb; 2—4 Fe; 15—20 C; 2—20 g/t Au; 50—200 g/t Ag.

25-§. RUX KEKINI GIDROMETALLURGIK USUL BILAN QAYTA ISHLASH

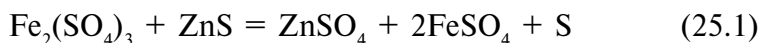
Rux kekini gidrometallurgik usul bilan qayta ishlash rux ferritini sulfat kislotasida eritishga asoslangan. Bunda rux va temir eriydigan sulfat holatiga o'tkaziladi. Keyinchalik temir eritmadan har xil qiyin eriydigan birikmalar shaklda (gidrooksid, getit, yarozit) cho'ktiriladi. Rux ferriti yuqori konsentratsiyali sulfat kislotasida baland haroratlarda eriydi.

Rux kekini gidrometallurgik qayta ishlash hozirgi paytda keng tarqalayotgan jarayon. Ko'p ixtiro qilingan usullardan faqat getit va yarozit jarayonlar qo'llanayotir.

25.1. Getit jarayon

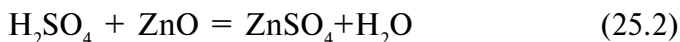
Rux keki ishlatilgan elektrolit bilan 6—8 soat davomida 95°C haroratda tanlab eritiladi. Jarayon erkin sulfat kislotaning 50 g/l qoldiq miqdorigacha davom ettiriladi. Olingan qo'rg'oshin-kumush kek o'z tarkibida 25 foiz Pb hamda 3—4 foiz Zn saqlaydi va u qo'rg'oshin zavodlarga yuboriladi. Kekning ajralib chiqishi umumiy rux kekining 1/3 qismini tashkil etadi.

Kekning tanlab eritilgan eritmasida temirning qismi (30 g/l) Fe₂(SO₄)₃ turida uchraydi. Vaqtdan oldin temir (III) gidrolizining oldini olish maqsadida temir rux sulfidi bilan tiklanadi:



Tiklanish reaksiyasini 97°C da 3—4 soat davomida olib boriladi. Tarkibida 20% Zn va 50% S bo'lgan sulfidli kek, dastlabki konsentrat bilan birga kuydirishga yuboriladi.

20 g/l H₂SO₄, 20—30 g/l ekvivalentli temir va 1 g/l uch valentli temirga ega bo'lgan eritma neytrallashadi. Neytralizator hisobida kuyindi qo'llaniladi:



Eritma H₂SO₄ miqdorini 3 g/l gacha pasaytiradi. Bunda Fe (III) cho'kmaga o'tadi. Neytrallangandan so'ng quyultirilgan mahsulot tanlab eritish uchun qaytariladi, eritmadan esa getit cho'ktiriladi.

Operatsiyani 90—95°C da 6 soat davomida o'tkaziladi. Bunda eritmani qo'shimcha neytrallab, pH = 1,5—2,5 pasaytiriladi va Fe (II) ni havoda kislorod bilan oksidlantiriladi. Temirning oksidlanishi Cu (II) ishtirokida tezroq o'tadi. Oksidlangan temir gidrolizga uchraydi va qiyin eriydigan getit (-FeOOH) hosil qiladi.



Cho'kma deyarli yaxshi quyuglanadi va filtrlanadi. Getit kekida 50 foiz Fe va 3—4 foiz Zn mavjud. U otvalga tashlanadi, eritma esa neytral tanlab eritishga yuboriladi. Getit jarayonida rux kekidan 80 foiz Zn va Cd hamda 70 foiz Cu ajratib olinadi. Bu ruxni zavod bo'yicha ajratib olish darajasini 95—96 foiz oshirishga olib keladi.

Ruxni yuqori darajada ajratib olishdan tashqari, getit jarayonining yana bir necha yutuqlari bor. Bular ichida eritmani 70 foiz gacha quyidagi zarra aralashmalardan tozalash mumkin: As, Sb, Ge, In, A va boshqalar. Getit cho'kma yengil filtrlanadi [0,5—1,0 t/(m·soat)]. Jarayon defitsit bo'lmagan (rux konsentrati, kuyindi, ishlatilgan elektrolit, havo) moddalar va oddiy moslamalarda qo'llaniladi.

25.2. Yarozit jarayon

Rux kekini 150—200 g/l H₂SO₄ eritmasida 80—90°C 4—6 soat davomida qayta ishlanadi. Qoldiqda (asosan PbSO₄, SiO₂ va temir oksidlari) oltin va kumush boyitilgan bo'lib, eritmadan ajratib olinadi va qo'rg'oshin zavodlariga yuboriladi. Eritmada rux, kadmiy, mis va boshqa sulfat kislotasida eriydigan moddalar bor. Eritmada H₂SO₄

ning qoldiq miqdori 40—60 g/l bo'lgani uchun uni 10 g/l gacha pasaytirish maqsadida kuyindi bilan neytrallashtiriladi.

Pulpaning qattiq fazasini eritmadan quyuqlashtirgichda ajratib olinadi. Quyuqlangan pulpa kekni tanlab eritish bosqichiga yuboriladi. Eritma esa temirdan tozalashga yuboriladi. Temirdan tozalash 85—95°C da olib boriladi. Tozalash uchun kislorodga boyitilgan havo qo'llaniladi yoki piroluzit qo'shiladi. Eritmaga, qanday yarozit olish maqsadida, potash, soda yoki ammiak suvi qo'shiladi. Kuyindini eritmani $\text{pH} = 1-1,5$ gacha pasayguncha qo'shiladi.

Yarozit cho'kma 40 g/l H_2SO_4 eritma bilan yuviladi va filtrlanadi. Yarozitni cho'ktirishda ko'pgina zarra aralashmalaridan eritma tozalanadi. Cho'kmadagi aralashmaning miqdori uning dastlabki eritmadagi miqdoriga bog'liq:

$$C_{\text{qoldiq}} = K C_{\text{eritma}} \quad (25.4)$$

Bunda: C_{qoldiq} va C_{eritma} — aralashmaning cho'kma va eritmadagi miqdori foiz. K — ajratib olish koeffitsiyenti.

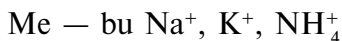
Ajratib olish koeffitsiyenti aralashmaning eritmadan chiqarilishi va cho'kmada tanlanishini baholaydi. Yarozit bilan quyidagilar yuqori darajada birga cho'kadi ($K = 5 - 13$): As(V); Sb (III), Jn (III), Ca (III), Te (I), A. Ancha kamroq esa quyidagilar cho'kadi ($K = 0,5 - 1,4$): Cu (II), Ni (II), Co (II), Al (III), As (III), Ge (IV). Umuman cho'kmaydigan aralashmalar: Cd (II), Mg (II), Mn (II), Cl^- .

Yarozit bilan ruxning birga cho'kishi deyarli kam, faqat uning eritmadagi yuqori miqdorligida (160 g/l) cho'kmadagi miqdorligi 1 foizni tashkil qilishi mumkin.

Yarozit — jarayon temirning qiyin eriydigan murakkab modda shaklida ajralib chiqishi bilan yakunlanadi. Yarozit cho'kmaning formulasi:



bunda:



Temirni yarozit shaklida o'tkazish ruxni zavod bo'yicha yuqori darajada (95—96 foiz) ajratib olishga imkon yaratadi. Qo'rg'oshin va qimmatbaho metallar (94—97 foiz) qo'rg'oshin-kumush kekiga o'tadi.

25.3. Vozgonlarni gidrometallurgik usul bilan qayta ishlash

Vozgonlar alohida siklda yoki kuydirilgan konsentrat bilan qayta ishlanadi. Bir xil zavodlarda, tanlab eritishdan oldin, vozgonlar kuydiriladi. 600 — 700°C da 1—2 soat davomida kuydirish natijasida 75 foiz CI va 70—75 foiz F yo‘qotiladi. Mishyak eriydigan holatga o‘tadi, uglerod esa yonib ketadi. Vozgonlarni kuydirish bo‘ljak texnologik jarayonlarni ancha osonlashtiradi va rux va kadmiyning eritmaga o‘tish darajasini oshiradi.

Vozgonlarni gidrometallurgik qayta ishlash quyidagicha olib boriladi. Tanlab eritish davriy sxema bo‘yicha 70 — 80°C da olib boriladi. Sulfat kislotasining boshlang‘ich konsentratsiyasi 160—170 g/l ni tashkil qiladi. Vels-oksidi qo‘shilib, kislotani 15 — 20 g/l gacha neytrallashtiradi. Bunda eritmaga Zn, Cd, Jn, As, Sb, CI, Fe o‘tadi. Qoldiq qo‘rg‘oshin keki bo‘lib, maxsuslashtirilgan zavodlarga yuboriladi. Eritma rux zavodlardagi sxemalar bo‘yicha qayta ishlanib, kerakli moddalar ajratib olinadi.

26-§. KADMIY ISHLAB CHIQRISH

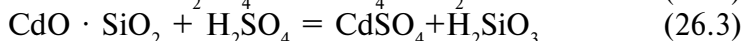
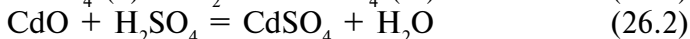
26.1. Kadmiy birikmalarining xususiyatlari va ularning texnologik jarayonlarga ta’siri

Kadmiy davriy sistemaning II guruh elementi, atom nomeri 48, atom og‘irligi 112,4. Kadmiy oq rangli metall, zichligi 8,63 — 8,69 g/sm³, erish harorati 321°C, qaynash harorati 767°C. Kimyoviy xususiyatlari bo‘yicha kadmiy ruxga yaqin. Standart elektrod potentsiali — 0,403 V. Kadmiyning elektr kimyoviy ekvivalenti 2,096 g/(A·soat).

Amaliyotda kadmiyning sulfat va sulfidi katta ahamiyatga ega. Kadmiy sulfati CdSO₄ suv va sulfat kislotasining suvdagi eritmalari-da eriydi.

Sulfat kadmiyning eruvchanligi sulfat kislotasining miqdorligi oshib borishda tobora kamayib boradi. Bunday xususiyat kadmiy sulfatni olishda qo‘llaniladi. Oldin metallik kadmiy sulfat kislotasida eritilib, keyinchalik cho‘kmaga o‘tkaziladi. Jarayon «visalivaniye» deb nomlangan.

Kuydirilgan rux konsentrati tanlab eritishda kadmiy oksidi, sulfati va silikati quyidagi reaksiyalar bo'yicha to'liq eriydi:



Kadmiy sulfid va ferriti kuchsiz sulfat kislota eritmasida erimaydi. Kadmiy sulfidi kuchli xlor va azot kislotalarida eriydi. Xuddi shunday kuchli qaynagan sulfat kislota va uch valentli temir sulfati eritmasida ham eriydi.

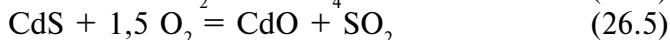
Umuman, kadmiyni tanlab eritishda ajratib olish, ruxga nisbatan pastroq. Kadmiy sulfidi yuqori miqdorli bo'lgani sababli, metallni ajratib olish darajasi 70 foizdan ortmaydi.

Qolgan kadmiyni tanlab eritishning qoldig'i — kekka o'tadi. Rux kekini velsevlash davrida 90—95 foiz kadmiy ajratib olinadi va vozgonlarga o'tadi.

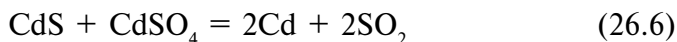
Vels-oksidlarni tanlab eritishda 60—70 foiz kadmiy eritmaga o'tadi. Agarda eritmaga kislota qo'shimcha berilsa, ajratib olish 15—20 foiz ko'payishi mumkin.

Rux sulfat eritmasidan kadmiy sementatsiya orqali olinadi. Eritmani kadmiy va misdan rux kukuni bilan tozalashda, kadmiy deyarli to'liq cho'kmaga o'tadi. Bu cho'kma mis-kadmiy keki deb nomlanadi va kadmiy olishning asosiy xomashyosi hisoblanadi.

Kadmiy sulfidi atmosfera muhitida qizitilsa, sharoitlarga qarab, sulfat oksid holatigacha oksidlanadi.



300°C da ko'zga ko'rinarli darajada kadmiy sulfati hosil bo'ladi, 600°C da esa kadmiy oksidi paydo bo'ladi, 700°C da kadmiy sulfatga reaksiya oqib o'tishi natijasida to'liq yo'qoladi:



Metallik kadmiy tezlik holatda havodagi kislorod hisobiga oksidlanadi:



Buning natijasida 600°C dan yuqori haroratda kadmiy asosan oksid holatida uchraydi.

700—100°C oralig'ida kuydirishda kadmiy sulfidi, boshqa metallarga nisbatdan, sekinroq oksidlanadi. Oksid aralashmasi paydo bo'ladi.

700—900°C oralig'ida ferrit va silikatlar paydo bo'lishi mumkin:

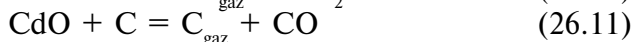


Kadmiy sulfidi atmosfera bosimida 1350°C qizitilsa, qisman bug' holatiga o'tadi. Bu jarayonni baholashda quyidagi raqamlardan foydalansa bo'ladi:

t, C	800	900	1000	1100	1150	1200
P, kPa	0,04	0,38	1,21	5,13	10,5	19,8

Rux konsentratini kuydirishda kadmiyning bug' holatiga o'tishi 5—7 foizdan oshmaydi.

Tiklanish jarayonida kadmiy rux bilan birga quyidagi reaksiyalar natijasida bug' shakliga o'tadi:



Kadmiyning oksiddan tiklanishi, rux oksidiga nisbatan, pastroq haroratlarda o'tadi.

Har xil haroratlarda kadmiy bug' shakliga o'tishida bosim:

t, C	200	300	400	500	600	700	800
P, kPa	0,04	5,7	160	1,8 · 10 ³	11,1 · 10 ³	83,5 · 10 ³	144 · 10 ³

Kadmiy, ruxga nisbatan, qiyinroq kondensatsiyalanadi. Shuning uchun rux bilan birga faqat 60—80 foiz kondensat holatiga o'tadi, qolgan 20—40 foiz esa chiqindi va yarimmahsulotlarga o'tadi.

Kadmiy olishda asosiy xomashyo rux ishlab chiqarishdagi yarim-mahsulotdir. Bu yarimmahsulotlarda xomashyo bilan kelgan kadmiy to'planadi.

Ruxni gidrometallurgik qayta ishlashda kadmiy mis-kadmiy kekiga o'tadi. (3—12 foiz Cd). Kadmiy xomashyosi hisobida qo'rg'oshin (0,5—0,6 foiz Cd) va mis zavodlarining (0,2—0,5 foiz Cd) changlari ham hisoblanadi.

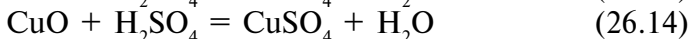
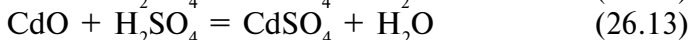
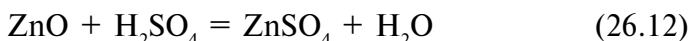
26.1. Mis-kadmiy kekini qayta ishlash

Mis-kadmiy keki murakkab xomashyo hisoblanib, o'z tarkibiga quyidagi elementlarni kiritgan, %: 2,5—12 Cd; 35—60 Zn; 4—17 Cu; 0,05—2,0 Fe; 0,05—0,20 lardan Sb, SiO₂, Co, Ni, Te, Jn. Asosiy komponentlar (Cd, Zn, Cu) kekda metallik, oksid va asosli tuzlar shaklida uchraydi.

Mis-kadmiy kekidan kadmiyni ajratib olish gidrometallurgik usul bilan olib boriladi. Texnologik sxemaning asosiy operatsiyalari: kekini tanlab eritish; rux kukuni bilan sementatsiya yo'li kadmiy gubkasini cho'ktirish; eritmani tozalash; eriydigan anod bilan jihozlangan vanada kadmiyni qayta eritish va tozalash.

Mis-kadmiy kekini tanlab eritishdan maqsad, eritmaga kadmiy va ruxni maksimal, boshqa komponentlarni minimal ravishda o'tkazishdir. Kekni tanlab eritishga filtratsiyadan keyin to'xtovsiz yuboriladi. Tanlab eritib ishlatish rux elektroliti (140—150 g/l H₂SO₄) bilan yuboriladi.

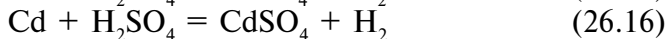
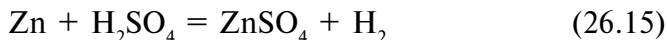
Tanlab eritishda birinchi bo'lib oksidlar eriydi:



Metallik faza ancha qiyinroq eriydi. Jarayonni jadallashtirish maqsadida pulpaga marganets ruda (MnO₂) yoki marganets shلامي yuklanadi va pulpa 60—80°C gacha qizitiladi.

Tanlab eritishda birinchi bo'lib rux eriydi, keyin esa kadmiy. Mis rux va kadmiy erigandan keyin eriydi. Misni eritish — kadmiy erib bo'lganligi belgisi.

Metallar oksidlantiruvchi-tiklovchi reaksiyalar natijasida eriydi. Metallarni oksidlantiruvchi vodorod ionlari bo'ladi:



Metallik mis vodorod ionlari bilan oksidlanmaydi. Uning erishi uchun kislorod bo'lishi kerak. Mis havodagi kislorod bilan oksid holatiga o'tganda o'zi kadmiy va boshqa elektrmanfiy aralashmalarni oksidlantirishi mumkin:



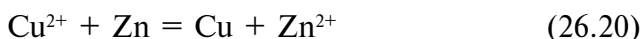


Kadmiy bilan birga eritmadan kekdan nikel, kobalt, indiy, talliy va boshqa aralashmalarning eritmada bo'lishi, bo'lajak kadmiyning elektr tiklanishiga va tozalashga xalaqit beradi.

Tanlab eritishdagi hosil bo'lgan pulpa quyuqlashtirgichga yuboriladi. Pastki quyuqlangan pulpa suv bilan repulpatiysiya qilinib, filtrlashga yuboriladi. Olingan kek quyidagi tarkibga ega, %: 1,0 Cd; 10–15 Zn; 30–35 Cu. Ushbu kek mis zavodlariga qayta ishlashga yuboriladi.

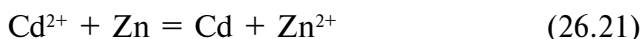
Quyuqlashtirgichning tepadagi eritmasida quyidagi moddalar bor, g/l: 120–130 Zn; 8–16 Cd; 0,3–0,6 Cu; 3–9 Fe; 0,05–0,1 Co; 0,05–0,1 Ni eritma rux kukuni bilan sementatsiyalarga yuboriladi.

Sementatsiyalardan oldin eritma misdan tozalanadi. Buning uchun rux kukuni stexiometrik hisobot nisbatligida beriladi:



Mis kekini filtrda ajratib olib, mis zavodiga yuboriladi. Eritma esa kadmiyli sementatsiyalash uchun yuboriladi. Jarayon 60°C da, kadmiyning qoldiq miqdori 1 g/l gacha olib boriladi.

Jarayonning reaksiyasi:



Kadmiyning sementatsiyalanish tezligi harorat oshishi, rux kukuni ortiqcha sarfi, rux va sulfat kislotasining miqdorligi kamayishi bilan tobora oshib boradi. Eritmada nikel va kobalt ionlarining borligi kadmiyning sementatsiya jarayonini sekinlashtiradi.

Kadmiyning sementli cho'kmasi eritmada ajratiladi. Eritmada 1 g/l gacha kadmiy bor. Bu eritma qaytadan sementatsiya qilinadi va bunda kadmiy to'laroq cho'ktiriladi (qoldiq miqdori 10–15 mg/l). Nikelning asosiy qismi ikkinchi (kuchsiz) kadmiy gubkasiga o'tadi, kobalt esa, asosan, eritmada qoladi. Indiy va talliy ham eritmada to'planadi.

Kuchsiz kadmiy gubkasi o'zi bilan yarimmahsulot hisoblanadi va u jarayonning bosh qismiga — mis-kadmiy kekini tanlab eritishga yuboriladi. Eritma esa kobaltdan tozalanadi. Buning uchun eritmaga etil ksantogenati yoki mis kuporosi qo'shiladi. Kobaltning qoldiq

miqdori 30—40 mg/l ni tashkil qilishi kerak. Ksantogenatning kobalt keki ishlatilmasdan isrof bo'ladi. Eritmaga, indiy va talliyni ajratib olish uchun maxsus moslama yuboriladi.

Kuchli birinchi kadmiy gubkasi ishlatilgan elektrolitda eritiladi. Eritmaga qo'shimcha sulfat kislotasi qo'shiladi (H_2SO_4 ning miqdori 200—250 g/l ni tashkil qilishi kerak). Pulpa harorati 80—90°C gacha ko'tariladi. Pulpaga havo berish va $KMnO_4$ (MnO_2) qo'shish gubkaning erishiga ko'maklashadi. Erish yakunlanadi, qachonki eritma $pH=4,8—5,2$ bo'lsa. Bunday sharoitlarda mis gidrolizga uchrab, cho'kmaga o'tadi. Misning eritmadagi qoldiq miqdori 10—20 mg/l.

Pulpa filtrlanadi, misli qoldiq mis kadmiy gubkani tanalab eritish bosqichiga yuboriladi. Eritma esa aralashmalardan tozalanadi. Buning uchun: stronsiy tuzi (qo'rg'oshinni cho'ktirish), rux kukuni (misni cho'ktirish), kaliy permanganati (talliy va temirni oksidlantirib gidrolitik tozalash maqsadida) qo'shiladi.

Tozalangan va filtrlangan eritma elektrolizga yuboriladi. Kadmiyni elektrolitik tiklanishi rux elektroliziga o'xshash. Jarayon reaksiyasi:



Anod, rux elektroliziga o'xshash suvning bug'lanish reaksiyasi oqib o'tadi:



Kadmiyning elektrolizi qo'rg'oshin bilan futerlangan temir-beton vannalarda amalga oshiriladi. Anod — qo'rg'oshin-kumush (1 %) quymadan yasalgan, katod — aluminidan. Har bir vannaga 33 katod va 34 ta anod joylashtiriladi. Anod va katodning oraliq masofasi 30 mm. Tok zichligi 50—100 A/m². Cho'kma 24 soat davomida o'stiriladi. Dastlabki kadmiy elektrolitining tarkibi, g/l: 160—200 Cd; 20—30 Zn; 12—15 H_2SO_4 ; 0,05—0,1 Fe; 0,0005—0,001 Cu. Ishlatilgan elektrolitning tarkibi, g/l: 15—20 Cd; 150—180 H_2SO_4 .

Elektrolitning optimal harorati 30—35°C. Bu haroratda yuqori sifatli katod cho'kmasi paydo bo'ladi va tokdan foydalanish koeffitsiyenti esa yuqoridir. Tokdan foydalanish 70—92 foiz, elektr quvvati sarfi 1400—1700 kVt · s/t katodli kadmiy. Vannadagi kuchlanish 2,5—2,6 V.

27-§. QO‘RG‘OSHIN METALLURGIYASI

27.1. Qo‘rg‘oshin va uning birikmalarining fizik-kimyoviy xususiyatlari

Hozirgi paytda dunyo bo‘yicha 4—7 mln t qo‘rg‘oshin ishlab chiqariladi. Ishlab chiqarishning hajmi talablarga bog‘liqdir. Hajm bo‘yicha qo‘rg‘oshin 5-o‘rinda turadi (temir, aluminiy, mis va ruxdan keyin). Qo‘rg‘oshin 30—50 foiz ikkilamchi xomashyodan ishlab chiqariladi.

Deyarli hamma qo‘rg‘oshin sulfidli rudalardan olinadi. Rudada qo‘rg‘oshinning miqdorligi 0,5 dan 10% gacha uchraydi. Masalan, AQSH rudasida 1,5 foiz Pb. Kanadada 3—4 foiz Pb, Avstraliyada 5—10 foiz, O‘zbekistonda 1,5—2 foiz Pb bor.

Qo‘rg‘oshinning katta hajmda chiqaruvchilar: AQSH (23—25%), Olmoniya (9—10%), Angliya (8—9%), Yaponiya (7—8%), Avstraliya (6,5—7,5%), Meksika (5,5—7,0%), Fransiya (5,5—6,4%), Kanada (5,0—6,0%). Bu davlatlarda dunyoda ishlab chiqariladigan qo‘rg‘oshinning 70—80% joylashgan. O‘zbekistonda rudaning 1,5—2% chiqarilishiga qaramay, qo‘rg‘oshin zavodlari qurilmagan.

Qo‘rg‘oshin asosiy iste‘molchilari, %: AQSH 29—31; Angliya 8,3—9,3; Olmoniya 8,1—9,3; Yaponiya 8,0; Fransiya 6—7; Italiya 5,6—6,2; Ispaniya 3,5—4,0. Dunyoda ishlab chiqarilgan qo‘rg‘oshinning 75 foizi shu davlatlarda iste‘mol qilinadi. O‘zbekiston o‘ziga kerak bo‘lgan qo‘rg‘oshinni 20 ta davlatlardan eksport qiladi.

Qo‘rg‘oshinni asosan: akkumulator yasash (30—45%), kabel ishlab chiqarish (5—25%), har xil quymalar (6—20%), benzingga qo‘shiladigan tetraetil qo‘rg‘oshin ishlab chiqarish (6—22%) va boshqalarda ishlatiladi.

Qo‘rg‘oshin ishlab chiqarishda asosiy xomashyo — bu kompleks polimetallik rudalardir. Rudada qo‘rg‘oshindan tashqari, Zn, Cu, Fe, Cd, Bi, Sn, As, Au, Sb, TI, Ge va boshqa elementlar bor.

Qo‘rg‘oshin rudalari, asosan, sulfid shaklida uchraydi. Sulfidli rudalarda asosiy sulfidlar: galenit PbS, sfalerit ZnS, xalkopirit CuFeS₂, pirit FeS₂, pirrotin Fe_{x-1}S, arsenopirit FeAsS₂, argentit Ag₂S. Sulfidli rudalarda 85—90% dan ziyod qo‘rg‘oshin galenit shaklida uchraydi.

Rudalarda qo‘rg‘oshin tarkibi kam bo‘lgani sababli boyitiladi. Boyitishda qo‘rg‘oshinni ajratib olish darajasi 83—94 foizni tashkil qiladi.

Qo'rg'oshin — Mendeleev davriy jadvalining 4 guruh elementi, atom nomeri 82, atom og'irligi 207,2, zichligi 11,336 g/sm³, erish harorati 327,4°C, qaynash harorati 1745°C. Ko'pchilik kimyoviy birikmalarda qo'rg'oshin ikki valentli. Qizitish davrida qo'rg'oshin yengil oksidlanadi. Oldin Pb₂O paydo bo'ladi, keyinchalik Pb₂O = PbO + Pb reaksiyasi natijasida gluot hosil bo'ladi.

27.2. Qo'rg'oshin xomashyosini qayta ishlash usullari

Qo'rg'oshin konsentratining taxminiy tarkibi, %: Pb 45—50; Zn 4—14; Cu 1—3; S 15—20; Fe 4—15; SiO₂—10; Ag 500 g/t gacha. Konsentrat tarkibidan imkon bo'lgan qayta ishlash usullari kelib chiqadi. Konsentrat tarkibining tahlili shuni ko'rsatadiki, moddani taxminan yarmi nometall (S) yoki sig'im birikmalardan (SiO₂, Al₂O₃, CaO) iborat.

Shuning uchun metallurgik qayta ishlashning asosiy maqsadi:

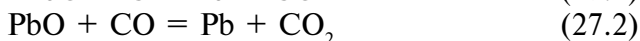
- 1) yuqorida qayd etilgan moddalarni asosiy (Pb, Zn, Cu) va ularning yo'ldoshi bo'lgan (Au, Ag, Ca, Bi, Se, Te) elementlardan ajratib olish;
- 2) asosiy metallarni bir-biridan ajratib, metallik holatda olish;
- 3) xomaki qo'rg'oshinni tozalash.

Ushbu jarayonlar pirometallurgik usullar bilan bajariladi.

Pirometallurgik jarayonlar qo'rg'oshinning erish haroratidan yuqoriroq haroratlarda oqib o'tishga mo'ljallangan. Bunda qo'rg'oshin suyuq holatida erkin shaklda ajralib chiqadi, qolgan elementlar esa nometallik faza tashkil qilib, eritmadan ajratiladi.

Qo'rg'oshinni xomashyodan ajratib olinadigan pirometallurgik usullar aglomeratsiya yoki reaksiyon eritishga asoslangan tiklanish jarayonlari orqali olib boriladi.

Tiklanish eritish quyidagi reaksiyalarning oqib o'tishiga asoslangan:



Jarayon yetarli darajada takomillashgan, faqat uni ro'yobga oshirish uchun sulfidli mis konsentratini dastlab kuydirilishi kerak.

Bunda qo'rg'oshin suyuq holatda xomaki metall shaklda ajralib chiqadi.

Oksidlar tiklanishining ketma-ketligi ularning kimyoviy xususiyatlariga bog‘liq. Agar jarayon 1000°C da olib borilsa, quyidagi oksidlar tiklanadi (oksidlar joylashishi ularning elementlardan paydo bo‘lishidagi Gibbs energiyasining o‘zgarishiga bog‘liq): AgO, HgO, CuO, PbO, CnO, FeO, ZnO va boshqalar. Oksidlar CaO, MgO, BaO, Al₂O₃, SiO₂, MnO₂ bunday sharoitlarda tiklanishi qiyin.

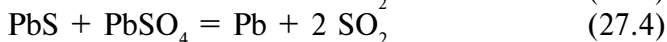
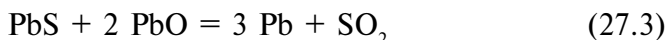
Shunday qilib, oldindan kuydirilgan qo‘rg‘oshin konsentratini tiklovchi eritish 27.1 va 27.2 reaksiyalar natijasida mis kukuni va bir qancha boshqa metallarga boyitilgan xomaki qo‘rg‘oshin olish mumkin. Jarayonning ikkinchi mahsulotida, shlakda hamma boshqa tiklanmagan oksidlar to‘planadi. Rux, kadmiy va boshqa uchadigan metallar jarayon davrida bug‘ holatiga o‘tib, changga o‘tadi.

Tiklovchi eritish ikkita asosiy metallar — **qo‘rg‘oshin** va **ruxni** ajratishga imkon yaratadi. Keyinchalik rux shlak va gazdan ajratib olinishi mumkin.

Xomaki qo‘rg‘oshin keyinchalik tozalanadi. Unda erigan hamma metallar xalq xo‘jaligiga kerakli mahsulot bo‘lib ajratib olinishi kerak.

Tiklanish jarayoni juda keng tarqalib, u bilan dunyoda 90 foiz qo‘rg‘oshin olinadi. Shaxtali pechda aglomeratsiya qilingan turli xomashyo tiklanib eritilishi mumkin. Shuning uchun bu usul universal metod deb nomlangan.

Sulfidli konsentratni reaksiyon eritish jarayoni qo‘rg‘oshin sulfidi va oksidlari o‘zaro bog‘lanishlariga asoslangan:



Dastlabki sulfidli xomashyodan yetarli oksidlar paydo bo‘lishi uchun konsentrat oldin aglomeratsion kuydirilishi mumkin.

Reaksiyon eritish juda kam tarqalgan, chunki u boy konsentratlarni talab qiladi. Undan tashqari konsentratda har xil aralashmalar miqdori judayam cheklangan.

27.3. Qo‘rg‘oshin konsentratini aglomeratsion kuydirish

Aglomeratsion kuydirishning maqsadi qo‘rg‘oshin konsentratini shaxtali pechda tiklovchi eritishga tayyorlashdadir. Sulfidli qo‘rg‘oshin konsentratini tayyorlashga quyidagi maqsadlar qo‘yiladi:

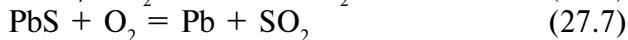
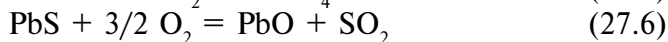
1. Konsentratdagi oltingugurtning havodagi kislorod bilan oksidlantirib ajratish. Desulfuratsiyaning optimal qiymati qo'rg'oshin konsentratining kimyoviy tarkibiga bog'liq. Masalan, agar konsentratda mis miqdori yuqori bo'lsa, aglomeratda shuncha oltingugurt qoldiriladiki, keyinchalik 15—20% Cu bo'lgan mis shteynni hosil qilishga yetarli bo'lishi kerak. Agar konsentratda rux ko'p bo'lsa, desulfuratsiya maksimal darajaga ko'tariladi. Kimyoviy tarkibga bog'liq bo'lgan holda desulfuratsiya 60—85% oralig'ida bo'ladi.

2. Tayyorlash davrida kukun moddalarining bo'laklanishi hosil bo'ladi. Bu bo'laklar g'ovak, yaxshi gaz o'tkazuvchi material bo'lib, **aglomerat** deb nomlanadi. Boyitish fabrikalaridan keladigan konsentrat kukunsimon bo'lib, uning zarrachalari 0,1 mm kam o'lchamli bo'ladi va bevosita shaklli pechga yuklanishi mumkin emas.

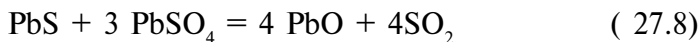
3. Konsentratni shaxtali eritishga tayyorlashga qimmatbaho komponentlari bug' holatiga o'tkazilib, keyinchalik ularni gaz fazasidan ajratib olish imkoniyatini yaratadi. (S, As, Sb, Sn, kamyob metallar). Oltingugurt SO₂ va SO₃ shakllarida bo'lganligi sababli, sulfat kislotasi olishga yuboriladi.

Qo'rg'oshin konsentratini kuydirish aglomeratsion mashinalarda olib boriladi. Bu mashinalarda havo tepadan pastga yoki pastdan tepaga yo'naltiriladi. Hozirgi davrda qo'rg'oshin konsentratini aglomeratsion kuydirish keng tarqalgan.

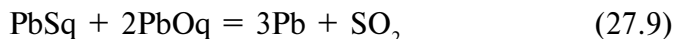
Kuydirish davrida quyidagi reaksiyalar oqib o'tishi mumkin:



Harorat 700°C da (27.6) reaksiya oqib o'tadi. Shu sharoitda quyidagi reaksiya ham oqib o'tishi mumkin:



886 dan ziyod haroratda qo'rg'oshin oksidi eriydi va tezlik dissotsiatsiyasi oqib o'tadi hamda shu sharoitda (27.7) reaksiyasi ham o'tadi. Haroratning 900°C atrofida qattiq holatidagi moddalar o'zaro bog'lanadi:



(27.9) reaksiyasi intensiv oqib o'tishi oltingugurt dioksidini porsial bosimdan baholasak bo'ladi. Masalan, 800°C $P_{\text{SO}_2} = 13,3 \text{ kPa}$, 850°C esa $P_{\text{SO}_2} = 101 \text{ kPa}$ ga teng.

Aglomeratsion kuydirish shixtaning 200—300 mm enligi ostida o'tadi. Shixtadan havo tepadan pastga sizib chiqadi yoki pastdan yuqoriga sirqib o'tadi. Havo tepadan sizib chiqsa, shixta yuqoridan yondiriladi. Pastdan tepaga qarab havo sirqib o'tishida, shixtaning pastki qoplami yondiriladi. Shixtaning yonishi shixta hajmida havo yo'nalishiga qarab tarqaladi. Kuydirish davrida shixtada turli zonalar paydo bo'ladi, natijada har xil fizik-kimyoviy jarayonlar oqib o'tadi.

Aglomeratsion kuydirish jarayoni maxsus yondirgich-gorn yordamida, shixta qismi yondirilishi bilan boshlanadi. Qatlamning boshqa qismlari sulfidlarni kuydirish davomida ekzotermik reaksiyalar natijasida ajralib chiqadigan issiqlik hisobiga o'tadi. 1 kg temir va og'ir rangli metall sulfidlarini kuydirish shartli yoqilg'ining 20—25 foizini tashkil qiladi.

Sizib chiqayotgan havo shixtani yonishdan saqlaydi. Kuydirish zonasida eng yuqori harorat $1000\text{--}1100^{\circ}\text{C}$ ni tashkil etadi va bu harorat kuydirish reaksiyalarining oqib o'tishiga ko'maklashadi. Kuydirish zonasida yengil eriydigan evlektika, hosil bo'lgan qo'rg'oshin va boshqa moddalar hisobiga hamma materiallar suyuq holatga o'tadi. Suyuq moddalar sovuq havo sizib chiqishi hisobiga qotadi va bo'laklar hosil qiladi. Kuydirish zonasi esa shixtaning boshqa qismlariga siljiydi. Aglomeratning g'ovakligi sababli undan sovuq havo oson sizib o'tadi va pastki qatlamdan shixta moddalarni isitib, kuydirish jarayoniga tayyorlaydi.

Kuydirish davomida unish zonasi shixta qatlamini to'liq tepadan pastga qarab o'tadi. Kuydirish davomida yetarli issiqlik ajralib chiqishi va kerakli haroratni ushlab turish maqsadida, yuklanayotgan shixtada oltingugurt tarkibi 6—8 foizdan kam bo'lmasligi kerak.

Shixtaning bo'laklanishi kuyindining sovitilishida oqib o'tadi. Bunda hosil bo'lgan yengil eriydigan moddalar qotishmaga o'tib, bo'lak hosil qilishadi.

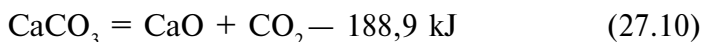
Qo'rg'oshinning eng oson eriydigan birikmalari: qo'rg'oshin silikatlar $2\text{PbO} \cdot \text{SiO}_2$ ($t = 740^{\circ}\text{C}$); $\text{PbO} \cdot \text{SiO}_2$ ($t = 766^{\circ}\text{C}$) va ular evtektikalari (670°C). Erigan moddalar aglomeratga qattqlik beradigan sementlaydigan modda hisoblanadi.

Eriydigan moddalar soni 20—25 foizdan oshmasligi kerak, aks holda, shixta va aglomeratning gaz o'tkazish xususiyati kamayadi.

Aglomeratsion kuydirishni oqilona o'tkazish maqsadida shixtaga fluslar qo'shiladi. Flus shaklida kvars, temir rudasi, aylanuvchi shlak va aglomerat qo'llanadi.

Qo'rg'oshin konsentrati kuydirishga kerak bo'lgan oltingugurtni ko'proq to'playdi. Bu shixta o'ta qizishiga va maqsaddan oldinroq suyuq holatga o'tishiga olib kelishi mumkin. Ortiqcha issiqlikni bartaraf qilish maqsadida shixtaga to'g'irlovchi-regulator qo'shiladi. Regulator hisobida suv, flus, shlak va boshqa moddalar ishlatishi mumkin. Harorat regulatorining massasi, qo'rg'oshin massasining og'irligidan 2—3 marta ko'proq bo'lishi mumkin.

Odatda, regulator hisobida ohak qo'llanadi. Ohak sulfid oksidlanishida ajralib chiqayotgan issiqlikni yutadi, o'zi 910°C ziyod haroratgacha isiydi va parchalanadi:

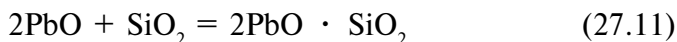


Parchalanish reaksiyasi issiqlik yutilishi bilan oqib o'tadi.

Ohakning qo'shimcha qo'shilishi shixtaga kvars qumi va temir rudasi berishni talab qiladi. Bu talab bo'lajak aglomeratni shaxtali pechda eritishda kerakli shlak tarkibini olish bilan bog'liq.

Kvars qumi ortiqcha issiqlikni sarf qilishga yordam beradi va o'zi kuydirish haroratigacha qiziydi.

710—750°C da kvars qo'rg'oshin birikmalari bilan reaksiyaga kiradi:



Qo'rg'oshin silikatlari 750—800°C eritmalar va aglomerat paydo bo'lishiga ko'maklashadi.

Temir rudasi (Fe_2O_3) issiqlikning yaxshi regulatori hisoblanadi. Kuydirish davrida qo'rg'oshin ferritlari paydo bo'ladi, bu esa foydali jarayon, qaysiki aglomeratning desulfuratsiya darajasini oshiradi, qo'rg'oshinni bug' shakliga o'tib, isrof bo'lishining oldini oladi.

Aglomeratsiya jarayoniga keltirilgan shixta quyidagi tarkibga ega bo'lishi kerak, %: 6—8 S; 45—50 Pb; 10—20 CaO; 25—35 FeO; 20—25 SiO. Shixtaning namligi 6—10 % bo'lishi kerak.

27.4. Tiklovchi eritish

Qo'rg'oshin aglomeratining tiklovchi eritishining asosiy maqsadi:

1) xomaki metall shaklda maksimal ravishda qo'rg'oshin olish. Bu metallda oltin, kumush, mis, vismut, surma, mishyak, qalay va tellur to'planadi;

2) ma'dansiz jinslarni shlakka o'tkazish va shu shlakka ko'proq ruxni o'tkazishdir.

Qo'rg'oshin aglomeratda asosan oksid va ferrit turlarida uchraydi. Bu birikmalar 1000°C dan ziyodroq haroratda qattiq uglerod, uglerod oksidi, tabiiy gaz va boshqa tiklovchi moddalar bilan metall holatigacha tiklanishi mumkin.

Qo'rg'oshinni eritmaga o'tkazish uchun eng qulay dastgoh bu — shaxtali pechdir, chunki unda tiklovchi muhitni joriy etish va boshqarish oson.

Yoqilg'i hisobida koks qo'llanadi, uni qatlam shaklida aglomerat bilan birga pechga yuklanadi. Pechning pastki qismida — gornda jarayonning suyuq mahsulotlari to'planadi: xomaki qo'rg'oshin va shlak. Shlak eritmasining yuqorisida shixta joylashgan. Shixtaning pastki qismida (0,5—1,0 m) qizitilgan koks joylashgan. Bu qism pechning fokusi deb nomlanadi.

Koksning yonishini ta'minlash va tiklovchi muhit paydo qilish uchun pechga bosim bilan havo beriladi. Pechning fokusida harorat 1500°C gacha ko'tariladi. Pech gazlari shixtaning hajmidan o'tadi, ularni qizitadi va qo'rg'oshinning oksidlangan birikmalarining tiklanishida qatnashadi. Gazning pechdan chiqishida (koloshnikda) harorati 200—400°C ni tashkil qiladi.

Shixta balandligi (4—6 m) koks yongani sababli va qo'rg'oshinning erib siljishi natijasida asta-sekin pastga tomon suriladi. Shixtaning pastga qarab siljish tezligi taxminan 1 m/soat. Pastga tushgan shixtaning o'rniga yangi shixtaning porsiyasi yuklanadi. Shixta harorati fokusdan yuklash joyiga qarab kamayib boradi.

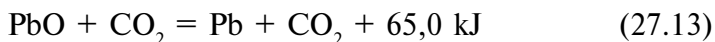
Eritish davrida hosil bo'lgan suyuq mahsulotlar pastga qarab siljiydi, fokusdan o'tib, gornda to'planadi va zichlik asosida qatlamlanadi. Xomaki qo'rg'oshin va shlak pechda to'planishi bilan undan chiqariladi.

Aglomerat — oksid va silikatlar qotishmasidir. Qo'rg'oshindan tashqari unda rux, mis, temir, noyob metallar, mishyak, surma, vismut, qalay, nodir elementlar bor.

Qo'rg'oshin aglomeratda glyot, silikat, murakkab oksid (ferrit, plumbit), sulfat, sulfid va erkin metallar shaklida keltirilgan.

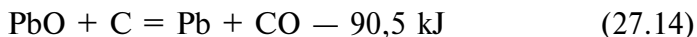
Metallik qo'rg'oshin aglomeratni 357°C dan ziyodroq haroratga qizitganda yorib, pechning past qismiga qo'yiladi. Pastga qarab harakatlanish davrida qo'rg'oshin boshqa metallarni o'zida eritadi.

Glyot (PbO) yengil tiklovchi oksid. Uning tiklanishi uglerod oksidi bilan pechning yuqori qismlarida boshlanadi (160—185°C haroratdan boshlab):

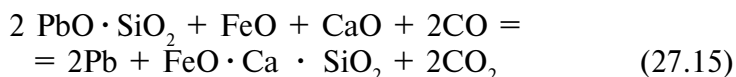


Harorat ko'tarilishi reaksiyaning tezlanishiga olib keladi.

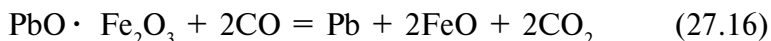
Glyotni erigandan so'ng (886°C) PbO bilan uglerod kontakti yaxshilanib, quyidagi reaksiya intensiv o'qib o'tadi:



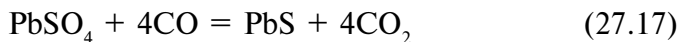
Qo'rg'oshin silikatlar ($x \text{ PbO} \cdot y \text{ SiO}_2$) 700°C dan yuqoriroq haroratda erib, pechning pastki qismiga siljiydi. Bu harakatlanishda silikatlar o'zlarida boshqa oksidlarni eritadi. Qo'rg'oshin silikatlar shixtali pechda tiklanadi. Tiklanish ikki bosqichli bo'ladi. Birinchi bosqichda PbO silikatda undan kuchliroq Fe_2O_3 yoki CaO ga o'rin almashadi. Paydo bo'lgan temir kalsiy silikati o'zida glyotni eritadi. Ikkinchi bosqichda shlak eritmasidagi glyotning CO yoki C bilan tiklanishi o'qib o'tadi:



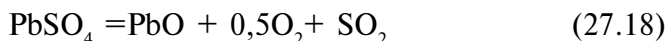
Qo'rg'oshin ferritlari ($n \text{ PbO} \cdot m \text{ FeO}$) uglerod oksidi bilan 500—550°C dan boshlab oson tiklanadi:



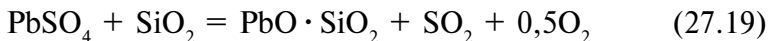
Qo'rg'oshin sulfati sulfid holatigacha tiklanadi:



Reaksiya 550°C dan ziyodroq haroratda intensiv o'tadi. Deyarli hamma sulfat sulfid shaklga to'liq o'tadi. Qisman sulfat 800°C dan boshlab parchalanadi:



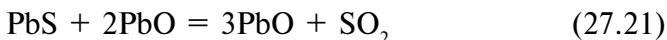
Kremniy dioksidi $PbSO_4$ ning parchalanishiga ko‘maklashadi:



Qo‘rg‘oshin sulfidi (PbS) shaxtali eritishda deyarli tiklanmaydi. Qisman qo‘rg‘oshin almashuv reaksiyasi natijasida paydo bo‘lishi mumkin:



Qisman PbS boshqa qo‘rg‘oshin birikmalari bilan o‘zaro bog‘lanishi mumkin:



Reaksiyaga kirmagan PbS temir va mis sulfidlari bilan shteyn fazasini qabul qiladi.

Ma‘dansiz jinslar va qo‘shiladigan fluslar shlak fazasini tashkil qiladi. Ko‘p komponentli qo‘rg‘oshin eritish shlaklari asoslarining $FeO - Zn - CaO - SiO_2$ sistemasi tashkil qiladi. Bu oksidlar yig‘indisi 90% dan ziyodroq bo‘ladi. Qo‘rg‘oshin shlaklarining ajralib turadigan bitta xususiyati — unda 5—25% ZnO borligi. Agar shlakda 20% rux oksidi bo‘lsa, shlak xususiyatlari deyarli o‘zgarmaydi.

Shlakning erish harorati 1050—1150°C, yopishqoqligi 0,5—1,0 Pa, °C. Shlakda kremniy dioksidining konsentratsiyasi 30 foiz oshib ketsa, yopishqoqligi ko‘tariladi, FeO miqdorligi ko‘payishi esa aksincham kamayadi.

Jarayonning suyuq mahsulotlari zichlik farqligi sababli qatlamlashadi. Qanchalik zichlik farqligi katta bo‘lsa, shuncha ajralish tez va to‘laroq bo‘ladi. Shlakning zichligi uni tashkil etuvchilarning zichligiga bog‘liq, g/sm³: 2,7 SiO₂; 5,0 FeO; 3,3 CaO; 2,8 Al₂O₃.

Optimal tarkibdagi shlakning quyidagi xususiyatlari bo‘lishi kerak: erish harorati 1100—1150°C; yopishqoqligi 1200°C da — 0,5 Pa°C; zichligi 3,5—3,8. Bunday xususiyatlarga quyidagi tarkibdagi shlak egadir, %: 20—30 SiO₂; 30—40 FeO; 10—18 CaO; 25 gacha ZnO.

Jarayonning boshqa mahsulotlari bu shteyn va shpeyza. Mis-qo‘rg‘oshinning taxminiy tarkibi, %: 7—40 Ca; 16—45 Fe; 20—25 S; 8—17 Pb.

Shpeyza — metallarning mishyak va surma bilan birikmalari. Uning taxminiy tarkibi, %: 2—15 Pb; 2—34 Ca; 20—50 Fe; 18—30 As; 1—6 Sb; 0,001—0,01 Au; 0,015—0,20 Ag.

Sheyza va shteyn jarayonning zararli mahsulotlari hisoblanadi. Ular bilan qimmatbaho metallar isrof bo'ladi. Iloji boricha ularning hosil bo'lishini kamaytirishga harakat qilish kerak.

28-§. XOMAKI QO'RG'OSHINNI TOZALASH ASOSLARI

Xomaki qo'rg'oshin tarkibida zarra aralashmalari mavjud: mis, surma, mishyak, rux, qalay, temir, vismut, oltingugurt, kumush, oltin va boshqalar. Undan tashqari unda mexanik aralashib, ajralib chiqmagan shlak komponentlari bor (0,3—0,8% gacha). Zarra aralashmalarning umumiy yig'indisi 2—10% ni tashkil qiladi. Xomaki qo'rg'oshinning taxminiy tarkibi, %: Pb 92—94; Cu 1,8—2,2; As 0,4—0,6; Sb 0,3—0,5; Bi 0,15—0,20; Ag 1000—1500 g/t; Au 1—5 g/t.

Xomaki qo'rg'oshinni tozalashda 2 muammo yechiladi:

1. Zarra aralashmalar qo'rg'oshin xususiyatlarini o'zgartirib, sanoatda qo'llab bo'lmaydigan darajaga olib keladi va sifati talabga javob bermaydigan holatda bo'ladi;

2. Zarra aralashmalar qimmatli modda sifatida ajratib olinishi kerak. Ba'zi vaqtlarda aralashmalarning qiymati qo'rg'oshin qiymatlaridan ziyodroq yuradi.

Qo'rg'oshin zavodlarda GOST 3778—77 ga talab beruvchi CO, CI va C₃ navli qo'rg'oshin ishlab chiqariladi.

Hamma zavodlarda xomaki qo'rg'oshinni pirometallurgik usulda tozalash qabul qilingan. Tozalash jarayonida ajralayotgan moddalar xususiyatlariga qarab birin-ketin bir necha operatsiyalar o'tkaziladi: misdan tozalash (обезмеживание); tellerda tozalash (обестелуривание); mishyak, surma, qalaylardan tozalash; noyob metallarni ajratib olish (обессеребрение); ruxdan tozalash (обессинкование); vismutdan tozalash (обезвисмучивание); sifatli (kalsiy, magniy, surma, ruxdan) tozalash.

Har bir bosqichda yarimmahsulot (syem) hosil bo'ladi. Syem tarkibida qo'rg'oshin ham bor, u alohida qayta ishlanadi.

Qo'rg'oshinni misdan tozalash

Xomaki qo'rg'oshinni misdan tozalash ikki bosqichda olib boriladi: **dastlabki** tozalash va **yakunlovchi** tozalash.

Dastlabki tozalash misning qo‘rg‘oshindan harorat pasayishida erish qobiliyati kamayishiga asoslangan. Agar 2—3% Ca bor xomaki qo‘rg‘oshinni asta-sekin sovitilsa, mis durlari ajralib chiqib, qo‘rg‘oshin sirtiga suzib chiqadi (nisbatan yengilroq bo‘lgani sababli). Ajralib chiqqan qattiq modda **mis shlakeri** deb nomlanadi. Shlaker qo‘rg‘oshin sirtida temirli kovsh (kapkir) bilan chiqariladi.

Mis shlakerida ko‘p miqdorda qo‘rg‘oshin bor. Qo‘rg‘oshin isrofini kamaytirish maqsadida misdan dastlabki tozalashni ikki pog‘onada olib boriladi: oldin 1000°C pechdan chiqarilgan xomaki qo‘rg‘oshinni 550—650°C gacha sovitiladi va «quruq» shlaker olinadi (10—30% Cu va 50—70% Pb). Bu shlaker qo‘rg‘oshin, mis va boshqa elementlarni ajratib olish maqsadida alohida qayta ishlanadi. Quruq shlaker chiqarilgandan so‘ng, eritmada 0,5—0,6% mis qoladi.

So‘ng eritma haroratini 335—345°C gacha pasaytiriladi va qo‘rg‘oshinga boy (3—5% Cu; 80—90% Pb) shlaker olinadi. Bu shlaker texnologik jarayonning boshiga yuboriladi.

Dastlabki tozalash natijasida misning qoldiq miqdori 0,1—0,2% ni tashkil qiladi.

Yakunlovchi tozalash xomaki metallga zarra aralashmalar bilan qo‘rg‘oshinda erimaydigan qattiq birikmalar hosil qilish maqsadida qo‘shimcha modda yuklashda asoslangan.

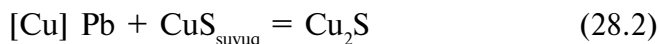
Bunday modda hisobida elementar oltingugurt, xlorni aluminiy va boshqalar bo‘lishi mumkin.

Jarayon osonligi, katta tezlik va reagentning kam sarfi oltingugurtning keng tarqalishiga olib keladi. Bu usul qo‘rg‘oshinda 0,005—0,008 % Cu qoldiq miqdorlik olishga imkon yaratadi.

Qo‘rg‘oshinda erigan mis qo‘shilgan oltingugurt bilan o‘zaro kimyoviy bog‘lanadi:

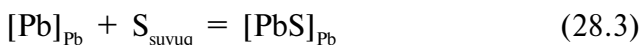


keyin esa,



Yarim oltingugurtli mis Cu_2S yuqori erish haroratiga ega ($t_{\text{erish}} = 1130$). Deyarli qo‘rg‘oshinda erimaydi. Zichligi nisbatan kam bo‘lganligi sababli ($5,6 \text{ g/sm}^3$) Cu_2S qo‘rg‘oshin sirtiga suzib chiqadi va dastgohdan chetlatiladi.

Misdan tozalashda qo‘rg‘oshin ham qisman sulfidlanadi:



(28.3) reaksiya tezligi (28.2) reaksiya tezligidan ancha kamroqdir. Shuning uchun jarayonda asosan mis sulfidi hosil bo'ladi.

Shunday qilib, ikki pog'onali misdan tozalash qo'rg'oshinda mis miqdorini 2—3% dan 0,0005—0,0005% gacha qaytarishga imkon yaratadi.

Tellurdan tozalash

Qo'rg'oshin xomashyosini qayta ishlaganda 60—70% tellur xomaki metall tarkibiga o'tadi. Tozalanayotgan metallda uning konsentratsiyasi 0,005—0,01% ni tashkil qiladi.

Tellur ajratib olish metallik natriy bilan olib boriladi. Jarayon tellurning natriy bilan xomaki metallda erimaydigan Na_2Te birikma hosil qilishiga asoslangan.

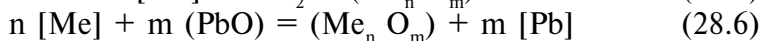
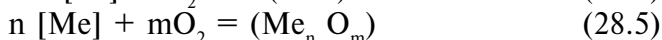
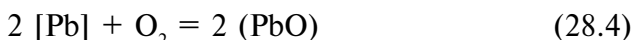
Natriy telluridi 953°C da eriydi va zichligi nisbati kam bo'lganligi sababli qo'rg'oshin sirtiga sizib chiqadi.

Natriyning optimal sarfi 1 kg tellurga to'g'ri keladi. Xomaki qo'rg'oshinga nisbatan uning sarfi 0,06% ni tashkil qiladi. Suyuq metallga yuklangandan so'ng 5—10 daqiqa aralashtirilsa, 90% dan ziyod tellur ajralib chiqadi.

Surma, mishyak va qalaydan tozalash

Bu metallardan tozalash ularni qo'rg'oshindan nisbatan kislorodga ko'proq tortilish kuchiga ega bo'lgan usul qo'llanadi: oksidlantiruvchi va ishqorlantiruvchi.

Oksidlantiruvchi bo'yicha tozalashda $750\text{--}800^\circ\text{C}$ haroratda suyuq qo'rg'oshin vannasiga havo beriladi. Bunda birinchi bo'lib qo'rg'oshin oksidi PbO paydo bo'ladi. PbO qo'rg'oshin erib, butun hajmga tarqaladi. Keltirilgan metallar PbO bilan qo'rg'oshinda almashuv reaksiyasi oqib o'tadi. Jarayonning kimyoviy shakli quyidagicha:



Surma, mishyak va qalay oksidlari (Sb_2O_3 , Sb_2O_5 , As_2O_3 , As_2O_5) ortiqchasi bilan o'zaro bog'lanib, qo'rg'oshinda erimaydigan staknot ($PbO \cdot As_2O_3$), arsanot ($pPbO \cdot gAsO$), arsenit ($pPbO \cdot gAs_2O_3$), antimonit ($x PbO \cdot y Sb_2O_3$) va antimonatlar ($x PbO \cdot y Sb_2O_5$) hosil qiladi. Shu birikmalar shlak fazasini tashkil qiladi va pechdan chetlatiladi.

29-§. RUX-QO'RG'OSHIN KONSENTRATINI ZAMONAVIY QAYTA ISHLASH TEXNOLOGIYASI

Dunyo amaliyotida rux-qo'rg'oshin konsentratini, asosan, klassik texnologiya bo'yicha qayta ishlanadi. Klassik texnologiya rux qo'rg'oshin rudasidan kollektiv konsentratini olishdan boshlanadi. Kollektiv rux-qo'rg'oshin konsentratini 2 ta mahsulotga flotatsiya yo'li bilan ajratiladi. Birinchi rux konsentratini olinadi va uning tarkibida 2—4 foiz qo'rg'oshin bo'ladi. Ikkinchi mahsulot esa — bu qo'rg'oshin konsentratidir, qaysiki 1,5—2 foiz rux bor. Bunday texnologiya ikkala xomashyodan ko'p foydali metallarning isrofgarchiligiga va mahsulotlar sifatining pasaytirishiga olib keladi.

Angliyaning «Imperial smelting» firmasi rux-qo'rg'oshin konsentratini ajratmasdan, birga qayta ishlash texnologiyasini yaratdi. Bu texnologiyaga asosan kollektiv konsentrat ajratmasdan shaxtali pechda birga eritiladi.

Birinchi bosqichda kollektiv konsentrat aglomerat shaklga aylantiriladi. Eritiladigan pech to'g'ri burchak formal va uni ikki qator furmalari bor. Furlalar pechning hajmiga taxminan 200 mm ga kiritiladi va suv bilan sovitiladi. Furlalarning ikki qator joylashtirilishi havo bosimining deyarli past darajada havoning pech hajmiga bir tekis taqsimlanishiga imkon yaratadi. Pechga havo taxminan 0,5—1,0 MPa bosimda va 550—570°C haroratda beriladi. Pechning tepa qismi yopiqdir. Shixta pechga davriy shaklda yuqori qismidan yuklanadi. Jarayonning suyuq mahsuloti pechning past qismidan chiqariladi. Suyuq mahsulotlar nisbatli og'irligi bo'yicha qatlamlanadi.

Odatda, shlak tarkibida 6—8 foiz rux bor. Koksning sarfi ko'paygan sari shlakda ruxning tarkibi kamayib boradi, faqat bu sharoitda pechning ishlab chiqarish unumdorligi ham kamayadi. Ohak va kvars qo'shilib, odatda, 30% CaO; 20 foiz SiO_2 ; 32 foiz

FeO; va 6% Al_2O_3 tarkibidagi shlak olinadi. Bu shlakning erish harorati 1200°C .

Koksning birligiga olinadigan ruxning soni issiqlik balansi bilan aniqlanadi. Bu balansda issiqlik kelishi: koksning yonishi va isitilgan havo va shixtaning issiqligidir. Issiqlikning sarfi: shlakning erishi, ajralib chiqayotgan texnologik gazlarning issiqligi, rux oksidining endotermik tiklanish reaksiyasi, uglerod dioksidining tiklanishi va tashqariga isrofi.

Pech gazlarda uglerod dioksidi tarkibi qanchalik yuqori bo'lsa, rux oksidi uglerod massasi birligiga shuncha tiklanishi mumkin. Uglerod dioksidining tarkibi haroratga, moddaning balandligiga, koks va ruxli materiallarning reaksiyaga kirish imkoniyatlariga bog'liq.

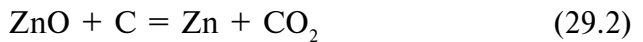
Normal tartibda koksning 800°C ga, havoning esa 600°C qizitilsa, koksning sarfi ajralib chiqayotgan rux massasining 90 foizini tashkil qiladi. Paydo bo'layotgan shlak massasidan yana 20 foiz qo'shish lozim. Bunda koksning umumiy sarfi quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$C = 0,936 a + 0,2173 v \quad (29.1)$$

bunda: C — uglerod sarfi; a — ajralib chiqayotgan rux soni; v — paydo bo'lgan shlak soni.

Havoni qizitish Buduar reaksiyasining ($\text{CO}_2 + \text{C} = 2\text{CO}_2$) o'ng tomonga siljishiga olib keladi.

Shixtali pechda asosan rux oksidining tiklanish reaksiyasi oqib o'tadi.



Reaksiya natijasida paydo bo'lgan rux bug'lanadi va texnologik gazlar bilan pechdan ajralib chiqadi. Qo'rg'oshin esa asosan suyuq mahsulotlarda to'planadi. Jarayonning eng murakkab bosqichi bu katta hajmdagi gazlardan ruxni kondensatsiyalashdir. Buning uchun, umuman, yangi texnologiya ixtiro qilingan. Gazlarda ruxning miqdorligi 5—6 foiz bilan cheklanadi, pechlarning ishlab chiqish unumdorligi esa bir sutkada 100—150 tonna ruxni tashkil qiladi. Bunday sharoitda, gazdan katta hajmda issiqlik olishga to'g'ri keladi. Undan tashqari, agarda shixtada 20 foiz qo'rg'oshin bo'lsa, unda qo'rg'oshinning uchishi va kondensatorga yetib borishidan qutulib

bo'lmaydi. Shuning uchun ruxni kondensatsiyalash uchun suyuq qo'rg'oshin ishlatiladi.

Harorat oshishi bilan ruxning erish qobiliyati o'shadi, va aksincha, harorat pasayganda kamayadi. Qo'rg'oshin kondensatorga 450°C haroratda yuklanadi. Bunda uning tarkibida 2—2,2 foiz rux bo'ladi. Qo'rg'oshin kondensatorida qizitilgan gazlar bilan aloqada bo'ladi. Gazlar pechdan 1000°C dan yuqori haroratda bo'ladi. Bu gazlarning tarkibida 5 foizgacha rux bor. Buning natijasida gazlar sovitiladi, rux esa qo'rg'oshinga o'tadi. Yuqori haroratda qizitilgan qo'rg'oshin kondensatorni 560°C da tark etadi va uning hajmida 2,4 foiz rux bor. Kondensatoridan tashqarida qo'rg'oshin sovitiladi va rux likvatsiya natijasida qo'rg'oshin sirtiga sizib chiqadi, sovitilgan qo'rg'oshin (2 foiz ruxli) qaytadan kondensatorga yuboriladi.

Rux bug'lari qo'rg'oshin tomchilarida kondensatsiyalanadi va shu shaklda eritma holatiga o'tadi. Kondensator pechga zich qilib o'rnatilgan. Kondensatorning boshqa tomonidan texnologik gazlar tozalash sistemasiga yuboriladi. Texnologik gazlarning issiqlik qobiliyati 2400—3000 kJ 1 m³ ni tashkil qiladi.

Kondensator to'g'ri burchakli kamera, ichki sirti korboron g'isht bilan himoyalangan. Uning uzunligi 6—12 m, eni 2,5—5,5 m, balandligi esa 1,25 m kondensatorida 3—8 ta vertikal joylashgan rotor mavjud. Rotorning aylanishida qo'rg'oshin yuqoriga katta kuch bilan yuboriladi, kondensatorning tepasi va yon devorlariga urilib, mayda zarrachalar hosil qiladi. Bu zarrachalar kondensator hajmini deyarli to'ldiradi.

Gazlarning kondensatorga kirish harorati 1000°C, chiqishi esa 450°C ni tashkil qiladi. Har bir haroratda kondensatsiyalangan ruxga kondensatorida 5 kJ ga yaqin issiqlik qoldiriladi. Buning natijasida qo'rg'oshin 110°C da isiydi (450—560°C). Kondensatorida qo'rg'oshin vannasining balandligi 250—300 mm. Qo'rg'oshin kondensatorida 450°C da yuklanadi. Bu haroratda uning tarkibida 2,15% rux bor. Kondensatorida rux 560°C gacha qiziydi. Bunda 0,25% rux qo'shimcha qo'rg'oshinda eriydi, natijada kondensatorni tashkil etayotgan qo'rg'oshinda 2,4% rux bo'ladi. 450°C da ruxning erish qobiliyati pasayadi va ajralib chiqayotgan metall likvatsiya vannasida qo'rg'oshinning sirtida to'planadi. Jami 96 foiz metall kondensatsiyalanadi va 4 foiz gaz tozalaydigan sistemada ilinadi. 87 foiz rux suyuq shaklda kondensatsiyalanadi. Qolgani esa har xil qattiq moddalardan iborat.

Qo'rg'oshin va ruxni ajratadigan vannada ruxning balandligi taxminan 380 mm ni tashkil qiladi. Zarrachaga aylantirilayotgan qo'rg'oshinning hajmi kattadir. Masalan, kondensatorning 1 tonna ruxga mo'ljallangan ishlab chiqarish unumdorligida kondensatordan o'tayotgan qo'rg'oshinning soni 400 tonnani tashkil qiladi. Har bir rotor gaz oqimiga taxminan 1000 tonnagacha qo'rg'oshin kiritadi. Kondensator ishi harorat, berilayotgan qo'rg'oshinning soni va gaz oqimining tezligi orqali boshqariladi.

Ikkilamchi materiallarning qayta ishlanishni hisobga olgan holda shaxtali eritish natijasida ruxni umumiy ajratib olish darajasi 92—93 foizdir. Olingan rux quyidagi tarkibga ega: % 1,1—1,3 qo'rg'oshin; 0,03—0,15 kadmii; 0,001—0,008 mishyak; 0,015—0,028 temir; 0,01—0,05 mis; 0,005—0,15 qalay.

Jarayonning likvatsiyasini va ruxning vakuum bug'lanishini birlashtirish mumkin. Bunda vannadagi pastki qisimli sovuq qo'rg'oshin kondensatorga qaytariladi, yuqori qismdagi issiq rux esa toza holatda bug' shakliga o'tadi. Hozirgi davrda kollektiv rux-qo'rg'oshin konsentratini ajratmasdan, qayta ishlash dunyoda keng tarqalayapti. Olmaliq kon-metallurgiya kombinatida bunday jarayonni qo'llash judayam katta ahamiyatga ega. Hozirgi paytda rux-qo'rg'oshin kollektiv konsentrat ajratilib, alohida qayta ishlashga mo'ljallangan. Rux konsentratini kombinatda qayta ishlanib, toza metall olinadi. Qo'rg'oshin konsentratini esa qayta ishlanmasdan chetga arzon narxda sotiladi. Bu tadbir kombinatning iqtisodiyotini barqarorlashtirishga yordam bermaydi. Shuni ham aytish kerakki, rux konsentratida 2—6 foizgacha mis bor. Hozirgi paytda mis molibden yarimmahsulotiga o'tib, isrof bo'layapti. Shixtali eritishda esa mis, maxsus shteyn fazasida to'planib, foydali mahsulotga o'tish imkoniyati bor. Bu mineral zaxiralardan to'laroq foydalanishga va isrofgarchilikni yo'qotishga keng yo'l ochib beradi.

30-§. OLTIN METALLURGIYASINING ZAMONAVIY AHVOLI

O‘zbekistonda nodir metallardan oltin ishlab chiqarish keng rivojlangan va shu sababdan o‘quv qo‘llanmaning shu bo‘limida asosan oltin metallurgiyasiga doir ma‘lumotlar, ayniqsa, hozirgi kunda keng tarqalgan va samarali bo‘lgan sorbsion texnologiyasi ko‘rib chiqilgan.

Nodir metallar guruhiga quyidagi metallar kiradi: oltin, kumush va platina guruhidagi oltita metall — ruteniy, rodiy, palladiy, osmiy, iridiy, platina.

Oltin juda qadim zamonlardan beri odamzod tomonidan ishlatilib kelinadigan metallardandir. Oltin odamlar ibtidoiy bo‘lib yashagan paytlarda ham ma‘lum bo‘lib, uni daryo va ko‘l suvlari-dan yuvib olar edilar. Shuningdek, quyoshdek tovlanib, issig‘-u sovuqda turli-tuman aralashma va eritmalarda o‘zgarmay, erimay va o‘z xususiyatini zarracha o‘zgartirmay qola olishi, uning qadr-qiyamatini oshirib yuboradi.

Oltin o‘zining o‘zgarmas va nodir xususiyatlari bilan davlatlar-aro pul muomalasi o‘rnida, valuta sifatida keng ishlatiladi. Bundan tashqari u davlatlarning jahon banklaridagi boylik jamg‘armalari sifatida undan foydalanib boylik orttirib, daromad keltiruvchi vazifani ham bajaradi.

Davlatlararo tovar ayirboshlashda oltin birdan-bir ishonchli muomala vositasidir.

Fan va sanoatda oltin (yuvelir) zargarlik, tish protezlash, meditsina-da, kosmik laboratoriyada va stansiya qurilmalarida qotishma-metall sifatida, o‘tga va kislotaga chidamli asbob-uskunalarda ishlatiladi.

Dunyoning oltin ishlab chiqaruvchi yirik davlatlari quyidagilar: Janubiy Afrika Respublikasi (JAR), Amerika Qo‘shma Shtatlari (AQSH), Kanada, Avstraliya, Rossiya, O‘zbekiston, Zoir, Tanzaniya, Gana, Zimbabve.

Asosiy oltin ishlab chiqaruvchi mamlakatlarda (90-yillarda) oltin ishlab chiqarish ko‘rsatkichlari 30.1-jadvalda berilgan:

Asosiy oltin ishlab chiqaruvchi mamlakatlarda 90-yillarda oltin ishlab chiqarish ko'rsatkichlari, t

Mamlakat	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
JAR	605,1	601,1	614,1	619,5	583,9	522,4	494,6	492,5	464,4	449,5
AQSH	294,2	296,0	329,1	332,1	326,0	319,0	329,3	362,0	366,0	341,9
Avstraliya	244,2	236,2	243,5	247,3	254,9	253,5	289,5	313,2	310,1	302,8
Kanada	167,4	175,3	160,4	153,1	146,4	150,3	164,7	171,5	164,3	157,9
Xitoy	93,6	103,9	112,2	119,4	120,7	132,6	144,6	148,8	160,2	156,3
Indoneziya	17,6	24,4	45,9	52,2	55,3	74,1	92,5	101,6	139,1	154,5
Rossiya	—	—	151,7	164,5	158,1	142,1	138,2	138,0	127,3	138,2
Peru	14,6	15,1	18,0	27,4	39,3	57,4	64,8	74,8	91,2	127,4
O'zbekiston	—	—	63,0	65,4	65,0	66,6	78,3	81,7	80,4	85,9
Gana	17,3	27,3	33,3	41,4	44,5	53,2	50,3	55,7	73,3	78,2
Braziliya	84,1	78,6	76,5	75,7	73,4	67,4	64,2	59,1	54,7	54,1
Chili	33,3	33,3	39,3	38,5	43,3	48,5	56,4	52,9	47,4	48,1
Argentina	1,2	1,6	1,6	1,3	1,2	1,0	0,9	2,5	20,1	35,0
Filippin	37,2	30,5	27,2	29,8	31,0	29,4	31,8	33,8	34,9	31,9

Umuman, dunyo bo'yicha 1493-yildan 1999-yilgacha — 122 000 t oltin ishlab chiqarilgan.

Yer bag'ridagi oltin zaxiralari bugungi kunda quyidagi ko'rsatkichlar bilan baholanadi, t.:

AQSH — 5600; Avstraliya — 3400; Braziliya — 800; Kanada — 1500; Rossiya — 3100; JAR — 19800; O'zbekiston — 3000; boshqa mamlakatlar — 9500.

Oltinning umumjahon zaxiralari 46000 — 71000 tonna bilan baholanadi.

Oltin zaxiralari turli ko'rinishlarda mavjud: tug'ma, telluridlar, ferri-shakllarda, sulfidlar, suvda eruvchan va boshqa ko'rinishda. Bunga asoslangan holda oltinni sochma rudalardan, asl rudalardan, konglomeratlardan, balansdan tashqari va texnogen xomashyolardan olinadi.

Oltinning asosiy qismi 94—98% — asl rudalardan qazib olinadi, 2,5—3% sochma rudalardan olinadi va 3,5—4,0% rangli metallarni eritib olishda, yo'ldosh metall holida olinadi.

Zaxira va rudalardagi oltinning miqdori, ishlab chiqarish hajmi va mahsulotning tannarxi bo'yicha oltin ishlab chiqaruvchi korxonalar quyidagi guruhlariga bo'linadi 30.2-jadval:

Oltin ishlab chiqaruvchi korxonalarining guruhlarga bo'linishi

Zaxira bo'yicha, t	Rudadagi oltinning miqdori bo'yicha, g/t	Oltin ishlab chiqarish hajmi bo'yicha t/yiliga	Qazib olish va qayta ishlashlarning tannarxi bo'yicha, 1 g oltinning AQSH dollari hisobidagi narxi
Juda yirik...>1000	Juda boy...>10	Juda yirik...>50	Yuqori rentabelli...< 4
Yirik...100	Boy...5—10	Yirik...10—50	Rentabelli...4—6
O'рта...10—100	O'рта...2—5	O'рта...5—10	O'рта rentabelli...6—10
Kichik...1—10	Kambag'al...0,5—2,0	Kichik...1—5	Past rentabelli...10—14
Juda kichik...< 1	Juda kambag'al...<0,5	Juda kichik... < 1	Zararli...> 14

31-§. OLTINNING FIZIKAVIY VA KIMYOVIY XUSUSIYATLARI**31.1. Oltinning fizikaviy xususiyatlari**

Oltin quyma shaklida sof sariq rangda, erigan holda — yashil, mayin maydalangan holatda ko'k-kulrang va hatto qora rangda bo'lishi mumkin.

Oltinning erish harorati — 1063,4°C, qaynash harorati esa — 2966,0°C.

Oltin juda toblanuvchan metall bo'lib, undan 0,0001 mm qalinligidagi plastina olish mumkin. Oltinning cho'ziluvchanligi ham juda yuqori, 0,05 g oltindan 160 m sim cho'zish mumkin.

Oltin tarkibidagi qo'shimcha moddalar oltinning toblanuvchanligini, cho'ziluvchanligini pasaytiradi. Masalan, oltin tarkibida 0,1% — Al; 1% — Fe yoki 1% — Sn bo'lsa, oltinning qattiqligi ortadi, 0,005% — Pb, 0,01% — Te yoki 0,1% — Bi bo'lsa, oltin mo'rt bo'ladi.

Erigan holda oltin gazlarni yutish xususiyatiga ega. Masalan, oltin vodorod yoki kislorod gazlari muhitida 37—46 hajm vodorod va 33—46 hajm kislorodni yutadi.

31.2. Oltinning kimyoviy xususiyatlari

Oltin nodir metallar guruhiga kiradi. Havo, hatto namlik ishtirokida oltin o'zgarmaydi. Yuqori haroratlarda oltin vodorod, kislorod, azot, oltingugurt va uglerod bilan ta'sirlashmaydi.

Oltin ikki xil oksidlanish darajasiga ega: 1 va 3.

Oltinning standart elektrod potentsiali juda yuqori qiymatlarga ega:



Eritmalarda oltin, asosan, bir valentli holatda uchraydi. Oltin toza kislotalarda erimaydi. Kislotalardan oltin faqat «podshoh arog‘i» (1qism HNO_3 va 3 qism HCl kislotalarning aralashmasi) da eriydi va auroxlorvodorod kislotasini hosil qiladi.



«Podshoh arog‘i» eritmasida HNO_3 oksidlovchi, HCl esa kompleks hosil qiluvchi bo‘lib reaksiyada ishtirok etadi.

Oltinning ikki xil kislorodli birikmalari aniq: Au_2O va Au_2O_3

Au_2O — kulrang binafsha tusli kukun, 200°C dan ortiq haroratda tiklovchi modallarning ta’sirisiz parchalanadi:

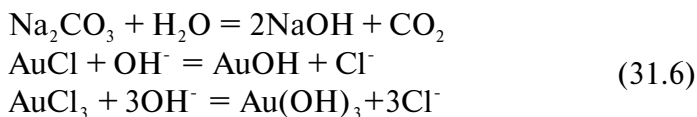


Au_2O_3 — to‘q jigarrang tusli, suvda erimaydigan kukun, vodorod yoki CO oqimida tiklanadi:



Oltinning kislorodli birikmalari oltin gidrooksidlaridan (AuOH $\text{Au}(\text{OH})_3$) olinadi.

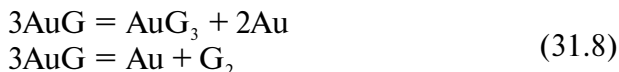
Oltin gidroksidlari oltinning xlor birikmalariga ishqor metallar karbonatlari bilan ta’sir qilish yo‘li orqali olinadi:



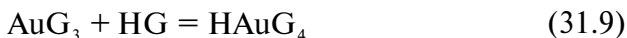
Oltin galogenlar bilan (Cl_2 , Br_2 , I_2) monogalogenidlar (AuG) hosil qiladi, hosil bo‘lgan birikmalar ishqoriy metall galogenidlarida kompleks hosil qilishi bilan eriydi:



yoki parchalanadi



AuG_3 — birikmalari suvda eriydi, kislotalarda eritilsa, oltinning kompleks kislotalari hosil boʻladi:



Ishqoriy metallar galogenidlari bilan AuG_3 toʻgʻridan toʻgʻri aurat tuzlarini hosil qiladi:

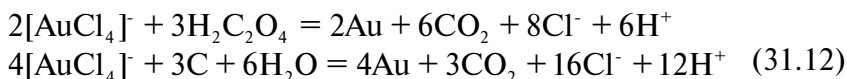


Kislolaning oʻzi ham, uning koʻpgina tuzlari ham suvda yaxshi eriydi, shuning uchun ular oltinning affinaida ishlatiladi.

Au (III) ning xloridli eritmalaridagi standart potentsiali yuqori boʻlgani uchun



eritmalaridan oltin koʻpgina qaytaruvchilar yordamida oson qaytariladi:



Bir qancha ion va molekular bilan Au (I) kompleks birikmalar hosil qiladi. Kompleks hosil qilinishi bir valentli oltinning suv eritmalaridagi mustahkamligini oshiradi. Oltin komplekslarining orasida nisbatan mustahkami bu — oltinning sianli kompleksidir .

Natriy va kaliy sian tuzlari oltinning sanoat erituvchisi hisoblanadi:



Yana bir sanoatda qoʻllaniladigan oltinning sanoat erituvchisi, bu tiomochevina tuzidir $\text{CS}(\text{NH}_2)_2$. Tiomochevina ham sianid tuzlari kabi mustahkam kompleks hosil qiladi:



32-§. OLTIN MINERALLARI. TARKIBIDA OLTIN BO‘LGAN RUDALARNI QAYTA ISHLASH SXEMALARI

Kimyoviy inertligi tufayli oltin rudalarda asosan tug‘ma metall holida uchraydi. Sof oltin zarrachalarining kimyoviy tarkibi keng chegarada o‘zgarib turadi, lekin hamisha miqdor jihatdan oltin ustun turadi. Sof oltindagi tipik qo‘shimchalar — kumush, mis, temir, oz miqdorda margimush, tellur, selen va boshqa elementlardir.

Sof metall zarrachalaridagi oltinning miqdori 75—90 foiz, undan tashqari, kumush 1—10 foiz, temir va mis 1 foizgacha.

Kimyoviy birikma hisoblanuvchi oltin minerallarida telluridlar mavjud. Oltin telluridlarda quyidagi birikmalar holatida uchraydi: AuAgTe_4 — silvinit; AuAgTe_2 — krennerit; Au_3AgTe_2 — petsit.

Oltinning asosiy minerallari va ulardagi oltinning miqdori 32.1-jadvalda keltirilgan:

32.1-jadval

Oltinning asosiy minerallari

Oltinning minerallari	Oltin miqdori, %
Tug‘ma oltin	90—100
Elektrum	70—90
Kyustelit	30—70
Telluridlar:	
kalaverit	43,6
petsit	25,4
silvinit	24,2
Antimonitlar:	
aurostibit	46,4

Oltinning ma‘lum minerallaridan, sanoatda ahamiyatga ega bo‘lgani tug‘ma oltindir, qolgan minerallar esa kam uchraydi. Rudalarda sof oltin ma‘lum shaklga ega bo‘lmagan xilma-xil ko‘rinishda uchrashi mumkin (ilgaksimon, sim, donasimon, tangasimon).

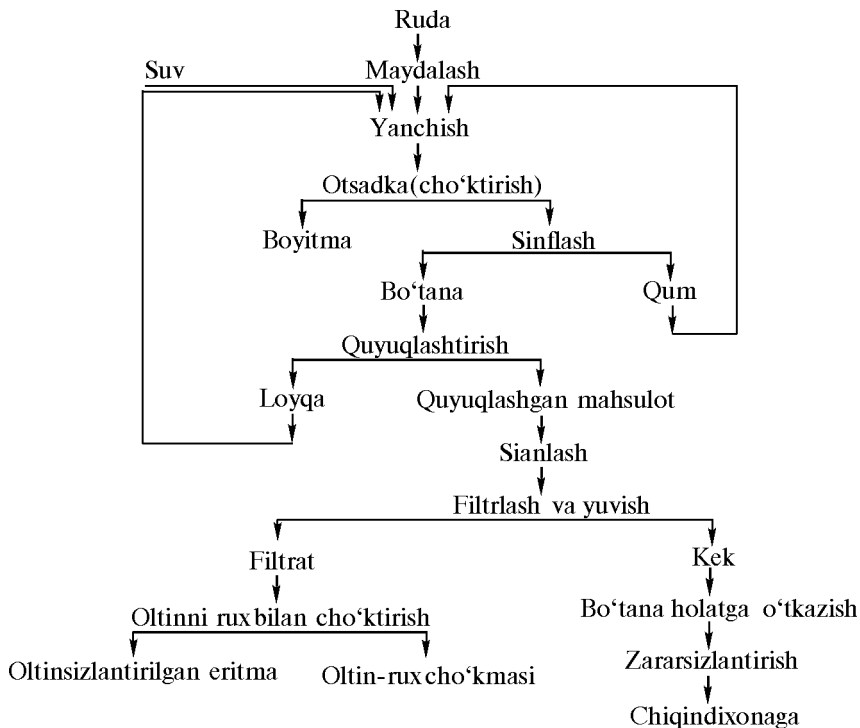
Sof oltin zarrachalarining o‘lchami keng chegarada o‘zgarib, mikroskop ostida ko‘rinadigan juda kichik zarrachalardan tortib, 10—100 kg li gigant yombi holida ham uchrashi mumkin.

Oltin zarrachalarning kattaligi uning eng asosiy texnologik xossalariidan biri hisoblanadi, chunki unga asoslanib oltinni rudalardan ajratib olishda qaysi bir texnologik jarayonlarni tanlash yotadi.

Oltinning kattalik o'lchamlari quyidagi ko'rsatkichlar bilan belgilanadi: yirik oltin + 70 mkm, mayda oltin — 70 mkm, mayin zarrachali oltin — 1 mkm.

Tarkibida oltin bo'lgan rudalarni qayta ishlashning texnologik sxemasi xilma-xilligi bilan ajralib turadi. Qaysi bir sxemani tanlash juda ko'p omillarga bog'liq, ularning asosiylari: rudadagi oltinning tavsifi, rudaning dastlabki kattaligi, rudaning moddiy tarkibi, rudada oltindan tashqari qimmatbaho komponentlarning mavjudligi, qayta ishlash texnologiyasini murakkablashtiruvchi komponentlarning mavjudligi va h.k.

Rudadan oltinni ajratib olishning texnologik jarayonlariga tayyorlov (maydalash, yanchish), boyitish (gravitatsion boyitish, flotatsion boyitish) va metallurgik jarayonlar (amalgamatsiya, sianlash, sorbsion tanlab eritish, desorbsiya, rux kukuni bilan cho'ktirish (sementatsiya), elektrocho'ktirish) kiradi.

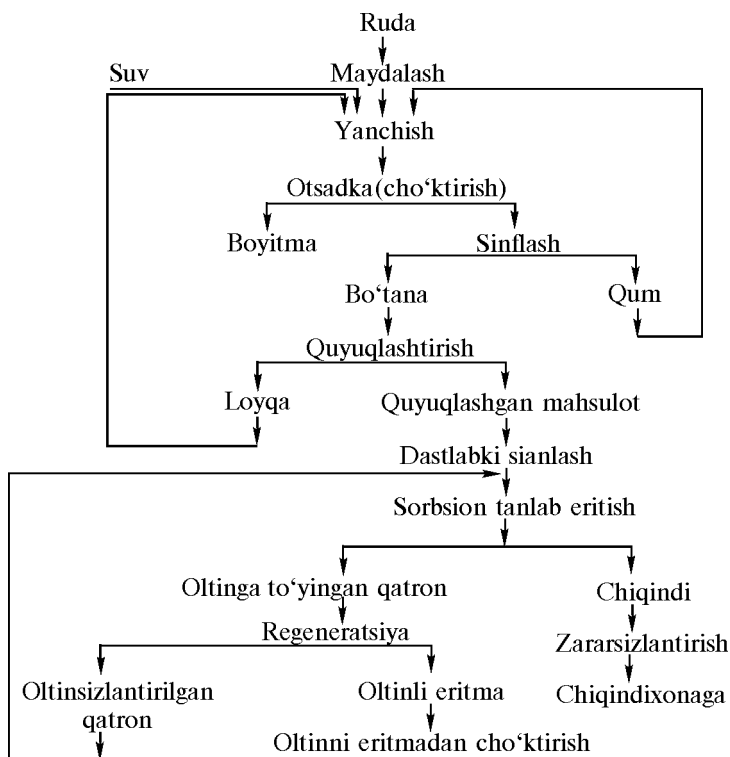


32.1-rasm. Oltin tarkibli rudalarni qayta ishlash sxemasi: sianlash va oltinni eritmalardan rux bilan cho'ktirish.

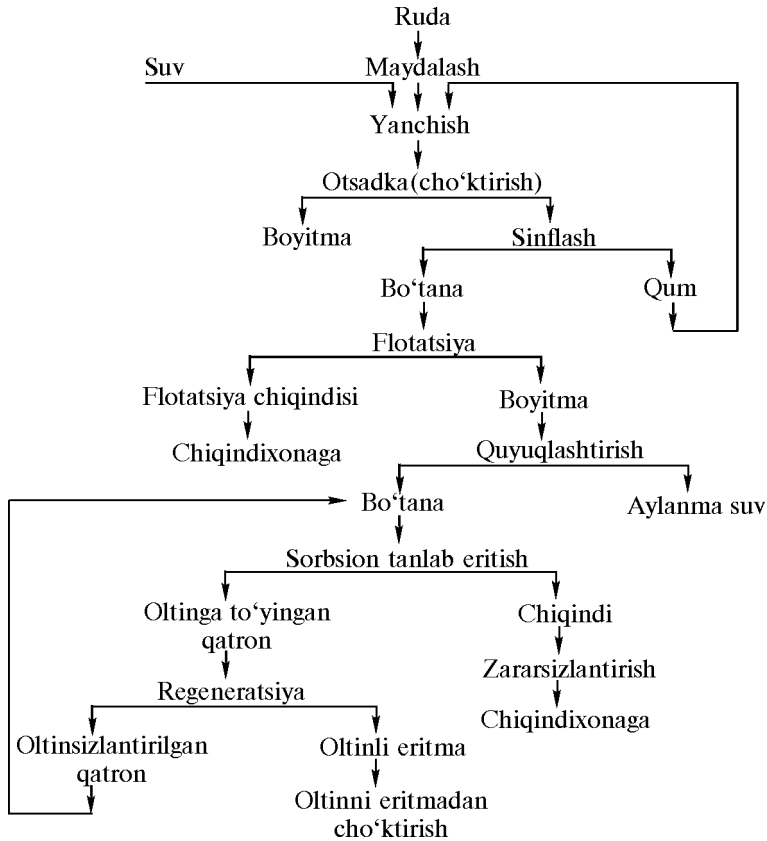
Tanlangan texnologik sxema oltinni rudadan yuqori darajada ajratib olishni, xomashyoning kompleks ravishda ishlatilishini, moddiy, energetik va mehnat resurslarining kam miqdorda sarflanishini, sanoat chiqindilari bilan atrof-muhitni eng kam miqdorda ifloslantirishini ta'minlash kerak.

Oltin saralash korxonalarining oxirgi mahsuloti xomaki oltin yoki oltinga boy cho'kma hisoblanadi. Bu mahsulotlarni keyingi qayta ishlanishi maxsus affinaj zavodlarida yuqori tozalikdagi oltin olish bilan amalga oshiriladi.

Oltinni rudalardan turli usullarda ajratib olish texnologik sxemalari 32.1, 32.2, 32.3-chizmalarda keltirilgan.



32.2-rasm. Oltin tarkibli rudalarni qayta ishlash sxemasi: oltinni rudadan sorbsion tanlab eritish usulida ajratib olish.



32.3-rasm. Oltin tarkibli rudalarni qayta ishlash sxemasi: oltinni rudadan flotatsion-sorbsion usulda ajratib olish.

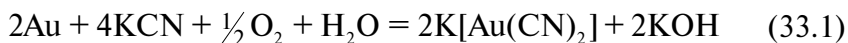
33-§. SIANLASH

Sanoatda oltin gidrometallurgik jarayonlar yordamida ishlab chiqariladi. Tarkibida oltin bo'lgan rudalarni gidrometallurgik usullarda qayta ishlashning mohiyati shundan iboratki, ruda tayyorlov jarayonlardan so'ng, ishqoriy va ishqoriy yer metallarning sian tuzlarining (KCN, NaCN) suyultirilgan eritmalarida, havo kislorodi ishtirokida tanlab eritiladi. Eritmaga o'tgan oltin turli usullarda eritmadan ajratib olinishi mumkin, masalan: rux kukini bilan cho'ktirish, ion almashuvchi qatronlar bilan sorbsiyalash, aktivlangan ko'mir bilan sorbsiyalash.

Sianlash jarayonida kislorod oksidlovchi bo‘lib chiqadi. Oltinni sianlash jarayoni muvaffaqiyatli o‘tishi uchun eritmalarda sianidning miqdori kam bo‘lishi kerak. Tanlab eritish jarayonida sianidning miqdori 0,05—0,15 foiz. Sianidning kam miqdorini quyidagicha tushuntirsa bo‘ladi: sianid miqdori oshgani bilan tanlab eritish jarayonida oltindan tashqari eritmaga rudadagi boshqa nodir bo‘lmagan metallar o‘tadi.

Sianlash jarayoni bir maromda o‘tishiga va oltinni chiqindilar bilan yo‘qolishini kamaytirishda, qayta ishlanadigan rudadagi oltin zarrachalarining o‘lchamlari va ko‘rinishi katta rol o‘ynaydi, buni quyidagicha tushuntirsa bo‘ladi: birinchidan, bo‘sh tog‘ jinslaridan yirik bo‘lishi kerak; ikkinchidan, tanlab eritish jarayoni bir me‘yorda borishi uchun, oltin zarrachalari mayda va bir o‘lchamda bo‘lishi kerak, chunki yirik o‘lchamli oltin donachalari eritmaga o‘tishga ulgurmaydi va tashlandiq mahsulotlar bilan chiqindixonaga tashlanadi.

Stexiometrik hisobot bo‘yicha KCN ning 4 molekulasi ($M_{\text{KCN}} = 65,11 \text{ g}$) 2 atom oltinni eritadi ($A_{\text{Au}} = 197,2 \text{ g}$):



demak, 1 g sianid $197,2 : (65,11 \cdot 2) = 1,51 \text{ g}$ oltinni eritadi, bir gramm oltinni eritish uchun $(65,11 \cdot 2) : 197,2 = 0,65 \text{ g}$ KCN talab qilinadi. Ammo amalda sianidning sarfi 30—40 marotaba bo‘ladi (32—100 g 1 g oltinga).

Shundan kelib chiqyaptiki, sianlash jarayonida sianidning sarfi oshganda, sianidning isrof bo‘lishi yuz beradi. Sianidning isrof bo‘lishini ikki guruhga bo‘lish mumkin: mexanik va kimyoviy.

Mexanik isrof bo‘lish: sianid eritmalarini dastgohdan dastgohga nasoslar orqali oqib o‘tishi natijasida hosil bo‘ladi.

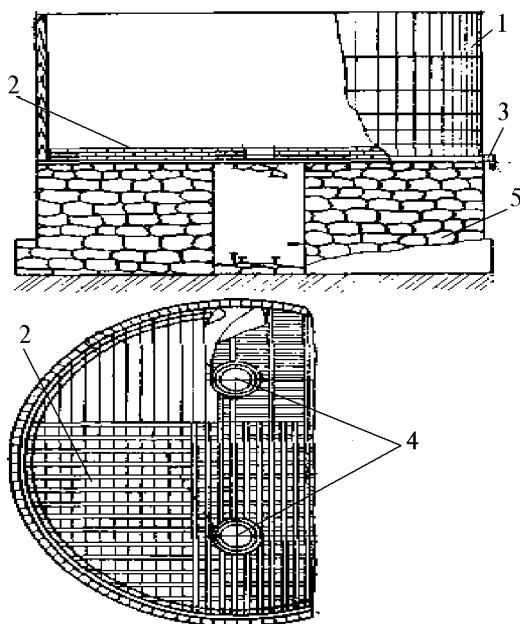
Kimyoviy isrof bo‘lish: sianidning rudadagi bo‘sh tog‘ jinslari bilan reaksiyaga kirishi, sianid tuzlarining parchalanib, HCN bug‘larining hosil bo‘lishi natijasida hosil bo‘ladi.



HCN bug‘lari hosil bo‘lishining oldini olish uchun, tarkibida oltin mavjud bo‘lgan rudalarni sianid eritmalarida tanlab eritish jarayonini ishqoriy muhitda olib boriladi.

Sianlash usullari va dastgohlari. Sianlash jarayoni oltin sanoatiga oʻtgan asrning oxirlarida kirib keldi. U vaqtlarda boyitish va gidrometallurgiya asbob-uskunalari hali mavjud emas edi. Mayin yanchishning narxi baland boʻlgani sababli va katta miqdorda yanchilgan mahsulotni uzluksiz tanlab eritish, suvsizlantirish va filtrlash jarayonlari ishlab chiqilmaganligi uchun, sianlash jarayonining sanoatga kirib kelishining boshlangʻich davrida, dagʻal yanchilgan rudani sianlash jarayoni sizdirib oʻtish, tanlab eritish usulida amalga oshirilgan. Sizdirib oʻtish usulida sianlash jarayonini doirasimon yoki toʻgʻri toʻrt burchakli idishlar — chanlarda olib boriladi (33.1-rasmda koʻrsatilgan).

Doirasimon chanlarning diametri 12—14 metrgacha, balandligi 2—4 m boʻladi. Toʻgʻri toʻrtburchakli channing oʻlchamlari: uzunligi 25 m, kengligi 15 m gacha boʻlib, ularning sigʻimi 800—900 t gacha boradi. Chan tarkibida oltin mavjud ruda bilan toʻldirilgandan soʻng, unga qattiq moddani qoplagunga qadar sianid eritmasi eritma beriladi. Maʼlum vaqtdan soʻng eritma channing pastki qismida



33.1-rasm. Sizdirib oʻtish usulida tanlab eritish dastgohi:

1 — chan; 2 — chan tubining ustidagi panjara; 3 — metall tarkibli eritmalarni chiqaradigan joʻmrak; 4 — qoldiqlarni chiqarib tashlash uchun moʻljallangan tuynuk; 5 — fundament.

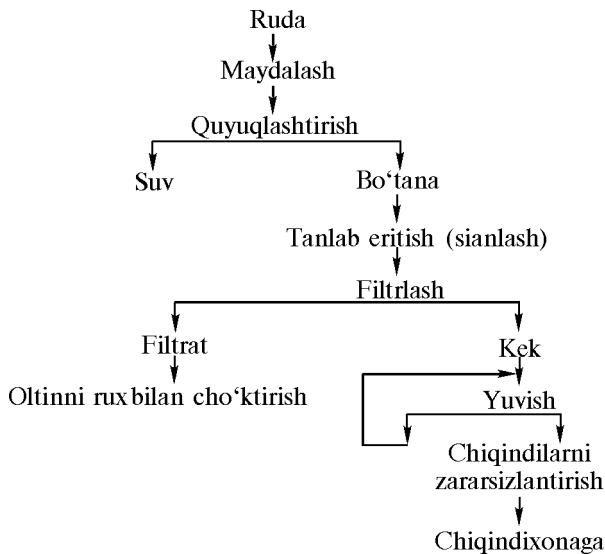
oʻrnatilgan joʻmrak orqali chiqarib yuboriladi. Rudadan metall toʻliq eritmaga oʻtmagan boʻlsa, chan yangi eritma bilan toʻldiriladi.

Tanlab eritish tamom boʻlgandan soʻng, qattiq faza toza suv bilan bir necha marta chayiladi. Qoldiq channing tubidagi maxsus tuynuk orqali chandan chiqarib yuboriladi. Soʻngra yangi ruda bilan toʻldiriladi.

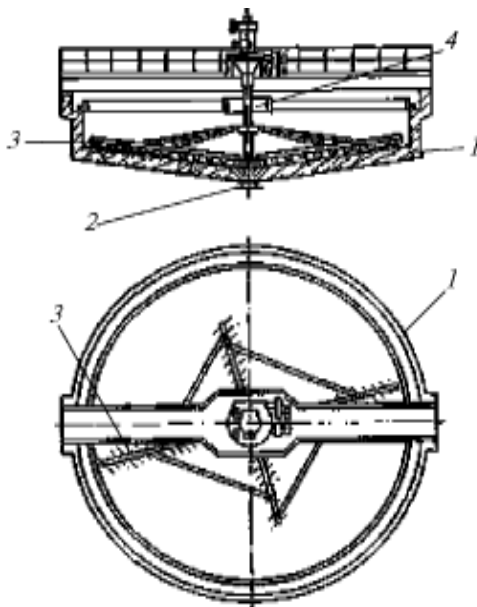
Bu usulda jarayonni olib borish uchun qayta ishlanadigan xomashyoda, tuproq, il (suspenziya holatdagi zarrachalarning yigʻindisi), mayda zarralarning mavjudligiga yoʻl qoʻyilmas edi. Shu sababdan, tanlab eritish jarayonidan avval yanchilgan ruda sinflarga boʻlinardi. Sinflash jarayonining yirik mahsulotlari sizdirib oʻtish yoʻli bilan qayta ishlanardi, illar esa chiqindixonaga tashlanardi. Illarda asosan mayin oltin zarrachalari boʻlgani sababli ular yoʻqolib ketardi va oltinni ajratib olish darajasi past qiymatlarga ega boʻlar edi.

Gidrometallurgiya dastgohlarining takomillashishi bilan oltin ishlab chiqarish sanoatida qayta ishlashda tarkibida mayin oltin boʻlgan rudalar qoʻllana boshlandi, bunda rudaning hammasi birgalikda tanlab eritiladi. Bu jarayonning nomi **«toʻliq il jarayoni»** deb nomlandi.

«Toʻliq il jarayoni» boʻyicha tarkibida oltin boʻlgan rudalarni qayta ishlash 33.2-chizmada koʻrsatilgan.



33.2-rasm. «Toʻliq il jarayoni»ning texnologik chizmasi.



33.3-rasm. **Quyushtirgich:**

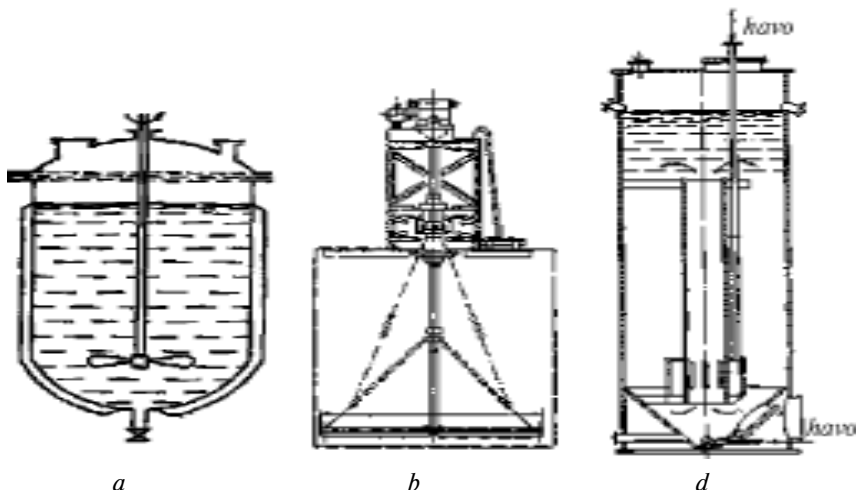
1 — silindrik chan; 2 — quyushtirgan mahsulotni chiqaruvchi qurilma;
3 — aralashtirgich; 4 — boʻtanani yuklovchi moslama.

Chizmada keltirilgan gidrometallurgik jarayonlarda (quyushtirish, tanlab eritish, filtrlash) qoʻllaniladigan dastgohlarning qisqa taʼrifini beramiz:

— **Quyushtirish (suvsizlantirish) jarayoni** — yanchish jarayonidan chiqqan boʻtanadagi ortiqcha suvdan xalos boʻlish maqsadida qoʻllaniladi. Quyushtirish uchun qoʻllaniladigan dastgoh 33.3-rasmda koʻrsatilgan.

Koʻp hollarda quyushtirgich tubiga choʻkkan mahsulotda 50 foizgacha suv qoladi. Quyushtirish darajasi yanchilgan mahsulotning yirikligiga, zichligiga va fizik-kimyoviy xususiyatlariga bogʻliq.

Kerakli metallni keraksiz moddalardan gidrometallurgiya usuli bilan ajratib olish uchun kon mahsuloti maxsus sharoitda, maxsus kimyoviy modda (reagent)ning suvdagi eritmasi bilan aralashtiriladi. Bunda kerakli metall yoki uning birikmasi reagent bilan reaksiyaga kirishib, suvda yaxshi eriydigan modda hosil qiladi va metall eritmaga oʻtadi. Keraksiz birikmalar esa oʻz holicha qoladi. Bu jarayon — **tanlab eritish** deb ataladi.



33.4-rasm. Tanlab eritish dastgohlari:

a — mexanik aralash tirgichli agitator; *b* — pnevomexanik aralash tirgichli agitator; *d* — pnevmatik aralash tirgichli agitator.

Tanlab eritish mexanik, pnevomexanik, pnevmatik (pachuk) aralash tirgichlar bilan ishlaydigan dastgohlarda (agitatorlarda) amalga oshiriladi. Tanlab eritish dastgohlari 33.4-rasmda ko'rsatilgan:

Hozirgi kunda oltin sanoatida, asosan, pnevomexanik aralash tirgichli agitatorlar va pnevmatik aralash tirgichli agitatorlar qo'llaniladi. Pnevmatik agitatorlar — «pachuk» deb ham nomlanadi.

Pnevmomexanik aralash tirgichli agitatorning diametri balandligidan katta bo'ladi. Agitatorning markazida, dastgohning tubiga yotmaydigan va tishli mexanizm yordamida aylantiriladigan quvur o'rnatilgan. Quvurga bosim bilan havo beriladi. Quvurning pastki qismida qumlarni agitator tubining markaziga olib keladigan «skreboklar» o'rnatilgan.

Pnevmatik aralash tirgichli agitator — «pachuk» 15 m gacha bo'ladigan konussimon tubli silindrik dastgohdir. Dastgohning ichidagi bo'tanani aralash tirish uchun siqilgan havo ishlatiladi. Siqilgan havo yordamida, aralash tirish uchun erlift, prinsipi foydalaniladi. Havo kompressor yordamida markaziy quvurga beriladi. Markaziy quvurda havo, suyuqlik va qattiq zarrachalarning aralashmasi hosil bo'ladi. Markaziy quvurdagi aralashmaning zichligi apparatning boshqa qismida joylashgan bo'tana zichligidan kam bo'ladi. Zichliklar o'rtasidagi farq natijasida butun massa harakatga keladi.

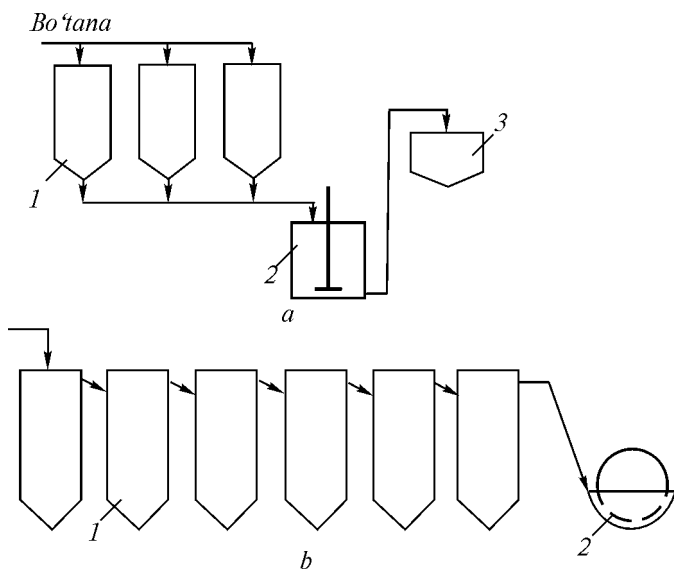
Tarkibida oltin boʻlgan rudalarni sianlash jarayoni davriy va uzluksiz maromda olib borilishi mumkin.

Davriy maromda olib boriladigan jarayonlarda, reaksiyaga kirishuvchi moddalar — ruda (boyitma) va eritma dastgohlariga bir vaqtda yuklanadi va maʼlum vaqt davomida ishlov berilgandan soʻng, dastgoh mahsulotdan boʻshatilib, yangi turkum ashyolar bilan toʻldiriladi.

Uzluksiz maromda olib boriladigan jarayonlarda qattiq ashyo bilan suyuqlik boʻtana holda tanlab eritish dastgohiga uzluksiz beriladi va mahsulotlar undan uzluksiz chiqarilib turiladi. Buning uchun ketma-ket ulangan dastgohlardan foydalaniladi 33.5-rasm.

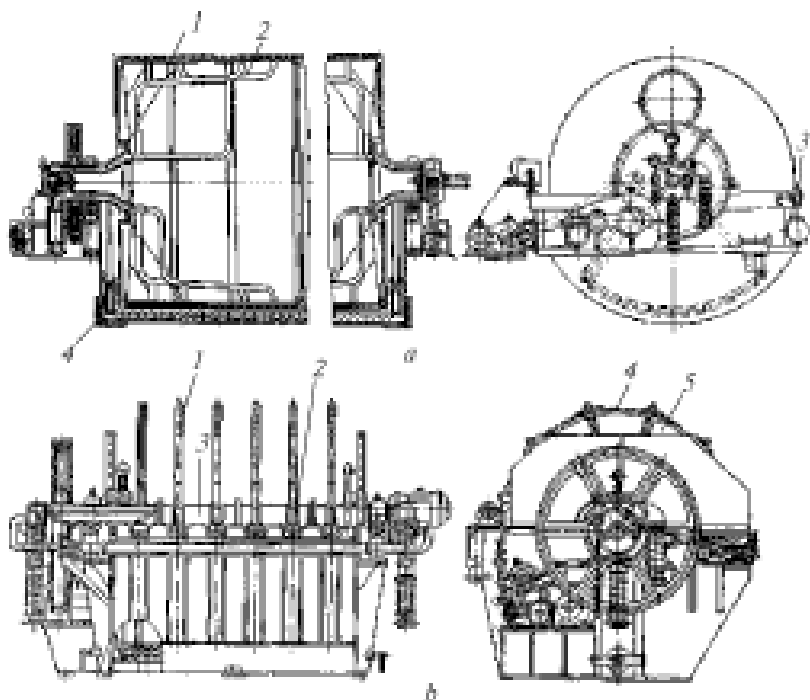
Tanlab eritish uzluksiz maromda tashkil etilganda, tanlab eritish dastgohlari ketma-ket (kaskadda) oʻrnatiladi. Kaskaddagi agitatorlar (pachuklar) soni uchtadan kam boʻlmasligi kerak.

Tanlab eritish jarayonidan soʻng boʻtana filtrlanadi va hosil boʻlgan tiniq eritmadan oltin ajratib olinadi. Filtrlash uchun turli turdagi



33.5-rasm. Tanlab eritish (sianlash) chizmalari:

a — davriy tanlab eritish sxemasi: 1— aralashtirish usulida tanlab eritish dastgohi; 2— yigʻuvchi dastgoh; 3— filtr (tanlab eritish jarayonining suyuq va quyug mahsulotlarini ajratib olish uchun). **b** — uzluksiz tanlab eritish chizmalari: 1 — aralashtirish usulida tanlab eritish dastgohi; 2 — filtr (tanlab eritish jarayonining suyuq va quyug mahsulotlarini ajratib olish uchun).



33.6-rasm. Eritmalarni filtrlashda qoʻllaniladigan filtrlar:

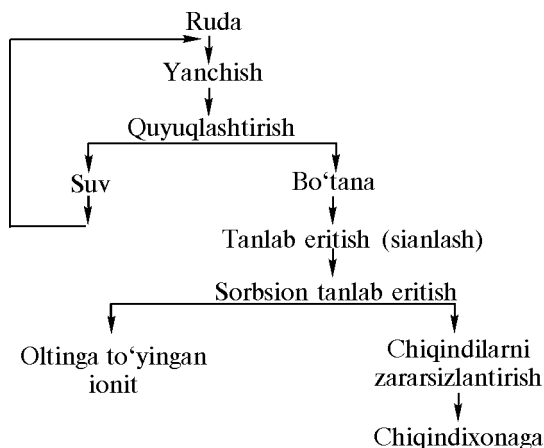
a — barabanli vakuum filtr: 1 — baraban; 2 — filtratni (suyuq mahsulotni) olib tashlash trubkalari; 3 — pichoq (kekni filtrda kesib tashlash uchun); 4 — boʻtanani chiqaruvchi luk; **b** — diskli vakuum filtr: 1 — disk; 2 — pichoq; 3 — ichi kavak val; 4 — diskning sektori; 5 — matoli gʻilof.

filtrlar qoʻllanadi: ramali filtrlar, barabansimon vakuum filtrlar, diskli vakuum filtrlar 33.6-rasm.

34-§. SORBSION TANLAB ERITISH

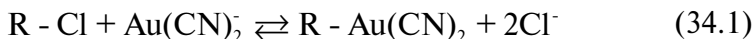
Ionitlar deb ataluvchi qattiq moddalar oʻz ionlarini ishorasi bir xil boʻlgan eritmadagi ionlarga almashtirish hisobiga eritmadan metall ionlarini ajratib olishadi.

Sorbsion tanlab eritish jarayonining asosida ion almashuv jarayonlari yotadi. Sorbsion tanlab eritish texnologiyasining «toʻliq il jarayoni»dan farqi shundaki, bu texnologiyada narxi baland boʻlgan filtrlash operatsiyalarining yoʻqligi. Sorbsion tanlab eritish jarayonining texnologik chizmasi 34.1-rasmda koʻrsatilgan.



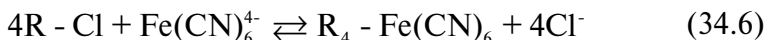
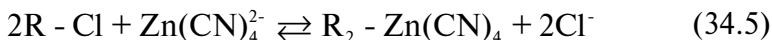
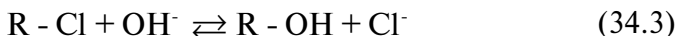
34.1-rasm. Sorbsion tanlab eritish jarayonining texnologik chizmasi.

Ionitlar yordamida oltinni sianli eritmalardan ajratib olish quyidagi umumiy reaksiya orqali boradi:



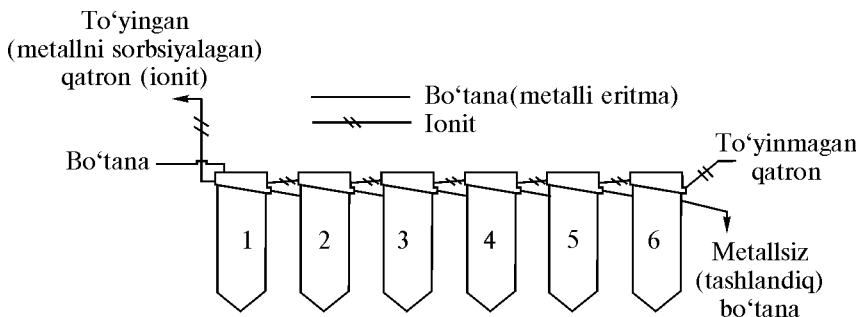
$R - Cl$ — ion almashuvchi ionit yoki «qatron».

Tarkibida oltin bor rudalarda oltindan tashqari boshqa birikmalar ham mavjud va ular sianlash paytida eritmaga o'tadi va ionitlar bilan sorbsiyalanadi (shimiladi):



Sianli jarayonda ion almashuv ionitlarni qo'llash uch xil usulda olib boriladi:

- nodir metallarni tindirilgan sianli eritmalardan sorbsiyalash;
- tanlab eritish jarayonidan chiqqan bo'tanadan sorbsiyalash;
- tanlab eritish paytida sorbsiyalash.



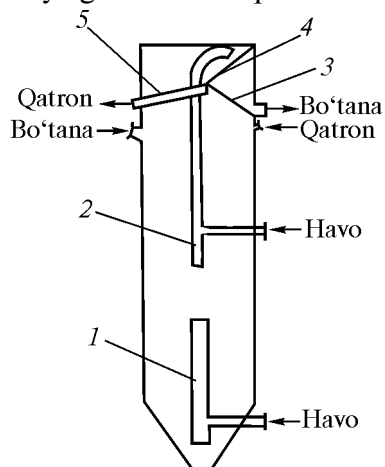
34.2-rasm. Qarama-qarshi oqimda ishlaydigan sorbsion tanlab eritish chizmasi.

Birinci usul bo'yicha — rudadan oltin, odatdagidek, sianlash usuli bilan eritmaga o'tqaziladi, faqat oltin eritmadan rux kukuni bilan cho'ktirilmaydi, balki ion almashuvchi ionitlar yordamida eritmadan ajratib olinadi. Lekin ionitlarning narxi baland bo'lgani uchun u ancha arzon bo'lgan rux yordamida cho'ktirish usuli bilan bellasha olmaydi.

Ikkinchi va uchunchi usul bo'yicha — ionitlar bilan tindirilgan oltinli eritmadan emas, balki sianlash jarayonidagi bo'tana ta'sirlashadi. Bunda oltin sianli eritmada erib, bo'tananing o'zida ionitga sorbsiyalanadi (shimiladi). Tanlab eritish va sorbsiyalash jarayonlarining birlashtirilgani uchun jarayon **sorbsion tanlab eritish** deyiladi.

Sorbsion tanlab eritish maxsus sorbsion «pachuklarda» bo'tana va ionitning qarama-qarshi harakatlanishida amalga oshiriladi (34.2-rasm).

Ionit oxirgi pachukka yuklaniladi va birinchi pachukdan oltinga to'yingan ionit chiqariladi.



Sorbsion tanlab eritish jarayonida ishlatiladigan pachuklarda ionitni bo'tanadan ajratib olish uchun, pachukda maxsus elak (g'alvir) o'rnatilgan (34.3-rasm).

34.3-rasm. Sorbsion tanlab eritish jarayonini amalga oshirish dastgohining (pachukning) sxematik chizmasi.

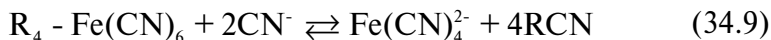
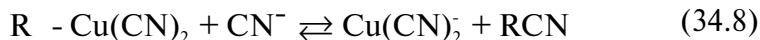
1 — «sirkulator» tarkibida qatron bo'lgan bo'tanani aralashtirish moslamasi; 2 — «aerolift» — qatron va bo'tanani haraktlantiruvchi moslama; 3 — «tarnov»; 4 — «g'alvir» — qatron va bo'tanani ajratishga mo'ljallangan moslama; 5 — «tarnov».

Ionitning o'lchami (0,5—2 mm) bo'tanadagi yanchilgan ruda-ning o'lchamidan yirik, g'alvir ko'zining o'lchami esa ionitning o'lchamidan kichik, ruda zarrachalaridan esa yirik bo'ladi. Ionitning zarrachalari g'alvirda ushlanib, bo'tanadan ajraladi.

To'yingan ionit oltindan tashqari temir, mis, rux, nikel, CN^- kabi qo'shimchalarni saqlaydi. Oltinni ionit tarkibidan ajratib olish va qo'shimchalarni yo'qotish maqsadida ionit regeneratsiya (birlamchi xususiyatini tiklash) qilinadi.

Regeneratsiya jarayonining mohiyati shundan iboratki, ionitga sorbsiyalangan oltinni maxsus reagentlar yordamida desorbsiyalab, oltinga boy eritma olishdir. Oltinga boy eritmaning tarkibiga, ionitga oltindan tashqari sorbsiyalangan modallar o'tmasligi uchun, oltindan avval bu moddalar desorbsiyalanadi.

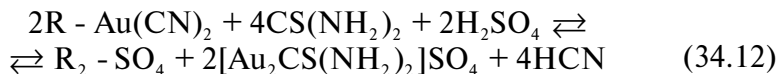
Birinchi bo'lib temir va mis 4—5 foiz sianid eritmasi bilan desorbsiyalanadi:



Keyingi jarayon ionitni suv bilan yuvish va rux, kobalt, nikel va sianidning qoldiqlarini 3 foiz sulfat kislota eritmasi bilan desorbsiyalash:



Oltin desorbsiyasini 9 foiz tiomochevina tuzining sulfat kislotali eritmasida olib boriladi:



Olingan oltinga boy eritmaning tarkibida oltinning miqdori 1—2 g/l. Bu eritma «regenerat» deb nomlanadi va undan oltinni metallik holatda ajratib olishga yuboriladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Худяков И.Ф., Смирнов В.И., Набойченко С.П. «Металлургия меди, никеля и кобальта», том 1,2. М.: «Металлургия» 1972 г. с. 780.
2. Лакерник Н.П. «Металлургия цинка и кадмия». М.: «Металлургия» 1968 г. с. 480.
3. Лоскутов А.С. «Металлургия свинца». М.: «Металлургия». 1964 г. с. 523.
4. Уткин Н.И. «Цветная металлургия». М.: «Металлургия». 1990 г.
5. Береговский В.И., Кистяковский Б.Б. «Металлургия меди и никеля». М.: «Металлургия» 1972 г. с. 455.
6. Шиврин Г.Н. «Металлургия свинца и цинка». М.: «Металлургия» 1982 г. с. 350.
7. Зайцев В.Я., Моргулис Е.В. «Металлургия свинца и цинка». М.: «Металлургия». 1985 г. с. 261.
8. Масленицкий И.Н., Чугаева Л.В. Металлургия благородных металлов. М.: «Металлургия». 1987 с. 429.
9. Стрижко Л.С. Металлургия золота и серебра М.: МИСиС. 2001. 334 с.
10. Abdurahmonov S.A. Gidrometallurgiya jarayonlar nazariyasi va dastgohlari. Navoi 2001. 400-b.
11. Зеликман А.Н. Теория гидрометаллургических процессов. М.: «Металлургия» 1987. с. 500.
12. Сенявин М.М. Ионный обмен в технологии и анализе неорганических веществ. М.: Химия 1980. с.268.
13. Бочаров В.А., Игнаткина В.А. Технология обогащения золотосодержащих руд и россыпей Ч. 1 и 2. Химическое обогащение золотосодержащего сырья М.: Учёба. 2003. с. 108.

MUNDARIJA

I bo'lim. MIS VA NIKEL METALLURGIYASI

1-§. Mis metallurgiyasining zamonaviy ahvoli va istiqbol rejalari	3
2-§. Sulfidli mis boyitmasidan shteyn olish jarayonlari	6
2.1. Yallig' pechda eritishda materiallarning tavsifi	6
2.2. Shixta tayyorlash	7
2.3. Kuydirish	7
3-§. Yallig' pechda eritishda moddalarning fizik-kimyoviy o'zgarishlari	9
4-§. Yallig' pechda eritishning amaliyoti	13
5-§. Sulfidli mis boyitmasini kislorodli mash'al pechida (KΦΠ) eritish	16
5.1. Shixta materiallari va ularni eritishga tayyorlash	16
5.2. Shixtani quritish	17
6-§. Mis sulfidli boyitmani kislorodli mash'al pechida (KΦΠ) eritishda fizik-kimyoviy jarayonlar	18
7-§. Kislorodli mash'al pechning (KΦΠ) konstruksiyasi va uni hisoblash	22
8-§. KΦΠ jarayonining texnologiyasi	25
9-§. Suyuq vannada eritish jarayoni (ΠЖВ)	27
10-§. Shteynlardan xomaki mis olish jarayonlari	30
10.1. Shteynlarni konverterlash jarayonining birinchi bosqichi	30
10.2. Shteynlarni konverterlash jarayonining ikkinchi bosqichi va takomillashtirish yo'llari	33
11-§. Xomaki misni tozalash jarayonlari	36
11.1. Xomaki misni olovli tozalash usuli	36
11.2. Misni elektrolitik tozalash usuli	39
12-§. Mis elektroliz ko'rsatkichlariga texnologik omillarning ta'siri	43
13-§. Nikel va kobalt olish texnologiyalari	46
13.1. Nikel olish texnologiyasi va xomashyo zaxiralari	46
13.2. Oksidlangan nikel rudalari tavsifi	47
13.3. Sulfidli nikel rudalari tavsifi	47
13.4. Oksidlangan nikel rudalarni qayta ishlash texnologik usullari	48
13.5. Gidrometallurgik usul	49
14-§. Sulfidli nikel rudalarni qayta ishlash usullari	50
15-§. Kobalt ishlab chiqarish texnologiyasi	53

II bo'lim. RUX VA QO'RG'OSHIN METALLURGIYASI

16-§. Rux metallurgiyasining xomashyo tavsifi va asosiy texnologiyalari	55
17-§. Sulfidli rux boyitmasini kuydirish jarayonlari	58
17.1. Sulfidli rux boyitmasini kuydirish jarayonlarining maqsadi va turlari	58
17.2. Kuydirish jarayonining kimyoviy reaksiyalari	58
18-§. Sulfidli rux boyitmasini qaynar qatlam «KC» pechida kuydirish amaliyoti	61
19-§. Kuydirilgan konsentratni tanlab eritish jarayonlari	64
19.1. Kuydirilgan konsentratni tanlab eritish	64
19.2. Kuydirilgan konsentratni tanlab eritish usullari	66
20-§. Tanlab eritishning amaliyoti	67
21-§. Rux sulfat eritmasini zarralardan tozalash	69

22-§.	Ruxning elektr tiklanishi. Ruxning elektr tiklanish nazariyasi	73
23-§.	Rux elektrolitik tiklanishining amaliyoti	76
24-§.	Rux kekini velsevlash usuli bilan qayta ishlash	79
25-§.	Rux kekini gidrometallurgik usul bilan qayta ishlash	82
25.1.	Getit jarayon	82
25.2.	Yarozit jarayon	83
25.3.	Vozgonlarni gidrometallurgik usul bilan qayta ishlash	85
26-§.	Kadmiy ishlab chiqarish	85
26.1.	Kadmiy birikmalarining xususiyatlari va ularning texnologik jarayonlarga ta'siri	85
26.1.	Mis-kadmiy kekini qayta ishlash	88
27-§.	Qo'rg'oshin metallurgiyasi	91
27.1.	Qo'rg'oshin va uning birikmalarining fizik-kimyoviy xususiyatlari	91
27.2.	Qo'rg'oshin xomashyosini qayta ishlash usullari	92
27.3.	Qo'rg'oshin konsentratini aglomeratsion kuydirish	93
27.4.	Tiklovchi eritish	97
28-§.	Xomaki qo'rg'oshinni tozalash asoslari	100
29-§.	Rux-qo'rg'oshin konsentratini zamonaviy qayta ishlash texnologiyasi	103

III bo'lim. OLTIN METALLURGIYASI

30-§.	Oltin metallurgiyasining zamonaviy ahvoli	107
31-§.	Oltinning fizikaviy va kimyoviy xususiyatlari	109
31.1.	Oltinning fizikaviy xususiyatlari	109
31.2.	Oltinning kimyoviy xususiyatlari	109
32-§.	Oltin minerallari. Tarkibida oltin bo'lgan rudalarni qayta ishlash sxemalari	112
33-§.	Sianlash	115
34-§.	Sorbsion tanlab eritish	122
	Foydalanilgan adabiyotlar	126

Anvar Yusupxodjayev, Suleyman Xudoyarov

METALLURGIYADA ISHLAB CHIQRISH TEXNOLOGIYASI

«Turon-Iqbol» nashriyoti, 2007

Muharrir *G. Islomova*

Badiiy muharrir *J. Gurova*

Texnik muharrir *T. Smirnova*

Musahhih *S. Abdunabiyeva*

Kompyuterda tayyorlovchi *A. Yuldasheva*

Bosishga 25.05.07 da ruxsat etildi. Bichimi 60×90^{1/16}. «Tayms» garniturasida ofset bosma usulida bosildi. Shartli b.t. 8,0. Nashr.t. 8,39. Adadi 1000. -raqamli buyurtma.

Original-maket «ARNAPRINT» MCHJ da tayyorlandi.
Toshkent, H. Boyqaro ko'chasi, 41.

«Toshkent Tezkor bosmaxonasi» MCHJ da bosildi.
100200, Toshkent. Radial tez ko'chasi, 10-uy.