

I.K. UMAROVA, S.I. AMINJANOVA

RANGLI VA NODIR METALLAR RUDALARINI BOYITISH TEXNOLOGIYASI



I.K. Umarova, S.I. Aminjanova

RANGLI VA NODIR METALLAR RUDALARINI BOYITISH TEXNOLOGIYASI

*O'zbekiston Respublikasi oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining
Muvofiqlashtiruvchi kengashi tomonidan texnika oliy o'quv yurtlari
uchun darslik sifatida tavsiya etilgan*

Taqrizchilar:

H. Ahmedov — *Nodir, rangli va qora rudalarni boyitish laboratoriyasi katta ilmiy xodimi DK MRI, t. f. n., dotsent;*

H.R. Valiyev — *"Metallurgiya" kafedrasimudiri, t. f. n., dotsent*

I.K. Umarova, S.I. Aminjanova.

Rangli va nodir metallar rudalarini boyitish texnologiyasi. Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi. — T.: «Nodirabegim» nashriyoti. 2020. — 268 b.

ISBN 978-9943-5877-9-3

Darslikda rangli va nodir metallar rudalarini boyitishning nazariyasi va amaliyoti ko'rib chiqilgan. Oltin va kumushni tub konlar rudalaridan ajratishning fizik-kimyoviy asoslari keltirilgan. Rangli va nodir metallar metallarni ajratishning gravitatsiya, amalgamatsiya usullari, sianli eritmada eritish jarayonining nazariyasi, sianli eritmalaridan asl metallarni ajratishning sementatsiya, sorbsiya kabi usullari, ion almashinuvchi smolani regeneratsiyalash usullari bayon qilingan.

Mazkur darslik konchilik ishi va metallurgiya yo'nalishi talabalari uchun mo'ljallangan.

UDK 661.882.022-14.022.1
KBK 33.336 ya73

ISBN 978-9943-5877-9-3

© I.K. Umarova va boshq., 2020
© «Nodirabegim» nashriyoti, 2020

KIRISH

Rangli va nodir metallar rudalarini qazib olish sanoati yuksak sur'atlar bilan taraqqiy etishini talab qiladigan tarmoqlar turiga kiradi. Bu esa oliy ta'lim muassasasi oldiga nodir metallar rudalarini boyitish sohasidagi yosh mutaxassislarni tayyorlash sifatini tubdan yaxshilashni talab qiladi. Mazkur darslikning maqsadi-ushbu masalalarni hal etishga yordam berish hisoblanadi.

Darslikda oltin va kumushning fizik-kimyoviy xossalaridan boshlab, ularni oltin va kumush ajratib olishga tayyorlash, oltin va kumushning minerallari, oltinni ajratib olishning asosiy prinsiplari, nodir metallar ajratib olishning gravitatsiya va flotatsiya usullari keltirilgan.

Rangli va nodir metallar rudalarini boyitish korxonalarida hozirda turli boyitish usullari va sorbsiya usulida ajratish keng qo'llanilmoqda. Shu munosabat bilan darslikda rangli va nodir metallar rudalarini boyitish jarayonlarining nazariy asoslari, ularda qo'llaniladigan texnologiyalari bayon qilingan. Olinadigan rangli va nodir metallar boyitmalariga qo'yiladigan talablar keltirilgan. Ion almashgich smolalardan oltinni desorbsiyalash, ularning xossalarini qayta tiklash masalalari ham ko'rib chiqilgan.

Undan tashqari, kambag'al rudalardan rangli va nodir metallarni to'dada tanlab eritish usuli, sianli eritmalardan oltinni faollashtirilgan ko'mirga yuttirish orqali ajratish ko'rib chiqilgan.

Keyingi yillarda oltinni texnologik jihatdan oddiy rudalardan ajratib olish ulushi borgan sari kamayib, bir vaqtning o'zida oltinni ajralishi qiyin bo'lgan rudalardan ajratib olishning ulushi ortib bormoqda. Darslikda oltinni mis-oltinli, oltin-mishyakli, oltin-surmalı, ko'mirli, loyli rudalardan nisbatan murakkab va tarmoqlangan sxemalarni qo'llab ajratib olish ham ko'rib chiqilgan. Rangli va nodir metallar rudalarini boyitish korxonalarining oqava suvlarini tozalash hamda zaxarli moddalar bilan ishlashdagi texnika xavfsizligi choralari keltirilgan.

I BOB. RUDALARNI BOYITISHGA TAYYORLASH

1.1. Rudaning granulometrik tarkibi va uni aniqlash usullari

Foydali qazilma qazib olingandan yoki maydalangandan keyin millimetrning ulushidan tortib, to bir necha yuz millimetrgacha bo'lgan turli o'lchamdagi zarrachalar aralashmasidan iborat bo'ladi. Foydali qazilma tarkibiga kiruvchi turli o'lchamdagi zarrachalar massa miqdorining nisbati uning granulometrik tarkibi deyiladi.

Mahsulotning yirikligiga qarab tahlil qilish natijalari boyitish mashinalarining ishlab chiqarish unumdorligini, elaklar, maydalagich, tegirmon va klassifikatorlarning ishlash samaradorligini, rudali va noruda minerallarning yuzasini to'liq ochish uchun qanday yiriklikda yanchish zarurligini va bir qator texnologik jarayonlarning muhim ko'rsatkichlarini aniqlashga imkon beradi.

Granulometrik tarkibni aniqlash foydali qazilma namunasini ma'lum yiriklikdagi sinflarga ajratishdan iborat. Granulometrik tarkibni aniqlashning bir necha xil usullari mavjud: elash orqali, sedimentatsiya, mikroskopik usul yoki alohida zarrachalarning o'lchamini to'g'ridan-to'g'ri o'lchash va h.k.

Zarralar o'lchamini to'g'ridan-to'g'ri o'lchab yiriklikni baholash o'lchami 150-200 mm dan ortiq mahsulotning granulometrik xarakteristikasini tuzish uchun qo'llaniladi.

Foydali qazilma zarrachalari noto'g'ri shaklga ega va ularning yirikligi bir nechta o'lchamlar bilan ifodalanishi mumkin. Amaliy maqsadlar uchun zarrachani bitta o'lcham, ya'ni diametr orqali xarakterlash maqsadga muvofiq.

Shakli shar yoki kubga yaqin zarrachaning diametrini aniqlash uchun ularni bir xil yo'nalishda o'lchash kifoya. Bunday zarrachalarning diametrini aniqlash uchun quyidagi formulalarning biridan foydalaniladi:

$$D = b \quad (1)$$

$$D = b\sqrt{2} \quad (2)$$

$$D = b\sqrt{2} \quad (3)$$

bunda: b – zarraning bir yo'nalishdagi o'lchami. (1.1) formula sharga yaqin shakldagi, (1.2) va (1.3) formulalar esa kubga yaqin shakldagi zarralarning diametrini aniqlashda qo'llaniladi.

Parallelopiped yoki plastinka shaklidagi zarraning diametrini aniqlash uchun ularni ikki yoki uch o'zaro perpendikular yo'nalishda o'lchash kerak. Hisoblashda quyidagi formulalardan foydalaniladi

$$d = (a + b)/2 \quad (4)$$

$$d = \sqrt{a^2 + b^2} \quad (5)$$

$$d = (a + b + c)/3 \quad (6)$$

$$d = \sqrt[3]{abc} \quad (7)$$

(1.4) va (1.5) formulalar kvadrat kesimli parallelopiped yoki plastinka shaklidagi zarrachalarning diametrini, (1.6) va (1.7) formulalar esa uchta o'zaro perpendikulyar yo'nalishdagi o'lchamga ega zarrachalarning diametrini aniqlashda ishlatiladi.

Amalda ko'pincha aralashmadagi zarrachalarning o'rtacha diametrini aniqlashga to'g'ri keladi. Buning uchun quyidagi formulalardan foydalaniladi:

$$d_{or} = (d_1 + d_2)/2 \quad (8)$$

$$d_{or} = \sqrt{d_1 \cdot d_2} \quad (9)$$

bunda: d_1 va d_2 – aralashmadagi eng katta va eng kichik zarrachalarning diametri, mm.

Elash orqali tahlil deb, mahsulot namunasini yirikligiga qarab bir qator sinflarga ajratishga aytiladi. Elash orqali tahlil foydali qazilma alohida sinflarining chiqishini aniqlash uchun o'tkaziladi. Shuningdek qiziqilayotgan komponentlarning sinflardagi miqdori ham aniqlanadi.

Namunani sinflarga ajratish uni ma'lum o'lchamli teshiklarga ega elaklar turkumi yordamida elash orqali amalga oshiriladi. Elash orqali tahlil o'lchami 150-200 mm dan $+0,074-(0,043)$ mm gacha mahsulotni tekshirish uchun qo'llaniladi. O'lchami 0,074 mm dan kichik mahsulotlarning granulometrik tarkibi sedimentatsiya usuli bilan aniqlanadi.

Boyitish amaliyotida elash orqali tahlil qilish uchun sim yoki sintetik to'rdan kvadrat shakldagi teshikli qilib tayyorlangan kontrol elaklar ishlatiladi. To'plamdagi elak teshiklari o'lchamining nisbati doimiy va o'zgaruvchan bo'lishi mumkin. Odatda rudani elash uchun ishlatiladigan elaklar turkumi quyidagi o'lchamdagi elaklarni o'z ichiga oladi: 60; 40; 30; 20; 10; 5; 2,5 va 1 mm.

Ko'mirni elash uchun esa elaklar turkumi: 150; 100; 50; 25; 13; 6; 3; 1; 0,5 mm.

Ikkita qo'shni elak teshiklari o'lchamining bir-biriga nisbati modul deyiladi. Yirik mahsulotni elashda 2 ga teng modul ishlatiladi. Bu modulga ko'ra elaklar turkumi quyidagi o'lchamli elaklardan tashkil topadi: 100; 50; 25; 12; 6; 3; 0. Mayda mahsulotni elash uchun esa 2 ga teng modul qo'llaniladi. Unga ko'ra, asosiy elak deb o'lchami 200 mesh (0,074 mm) li elak olinadi (mesh-25,4 mm ga to'g'ri keladigan teshiklar soni). Elaklar turkumi quyidagicha tuziladi:

$$0,074 \times 1,41 = 0,1 \text{ mm}$$

$$0,1 \times 1,41 = 0,14 \text{ mm}$$

$$0,14 \times 1,41 = 0,19 \text{ mm va h.k.}$$

Dastlabki mahsulotning massasi mahsulotning yirikligiga, namuna olish usuliga va elash orqali tahlilning aniqligiga bog'liq. Granulometrik analiz uchun namunaning maksimal miqdori quyidagi formula orqali topiladi:

$$M = 0,02 d^2 + 0,5 d$$

bunda d — zarrachaning maksimal o'lchami, mm.

Talab qilinadigan aniqlikka va mahsulotning namligiga qarab elash orqali tahlil quruq va jamlashgan usulda o'tkazilishi mumkin. Mahsulotning namligi uncha katta bo'lmaganda va o'ta aniqlik talab qilinmaganda elashning quruq usuli qo'llaniladi.

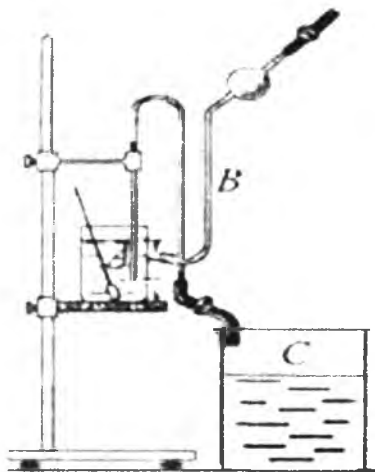
O'lchami 0–13 mmli mahsulotning namligi yuqori bo'lib, quruq usulda elashni qiyinlashtirsa, namuna dastlab quritiladi. Og'irlikdagi yo'qolish elash natijasida olingan alohida sinflar chiqishlari orasida taqsimlanadi. Yirik o'lchamli sinflar quritilmaydi. Yirik mahsulotning tahlili laboratoriya elaklarida o'tkaziladi. O'lchami 6 mm gacha bo'lgan mayda mahsulotni elash mexanik silkitgichlarda amalga oshiriladi. Mahsulotni elash 10–30 daqiqa davom etadi. Elash vaqti mahsulotning namligi va

yirikligiga bog'liq: mayda va nam mahsulot uzoq vaqt elanadi. Keyin silkitgichda yoki qo'lda shu elaklarning o'zida elashning qanchalik to'liq bo'lgani tekshiriladi.

Agar kontrol elanganda 1 daqiqa davomida elakdan o'tgan mahsulot massasi elakda qolgan mahsulot massasidan 1 % oshmasa, yirik mahsulotni ham, mayda mahsulotni ham elash tamomlangan hisoblanadi.

Mayin tuyulgan mahsulotni suvda yoki havoda cho'kish tezligiga qarab tahlil qilish sedimentatsion analiz deyiladi. Sedimentatsion analizning eng sodda usuli tindirish hisoblanadi. Analiz uchun 20—50g mahsulot balandligi 150 mm gacha bo'lgan stakanga solinadi. Stakan yuqori belgisigacha suv bilan to'ldiriladi. Analiz uchun tayyorlangan bo'tana zarrachaning erkin tushishini ta'minlash uchun suyuq (10:1) bo'lishi kerak.

Bo'tana tingandan keyin ustki qismi diametri 6—10 mm li sifon trubka orqali S idishga tushirib olinadi. Analiz quyidagicha bajariladi: A stakandagi bo'tana yaxshilab aralashtiriladi. Aralash-tirish tamom bo'lishi bilan sekundomer yoqiladi va ma'lum



1.1-rasm. Sedimentatsion analiz o'tkazish uchun asbob

muddatga bo'tana eng mayda fraksiya (-10 mk)ni cho'kishi uchun tinch holda ushlab turiladi. Ma'lum vaqt o'tgandan keyin sifon trubkaning qisqichi ochiladi va cho'kma ustidagi suyuqlik qo'yib olinadi. Stakan yana suv bilan to'ldiriladi va bu operatsiyalar ajratib olinayotgan suyuqlik tiniq holga kelguncha qaytariladi. «C» idishdagi hamma suyuqlik bitta qilib yig'iladi va tindiriladi, undan keyin suv to'kib olinadi, qoldiq quritiladi va tortiladi. Xuddi shu tartibda boshqa sinflar (-20 mk) ham tindiriladi.

Elaklar turkumi yordamida elab, ajratib olingan sinflar tortiladi va ularning umumiy chiqishi foizlarda aniqlanadi. 1% dan ortiq yuqorilishga yo'l qo'yilmaydi. Namunalarini elash va alohida sinflar kimyoviy tahlilining natijalari 2-jadvalga kiritiladi. Jadval quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi: Elash orqali tahlil natijalari grafik tarzda «plyus» bo'yicha (elakda qolgan mahsulotning umumiy qoldig'i) yoki «minus» bo'yicha (elakdan o'tgan mahsulotning umumiy qoldig'i) yiriklikning umumiy xarakteristikasi ko'rinishida ifodalanadi.

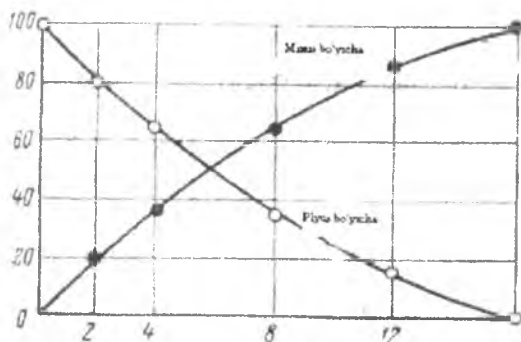
Ordinata o'qiga sinflarning umumiy chiqishi foizlarda, absissa o'qiga esa elak teshiklarining o'lchami yoki zarrachaning diametri millimetrlarda qo'yiladi. «Plyus» bo'yicha yiriklik umumiy

2-jadval

Elash orqali tahlil natijalari

Sinflarning o'lchami, mm	Chiqish		Umumiy chiqishi	
	g	%	«Plyus» bo'yicha	«Minus» bo'yicha»
+100	3,7	3,7	3,7	100,0
-100+50	10,71	10,71	14,41	96,30
-50+25	10,45	10,45	24,86	85,59
-25+12	12,70	18,48	37,56	75,14
-12+6	18,48	12,99	56,04	62,44
-6+3		10,01	69,03	43,96
-3+1,5	10,01	11,00	79,04	30,97
-1,5+0,75	11,00	9,96	90,04	20,96
0,75+0	9,96	100	100,0	9,96
Dastlabki ruda	100	100	—	—

xarakteristikasining botiq ko'rinishi rudada mayda zarrachalarning ko'pligidan, qabariq ko'rinishi esa yirik zarrachalarning ustunligidan darak beradi. Oraliq sinflarning chiqishi egri chiziqni interpolatsiyalab topiladi.



4-rasm. Yiriklik xarakteristikalari

Bunday egri chiziqlarni tuzishda chiziqli shkalani ishlatilishi sinflarning soni oz bo'lganda va dastlabki mahsulotdagi zarra-chalarning eng katta va eng kichik o'lchamlari orasidagi farq uncha katta bo'lmaganda qulay.

1.2. Elash jarayoni

Elash — foydali qazilmaning yirikligiga qarab, bir yoki bir necha elak orqali elab, sinflarga ajratish jarayonidir.

Elashga tushayotgan mahsulot-dastlabki, elak ustida qolgan mahsulot — elak usti, elakdan o'tgan mahsulot esa — elak osti mahsuloti deyiladi.

Elashda qabul qilingan elak ko'zlari o'lchamining kattadan kichikka tomon ketma-ket qatori elash shkalasi, ikkita ketma-ket kelgan elak ko'zlari o'lchamining bir-biriga nisbati shkala moduli deyiladi. Masalan: 48, 24, 12, 6, 3, mm li shkala uchun modul 2 ga teng; Mahsulotni n ta elakda elashdan so'ng $n+1$ ta mahsulot olinadi.

Mahsulot yirikligi quyidagicha belgilanadi: $-l +l$ yoki $l-l$. Masalan: $-50+12$ mm; $12-50$ mm.

Elashning quyidagi turlari qo'llaniladi: yordamchi, tayyorlovchi, mustaqil, hamda boyitish mahsulotlaridan suvni ajratish maqsadida ishlatiladigan elash operatsiyasi.

1. Yordamchi elash maydalash va yanchish sxemalarida ishlatilib, dastlabki mahsulot tarkibidagi tayyor (maydalanishi kerak bo'lmagan) mahsulotni ajratish yoki maydalangan mahsulot yirikligini nazorat qilish uchun ishlatiladi. Bunday elashning birinchi turi-dastlabki, ikkinchisi esa nazoratlovchi elash deyiladi.

2. Tayyorlovchi elash dastlabki mahsulotni alohida-alohida boyitish maqsadida sinflarga ajratish uchun ishlatiladi.

3. Mustaqil elash-elash mahsulotlari iste'molchiga yuboriladigan tayyor mahsulot hisoblansa mustaqil elash deyiladi, elashning bu turi ko'pincha ko'mirni elashda ishlatiladi.

Elash samaradorligi har xil kattalikdagi dastlabki zarralar aralashmasini elovchi yuzada qay darajada ajralishini xarakterlovchi kattalikdir. Umumiy holda, elash samaradorligi ma'lum sinfnings elak osti mahsulotidagi miqdorini Shu sinfnings dastlabki mahsulotdagi miqdoriga nisbatini ko'rsatadi:

$$E = Q_{\text{e.o.}} / Q_{\text{d.m.}} \cdot 100, \% \quad (10)$$

1.2-jadval

Ruda bo'laklari	Dastlabki mahsulotning yirikligi, mm	Elak ko'zining o'lchami, mm
Yirik	$-1200+0$	300-100
O'rta	$-360+0$	60-25
Mayda	$-75+0$	25-6
Mayin	$-10+0$	5-0,5
O'rta mayin	$-1+0$	0,05 gacha

Elak osti mahsuloti deb, dastlabki mahsulotdagi elovchi yuza tashiklaridan kichik o'lchamli mahsulotga aytiladi. Agar dastlabki mahsulotdagi elak osti mahsulotining umumiy miqdori ($Q_{\text{e.o.}}$) shu mahsulot uchun granulometrik tarkib egri chizig'idan) va uning

og'irligi Q_d ma'lum bo'lsa, elash samaradorligi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$E = 10^4 \cdot Q_{\text{e.o.}} / Q \cdot d \cdot \alpha. \quad (11)$$

Real sharoitda uzluksiz ishlaydigan boyitish fabrikalaridagi elak osti mahsulotining og'irligini (massasini) aniqlash qiyin, shuning uchun elash samaradorligi elak usti mahsuloti tarkibidagi elak osti mahsulotining miqdori, ya'ni elak osti mahsulotining dastlabki va elak usti mahsuloti Q ning miqdori bilan hisoblanadi. Bu holda elash samaradorligini hisoblash uchun quyidagi formuladan foydalaniladi:

$$E = 10^4 (\alpha - \theta) / \alpha 100 - \theta. \quad (12)$$

bunda: α — dastlabki mahsulotdagi elak osti sinfining miqdori;
 θ — elak usti mahsulotidagi elak osti mahsulotining miqdori.

Shunday qilib, elashga tushayotgan mahsulot tarkibidagi ostki (quyi) sinf miqdorini bilgan holda, shu sinfning elak usti mahsulotidagi miqdorini aniqlab, elash samaradorligini hisoblab topish mumkin.

Elash samaradorligi elak ishining mexanik, texnologik parametrlariga va elanayotgan mahsulot xossasiga, elakning ish tarkibiga, elash vaqtiga, elovchi yuzaning ko'rinishi va holatiga, elakning ishlab chiqarish quvvatiga, mahsulotning namligiga va h.k. larga bog'liq.

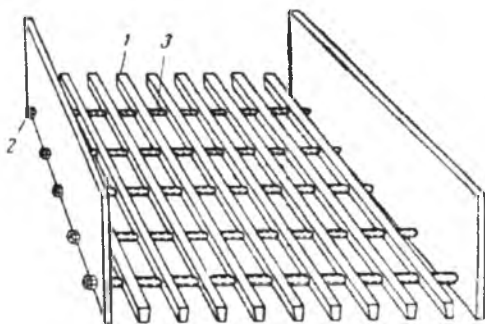
Elaklar geometrik shakli, elovchi yuzaning xususiyati, uning gorizontal tekislikka nisbatan joylashishi bilan bir-biridan farq qiladi. Elovchi yuzaning shakliga qarab yassi, silindrik (barabanli) yoki yoysimon shakldagi elaklar mavjud. Elovchi yuzaning joylashishiga qarab gorizontal va qiya, ba'zi hollarda vertikal elaklarga bo'linadi.

Mahsulotning elovchi yuza bo'ylab harakatlanishi xususiyatiga qarab qo'zg'almas (ba'zi hollarda elovchi yuza ba'zi elementlarining harakatlanishi), aylanma harakatli qo'zg'aluvchi va to'g'ri chiziqli harakatlanuvchi qo'zg'aluvchi elaklarga bo'linadi.

Foydali qazilmalarni elashda ishlatiladigan elaklar quyidagi guruhlarga bo'linadi: qo'zg'almas panjaralar, valokli aylanuvchi barabanli, yassi tebranuvchi; yarim vibratsion; vibratsion aylanma

vibratsiyali; vibratsion to'g'ri chiziqli vibratsiyali; yoysimon va h.k. Hamma elaklar yengil, o'rta va og'ir turdagi elaklarga bo'linadi.

Qo'zg'almas panjarali elaklar alohida orasi ochiq panjaralardan tashkil topib, gorizontga nisbatan 40–45 burchak ostida rudani elash uchun, 30–35 burchak ostida ko'mirni elash uchun o'rnatiladi. Mahsulot panjaraning yuqori qismiga berilib o'z oqimi bilan harakatlanadi, bunda mayda mahsulot panjara orasidan o'tib, yirik mahsulot esa panjara ostidan ajratiladi. Bunday elaklar yirik



1.3-rasm. Qo'zg'almas panjarali elaklar:

1 – panjara; 2 – siquvchi boltlar; 3 – tirgak trubkalar.

mahsulotni elash uchun ishlatiladi. Ikkita panjara orasidagi masofa 50 mm va undan ortiq bo'lishi kerak.

Elakning kengligi dastlabki mahsulotdagi eng katta bo'lak o'lchamidan kamida 2–3 marta katta, uzunligi esa kengligidan 2 marta katta bo'lishi kerak. Elovchi panjaralarning panjaralari turli xil ko'rinishga (profil) ega bo'lishi mumkin: trapetsiadal, dumaloq, kvadrat, «T» harfi (tavroviy) ko'rinishida va h.k. Panjara sifatida oddiy temiryo'l relslari ham ishlatilishi mumkin. Panjaralar bir-biridan ma'lum masofada parallel holda joylashtiriladi va bir-biri bilan boltlar orqali mahkamlanadi. Elovchi panjaralarda elash samaradorligi 60–70% ni tashkil qiladi.

Elovchi panjaralarning ishlab chiqarish quvvati elakning o'lchamiga, mahsulotning xossasiga va panjaralar orasidagi

masofaga bog'liq. Elovchi panjaraning i/ch quvvati quyidagi empirik formula bilan hisoblanadi.

$$Q = 2,4 F \cdot a \quad (13)$$

bu yerda: F — panjaraning yuzasi, m^2 ; a — panjaralar orasidagi masofa, mm .

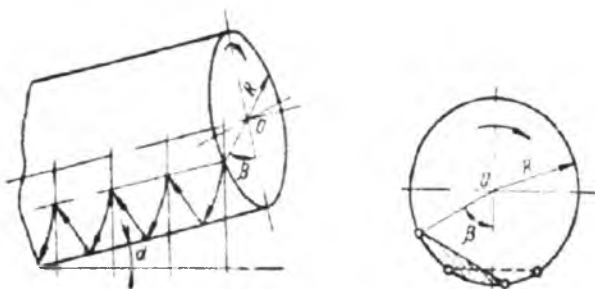
Boyitish fabrikalarida elovchi panjaralar asosan yirik va o'rta maydalash maydalagichlaridan oldin o'rnatiladi.

Elovchi panjaralarning afzalligi: sodda tuzilishga egaligi va xizmat ko'rsatishning qulayligi; elektroenergiya sarflanmasligi, korxonada uni xilma-xil materiallardan (eski rels, balka) tayyorlash mumkinligi, ularga mahsulotni avtomashina, temiryo'l vagonlari va h.k. dan bevosita tushirib olish mumkinligi.

Biroq elovchi panjaralar o'rnatish uchun binoning baland bo'lishi talab qilinadi va ularda elash samaradorligi past.

Barabanli elaklarning ishchi maydoni silindr yoki kesik konus shaklida bo'lib, odatda teshik-teshik listlardan yig'iladi. Silindr barabanining o'qi gorizontga nisbatan $4-7^\circ$ ga qiya holda, konusli barabanning o'qi esa gorizont o'rnatiladi.

Dastlabki mahsulot baraban ichiga yuqori qismidan beriladi. Bunda baraban teshiklaridan kichik o'lchamdagi mahsulot teshiklardan o'tib ketadi, yirik mahsulotlar esa barabanning ichida pastga tomon harakatlanadi (1.4-rasm).



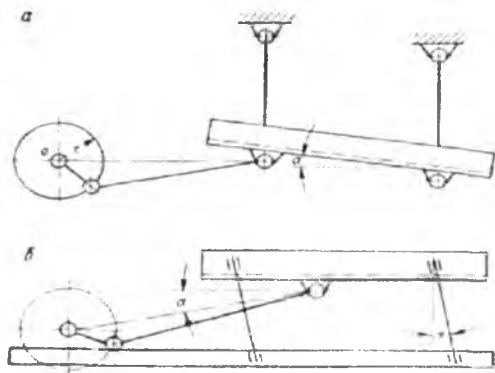
1.4-rasm. Barabanli elaklarning sxemasi

Barabanning aylanish tezligi kritik aylanish tezligining 25–50% ini tashkil etadi.

Elak barabanining diametri 500 dan 3000 mm gacha, uzunligi 2000 dan 15000 mm gacha, teshiklarining o'lchami 3 dan 75 mm gacha. Barabanli elaklar asosan loyli rudalarni elash va yuvishda qo'llaniladi.

Uzatish mexanizmi, qutisi va ramasi orasida qattiq bo'lmagan kinematik bog'lanishli tezyurar tebranuvchi elaklar asosan boyitish mahsulotlarini suvsizlantirishda ishlatiladi.

Yassi tebranuvchi elaklar 2 ta ketma-ket gorizontall joylashgan qutidan iborat bo'lib, qiya holdagi sharnirli tayanchga tayanadi (har qaysi qutiga 4 tadan). Ekssentrik uzatma val va tayanchlar bir-biri bilan sharnirli bog'langan. Val tasmali uzatma orqali elektrodvigatel yordamida harakatga keltiriladi. Val rama bilan 2 ta amortizatsion prujinalar orqali bog'langan (1.5-rasm).

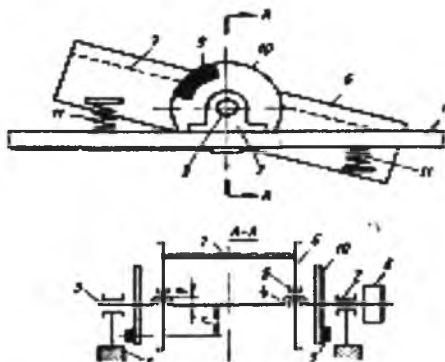


1.5-rasm. Yassi tebranuvchi elaklar

Harakat ikki juft shatunlar yordamida valdan qutichalarga uzatiladi. Qutilarning harakatlanuvchi massasini muvozanatlashtirish uchun ekscentrisitetlar bir-biridan 180° ga siljirilgan. Elak quyidagi texnik xarakteristikalariga ega: qutining 1 minutdagi tebranishlari soni 400–450; tebranish amplitudasi 14–26 mm; 2 ta to'ring maydoni $7,5 \text{ m}^2$; ko'mirli konsentratni suvsizlantirishdagi ishlab

chiqarish unumdorligi 20–25 t/soat, ko‘mirli shlamalar uchun 12–13 soat.

Yarim vibratsion elaklar to‘r o‘rnatilgan qutini eksentrik val yordamida vertikal tekislikda aylanma harakatlanishi bilan xarakterlanadi (1.6-rasm).



1.6-rasm. Yarim vibratsion elaklar:

- 1 – rama; 2 – tayanch; 3 – quti; 4 – reszor; 5 – osilgich; 6 – disk;
7 – konturyuk; 8 – val; 9 – to‘rlar; 10 – ko‘zg‘aluvchi podshipniklar;
11 – tub podshipniklar

Qo‘zg‘almas ramaga podshipniklarda gorizontol holda eksentrik val o‘rnatilgan. Elak qutisiga tebranuvchi podshipnik mahkamlangan. Quti unga tortilgan tor (2 ta yoki 3 ta ham bo‘lishi mumkin) bilan gorizontga nisbatan 20–30° burchak ostida o‘rnatiladi va Shunday holatda amortizatorlar yordamida ushlab turiladi.

Harakat valga ramaga o‘rnatilgan elektrodvigateldan uzatma va shkv orqali beriladi. Elak qutisi vertikal tekislikda kichik radiusli aylanma harakat qiladi.

Qutining tebranishlar amplitudasi va harakat trayektoriyasi faqat o‘rta qismi uchungina doimiydir. Qutining elliptik trayektoriya bo‘yicha harakatlanuvchi chetki qismlari o‘rta qismining tebranish amplitudasiga nisbatan erkinroq tebranish va amplitudaga

ega. Quti chetlarining harakatlanish xarakteri amortizatorlarning qattiqligi bilan aniqlanadi

1.3. Maydalash jarayoni

Boyitish fabrikasiga rudalar har xil o'lchamdagi bo'laklar holida kelib tushadi. Rudaning yiriklik xarakteristikasi yoki uning granulometrik tarkibi konni qazib olish usuliga, rudaning qattiqligiga, konning sanoat quvvatiga va hokazolarga bog'liq.

Rudani boyitishdan oldin foydali qazilma minerallari va puch tog' jinslari ularni erkin va bir-biridan ajralgan holda ko'rsata olishi mumkin bo'lgan yiriklikka (o'lchamga) keltirilishi kerak. Rudani boyitishdan oldin tayyorlash uchun maydalash va yanchish jarayonlari qo'llaniladi.

Fizikaviy mohiyati jihatidan bir xil jarayonlar hisoblanuvchi maydalash hamda yanchish bir-biridan bu operatsiyalarga tushuvchi va ulardan chiquvchi mahsulotlarning o'lchamiga qarab shartli ravishda farq qiladi. Maydalash jarayoniga mahsulot 1500 mm gacha kattalikda tushib, maydalangan mahsulot 10–15 mm o'lchamda bo'ladi. Rudaning o'lchamini 0,074 mm gacha kichraytirish yanchish jarayonida sodir bo'ladi.

Rudaning boyitishdan oldingi eng so'nggi o'lchami qo'llaniladigan boyitish usuliga bog'liq bo'ladi. Bu o'lcham har qaysi foydali qazilma uchun uni boyitilishga tekshirish jarayonida tajriba yo'li bilan aniqlanadi.

Foydali mineral zarra yuzasi qancha to'liq ochilsa, boyitish Shuncha samaraliroq bo'ladi. Shu bilan bir vaqtda o'ta yanchilishga yo'l qo'ymaslik kerak, chunki bunda foydali komponent juda mayin shlamlar holiga o'tib, boyitish jarayonida boyitmaga ajralmaydi va chiqindilar tarkibida yo'qoladi.

Bundan tashqari, o'ta yanchilish elektr energiyasining ortiqcha sarflanishiga, maydalagich va tegirmonlarning tez ishdan chiqishiga, ularning ishlab chiqarish unumdorligini pasayishiga va boyitish ko'rsatkichlarining yomonlashuviga olib keladi.

Maydalash va yanchish jarayonlari juda qimmat turadigan jarayonlar hisoblanadi. Bu jarayonlarda rudani boyitish uchun

ketadigan xarajatlarning 60 % dan ortig'i sarflanadi. Shuning uchun maydalashda "hech narsa ortiqcha maydalanmasin" degan prinsipga amal qilinadi. Shu maqsadda maydalash bosqichli tarzda amalga oshiriladi.

Maydalash va yanchish jarayonlari ko'mirni chang holda yoquvchi stansiyalarda, sement zavodlarida ko'mirni kokslash uchun tayyorlashda koks kimyoviy zavodlarida, ohak, dolomit va boshqa mahsulotlarni maydalashda metallurgik zavodlarda, yo'l qurilish sanoatida, qum-shag'al tayyorlashda va hokazolarda ham qo'llaniladi. Bu hollarda maydalash va yanchish mahsulotlarining yirikligi keying tanlangan texnologiyaning talablari asosida o'rnatiladi.

Tog' jinslari o'zining qattiqligiga qarab 4 ta guruhga bo'linadi: yumshoq, o'rtacha, qattiq va o'ta qattiq. Yumshoq rudalarga M.M. Prototyakonov shkalasiga ko'ra 5 dan 10 gacha qattiqlik koefitsientga ega tog' jinslari; o'rtacha qattiqlikka ega tog' jinslarga 10 dan 15 gacha koefitsientga, qattiq tog' jinslariga 15 dan 16 gacha koefitsientga ega va o'ta qattiq jinslarga 18 dan 20 gacha qattiqlik koefitsientiga ega jinslar kiradi.

Foydali qazilmalarning qattiqligi, Shuningdek, Mosning qattiqlik shkalasi bo'yicha (tirnash usuli) ham aniqlanishi mumkin. Unga ko'ra, qattiq tog' jinslariga (masalan, kvars, korund va hokazo) mos bo'yicha qattiqligi 6–10; o'rtacha (ko'mir, ohak) 2–5; yumshoq (talk, gips) 1–2 Mos bo'yicha qattiqlikka ega rudalar kiradi.

Maydalash deb, ruda bo'laklarining o'lchamini tashqi kuch ta'sirida kichraytirishga aytiladi. maydalash jarayoni maydalash darajasi bilan xarakterlanadi. Maydalash darajasi deb, maydalash natijasida ruda bo'laklarining o'lchami necha marta kichrayishini ko'rsatuvchi kattalikka aytiladi:

$$i = D_{\max} / d_{\max} \quad (1.14)$$

bu yerda: $D_{\max}$ – dastlabki ruda tarkibidagi eng katta bo'lakning o'lchami, mm;

$d_{\max}$ – maydalangan mahsulot tarkibidagi eng katta bo'lakning o'lchami, mm.

Boyitish fabrikalarida rudalarni maydalash odatda bir necha bosqichda amalga oshiriladi, chunki bitta maydalagichda kerakli maydalash darajasiga erishish mumkin emas. Shuning uchun maydalash bir necha bosqichda amalga oshiriladi. Masalan, rangli va qora metallar rudalarining ko'pchiligi uchun 3 bosqichda maydalash ishlatiladi.

1-bosqich. Yirik maydalash — 1500–1000 mm dan 300 mm gacha.

2-bosqich. O'rtacha maydalash — 300 mm dan 75 mm gacha.

3-bosqich. Mayda maydalash — 75 mm dan 10–15 mm gacha.

Umumiy maydalash darajasi alohida bosqichlarda olingan maydalash darajalarining ko'paytmasiga teng:

$$i_{um} = i_{yir} \cdot i_{o'rtacha} \cdot i_{mayda} \quad (1.15)$$

Masalan,

yirik maydalash uchun;	$i_{yir} = 1500/300 = 5;$
o'rtacha maydalash uchun;	$i_{o'rtacha} = 300/75 = 4;$
mayda maydalash uchun ;	$i_{mayda} = 75/15 = 5$
umumiy maydalash darajasi;	$i_{um} = 5 \cdot 4 \cdot 5 = 100.$

Har qaysi maydalash bosqichidan oldin dastlabki rudaning tarkibidan elash orqali o'lchami shu bosqichdagi maydalangan mahsulot o'lchamiga teng mayda sinf ajratib olinadi. Mayda mahsulotni ajratib olish hisobiga maydalagichga beriladigan yuk qisqaradi, uning ishlab chiqarish unumdorligi ortadi, elektr energiya sarfi kamayadi, shuningdek, rudaning o'ta yanchilishining oldi olinadi.

Yumshoq rudalar ikki bosqichda, o'rtacha qattqlikdagi rudalar 3 bosqichda, qattiq rudalar esa 4 bosqichda maydalanadi. Ruda qancha qattiq va mustahkam bo'lsa, ichki tortilish kuchlarini yengish uchun shuncha ko'p kuch talab qilinadi.

Maydalashda mineral zarracha yuzasining ochilishi ruda bo'laklarining tashqi kuch ta'sirida parchalanishi natijasida sodir bo'ladi. Ruda bo'laklarini parchalash uchun alohida kristallar orasidagi va kristallar ichidagi tortishish kuchining yengish kerak. Bu rudaning mustahkamligini belgilaydi. Bundan tashqari rudaning

mustahkamligi uning tuzilishidagi ichki nuqsonlar (darz, begona narsalar) ga ham bog'liq.

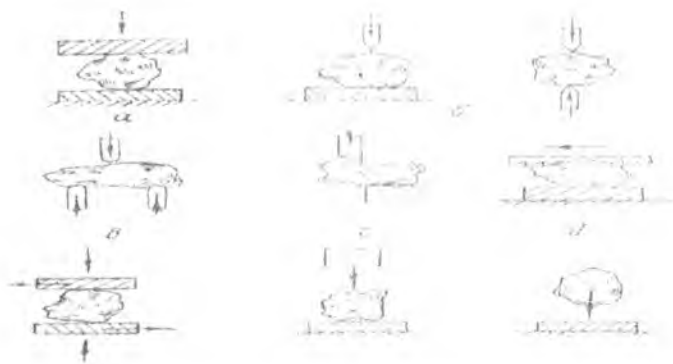
Rudaning xossasi (mustahkamlik, mo'rtlik, qovushqoqlik va boshqalar) ga qarab parchalanishning quyidagi usullari ishlatilishi mumkin.

Ezilish – ikkita maydalovchi yuza orasida ruda bo'laklarining siqilishi natijasida parchalanish.

Yorilish – ruda bo'laklarini maydalovchi jismning uchlari (tig'lari) orasida uzilib bo'linishi.

Zarba – ruda bo'laklarini qisqa ta'sir etuvchi dinamik yuk ta'sirida parchalanishi.

Ishqalanish – ruda bo'laklarini bir-biriga, qarama-qarshi harakatlanuvchi maydalovchi yuza orasida parchalanishi



1.7-rasm. Jismni kerakli o'lchamgacha maydalash:

a) ezilish, b) uzilish, g) kesish, e) ishqalanish, j) siqiq zarba, z) erkin zarba

Maydalash jarayoni ko'pgina omillarga bog'liq. Ularga quyidagilar kiradi: rudaning mustahkamligi, mahsulotning qovushqoqligi, shakli, o'lchami, namligi, maydalanuvchi bo'laklarning o'zaro joylashuvi, ularning zichligi va h.k. Barcha tog' jinslarini ularning qattiqligiga qarab, 4 ta kategoriyaga bo'lish mumkin:

- 1) yumshoq rudalar, ularning maydalanishga ko'rsatadigan qarshilik kuchi $< 100 \text{ kg/sm}^2$;
- 2) o'rtacha qattqlikka ega rudalar $100\text{--}500 \text{ kg/sm}^2$;
- 3) qattiq rudalar $500\text{--}1000 \text{ kg/sm}^2$;
- 4) o'ta qattiq rudalar, ularning maydalanishga qarshilik kuchi $>1000 \text{ kg/sm}^2$.

Maydalash vaqtida ruda bo'laklari kuchsiz kesimlar bo'ylab maydalanadi. Bo'laklarning kattaligi kamaygan sari (kichraygan) bo'laklarning mustahkamligi ortib boradi.

Maydalashga sarflanadigan ish qisman maydalanayotgan bo'laklarning deformatsiyasiga sarflanadi va atrofga issiqlik tarzida tarqaladi; qisman esa qattiq jismning erkin (yuza) energiyasiga aylanib, yangi yuzalarning hosil bo'lishiga sarflanadi:

$$A = A_d + A_{yu} = k\Delta V + \delta\Delta S \quad (\text{Rebinder formulasi}) \quad (1.16)$$

bu yerda:

A – maydalash ishi;

A_d – deformatsiya ishi;

A_{yu} – yangi yuzalarning hosil bo'lish ishi;

ΔV – deformatsiyalangan hajm;

ΔS – yangidan hosil bo'lgan yuzalarning kattaligi;

k va δ – proporsionallik koeffitsiyenti.

Maydalanayotganda, maydalash darajasi kichik bo'lganda yangi yuzalarning hosil bo'lish ishi deformatsiya ishiga nisbatan juda kichik bo'lgani uchun uni hisobga olmasa ham bo'ladi. Bu holda Rebinder tenglamasidan Kirpichevning xususiy maydalash qonuni hosil bo'ladi – maydalash ishi maydalanayotgan jismning hajmiga yoki og'irligiga to'g'ri proporsional bo'ladi.

$$A = k\Delta V = kd^2 \quad (\text{Kirpichev formulasi}) \quad (1.17)$$

Ko'pincha maydalash o'rtacha maydalash darajasida olib boriladi, shuning uchun maydalash ishini aniqlashda Rebinder tenglamasida deformatsiya ishini ham, yangi yuzalarning hosil bo'lishi ishini ham hisobga olish kerak, ya'ni maydalash ishi ham hajmga, ham maydalanuvchi jismning yuziga to'g'ri proporsional. Rittenger, Kirpichev – Kik qonunlari asosida $S/E - E/V$ koordinatalarida tuzilgan egri chiziqlarni taqqoslash shuni ko'rsatadiki,

Rittenger qonuni zarrachalarning o'lchamidan qat'iy nazar energiya-ning solishtirma sarfi yuqori bo'lganda, Kirpichev — Kik qonuni esa energiya-ning solishtirma sarfi kam bo'lganda qo'llash mumkin.

Rudalarni maydalash amalga oshiriladigan apparatlar maydalagichlar deyiladi. Bu apparatlar bo'linish ta'sirini hosil qiluvchi mexanizmning tuzilishi va mineral agregatiga ta'sir qilish usuli: qisqa ta'sir qiluvchi dinamik yuk-zarba, asta-sekin kuch quyish — ezish va parchalash, abraziv bo'linish — ishqalanish va boshqalar bilan bir-biridan farq qiladi.

Bo'linish (uzilish) ni quyidagi mexanizmlar sodir etadi: katta konus ichida aylanadigan ikkinchi konus; tekis yuzali yoki tishli valok; qaytarma-ilgarilama harakatlanuvchi plitalar; bolg'achalar; ruda bo'laklarini irg'ituvchi va ularni qaytaruvchi plitalarga urib aylanuvchi rotorlar va h.k.

Rudaning mustahkamligi, qovushqoqligi, bo'laklarning kattaligi va boshqa xususiyatlarga qarab maydalash uchun tashqi ta'sirning biron-bir samaraliroq usuli tanlanadi.

Maydalagichlar 4 ta asosiy guruhga bo'linadi:

— jag'li maydalagichlar — mahsulotni maydalash davriy ravishda qo'zg'aluvchi va qo'zg'almas, tekis yoki botiq chiziqli yuz orasida sodir bo'ladi;

— konusli maydalagichlar — mahsulot uzluksiz ravishda ikkita (birini ichida ikkinchisi aylanuvchi) konus yordamida maydalaniladi;

— valokli maydalagichlar — mahsulot ikkita bir-biriga qarama-qarshi harakatlanuvchi silliq yoki tishli silindrik valoklar orasida ezilib maydalaniladi;

— zarbli maydalagichlar — ruda bo'laklar katta tezlik bilan harakatlanuvchi maxsus detallar, masalan, bolg'achalar zarbi ta'sirida maydalanadi.

Masalan, agar ruda mustahkam bo'lsa, uni maydalashning eng qulay usuli ezish yoki zarba hisoblanadi. Ruda bo'laklarida ko'p darzlar bo'lib, u mo'rt bo'lsa uni zarba ostida maydalash afzalroq, biroq rudaning qovushqoqligi yuqori bo'lsa, zarba ta'sirida maydalashning samarasi keskin kamayadi.

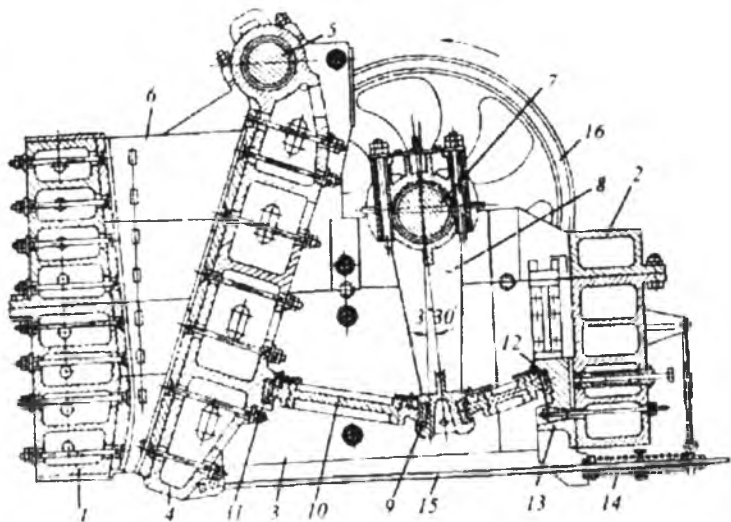
Odatda maydalashning quruq usuli qo'llaniladi. Agar ruda tarkibida loy bo'lsa, (masalan, marganesli, qo'ng'ir temir toshli ruda), ho'l usulda maydalanadi.

Maydalash usulini tanlash rudaning qimmatini va maydalangan mahsulot sifatiga qo'yiladigan talablarga ham bog'liq. Masalan, agar ruda mo'rt bo'lsa va qimmatbaho foydali minerallarni saqlasa, uni maydalash vaqtida iloji boricha o'ta yanchiluvchanlikka, va sianlanishga olib keluvchi ishqalanishning oldini olish kerak.

Rangli va qora metallar rudalarini yirik, o'rta va mayda maydalashda yuqori mehnat unumdorligi bilan ajralib turuvchi konusli maydalagichlar ishlatiladi.

Qattiq va o'rtacha qattqlikka ega bo'lgan jinslarni yirik, o'rtacha va mayda maydalashni ezish prinsipi bo'yicha ishlovchi (yuzli, konusli va tekis valokli) maydalagichlarda maydalash maqsadga muvofiqdir. Yumshoq va mo'rt jinslarni yirik maydalash parchalash prinsipi bo'yicha ishlovchi (masalan, tishli valokli) maydalagichlarda, ularni o'rta va mayda maydalashni zarba ta'sirida ishlovchi (masalan, bolg'achali) maydalagichlarda maydalash tavsiya qilinadi. Jag'li maydalagichlar ruda va qurilish mahsulotlarini yirik hamda o'rta maydalash uchun ishlatiladi. Jag'li maydalagichlarda rudani maydalash qo'zg'aluvchi va qo'zg'almas yuza (plita)lar orasidagi bo'shliqda ezilish, qisman parchalanish va sinish natijasida sodir bo'ladi. Ruda yuqori tarafdin plitalar orasidagi bo'shliqqa beriladi va ularning yaqinlashishi vaqtida maydalanadi, maydalangan mahsulot esa qo'zg'aluvchi yuza har safar qo'zg'almas yuzadan uzoqlashganda bo'shatish tuynugi orqali tushirib olinadi. Sanoatda jag'li maydalagichlar oddiy va murakkab harakatlanuvchi yuzali qilib ishlab chiqariladi. Bu yuza shamirli o'q yoki eksentrik valga osilgan bo'lib, qo'zg'almas yuzaga goh yaqinlashib, goh undan uzoqlashib tebranishlar hosil qiladi. Birinchi turdagi maydalagichlar sanoatda keng ishlatilib, ikkinchi turdagisi esa faqat laboratoriya va yarim sanoat tadqiqotlari uchun tayyorlanadi. Yuza tebranuvchi harakatni uzatuvchi mexanizm orqali eksentrik valdan oladi. Murakkab harakatlanuvchi qo'zg'aluvchi yuzali maydalagichlarda bu yuza uzatuvchi eksentrik valga shamir orqali osilgan bo'lib, uning pastki qismi

esa tirgakli plita orqali shamirga ulangan. Jag'li maydalagichlarda maydalangan mahsulotning yirikligi, bo'shatish tuynugining kengligi (yuzalar orasidagi minimal masofa) bilan aniqlanadi (1.8-rasm). Boyitish fabrikalari, ochiq kon va shaxtalarda ruda hamda boshqa mahsulotlarni yirik maydalashda yuqorida osilgan va sodda harakatlanuvchi qo'zg'aluvchi yuzali maydalagichlar keng ishlatiladi. Bu yuqori quvvatli maydalagichlar sodda tuzilishga va uncha katta bo'lmagan balandlikka ega bo'lib, ular juda ishonchli hisoblanadi.



1.8-rasm. Jag'li maydalagich: 1 – old korpus; 2 – almashtiruvchi plitalar; 3 – qo'zg'aluvchi yuza; 4 – o'q; 5 – maxovik; 6 – val; 7 – shatun; 8 – orqa devor; 9 – elektrodvigatel; 10 – prujina; 11 – tirgak; 12, 15 – tirgakli plitalar; 14 – vkladish; 13 – tyaga.

Yuqorida osilgan va sodda harakatlanuvchi jag'li maydalagichning korpusi (qutisi) old (1), orqa (8) va ikkita yonbosh (16) devorlardan iborat. Oldingi devor qo'zg'almas yuza vazifasini bajaradi. Qo'zg'aluvchi yuza ikkita podshipnikka tayangan o'qga osilgan.

Maydalagich ichki sathini hosil qiluvchi korpusning oldi va yonbosh devorlarining ichki yuzasi marganesli po'lat yoki toblangan cho'yandan yasalgan almashinuvchi plitalar (2) bilan

qoplangan. Podshipniklarga mahkamlangan eksentrik val (6) ga vertikal yo'nalishda qaytarma-ilgarilanma harakat qiluvchi shatun (7) ning boshi o'rnatilgan. Shatunning teshiklarida vkladishlar (14) bo'lib, ular tirkakli plitalarning uchlari (12) va plitalarning ikkinchi uchlari (15) vkladishga o'rnatilgan.

Shatun yuqoriga harakatlanganda plitalar orasidagi burchak kattalashadi va qo'zg'aluvchi yuza qo'zg'almas yuzaga yaqinlashadi. Bunda mahsulot ezilish, qisman esa siljish va bukilish hisobiga maydalanadi. Deformatsiyaning siljish va bukilish kabi turlari qoplovchi plitalar yuzasining qirraligi bilan tushuntiriladi.

Maydalagich korpusining yon devorlari silliq plitalar bilan qoplanadi. Shatun pastga harakatlanganda qo'zg'aluvchi yuza og'irlik kuchi va tyaga (13) orqali buferli prujina (10) ta sirida qo'zg'almas yuzadan uzoqlashadi. Bunda maydalangan mahsulot to'kiladi.

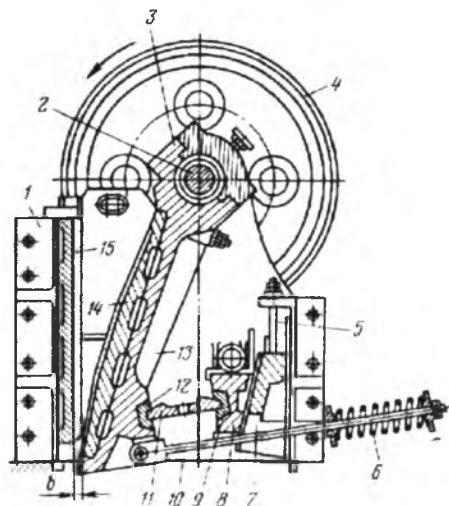
Bo'shatish tuynugining kengligini o'zgartirish boshqaruvchi ponalar yordamida yoki tirkakli plitalarni almashtirish orqali amalga oshiriladi. Val (6) ga ikkita maxovik (g'ildirak) (5) o'rnatilgan. Maxoviklardan biri shkiv rolini bajaradi.

Jag'li maydalagichlar elektrodvigatel (9) dan ponasimon tasmali uzatma orqali harakatga keltiriladi.

Asosiy podshipnik va shatun kallagining podshipniklari suyuq moy bilan, qo'zg'aluvchi yuzaning podshipniklari va tirkakli plita vkladishlari konsistent moy bilan moylanadi. Suyuq moy podshipnikka avtomat ravishda ishlaydigan stansiyadan tushadi. Bu stansiya bakdan, yog' nasosi, elektrodvigatel, filtr-sovutkich va kontrol-o'lchov apparatlari (termometr-rele, bosim relesi, monometr va hokazo) dan iborat. Konsistent moy quvurlar orqali yoki qoida moy stansiyalaridan beriladi.

Keyingi yillarda murakkab harakatlanuvchi jag'li maydalagichlar ishlatila boshlandi (1.9-rasm). Qo'zg'almas yuza (1) maydalagich staninasining bir qismi hisoblanadi. Qo'zg'aluvchi yuza (13) qo'zg'aluvchi podshipnik yordamida (soat strelkasi bo'yi-cha aylanuvchi) eksentrik valga (2) osilgan. Tirkakli plita bir uchi bilan qo'zg'aluvchi yuzning vkladishi (12) ga, ikkinchi uchi bilan tayanch (8) ning vkladishi (9) ga suyanadi. Maydalagichning

bu tayanchi va staninasi o'rtasida gaykalar bilan ikkita vint (5) da mahkamlangan pona (7) joylashgan. Bu ponaning holatini vertikal yuzada o'zgartirib, maydalagich bo'shatish tuynugining kengligi idora qilinadi.



1.9-rasm. Yuzasi murakkab harakatlanuvchi jag'li maydalagich:

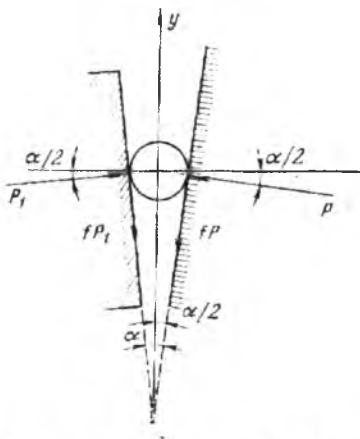
- 1 – qo'zg'almas yuza; 2 – eksstsentrik; 3 – podshivnik; 4 – shkiv;
5, 6 – vint; 7 – pona; 8 – tayanch; 9, 12 – vkladish; 10 – tyaga;
11, 13 – qo'zg'aluvchi yuza; 14, 15 – almashtiruvchi plitalar

Qo'zg'aluvchi yuza va tirgakli plita orasidagi kerakli bog'lanish prujinali tyaga (10) orqali amalga oshiriladi. Korpusning asosiy podshipniki (3) ga o'rnatilgan eksstsentrik val (2) ponasimon-tasmali uzatma va shkiv (4) orqali harakatga keltiriladi. Ishchi holatda qo'zg'aluvchi yuza qo'zg'almas yuzaga goh yaqinlashadi, goh undan uzoqlashadi. Shu bilan birga u qo'zg'almas yuza bo'ylab harakat qiladi. Shuning uchun bunday maydalagichlarda mahsulot ezilish va ishqalanish hisobiga bo'linadi.

Maydalangan mahsulotni bo'shatish tuynugidan majburan chiqarish hisobiga (ishqalanish kuchi pastga yo'nalgan) murakkab tebranuvchi jag'li maydalagichlar oddiy tebranuvchi jag'li

maydalagichlarga nisbatan yuqori mehnat unumdorligiga ega. Maydalagichning ichki ishchi yuzasi almashtiruvchi plita (14) va (15) bilan qoplangan.

Qo'zg'aluvchi va qo'zg'almas yuzalar orasidagi burchak qamrash burchagi deyiladi. Uning chegaraviy (eng katta) ma'nosi itaruvchi kuchlarning ishqalanish kuchlari bilan to'liq muvozanatlashdagi holat bilan aniqlanadi, bu bilan mahsulotning maydalagichdan o'tilib chiqib ketishiga yo'l qo'yilmaydi.



1.10-rasm. Yuzalar siqib qolgan maydalanuvchi bo'laklarning muvozanati

Qamrash burchagining chegaraviy ma'nosini maydallagich yuzalari qisib qolgan mahsulot bo'lagining muvozanat shartidan aniqlash mumkin (1.10-rasm).

$\Sigma_u = R_1 \sin \alpha/2 + P \sin \alpha/2 - f P \cos \alpha/2 - f P_1 \cos \alpha/2 = 0$
 $R_1 = P$ bo'lgani uchun $2 \sin \alpha/2 = 2 f - \cos \alpha/2$ yoki $\tan \alpha/2 = f$
 bu yerda f — mahsulot va yuza orasidagi sirg'anishning ishqalanish koeffitsiyenti.

f ni $\tan$ orqali ifodalab $\alpha = 24$ ni olamiz.

Shunday qilib, qamrash burchagining eng katta qiymati ishqalanish burchagining 2 martasidan kichik bo'lish kerak. Amalda $\alpha < 24^\circ$;

Tajribalar asosida qamrash burchagi 24° dan kichikroq olinsa, $\alpha = 24$ ga nisbatan maydalagichlarning i/ch unumdorligi ortishi aniqlangan.

Jag'li maydalagichlarning ishlab chiqarish unumdorligi empirik formulalar asosida mashinasozlik zavodlari kataloglari yoki tajriba yo'li bilan aniqlanadi.

Jag'li maydalagichning hisoblab aniqlanadigan to'liq ishlab chiqarish unumdorligi quyidagi empirik formuladan aniqlanadi:

$$Q = k_y k_n k_q (150+750 V)L e \delta s \quad (1.19)$$

bu yerda $k_y k_n k_q$ — maydalanayotgan mahsulotning yirikligi, namligi va qattiqligini hisobga oluvchi koeffitsiyent. $(150+750 V)$ — solishtirma tajribaviy ishlab chiqarish unumdorligi, m^3/m^2 soat. V — qabul qilish tuynugining uzunligi, e — bo'shatish tuynugining kengligi, m . δ — sochma zichlik, m/m^3 , L — qabul qilish tuynugining uzunligi, m .

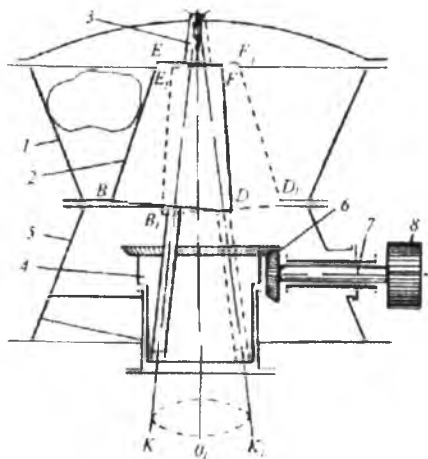
Dvigatelning quvvati quyidagi empirik formuladan aniqlanadi:

$$N = SLV \quad (1.20)$$

bunda: S — qabul qilish tuynugining kengligiga bog'liq koeffitsiyent.

Konusli maydalagichning maydalovchi qismi qo'zg'almas konus ichiga joylashtirilgan qo'zg'aluvchi konus hisoblanadi (1.11-rasm). Mahsulotni maydalash ikkita eksentrik joylashgan kesik konusning qo'zg'aluvchi va qo'zg'almas konus orasidagi halqasimon ishchi maydonda bajariladi. Qo'zg'aluvchi konus pastki uchi eksentrik valga erkin kira oluvchi valga zich o'rnatilgan. Eksentrik val vertikal podshipnikda aylanadi. Eksentrik val maydalagichning o'qi bo'ylab harakatlanganda konus valining uchi eksentrik val teshigi chizuvchi aylana bo'ylab harakatlanadi, OB valning o'qi esa konusli yuza chizadi. Valning bunday harakatlanishi natijasida valga zich o'rnatilgan qo'zg'aluvchi konus qo'zg'almas konus ichida tebranadi va qo'zg'almas konus uning devoriga maksimal yaqinlashadi hamda qarama-qarshi devordan uzoqlashadi. Yarim aylanishdan so'ng maydalovchi konusning holati qarama-qarshi tomonga o'zgaradi: chap devorga maksimal yaqinlashadi va o'ng devordan uzoqlashadi.

Qo'zg'aluvchi konusning qo'zg'almas konusga yaqinlashuvida mahsulot maydalanadi. Jag'li maydalagichdan farqli o'laroq konusli



1.11-rasm. Osilma valli yirik maydalovchi konusli maydalagichning sxemasi va ishlash prinsipi: 1 — staminaning yuqori qismi

(qo'zg'almas konussimon kosacha); 2 — maydalovchi konus; J-val;

4 — eksentrik stakan; 5 — staminaning pastki qismi; 6vkonusli uzatma;

7 — uzatma vali; 8 — shkiv tomonga o'zgaradi: chap devorga maksimal yaqinlashadi va o'ng devordan uzoqlashadi.

maydalagichlar uzluksiz ishlaydi, chunki konus yuzasining qaysidir qismi xohlagan vaqtda yaqinlashib mahsulotni maydalaydi. Uzluksiz ishlash maydalagich mexanizmlarini va elektrodvigatel uzatmalarini zo'riqtirmaydi.

Jag'li maydalagichlarga nisbatan konusli maydalagichlar yuqori mehnat unumdorligi, tinch ishlashi, maxovikning yo'qligi, ancha yuqori maydalanish darajasi, maydalangan mahsulot yirikligining bir tekisligi kabi bir qator afzalliklarga ega.

O'rtacha maydalash darajasi 3—4 ga teng. Ularning kamchiligiga tuzilishining murakkabligi, bo'yining balandligi kirib, ular maydalagich tayyorlashni va ta'mirlashni qimmatlashtiradi. Yana bir kamchiligi yopishqoq va loyli mahsulotlarni maydalashga yaramaydi. Belgilangan vazifasi va maydalash jarayonining xususiyatiga qarab ikki turdagi konusli maydalagichlar mavjud: osilma valli va tikka maydalovchi konusli (yirik maydalash uchun); konsol valli va qiya maydalovchi konusli (o'rtacha va mayda maydalash).

O'rtacha va mayda maydalash uchun ishlatiladigan maydalagichlarning xarakterli xususiyati ularda maydalovchi konusning qiya shaklda bo'lishidir. Agar yirik maydalovchi maydalagichlarda maydalagich konus o'qining og'ish burchagi $20-30^{\circ}$ bo'lsa, o'rtacha va yirik maydalagichlar uchun $80-100^{\circ}$ ni tashkil qiladi.

O'rtacha va mayda maydalovchi maydalagichlar yirik maydalovchi maydalagichlardan tez yurarligi bilan farq qiladi. Maydalagichning o'lchamiga qarab o'rtacha va mayda maydalovchi maydalagichlarning maydalovchi konuslarining tebranishlar chastotasi $215-350$ min⁻¹, yirik maydalovchi maydalagichlarda esa atigi $80-170$ min ni tashkil qiladi.

Yirik maydalovchi konusli maydalagichlar yuklovchi va bo'shatuvchi tuynuklarining kengligi bilan xarakterlanadi. Masalan, maydalagich yuklovchi tuynugining kengligi 1200 mm, bo'shatish tuynugining kengligi 150 mm bo'lsa, u yirik maydalovchi maydalagich KKD-1200/150 deb yuritiladi.

Yirik maydalovchi maydalagichlarning ishlab chiqarish unumdorligi jag'li maydalagichlarga o'xshab, birinchi navbatda ularning o'lchamiga va iste'mol qiladigan quvvatiga bog'liq. o'lchamlari bir xil maydalagichlarda ishlab chiqarish unumdorligi konusning tebranish chastotasi va maydalangan mahsulotning yirikligiga bog'liq.

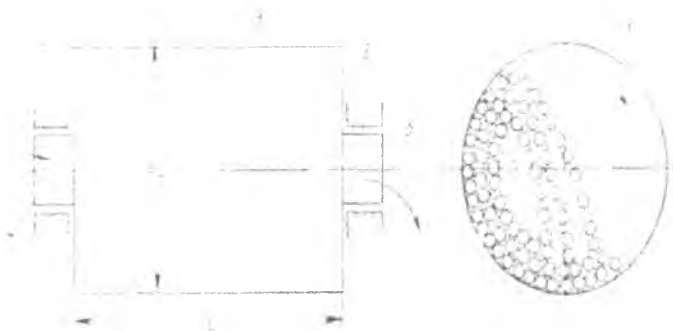
Maydalagichga bir xil yiriklikka ega bo'lgan mahsulotlar solinib, maydalangan mahsulot qancha mayda bo'lsa, uning ishlab chiqarish unumdorligi Shuncha kam bo'ladi.

1.4. Yanchish jarayoni

Yanchish-qattiq zarrachalar o'lchamini $10-30$ mm dan $0,1-0,04$ mm gacha kichraytirishdir. Yanchish jarayoni barabanli tegirmonlarda amalga oshiriladi. Bunday tegirmonlarni ishlatish yuqori kapital va ekspluatatsion xarajatlar bilan bog'liq. Shuning uchun keyingi paytlarda o'z-o'zini yanchuvchi barabanli va boshqa tegirmonlarga katta qiziqish uyg'onmoqda. Ko'p turdagi rudalar uchun o'zida-o'zini yanchishda minerallarning yuzasi yaxshiroq ochiladi, boyitishning sifat-miqdor ko'rsatkichlari ortadi, 1 ton. kontsentrat olish uchun ketadigan po'latning sarfi kamayadi.

Barabanli tegirmon yonbosh tarafdin yopiladigan qopqoqli va ichi g'ovak salfali (bo'yinli) silindrik barabandan iborat.

Baraban aylanganda yanchuvchi vosita (sharlar, sterjenlar, ruda bo'laklari va boshqalar) va yanchiluvchi ruda ishqalanish hisobiga qandaydir masofaga ko'tariladi, keyin sirg'anadi, duma-laydi va pastga qulaydi. Yanchilish pastga tushayotgan yanchuvchi vositaning urilishi, ezilishi va tegirmon ichida sirg'anuvchi qatlam-lar orasidagi ishqalanish hisobiga sodir bo'ladi (1.12-rasm).



1.12-rasm. Barabanli tegirmon.

1 — baraban; 2, 3 — qopqoq; 4, 5 — salfali.

Mahsulotning baraban o'qi bo'ylab harakati dastlabki mahsulotni berish va bo'shatish sathlaridagi farqqa hamda dastlabki mahsulotni uzluksiz berilishidagi bosim ostida sodir bo'ladi. Ho'l usulda yanchishda mahsulotni tegirmondan chiqarish suv yordamida, quruq usulda yanchishda esa havo oqimi yordamida sodir bo'ladi.

Barabanli tegirmonlar bir-biridan yanchuvchi vositaning turi, barabanning formasi, yanchish usuli va yanchilgan mahsulotni bo'shatib olish usuli bilan farq qiladi. Boyitish fabrikalarida bo'shatuvchi panjarali sharli, markaziy bo'shatiluvchi sharli, markaziy bo'shatiluvchi sterjenli, «kaskad» turidagi ho'l va «Aerofol» turidagi o'z-o'zini yanchuvchi tegirmonlar va h.k. qo'llaniladi.

Bo'shatuvchi panjarali tegirmonlarda yanchuvchi vosita sifatida po'lat sharlar ishlatilib, yanchilgan mahsulot panjaraning teshiklaridan o'tadi, keyin lifterlar orqali tegirmonning bo'shatuvchi salfasi markaziga ko'tariladi. Yuklovchi va bo'shatuvchi

tomonlari orasidagi bo'tana sathining balandligi h sezilarli darajada. Shuning uchun mahsulotning tegirmon bo'ylab harakatlanish tezligi nisbatan yuqori, bu esa mahsulotni markaziy bo'shatiluvchi tegirmonlardagiga nisbatan dag'alroq yanchilishiga sabab bo'ladi.

Markaziy bo'shatiluvchi sharli tegirmonlarda yuklovchi va bo'shatuvchi tomonlardagi bo'tana sathining balandligidagi farq h sezilarsiz, mahsulot tegirmon bo'ylab nisbatan sekin harakatlanadi va mayin tuyulgan mahsulot olinadi.

Sterjenli tegirmonlarda yanchuvchi vosita sifatida po'lat sterjenlar ishlatiladi va ularda mahsulot yuklanadigan va bo'shatib olinadigan tomonlarda bo'tananing sathidagi farq markaziy bo'shatiluvchi sharli tegirmonlardagiga nisbatan katta. Bu hol bo'shatiluvchi sapfa diametrining kattalashtirilgani hisobiga sodir bo'ladi. Ho'l rudali o'z-o'zini yanchishda yanchuvchi vosita sifatida rudaning yirik bo'laklari ishlatilib, tegirmon klassifikatsiyalovchi apparat (elak, gidrosiklon yoki spiralli klassifikator) bilan yopiq siklda ishlaydi. Quruq rudali o'z-o'zini yanchishda tegirmon pnevmatik klassifikator bilan yopiq siklda ishlaydi.

Barabanli tegirmonlarning asosiy o'lchamlari bo'lib barabanning ichki diametri D va uning uzunligi L hisoblanadi.

Yanchish jarayoni quruq va ho'l usulda olib borilishi mumkin. Boyitishdan oldin ho'l yanchish qo'llangani afzal, chunki boyitishning aksari usullari suv yordamida amalga oshiriladi. Yanchishning asosiy ko'rsatkichi bo'lib yanchish darajasi hisoblanadi. Bu kattalik xuddi maydalash darajasi kabi qattiq zarrachaning yanchishgacha bo'lgan kattaligining yanchishdan keyingi kattaligiga nisbatidan topiladi.

Dastlabki rudaning yanchiluvchanligi deganda uning yanchish natijasida yetarli yiriklikdagi mahsulotga aylanish qobiliyatiga aytiladi. Yanchiluvchanlikni aniqlashning bir necha usullari mavjud: ularning ichida eng ko'p tarqalgani Mexanobr usuli hisoblanadi.

$-4,7+0$ mm yiriklikda tayyorlangan namuna elab, mayda:

$-4,7+2,4$; $-2,4+1$; $-1+0,5$; $-0,5+0$ mm li sinflarga ajratilib, ulardan 8–10 ta namuna tortib olinadi. Bu namunalarni yanchiluvchanlikka tekshirish $D \times L = 300 \times 215$ mm li sharli tegirmonda amalga oshiriladi. Tegirmonning hajmi $V = 15$ dm.

aylanish chastotasi $n = 64,7 \text{ min}^{-1}$, diametri 25 va 40 mm li sharlarning har qaysisi 14,5 kg dan (tegirmonning to'ldirish darajasi 47 %).

Namunaning og'irligini quyidagi formuladan aniqlaymiz:

$$P_n = 0,12 V \delta_c$$

bu yerda 0,12 — tegirmonni ruda bilan to'ldirish koeffitsiyenti (tegirmon hajmidan 12 % hajm miqdorida).

V — tegirmonning hajmi, dm^3 ;

δ_c — rudaning sochma zichligi, kg/dm^3 ;

(ruda zichligining 2/3 qismiga teng)/

Tayyorlangan namunalar har xil vaqt oralig'ida yanchiladi. Masalan, birinchi namuna 5 minut ikkinchi namuna 15 minut va h.k. Har qaysi tajribadan keyin yanchilgan mahsulot elab, to'liq tahlil qilinadi. Elab tahlil qilish asosida kontrol elakda qolgan qoldiqlar yig'indisining yanchish vaqtiga bog'liqlik grafigi tuziladi. Grafikdan ushbu tegirmonning absolyut solishtirma ishlab chiqarish unumdorligi aniqlanadi va u etalon rudani yanchishda olingan i/ch unumdorligi bilan taqqoslanadi.

Tegirmonning solishtirma i/ch unumdorligini (kg/dm^2 soat) quyidagi formuladan hisoblanadi:

$$q = 60 P_n / (t V)$$

bu yerda t — yanchish, vaqti min.

Tegirmon P_n — namunaning og'irligi, kg yopiq siklda ishlanganda rudaning yanchiluvchanligi uzluksiz tegirmon va klassifikator (gidrosiklon)dan iborat moslamada yoki tegirmon va unga ketma-ket ulangan elakda davriy ravishda aniqlanishi mumkin. Chet ellarda sanoatda ishlatiladigan tegirmonlarning o'lchamini aniqlash rudani yanchishning laboratoriya tajribalari natijalari asosida amalga oshiriladi.

Yanchish ma'lum yiriklikka ega zarrachalar olish, yanchilgan mahsulotning berilgan solishtirma yuzasiga erishish, rudali va noruda minerallar yuzasini ochish, mahsulotni fizik va kimyoviy o'zgartirish maqsadida qo'llaniladi. Yanchish texnologiyasini foydali qazilmani qayta ishlash texnologiyasining shartlarini

hisobga olgan holda tanlanadi. Boyitish fabrikalarida ruda va boshqa foydali qazilmalarni barabanli tegirmonlarda yanchish bir, ikki va uch bosqichli sxemalar orqali amalga oshiriladi.

Bir bosqichli yanchish sxemalari uncha katta bo'lmagan quvvatga ega (200 t/sutka gacha), Shunigdek katta quvvatga ega bo'lgan fabrikalarda nisbatan dag'al (0,2 mm gacha) yanchishda qo'llaniladi.

Barabanli sharli, sterjenli va ruda-galkali tegirmonlar yopiq siklda va kamdan-kam hollarda ochiq va qisman ochiq sikllarda ishlaydi. Ochiq siklda yanchilgan mahsulot tegirmondan faqat bir marta o'tadi va tegirmondan tayyor yanchilgan mahsulot olinadi. Ochiq siklda yanchish sterjenli tegirmonlar uchun quruq va ho'l yanchishda, sharli tegirmonlar uchun esa faqat quruq yanchishda ishlatiladi.

Yopiq siklda tegirmon spiralli klassifikator, gidrosiklon yoki elak bilan birgalikda o'rnatiladi.

Ikki bosqichli yanchish sxemalari o'rtacha va katta quvvatdagi boyitish fabrikalarida rudani ancha mayin (0,15 mm gacha) tuyushda qo'llaniladi.

Ikki bosqichli yanchish sxemalari mahsulotni birinchi bosqichdan ikkinchi bosqichga uzatish: quyulma yoki qum bo'yicha uzatish usuli bilan bir-biridan farq qiladi. Birinchi holda birinchi va ikkinchi bosqichdagi tegirmonlar to'liq yopiq siklda, ikkinchi holda esa birinchi bosqich tegirmonlari ochiq yoki qisman ochiq siklda, ikkinchi bosqichdagisi esa yopiq siklda ishlaydi. Birinchi va ikkinchi bosqichdagi tegirmonlar ketma-ket o'rnatiladi.

Yanchishning yopiq siklida yanchuvchi mahsulot tegirmondan klassifikatorga tushib, ikkita mahsulot-quyulma va qumga ajraladi. Quyulma boyitishga yuborilsa, qum esa to talab qilinadigan kattalikgacha yanchilmaguncha qayta-qayta tegirmonga qaytariladi. Yopiq sikl tartibida qumning massasi doimiyga aylanib, u tegirmon ichida aylanuvchi yuk deb ataladi.

Tegirmonga tushadigan rudaning miqdori, o'lchami, qattiqligi, suvning berilishi, nasoslarning va gidrosiklonlarning ishlash tartibi o'zgarganda tegirmon ichida aylanadigan yukda o'zgarishlar sodir bo'ladi.

Tegirmon yopiq siklda ishlaganda tegirmonning ruda bo'yicha ishlab chiqarish unumdorligining ortishi bilan uning ichida aylanadigan yuk ortadi. Uncha katta bo'lmagan (400 % gacha) aylanuvchi yuk tegirmonning ishlab chiqarish unumdorligini sezilarli darajada oshiradi. Tegirmon ichida aylanuvchi yukning miqdorini ortishi mahsulotni tegirmon ichidan o'tish tezligini oshiradi, bu esa mahsulotning o'ta yanchilishining oldini olib, tegirmonning ishlab chiqarish unumdorligini oshiradi. Bu yukning keragidan ortishi tegirmonning ishlab chiqarish unumdorligini pasayishiga olib keladi.

Sharli, rudali va ruda-galkali tegirmonlar asosan yopiq siklda ishlaydi. Odatda tegirmon ichida aylanuvchi yuk foizlarda ifodalanadi:

$$C = S / Q$$

bu yerda: S — qumning og'irligi;

Q — dastlabki mahsulotning og'irligi.

Tegirmonga tushadigan umumiy mahsulotning og'irligi:

$$\text{Qum} = Q + S = Q + CQ = Q (1 + C)$$

Aylanuvchi yuk dastlabki mahsulotning og'irligiga qarab 50 dan 700% gacha chegarada o'zgarishi mumkin. Tegirmonning dastlabki mahsulot bo'yicha ishlab chiqarish unumdorligi ortsa yoki quyulmaning mayinligi ortsa aylanuvchi yuk ortadi. Xaddan ortiq aylanuvchi yukda yanchish sharoiti yomonlashadi.

Yachish sxemalarini tanlashda rudaning moddiy tarkibi va fizikaviy xossalari, yanchishning talab qilinadigan o'lchami, minerallar yuzasining ochilish darajasi, kapital va eksplotatsiya xarajatlari va h.k. ni hisobga olish kerak.

Rudani sharli yanchishda uning tarkibida 15% tayyor mahsulot bo'lganda yanchishning birinchi bosqichidan oldin dastlabki klassifikasiya ishlatiladi. To'liq yopiq siklda tekshiruvchi klassifikasiya yanchilgan mahsulot yirikligini nazorat qilish, tegirmonning ishlab chiqarish unumdorligini oshirish va mahsulotning shlamlanishini kamaytirish uchun qo'llaniladi.

Rudali o'z-o'zini yanchishda ikki bosqichli yanchish sxemasi ishlatiladi. Birinchi bosqich "Kaskad" yoki "Aerofol" turdagi tegirmonlarda spiralli klassifikator, elak, pnevmatik klassifikator

kabilar bilan yopiq siklda, ikkinchi bosqich esa gidrosiklonlar bilan yopiq siklda ishlovchi ruda-galkali tegirmonlarda amalga oshiriladi.

Yachish sxemasini tanlash turli xildagi sxemalarni sanoat yoki yarim sanoat sharoitida tajriba yo'li bilan tekshirish orqali amalga oshiriladi. Bunday ma'lumotlar yo'q bo'lsa yanchish sxemasi dastlabki va oxirgi mahsulotning o'lchami, boyitish fabrikasining quvvati, qum va quyulmani alohida boyitish kerakligi, rudaning fizik xossalari va h.k. asosida tanlanadi.

O'z-o'zini yanchishni nam va loyli rudaga qo'llash afzal. Tegirmonning o'lchamini va iste'mol qiladigan quvvatini tanlash yiriklashgan sinov natijalari asosida tanlanadi. Agar tegirmonga tushayotgan mahsulot ichida yirik bo'laklar etarli miqdorda bo'lmasa, ruda-galkali yanchish qo'llanilishi mumkin. Bu usul o'z-o'zini yanchishdan qimmatroq, lekin sharli va sterjenli tegirmonlarda yanchishdan arzonroq. Shunday qilib, yanchish usuli rudaning qattiqligini, moddiy va granulometrik tarkibini, tekstura tuzilishini hisobga olgan holda ularni texnik-iqtisodiy taqqoslash asosida tanlanadi.

Bo'shatuvchi panjarali sharli tegirmon yonbosh tomondan yopiladigan qopqoqli barabandan va podshipniklarga tayanuvchi yuklovchi va bo'shatuvchi tsapfadan iborat. Baraban elektrodvigateldan uzatuvchi valga o'rnatilgan kichik shesternya va barabanga mahkamlangan tishli jag' orqali aylanadi.

Katta o'lchamli tegirmonlarda sekin harakatlanuvchi elektrodvigatel uzatuvchi valga elastik mufta yordamida, kichik o'lchamdagi tegirmonlarda esa reduktor orqali bog'lanadi.

Dastlabki mahsulot tegirmonga markaziy tuynuk orqali ta'minlagichdan, klassifikator qumi esa chig'anoqsimon cho'mich yordamida yuklanadi. Baraban va yonbosh qopqoqlar ishdan chiqmasligi uchun boltlar yordamida mahkamlanuvchi plitalar bilan, g'ovak tsapfalarining ichi esa almashtiriladigan voronkalar bilan qoplanadi. Tegirmonning bo'shatilish tomonida panjara o'rnatilgan, bu panjara va yonbosh qopqoq orasidagi bo'shliq radial to'siqlar — lifterlar yordamida sektorli kameralarga bo'lingan bo'lib, ular tsapfaga ochiladi. Panjara va sektorlik kamera yanchilgan mahsulotni tegirmondan majburiy chiqarishga va bo'tana

sathini past ushlab turishga imkon beradi. Tegirmon aylanganda lifterlar bo'tanani bo'shatish tsapfasining sathigacha ko'tarib beradi va tegirmondan chiqarib olinadi.

Tegirmonga uning hajmining taxminan yarmisigacha turli o'lchamdagi (40 mm dan to 150 mm gacha) po'lat yoki chuyan sharlar solinadi.

Baraban aylanayotgan vaqtda sharlar dumalab, sirg'anib, bir-biriga urilib foydali qazilma zarrachalarini yanchiydi. Edirilgan sharlarni chiqarib olishga, tegirmonning ichiga qoplamani kiritish va uni kuzatib turish uchun lyuk xizmat qiladi. Bushatuvchi tsapfaning bo'yni kattaroq diametrga ega, Shu tufayli bo'tananing bo'shatish tomonga harakatlanishi sodir bo'ladi.

Tegirmonning nominal o'lchamlari barabanning ichki diametri D va qoplama qalinligini hisobga olmagan holda uning uzunligi L bilan aniqlanadi. Panjarali bo'shatuvchi tegirmon qisqacha MShR-DxL deb belgilanadi. Bu tegirmonlarning texnik xarakteristikasi ilovada keltirilgan.

Tegirmon barabani po'lat patnosdan payvandlab tayyorlanadi, yonbosh qopqoqlar esa cho'yandan yoki po'latdan quyiladi. Ular bir-biri bilan boltlar yordamida ulanadi. Qoplamaning qalinligi h D ga bog'liq holda qabul qilinadi:

Yanchuvchi vositaning xarakterli xususiyati (ko'tarilish balandligi, qoplamaning sirg'anish koeffitsienti), tegirmon barabanining ishchi hajmi, qoplamaning emirilishi, tegirmonning ishlab chiqarish unumdorligi, elektrenergiyasining sarfi va h.k.lar baraban qoplama plitalarining qalinligi va profili (yon tomondan ko'rinishi) ga bog'liq.

D,mm	900	1200-2100	2700-3600	4000-4500
h, mm	70	100	120	140

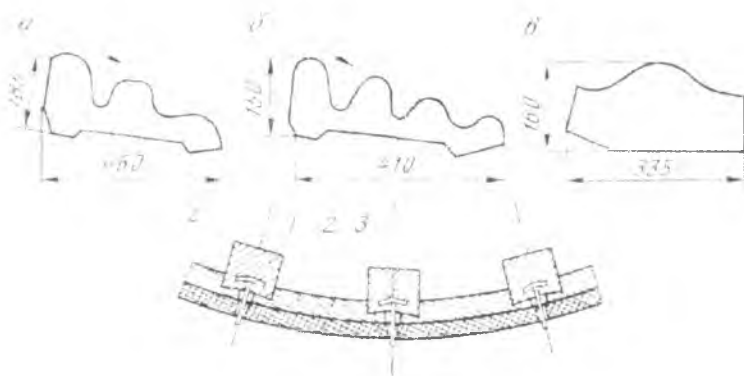
Diametri 100–125 mm li sharlar solinuvchi yanchishning I bosqichidagi sharli tegirmon uchun qirrali profilga ega (Norilsk-III)-qoplama yaxshi hisoblanadi, u sharlarni qoplama bilan

mustahkam bog‘lanishini, sharlarni yuqori balandlikka ko‘tarilishini, sharlarning sirg‘anishini yo‘qotishini, plitalarning bir tekis va sekinroq edirilishini, metallning va elektrenergiya sarfining kamayishini, tegirmonning ishlab chiqarish unumdorligini oshirishni ta‘minlaydi.

Yanchishning II bosqichida sharli tegirmonlar uchun yaxshi qoplama qirrali-Norilsk IV qoplama hisoblanadi. Bu qoplamalar po‘latdan tayyorlanadi.

Sterjenli tegirmonlar uchun to‘lqinsimon ko‘rinishli qoplama ishlatilib, u sharli tegirmonlar uchun tavsiya etilmaydi (sharlarning sezilarli darajada sirg‘anishi uchun). Boyitish fabrikalarida barabanli tegirmon qoplamasining quyidagi turlari ishlatiladi

Yanchishning II bosqichida sharli tegirmonlar uchun rezinali qoplamalar ishlatiladi. Rezinali qoplamaning asosiy elementlari bo‘lib lifterlar, plitalar va panjara sektorlari hisoblanadi. Tegirmon barabanining yuklovchi qopqog‘iga radius bo‘ylab qalinligi 60 mm bo‘lgan plitalar o‘rnatilib, ular kesimi 100x110 mm lifterlar bilan qisib qo‘yiladi. Barabanga qalinligi 55 mm li plitalar va lifterlar (140–125 mm) joylashgan.



1.13-rasm. Qoplovchi plitalarning profili.

a – "Norilsk-III" qirrali turdagi , b – shuning o‘zi "Norilsk-IV" uchun, v – to‘lqinsimon turdagi H, g- "Skega" turdagi rezinali

Qalinligi 54 mm li panjaraning rezina sektorlari lifterlar (100–110 mm) bilan siqiladi. Bir komplekt qoplama plita va panjara sektorlari uchun ikki komplekt lifterlar bo'lishi talab qilinadi.

Rezinali qoplama po'lat qoplamaga nisbatan yupqa bo'lgani uchun tegirmonning hajmi 5–6 % ga oshadi.

Rezinali va po'lat qoplamalarning xizmat muddati yo bir xil, yo birinchisi ikkinchisiga nisbatan 15–20% ortiqroq xizmat qiladi. Rezinali qoplamaga ega tegirmonlarda sharlarning solishtirma sarfi po'lat qoplamali tegirmonlarnikiga nisbatan kichik rezinali qoplamali tegirmonlarning ishlab chiqarish unumdorligi po'lat qoplamali tegirmonlarnikiga nisbatan kam emas (ko'pincha ortiq ham). Montaj ishlarining osonligi zich yopilishi, shovqinning nisbatan pastligi rezinali qoplamalarning afzalligiga kiradi.

Tsapfalarining qoplamasi tekis yoki spiralsimon. Yuklovchi tsapfa spiralinig yo'nalishi tegirmonda dastlabki mahsulotning surilishini, bo'shatuvchi tsapfada esa sharlar va yirik mahsulotni tegirmonga qaytarilishini ta'minlashi kerak.

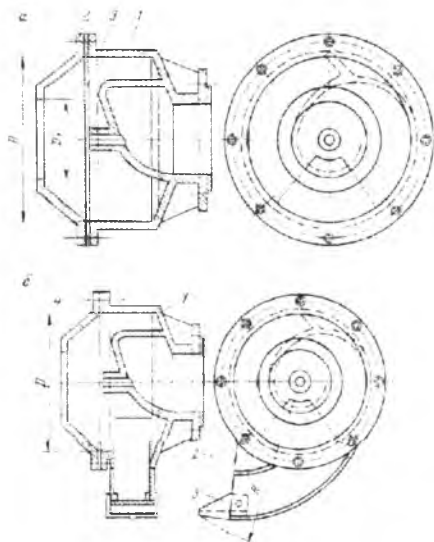
Odatda qoplama bir tekis edirilmaydi. Marganetsli po'lat (markasi 110 G 13 L)dan tayyorlangan qoplama plitalarning yedirilish tezligi sutkasiga millimetrlarning bir necha ulushini tashkil etadi.

Barabanning yoki satxiga ko'tarilgan dastlabki mahsulotni tegirmonga yuklash uchun barabanli ta'minlagich o'rnatiladi.

U konus shakliga o'tuvchi silindrik kameralar, qopqoq, sektorlar teshikka ega diafragmadan iborat. Ta'minlagich boltlar yordamida tegirmonning yuklovchi tsapfasiga o'rnatiladi. Mahsulot qopqoqning teshigi, diafragmaning sektorli teshigi orqali o'tib yuklovchi tsapfa qoplamasining spiraliga tushadi.

Dastlabki mahsulotni va klassifikator qumini bir vaqtda tegirmonga yuklash uchun jamlashgan ta'minlagichlardan foydalaniladi. Jamlashgan ta'minlagich barabanli va chig'anoqli ta'minlagichlarning birlashmasidan iborat. Silindrik barabanga oxirgi uchiga almashtiriladigan soyabon o'rnatilgan cho'mich mahkamlangan. Ta'minlagich bo'ltlar yordamida tegirmonning yuklovchi tsapfasiga o'rnatilgan.

Dastlabki mahsulot qopqoqdagi teshik orqali, qumlar esa baraban o'qidan quyi sathda joylashgan yuklovchi qutidan



1.14-rasm. Ta'minlagichlar: a – barabanli b – jamlashgan

cho'michlar yordamida tortib olinadi va ta'minlagich barabanining ichiga tushadi.

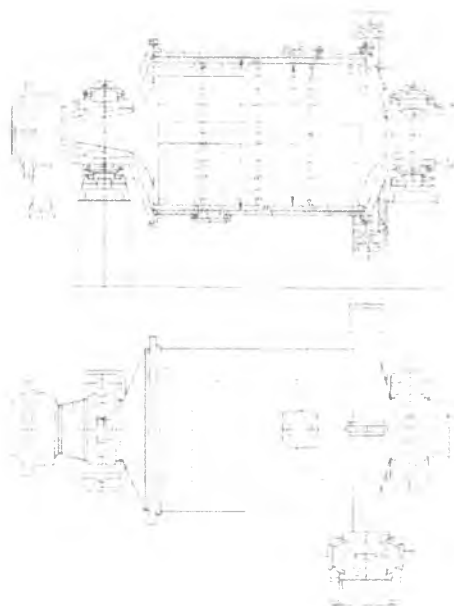
Markaziy bo'shatiluvchi sharli tegirmon tuzilish jihatdan panjara orqali bo'shatiluvchi tegirmon MSHR ga o'xshaydi. U yonbosh tomondan qopqoqli, ichi bo'sh tsapfaga ega tsilindrik barabandan iborat bo'lib, Shu tsapfalar orqali baraban podshipnik larga tayanadi. Barabanning va qopqoqlarning ichki devori qoplama plitalar bilan qoplangan. Barabanning aylanishi elektrodvigateldan barabanga mahkamlangan valga o'rnatilgan etakchi shesternya orqali amalga oshiriladi. Yuklovchi ichi g'ovak tsapfaga jamlashgan ta'minlagich o'rnatilgan. Ichi g'ovak tsapfalar almashtiriluvchi yuklovchi va bo'shatuvchi voronkalar bilan ta'minlangan.

Uncha katta bo'lmagan o'lchamdagi tegirmonlar barabanning ichiga qoplamani kiritish uchun lyuklarga ega. Katta o'lchamdagi tegirmonlarda bu operatsiya bo'shatuvchi tsapfa orqali bajariladi. Barabanga po'lat yoki chuyan sharlar solinadi. Bo'shatuvchi tsapfa biroz kattaroq diametrga ega, buning natijasida tegirmonda

bo'tananing nishabi hosil qilinadi. Dastlabki mahsulot tegirmonga ta'minlagich orqali yuklovchi tsapfadan beriladi, yanchilgan mahsulot bo'shatuvchi tsapfa orqali tushuriladi. Markaziy bo'shatiluvchi tegirmonlar qisqacha MShSdeb belgilanadi. Markaziy bo'shatiluvchi tegirmonlarning texnik xarakteristikasi ilovada berilgan. MSHS tegirmonlar barabandagi bo'tana sathining balandligi bilan xarakterlanadi, bu bo'ylama yo'nalishidagi harakat tezligining kichik bo'lishini va mahsulotning nisbatan mayin tuyo'lishini belgilaydi.

Bo'shatuvchi bo'g'iz unga tasodifan tushib qolgan sharlarni tegirmonga qaytaruvchi spiralga ega. Sharli tegirmonlar ruda va boshqa mahsulotlarni yanchishda keng qo'llaniladi.

Panjara orqali bo'shatiluvchi sharli tegirmonlarning ishlab chiqarish unumdorligi yuqoriroq (10–15 % ga) va ularda yanchilgan mahsulot markaziy bo'shatiluvchi tegirmonlarda

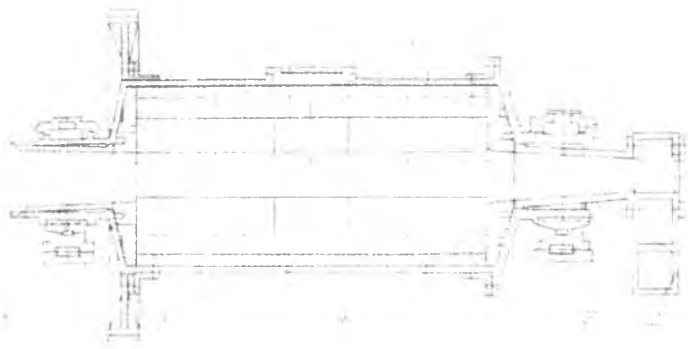


1.15-rasm. Markaziy bo'shatiluvchi sharli tegirmon

yanchilgan mahsulotga nisbatan shlami kamroq mahsulot beradi, lekin tuzilishi ancha murakkab. Markaziy bo'shatiluvchi sharli tegirmonlar oraliq mahsulotni qaytadan tuyush uchun ishlatiladi.

Odatda MSHR tegirmonlar yanchishning birinchi bosqichida, MSHR esa mahsulotni mayin tuyush uchun yanchishning ikkinchi va uchinchi bosqichlarida ishlatiladi. Sterjenli tegirmonlar tuzilish jihatidan markaziy bo'shatiluvchi sharli tegirmonlarga o'xshaydi. U gorizontal holdagi tsilindrik barabandan, jamlashgan ta'minlagich ko'rinishidagi yuklovchi moslamadan va uzatish mexanizmidan iborat. Mahsulotni sterjenli tegirmondan o'tish tezligini oshirish uchun uning yuklovchi va bo'shatuvchi tsapfalarining diametrini shunday diametrga ega sharli tegirmonlar tsapfalarinikiga nisbatan kattaroq qilib tayyorlanadi. Sterjenli tegirmonlarda yon tomondan to'lqinsimon yoki pog'onali ko'rinishga ega qoplamalar o'rnatiladi.

Mahsulotni sterjenli tegirmondan o'tish tezligini oshirish uchun uning yuklovchi va bo'shatuvchi tsapfalarining diametrini shunday diametrga ega sharli tegirmonlar tsapfalarinikiga nisbatan kattaroq qilib tayyorlanadi. Sterjenli tegirmonlarda yon tomondan to'lqinsimon yoki pog'onali ko'rinishga ega qoplamalar o'rnatiladi. Sterjenli tegirmonlar qisqacha MSHS deb belgilanadi sterjenli tegirmonlar sharli tegirmonlardan oldin mahsulotni dag'al tuyush uchun, shuningdek rudani gravitatsiya va magnit usullarida boyitish uchun tayyorlashda ishlatiladi. Sterjenli tegirmonlarning



1. 16-rasm. Markaziy bo'shatiluvchi sharli tegirmon

texnik xarakteristikasi ilovada keltirilgan. Yangi barabanli tegirmonlarni tanlashda, shuningdek, ularni ishlatishda bir qator muammolar hosil bo'ladi. Ularga barabanning nisbiy aylanish chastotasini tanlash, yanchuvchi vositaning o'lchamlarini aniqlash, barabanni yanchuvchi vosita bilan to'ldirish darajasini aniqlash, dastlabki mahsulotning yanchiluvchanligini, yanchilgan mahsulot yirikligini belgilash, tegirmonning o'lchami va tuzilishini aniqlash, shu bilan bir qatorda tegirmonning ishlab chiqarish unumdorligi va iste'mol qiladigan quvvatiga ta'sir qiluvchi boshqa parametrlarni aniqlash kiradi. Tegirmon ishining ham texnologik, ham iqtisodiy samaradorligi bu masalalarning to'g'ri hal qilinishiga bog'liq.

Barabanli tegirmon mexanik ish tartibini belgilovchi asosiy parametrlarga quyidagilar kiradi: tegirmon barabanining aylanish chastotasi, %; tegirmon barabanining to'ldirish darajasi, %;

Barabanli tegirmonning aylanish chastotasiga qarab yanchuvchi vosita harakatlanishining quyidagi tartiblari mavjud: pog'onali, sharsharali, aralash va kritikdan ortiq tezlikli.

Pog'onali tartib barabanning kichik aylanish tezligida yanchuvchi vositaning uchib tushmasdan dumalashi vositasida sodir bo'ladi. Yanchuvchi vositaning bari aylanish tomoniga qarab, ma'lum balandlikka ko'tariladi va keyin parallel qatlamlar bo'ylab pastga dumalaydi. Yanchuvchi vositaning markazi kam harakatlanuvchi zona (yadro) ga ega. Rudani yanchish tegirmonning pog'onali harakatlanishi natijasida ezilish va ishqalanish hisobiga sodir bo'ladi.

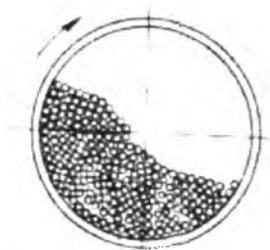
Barabanning aylanish tezligi kritik aylanish tezligining 50–60 % ini tashkil qiladi. Sharshara tartibida yanchuvchi vosita aylanma traektoriya bo'ylab kattaroq balandlikka ko'tariladi va parabolik traektoriya bo'ylab tushib, aylanma traektoriyada joylashgan rudaga zarba beradi.

Rudani yanchish asosiy yanchuvchi jismning zarbasi natijasida, qisman esa ishqalanish va ezilish hisobiga sodir bo'ladi. Bu tartib barabanning hamma yoki ko'pchilik yanchuvchi vosita aylanma traektoriyadan parabolik traektoriyaga o'tishdagi aylanish chastotasida kuzatiladi. Bu tartibda ishlaganda barabanning aylanish tezligi kritik aylanish tezligining 78–86% ni tashkil qiladi.

Aralash tartib sof pog'onali tartibdan sharshara tartibga asta-sekin o'tish bilan xarakterlanadi. Bunda yanchuvchi vositaning tashqi qatlamlari tsiklon bo'ylab pastga dumalovchi mahsulotning ichki qatlamlariga tushadi. Bunday tartib baraban aylanish chastotasining oraliq qiymatlarida sodir bo'ladi. Barabanning aylanish tezligi kritik aylanish tezligining 60–76% ini tashkil qiladi.

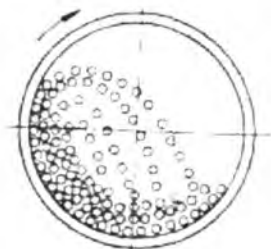
Kritikdan yuqori tartib barabanning aylanish chastotasi kritikdan yuqori bo'lganda yuzaga keladi.

Baraban aylanganda yanchuvchi vosita (shar yoki sterjen) ishqalanish va markazdan qochuvchi kuchlar ta'sirida silindrning ichki devoriga yopishib qoladi va ma'lum bir balandlikka ko'tarilib,



1.17-rasm. Barabanli tegirmonning pog'onali ish tartibi.

og'irlik kuchi ta'sirida pastga tushadi va yoki devor bo'ylab sirg'aladi. Aylanish tezligi oshganda Shunday holat yuzaga kelishi mumkinki, unda markazdan qochuvchi kuch og'irlik kuchiga tenglashadi, bunda yanchuvchi vosita tsilindrning devoriga yopishib, u bilan birga aylanadi (devordan uzilmaydi). Bunday



1.18-rasm. Barabanli tegirmonning sharshara ish tartibi.

tezlik barabanning kritik aylanish tezligi deyiladi. Barabanning kritik aylanish tezligida yanchish deyarli sodir bo'lmaydi. Barabanning kritik aylanish tezligi quyidagi formuladan topiladi: bu yerda: D — tegirmon barabanining diametri, m

Amalda yuqoridagi birinchi uchta tezlik tartibi ishlatiladi. Dag'al yanchishni sharshara va aralash tartibda amalga oshirgani maqsadga muvofiq, chunki unda yanchilish asosan ishqalanish va ezilish hisobiga sodir bo'ladi.

Har qanday tartibda yanchuvchi vosita tegirmonning qoplamasi va unga yopishgan jismlar, Shuningdek jismlarning o'zlari orasida hosil bo'ladigan ishqalanish kuchi ta'sirida aylanma traektoriya bo'ylab xarakatlanadi. Ishkalanish kuchining qiymati mahsulotning (sharlar va ruda) barabanning ichki yuzasiga ko'rsatadigan bosimiga va ishqalanish koeffitsientiga bog'liq.

Ishqalanish koeffitsienti rudaning xossasiga, qoplamaning yuzasiga, butananing zichligi va qovushqoqligiga bog'liq.

Baraban aylanishining kichik chastotasida va tegirmon yanchuvchi vosita bilan kamroq (30%) to'ldirilganda aylanma traektoriya bo'ylab harakatlanishda yanchuvchi vositaning sirg'anishi kuzatilishi mumkin (qoplama yuzasi va baraban ichi). Barabanning yanchuvchi sita bilan to'ldirilishi 40–50% va silliqmas qoplama sharlarning tashqi qatlami sirg'anmaydi, ichki qatlamlarning nisbiy siljishi esa hamma vaqt kuzatiladi.

Real sharoitda yanchuvchi vosita aylanma traektoriya bo'ylab alohida harakatlanmasdan, boshqa jismlar bilan birgalikda xarakatlanadi. Sharli tegirmonning hamma tartiblarida yanchuvchi mahsulotning qatlamlari, sharlar va qoplama orasida o'zaro bir-biriga kirib olish kuzatilishi mumkin.

Yanchish jarayonini o'z-o'zini yanchuvchi tegirmonlarda quyidagicha tasavvur qilish mumkin. Rudaning yirikroq (150–450 mm) bo'laklari pog'onali tartibda xarakatlanadi va barabanning yuqoriga ko'tariluvchi tomoni bo'ylab ko'tariladi va dumaloq shaklga kiradi.

O'rtacha yiriklikdagi bo'laklar (50–150 mm) sharshara tartibida joylashadi. Parabolik traektoriya bo'ylab tushganda ular maydaroq bo'laklarni zarba ta'sirida yanchiydi va asta-sekin o'zlari

ham yirik rudaning dumalovchi bo'laklari orasida zarba, ishqalanish va ezilish natijasida parchalanadi.

Gravitatsion va markazdan qochuvchi kuchlar ta'sirida, shuningdek lifterlar yordamida ruda bo'laklari tog'irlik kuchi markazdan qochuvchi kuchdan ortguncha yuqoriga ko'tariladi.

Yirik bo'laklar yanchish zonasiga mayda bo'laklardan oldin tushadi va qisqa vaqt oralig'ida mayda bo'laklar kattaroq balandlikka ko'tariladi va sharshara zonasiga tushadi. Tegirmon hajmining 8% i atrofida po'lat sharlarni qo'shish yanchish jarayonini tezlashtiradi.

Ruda massasini kerakli balandlikka ko'tarish uchun o'z-o'zini yanchuvchi tegirmonlar lifterlar bilan ta'minlangan. Baraban aylananda lifterlar ruda bo'laklarini ushlab olib, lifterlarsiz tegirmondagiga nisbatan kattaroq balandlikka ko'taradi.

Barabanning aylanish chastotasi va uning to'ldirilish darajasiga qarab faqat iste'mol qilinadigan quvvat emas, balki zarba va ishqalanish orqali yanchishga sarflanadigan foydali quvvat orasidagi nisbat ham o'zgaradi.

Sharshara tartibida yanchish asosan rudali jismning erkin tushishida zarba ta'sirida, shuningdek ishqalanish ta'sirida sodir bo'ladi.

Dag'al yanchilgan mahsulot aylanish chastotasi katta bo'lganda (aralash va sharshara tartibi); mayin yanchilgan mahsulot aylanish chastotasi kichik bo'lganda ishqalanish natijasi (pog'onali tartib) da olinadi. O'z-o'zini yanchishda rudaning hamma bo'laklari bir vaqtning o'zida ham yanchiluvchi, ham yanchuvchi hisoblanib, bu jarayonning samaradorligini sezilarli ravishda oshiradi.

Pog'onali, aralash va sharshara tartiblari bir-biri bilan bog'langan va yanchilish sharoiti (to'ldirish darajasi, qoplamaning edirilishi, aylanishlar chastotasi, yanchiluvchi mahsulotning fizik-mexanik xossasi, bo'tananing zichligi va h.k) o'zgarishi bilan biridan-ikkinchisiga o'tishi mumkin.

Yanchuvchi muhitning mexanikasi o'rganilganda uzilib parabolik traektoriyaga o'tgandagi holatga ishqalanish kuchining ta'siri hisobga olinmaydi. Shuning uchun sharli tegirmonlarning amaldagi shu tartibi yuqorida ko'rilgan nazariy tartibdagidan farq qiladi.

Tegirmonning ishlash jarayonida sharlar asta-sekin emiriladi. Shuning uchun tegirmonning normal ishlashi uchun sharlar yoki

sterjenlar massasini doimiy ushlab turish kerak. Shu maqsadda tegirmonga yangi shar yoki sterjenlar qo'shib turiladi.

Shuni hisobga olish kerakki, sharlarning o'lchami bir xil emas. Ular ma'lum qoida asosida tanlanadi: 160, 120, 80, 40, va h.k. Juda mayda sharlarni yirik sharlar bilan ishlatish maqsadga muvofiq emas, chunki ular yirik sharlar orasidagi bo'shliqni egallab, o'ziga zarba va edirilishni oladi.

1.5. Klassifikatsiya jarayoni

Mineral zarrachalarning suvda va havoda tushish tezligiga qarab sinflarga ajratishga klassifikatsiya deyiladi. Klassifikatsiya suvda olib borilsa gidravlik klassifikatsiya, havoda olib borilsa pnevmatik klassifikatsiya deyiladi.

Gidravlik klassifikatsiyadan maqsad xuddi elash kabi ma'lum yiriklikka ega zarrachalar sinfini ajratish. Biroq elashdan tubdan farq qilib, klassifikatsiya jarayonida sinflar yirikligiga qarab emas, balki "teng tushuvchi" sinflarga ajratiladi. Gidravlik klassifikatsiya natijasida olinayotgan har qaysi sinf bir vaqtning o'zida suvda bir xil tushish tezligiga ega yengil minerallarning yirik zarrachalarini va og'ir minerallarning mayda zarrachalarini saqlashi mumkin.

Gidravlik klassifikatsiya mustaqil, tayyorlovchi va yordamchi jarayon bo'lishi mumkin. Mustaqil jarayon sifatida gidravlik klassifikatsiya marganetsli, volframli va h.k. rudalarni dezintegratsiyalangandan keyin donali mahsulotdan loy va balchiqlarni yuvish uchun ishlatiladi.

Tayyorlash klassifikatsiyasi mahsulotlarni alohida-alohida sinflarga ajratib, alohida boyitish uchun (masalan, gravitatsion usulda) qo'llaniladi. Klassifikatsiya yordamchi jarayon sifatida yanchish sxemalarida hali yanchilib ulgurilmagan mahsulotni ajratib olish uchun qo'llaniladi.

Gidravlik klassifikatsiyaga kelib tushuvchi mahsulotning yirikligi 3–4 mm dan oshmasligi kerak.

Mineral zarrachalarning suvda tushish qonunlari

Bo'shliqdan farq qilib, istalgan muhit (suv, havo va h.k.) o'zida tushayotgan jismga qarshilik ko'rsatadi. Zarrachaning muhitda tushish tezligi uning o'lchamiga, shakliga, zichligiga va muhitning zichligiga bog'liq. Yuqori zichlikka ega yirik zarrachalar zichligi kichik mayda zarrachalarga nisbatan tezroq tushadi. Biroq katta zichlikka ega yirik zarrachaning shakli yassi bo'lsa, zarrachaning tushish tezligi kamayadi, chunki bunda muhitning qarshiligi ortadi.

Muhit qarshiligi 2 turga bo'linadi: dinamik qarshilik va qovushqoqliq. Gidravlik klassifikatsiyada tushish tezligiga ikkala qarshilik ham ta'sir qiladi, lekin ularning ta'sir darajasi turli xil zarrachalar uchun bir xil emas. Yirik zarrachalar katta tezlik bilan tushayotganda suvning turbulent oqimiga xos dinamik qarshilik ustunlik qiladi. Bu holda zarrachaning past bosimli zonasi hosil bo'ladi va uyurma oqim hosil bo'lishiga olib keladi.

Dastlabki vaqtda mineral zarrachalar gravitatsion kuch ta'sirida muhitda tezlanish bilan tushadi. Tezlik ortib borishi bilan muhitning qarshiligi ortadi va juda qisqa vaqt ichida xarakatdagi gravitatsion kuchga tenglashadi. Shu paytdan boshlab, zarracha doimiy tezlik bilan harakatlanadi va bu tezlik berilgan zarrachaning oxirgi tushish tezligi deyiladi.

Nazariy jihatdan amaldagi sharoitda zarrachaning oxirgi tushish tezligini aniqlash qiyin, chunki tushishda juda ko'p sonli zarrachalar ishtirok etib, ularning o'zaro bir-biriga ta'sirini hisoblash mumkin emas. Amalda zarrachaning oxirgi tushish tezligiga erishish vaqti juda kam (masalan, 1 mm diametrga ega shar shaklidagi zarrachaning tushish vaqti 0,01–0,2 sek) bo'lgani uchun gidravlik klasifikatsiyada mineral zarrachaning sinflarga ajralishi ularning oxirgi tushish tezligidagi farqqa qarab amalga oshiriladi.

Gidravlik klassifikatsiya amalga oshiriladigan real sharoit uchun zarrachalarning oxirga tushish tezligini nazariy jixatdan aniqlash qiyin, chunki jarayonda juda ko'p sonli zarrachalar ishtirok etadi, va ularning bir-biriga o'zaro ta'sirini (ishqalanish, urilish va h.k.) aniqlash mumkin emas. Shuning uchun zarrachalarning oxirgi tushishi tezligi "erkin" tushish sharoitida, ya'ni boshqa zarracha-

larning ishtirokisiz va idish devoridan yetarli darajadagi masofada uzoqlashgan shar shaklidagi zarrachalar uchun aniqlangan.

1 mm dan yirikroq o'lchamdagi zarrachalarning suvda tushishining oxirgi tezligi. Rittenger formulasidan topiladi:

$$V_0 = R\sqrt{d(\sigma - 1000)}$$

bu yerda: R-son koeffitsienti/suv uchun $R=0,16$; havo uchun $R=4,6$; — sharsimon zarrachaning diametri, m; — zarrachaning zichligi, kg/m^3 .

0,1 mm dan kichik o'lchamli zarrachalarning oxirgi tushish tezligi Stoks formulasidan aniqlanadi:

$$V_0 = Sd^2 (\delta - 1000)$$

bu yerda: S — son koeffitsiyenti (suv uchun $S = 545$, havo uchun $S = 30278$)

Oraliq o'lchamdagi (0,1–1 mm) zarrachalar uchun zarrachalarning oxirgi tushish tezligi Allen formulasidan topiladi:

$$V_0 = Ad3\sqrt{(\delta - 100)^2}$$

bu yerda: A — son koeffitsiyenti (suv uchun $A = 1,146$, havo uchun $A=40,6$)

(1), (2) va (3) formulalar bo'yicha hisoblangan sharsimon shakldagi zarrachalarning suvda oxirgi tushish tezligi amaldagi bilan bir xil chiqmaydi, chunki yanchishdan keyin gidravlik klassifikatsiyaga shuncha zarrachalar boshqa yassi, burchakli, dumaloqlangan, cho'zinchoq va h.k. shaklga ega bo'lgan. Shuning uchun bunday zarrachalarning tushish tezligi nazariydan ancha kichik bo'ladi.

Biroq tajriba natijalari asosida aniqlanishicha, noto'g'ri shakldagi zarrachalarning tushish tezligini aniqlash uchun (1)-(3) formulalarga tegishli tuzatish koeffitsientlari kiritilsa, shar shaklidagi zarrachalar tushish qonunlaridan foydalanish mumkin.

Gidravlik klassifikatsiya natijasida olinadigan sinflar teng tushuvchi, ya'ni har xil zichlikka va o'lchamga ega, lekin bir xil tezlikda tushuvchi zarrachalardan iborat. Bir xil tezlikda tushuvchi

har xil zarrachalar diametrlarining nisbati teng tushish koeffitsienti deyiladi.

V_0 orqali diametri d_c va zichligi δ bo'lgan yengil mineral yirik zarrachasining oxirgi tushish tezligini; V_0 orqali esa diametri d va zichligi bo'lgan og'ir mineral mayda zarrachasining oxirgi tushish tezligini belgilaymiz. (1)-(3) formulalar asosida $V_0^I = V^{II}$ bo'lganda va koeffitsientlarning son qiymati teng bo'lganda suvda teng tushish koeffitsienti yirik zarrachalar uchun

$$e = d_c/d_0 = (\delta_0 - 1000)/(\delta_c - 1000)$$

mayda zarrachalar uchun

$$e = d_c/d_0 = (\delta_0 - 1000)/(\delta_c - 1000)$$

oralik o'lchamdagi zarrachalar uchun

$$e = d_c/d_0 = [(\delta_0 - 1000)/(\delta_c - 1000)]^2$$

Teng tushish koeffitsiyenti bir xil tushish tezligiga ega yengil minerallarning zarrachasi og'ir mineral zarrachasidan necha marta kattaligini ko'rsatadi.

Yuqorida ko'rib o'tilgan alohida olingan mineral zarrachaning erkin tushish sharoitidagi qonuniyatlari mineral zarrachaning xarakatlanishi chegaralangan bo'shliqda sodir bo'luvchi gidravlik klassifikatsiyani to'liq xarakterlab bera olmaydi. Bunday harakatlanishda har qaysi zarracha boshqa xarakatdagi zarrachalarning ta'siriga uchraydi. Undan tashqari, muhitning o'ziga har qaysi zarracha va hamma zarrachalarning massasi umumiy holda dinamik ta'sir etadi.

Zarrachalarning bunday sharoitda tushishi siqilib tushish deyiladi. Zarrachalarning sikilib tushish tezligi hamma vaqt erkin tushish tezligidan kichik va u muhitning qovushqoqligiga bog'liq bo'lib, qattiq zarrachalarning miqdori ortishi bilan ortadi.

Zarrachalarning siqilib tushishida sodir bo'ladigan xodisalarning murakkabligi tufayli uning tezligini empirik formulalardan aniqlanadi.

1.6. Klassifikatorlarning tuzilishi va ishlash prinsipi

Boyitish fabrikalarida ishlatiladigan gidravlik klassifikatorlarni shartli ravishda 2 guruhga bo'lish mumkin:

1. Ajralish gravitatsion va muhitning qarshilik kuchi asosida amalga oshadigan klassifikatorlar (kamerali, konusli, spiralli, piramida shaklidagi klassifikatorlar).

2. Yuqoridagi kuchlardan tashqari markazdan qochuvchi kuch ta'sir qiladigan klassifikatorlar.

Kamerali gidravlik klassifikatorlar

Bu klassifikatorlar mahsulotni gravitatsion usulda boyitishdan oldin tayyorlash klassifikatsiyasi uchun ishlatiladi. Klassifikatorlar 2,4,6, yoki 8 ta kameradan iborat bo'lib, kameralar soni markadan keyin ko'rsatiladi (KG-2, KG-4, KG-6, KG-8). Kameralarning kengligi mahsulot berilishi tomonidan mahsulot quyilishi tomonga ortib boradi.

Kamerali gidravlik klassifikator o'lchamlari ketma-ket kattalashib boruvchi va yuqori qismida bitta bo'tana oqimi bo'ylab kengayib boruvchi umumiy tarnovchaga ega bir qator piramida shaklidagi kameralardan iborat.

Dastlabki bo'tana tarnovchaning tor qismiga berilib, u klassifikator kameralarini to'ldiradi va tarnovchaning keng qismidan oqib tushadi. Mineral zarrachalar o'zlarining suvda tushish tezliklariga qarab, ma'lum yiriklikdagi sinflarni hosil qilib har xil kameralarda cho'kadi. Eng mayda fraksiya quyulma bilan chiqib ketadi. Har qaysi piragidal kamera ga silindr va konusli nasadka ulanadi. Cho'kkan mahsulot davriy ravishda ochiladigan klapan orqali konusli uchlikdan chiqarib olinadi.

Klassifikatorning silindr qismiga kameraning piramida qismida yuqoriga ko'tariluvchi aylana oqim hosil qiladigan tarzda urinma bo'yicha bosim ostida suv beriladi. Yuqoriga xarakatlanuvchi suv oqimi cho'kkan mahsulotdan mayda zarrachalarni yuvib yuqoriga olib chiqadi. Kameraning pastki toraygan sharoitida sodir bo'ladi.

Kameraning pastki qismiga cho'kkan fraksiya 1,5 aylana (min tezlikda harakatlanuvchi aralashtirgich yordamida g'ovaklantiriladi.

Kamerali klassifikatorlarning uzunligi 3,7 dan 7,4 m gacha, balandligi - 2,8 dan 4,2 m gacha, ishlab chiqarish unumdorligi 2 mm li mahsulotda 15 dan 25 t/soat, bunda suv sarfi 30-160 l/min.

Gidravlik klassifikatorlarning afzalligi-cho'kkan mahsulotni avtomatik bo'shatish va klassifikatsiyani boshqarish mumkinligi.

Spiralli klassifikatorlar

Bu klassifikator qumni mexanik bo'shatuvchi klassifikatorlar turiga kiradi. Ularda tashuvchi moslama bo'lib korpus tubiga parallel joylashtirilgan, sekin aylanuvchi spiral (shpek) xizmat qiladi.

Spiralli klassifikatorlar bir va ikki spiralli qilib tayyorlanadi. Ular gorizontga 12–180 burchak ostida o'rnatiladi. Spirallar bir, ikki va uch zaxodli bo'lib, uning qadami spiral diametrining 0,5–0,6 siga teng.

Spiralli klassifikatorlar botgan spiralli va botmagan spiralli klassifikatorlarga bo'linadi. Botmagan spiralli klassifikatorlarda qo'zg'olish ostonasi valdan yuqorida, yuqori qismi esa bo'tananing ustida joylashadi. Botgan spiralli klassifikatorlarda esa quyo'lish ostonasi bo'tanaga to'liq botgan bo'ladi va bu bilan cho'kishning katta zonasiga erishiladi va mahsulotning klasifikatsiyasi tinchroq muxitda o'tadi. Shuning uchun botgan spiralli klasifikatorlar o'lchami <0,15 mm dan kichik mayin, tuyulgan mahsulotni



37-rasm. Spiralli klasifikatorlari:

- 1 – uzatma, 2 – yarim silindrik tog'ora, 3 – spiral, 4 – ichi bo'sh val, 5 – spiralni ko'taruvchi mehanizm, 6 – quyo'lish ostonasi, 7 – tayanch ramasi, 8 – bo'shatish tuynigi.

ajratish uchun qo'laniladi. Bu klassifikatorlarning quyulma bo'yicha ishlab chiqarish unumdorligi botmagan spiralli klassifikatorlarga nisbatan 1,5 barobar katta. Spiralli klassifikatorlarning diametri 0,3–3 m gacha, uzunligi 2,9–15,1 m. Spiralli klassifikatorlar sodda tuzilishga egaligi, ishlashning qulayligi, yuqori ishlab chiqarish unumdorligiga egaligi bilan harakalanadi.

Spirallarning bir tekis va tinch aylanishi mahsulotni klassifikatsiyalash uchun yaxshi sharoit yaratadi va katta zichlikka ega toza mahsulot beradi.

Spiralli klassifikatorlarda klassifikatsiyalashni quyidagi parametrlarni o'zgartirib boshqarish mumkin: aylanish chastotasi, quyo'lish ostonasining balandligi, butananing zichligi.

1.3-jadval

Spiralli klassifikatorlarning texnik xarakteristikasi

Parametrlar	KSN-12	KSN-30
Spiralni diametri, mm	1200	2000
Vannaning uzunligi, mm	6500	12500
Qiyalik burchagi gradus	18	18
Spirallar soni	1	1
Spiralning aylanish chastotasi min-1	2,9; 5,8.	1,5; 3
Quvvati kVt	6	19; 28.
Gabarit o'lchamlari, mm:		
uzunligi	8500	15000
kengligi	1700	3750
balandligi	3000	6000
Klassifikator og'irligi, t	6.4	40.3

Mayin quyulma olish uchun spirallarning aylanish tezligini kamaytirish kerak va bunig aksincha dag'al qumlar olish uchun spiralning aylanish chastotasini oshirish kerak. Spirallarning aylanish tezligi 1–25 min⁻¹.

Quyo'lish ostonasining balandligini o'zgartirib, zarrachalarning cho'kish zonasini oshirish mumkin, bu bilan klassifikatorlarni ishlab chiqarish unumdorligi ortadi.

Bo'tananing zichligi klassifikatorlarda zarrachalarni cho'kish tezligiga ta'sir qiladi. Butananing zichligi ortishi bilan zarrachalarning cho'kishi sekinlashadi va quyulmaga nisbatan yirikroq zarrachalar o'tib ketadi.

Spiralli klassifikatorlarning ishlab chiqarish unumdorligi ikkita mahsulot: quyulma va qum bo'yicha aniqlanadi: — quyulma bo'yicha ishlab chiqarish unumdorligi (T / sutka) quyidagi empirik formulalardan aniqlanishi mumkin:

Botmagan spiralli klassifikatorlar uchun

$$Q = m R_1 R_2 (94D^2 - 16D);$$

Botgan spiralli klassifikatorlar uchun:

$$Q = m R_1 R_2 (75^2 - 10D);$$

bu yerda: m — klassifikator spirallari soni; R_1 — quyulmaning yirikligiga bog'liq koeffitsient (botmagan spiralli klassifikatorlarda

$R_1 = 0,46$ ch $1,95$ botgan spiralli klassifikatorlarda $R_1 = 0,36$ ch $2,9$)

R_2 — quyulma zichligiga bog'liq koeffitsiyent ($R_2 = 1,9$ ch 1); D — spiralning diametri, m.

Qum bo'yicha ishlab chiqarish unumdorligi (T / sutka) quyidagi formuladan aniqlanadi.

$$Q = 135 m R_2 D^3 n$$

bu yerda: n — spiralning aylanish chastotasi, min^{-1} .

1.7. Boyitishning texnologik ko'rsatkichlari

Boyitishning asosiy texnologik ko'rsatkichlariga quyidagilar kiradi: komponentning dastlabki ruda va boyitish mahsulotlaridagi miqdori, boyitish darajasi, boyitish mahsulotlarining chiqishi, komponentlarni boyitish mahsulotlariga ajralishi.

Komponentning miqdori deb mahsulotdagi komponent og'irligini mahsulot og'irligiga nisbatiga aytiladi. Boyitish natijasida erishiladigan boyitish darajasi deb boyitmadagi qimmatbaho komponent miqdorini uning dastlabki rudadagi miqdoriga nisbatiga

aytiladi. Boyitish darajasi boyitma dastlabki mahsulotga nisbatan qancha boyligini ko'rsatadi.

Boyitish mahsulotlarining chiqishi deb boyitish natijasida olingan mahsulot og'irligini dastlabki mahsulot og'irligiga bo'lgan nisbatiga aytiladi. Chiqishni foizlarda yoki birlik ulushlarida ifodalash qabul qilingan. Birlik ulushlarda ifodalangan chiqishga teskari o'lcham boyitish natijasida bir tonna mahsulot olish uchun dastlabki mahsulotning tonnalari sonini ko'rsatadi.

Boyitish mahsulotlariga foydali komponentning ajralishi deb mahsulotdagi komponent og'irligini shu komponentning dastlabki rudadagi og'irligiga nisbatiga aytiladi. Ajralishni foizlarda yoki birlik ulushlarida ifodalash qabul qilingan. Foydali komponentning boyitmaga ajralishi boyitishda shu komponentning qancha qismi dastlabki mahsulotdan boyitmaga o'tganini ko'rsatadi.

Boyitish mahsulotlari va dastlabki mahsulotdagi qimmatbaho komponentning miqdori bo'yicha chiqish va ajralishni hisoblash uchun formulalar chiqaramiz.

Quyidagi belgilashlarni kiritamiz:

Q, C va T — tegishli ravishda dastlabki mahsulot, boyitma va chiqindining og'irligi, t /soat yoki t /sutka;

α , β va ν — dastlabki mahsulot, boyitma va chiqindidagi komponentning miqdori, %;

γ — mahsulotning chiqishi, % yoki birlik ulushida;

ε — ajralish, % yoki birlik ulushida.

Chiqishni aniqlaymiz:

$$\text{boyitmaning chiqishi } \gamma_c = \frac{C}{Q} \cdot 100, \%$$

$$\text{chiqindining chiqishi } \gamma_q = \frac{T}{Q} \cdot 100, \%$$

Boyitish oxirgi mahsulotlari chiqishlarining yig'indisi 100 % deb qabul qilinadigan dastlabki mahsulotning chiqishiga teng.

$$\gamma_b + \gamma_{ch} = \frac{C}{Q} \cdot 100 + \frac{T}{Q} \cdot 100 = \frac{C+T}{Q} \cdot 100 = 100\%$$

Balans tuzamiz:

mahsulot bo'yicha $Q = C + T$

komponent bo'yicha $Q \cdot \frac{\alpha}{100} = C \cdot \frac{\beta}{100} + T \cdot \frac{\nu}{100}$

$$Q \cdot \alpha = C\beta + T\nu$$

Mahsulot balansi tenglamasidan

$$T = Q - C$$

$$C = Q - T$$

T va S larning qiymatini komponentning balansi tenglamasiga qo'ysak

$$Q \cdot \alpha = C\beta + (Q - C)\nu$$

va

$$Q \cdot \alpha - (Q - T)\beta + T\nu$$

bundan

$$\frac{C}{Q} = \frac{\alpha - \nu}{\beta - \nu}$$

va

$$\frac{T}{Q} = \frac{\beta - \alpha}{\beta - \nu}$$

U holda chiqishlarni hisoblash uchun hisoblash formulasini olamiz.

$$\gamma_b = \frac{C}{Q} \cdot 100 = \frac{\alpha - \nu}{\beta - \nu} \cdot 100, \%$$

$$\gamma_{ch} = \frac{T}{Q} \cdot 100 = \frac{\beta - \alpha}{\beta - \nu} \cdot 100, \%$$

Komponentning ajralishini aniqlaymiz boyitmaga

$$\varepsilon_a = \frac{C \cdot \frac{\beta}{100}}{Q \cdot \frac{\alpha}{100}} \cdot 100 = \frac{C\beta}{Q \cdot \alpha} \cdot 100, \%$$

chiqindiga

$$\varepsilon_v = \frac{T \cdot \frac{v}{100}}{Q \cdot \frac{\alpha}{100}} \cdot 100 = \frac{Tv}{Q \cdot \alpha} \cdot 100, \%$$

Komponentni boyitishning oxirgi mahsulotlariga ajralishi yig'indisi uni 100% deb qabul qilingan dastlabki mahsulot ajralishiga teng.

$$\varepsilon_b + \varepsilon_{ch} = \frac{C\beta}{Q \cdot \alpha} \cdot 100 + \frac{Tv}{Q \cdot \alpha} \cdot 100 = \frac{C\beta + Tv}{Q \cdot \alpha} \cdot 100 = 100\%$$

$\frac{C}{Q}$ va $\frac{T}{Q}$ larning yuqorida topilgan qiymatlarini ε_b , ε_{ch} ga qo'yib ajralishni hisoblash uchun formulani olamiz.

$$\varepsilon_b = \frac{C\beta}{Q \cdot \alpha} \cdot 100 = \frac{\alpha - v}{\beta - v} \cdot \frac{\beta}{\alpha} \cdot 100 = \frac{\gamma_b \beta}{\alpha}$$

$$\varepsilon_{ch} = \frac{Tv}{Q \cdot \alpha} \cdot 100 = \frac{\beta - \alpha}{\beta - v} \cdot \frac{v}{\alpha} \cdot 100 = \frac{\gamma_{ch} \cdot v}{\alpha}$$

Texnologik ko'rsatgichlar boyitish fabrikalaridagi boyitish jarayonlarini baholash uchun xizmat qiladi.

Nazorat savollari:

1. Maydalash deb nimga aytiladi?
2. Tog' jinslarining mexanik xossalariga qaysi xossalar kiradi?
3. Tog' jinslari qattiqligiga qarab qanday kategoriyalarga bolinadi?
4. Maydalash qaysi usullar bilan amalga oshiriladi?
5. Maydalash darajasi yuqori bo'lganda maydalashning qaysi qonunidan foydalaniladi?
6. Maydalash darajasi kichik bo'lganda maydalashning qaysi qonunidan foydalaniladi?
7. Jagli va konusli maydalagichlarning afzalligi va kamchiliklari nimadan iborat?
8. Boyitish mahsulotlariga foydali komponentning ajralishi deb nimaga aytiladi?

2-BOB. RANGLI METALLARNING RUDALARINI BOYITISH TEXNOLOGIYASI

2.1. Misli, mis-piritli va mis-ruxli rudalarni boyitish texnologiyasi

Misli rudalarni boyitishning asosiy usuli flotatsiya. Bu usulning muvafaqqiyatli qo'llanishini ko'pchilik mis minerallarining yaxshi flotatsiyalanishi bilan bog'liq. Tabiatda uchraydigan mis minerallarining sanoat ahamiyatiga egalari quyidagilar: sulfidli — xalkopirit, borit, xalkozin, kovellin, epargit, oksidli — malaxit, aruzit, xrikozolla, xalkantit, kuprit. Rudali minerallarning tarkibiga kora sulfidli va oksidli mis rudalari mavjud. Shuningdek, aralash tarkibli rudalar ham uchraydi.

Xalkopirit — CuFeS_2 latun sariq tusli, metal yaltiroqligiga ega, tarkibida 35 % atrofida mis saqlaydi. U biroz tabiiy gidrofob xususiyatiga ega. To'plovchi sifatida ksantogenatlar va ditiofosfatlar ishlatilganda yaxshi flotatsiyalanadi. Sianidlar xalkopiritga so'ndiruvchi ta'sirini korsatadi.

Bornit — Cu_3FeS_4 tarkibida 63,3 % mis saqlaydi va toq sariqdan sariq havoranggacha ola bula rangga ega. Xalkopirit kabi ksantogenatlar yordamida yaxshi flotatsiyalanadi. Bornit kompleks temir sianidlari bilan sondiriladi.

Xalkozin Cu_2S sariq yoki qo'rg'oshin kulrang tusga, metal yaltiroqligiga ega mineral 80 % atrofida mis saqlaydi. Ksantogenatlar va aminlar bilan yaxshi flotatsiyalanadi. Natriy sulfidi Na_2SO_3 va giposulfidi $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ishtirokida sianilarning katta sarfida so'ndiriladi.

Kovellin CuS 65 % atrofida mis saqlaydi. Mis boyog'i — ko'k rangli, metal kabi yaltiraydi. Mineral yumshoq va mort, shuning uchun boyitishda kuchli shlamlanadi. Flotatsion xususiyatlari xalkozinnikiga yaqin: enargit Cu_3AsS_4 mort mineral bo'lib, po'lat — kul rang 48 % atrofida mis saqlaydi. Flotatsiyalanish xususiyati bornitga yaqin. Misli sulfidli rudalarda doimo yaxshi flotatsiyalanuvchi mineral hisoblanadigan pirit FeS_2 ishtirok etadi. Biroq u

juda tez oksidlanishi uchun uning flotatsiyalanishi keskin pasayadi. Pirit ohak va sianidlar ishtirokida yaxshi sondiriladi.

Misning oksidli minerallaridan malaxit $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Lu}(\text{OH})_2$ keng tarqalgan. Minerallarning rangi och yashil, ba'zan toq yashil, 57 % atrofida mis saqlaydi. Tarkibi malaxitga yaqin, lekin och havo rang yoki toq kok rangga ega mineral azurit deyiladi. Malaxit va azurit kuchsizroq flotatsiyalanish xususiyatiga ega. Mis silikatlar (xrikozolla $\text{CuSiO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) yomon yoki umuman flotatsiyalanmaydi.

Misli rudalarda puch tog' jinslaridan kvars, kalsit, dala shpati keng tarqalgan. Mis boyitmalariga qo'yiladigan texnik talablar 2.1-jadvalda keltirilgan.

Yo'ldosh elementlar sifatida misli rudalarda oltin, kumush, rux, molibden, nikel va boshqa metallar uchraydi.

Tarkibida 2 % dan ko'proq mis saqlovchi rudalar boy, 1–2 % mis saqlovchi rudalar ortacha sifatli va 1 % dan kam mis saqlovchi rudalar kambag'al rudalar deyiladi.

2.2. Mis-porfirli rudalarni boyitish texnologiyasi

Misli qumtoshlar, mis-porfirli rudalar va yaxlit sulfidli yoki mis kolchedanli rudalar misli rudalarning ko'rinishlari hisoblanadi.

Mis qumtoshlarida xalkopirit, xalkozin va bornit asosiy rudali minerallar hisoblanadi. Oksidlanish zonasida malaxit, azurit, xrikozolla uchraydi. Puch tog' jinslari qumtosh, kvars, dala shpati, kalsit sifatida namoyon bo'ladi. Rudadagi sulfidlarning miqdori 15% dan oshmaydi.

Mis-porfirli xol-xolli rudalar 3–4% gacha sulfidlarni va deyarli xamma vaqt mis bilan ajratiladigan molibden saqlaydi.

Mis qumtoshlar asosan pirit shaklida 90% gacha sulfidlarni saqlaydi.

Faqat mis sulfidlarini saqlovchi mis – porfirli xol – xolli rudalar nisbatan oddiy texnologik sxema bo'yicha boyitiladi. Bu xolda faqat mis minerallarini puch tog' jinslaridan misli boyitma va tashlab yuboriladigan chiqindi olib ajratish kerak.

Maydalash va kerakli yiriklikkacha yanchishdan so'ng ruda ohak yordamida hosil qilinuvchi kuchsiz ishqoriy muhitda

flotatsiyalanadi. To'plovchi sifatida ksantogenatlar ishlatiladi. Asosiy flotatsiya boyitmasi bir yoki ikki marta tozalanadi. Bunday rudalarni boyitishda 20–25% mis saqlovchi boyitma olinadi, misning boyitmaga ajralishi 95% ni tashkil etadi.

Konni mis-porfirli rudalarini boyitishning texnologik sxemasi (2.1-rasm)da keltirilgan.

Konda oksidli minerallar korinishidagi misning miqdoriga qarab ikki turdagi navi qazib olinadi.

2.1-jadval

Mis boyitmalariga qoyiladigan texnik talablar

Boyitma markasi	Miqdori, %		
	Mis, kam emas	Qo'shimchalar ko'p emas	
		Rux	Qo'rg'oshin
KM-0	40	2	2.5
KM-1	35	2	3
KM-2	30	3	4.5
KM-3	25	5	5
KM-4	23	10	7
KM-5	20	10	8
KM-6	18	11	9
KM-6	15	11	9
KM-7 Misli OM-8	12	11	9

Birinchi navli rudalar asosan sulfidli rudalar — xalkopirit, xalkozin, pirit, bornit, molibdenit va noruda minerallar — kvars, dala shpati korinishida uchraydi. Oksidli misning miqdori 10%.

Ikkinchi navli rudalar katta miqdorda (35% gacha) oksidli mis saqlovchi aralash rudalar hisoblanadi. Misning oksidli minerallari malaxit, azurit, xrikozolla va kuprit xolida bo'ladi. Rudada limonit, gidrogematit, gematit mavjud. Noruda minerallar — kvars, dala shpati serisit kaolinlar. Dala shpatlari kaolinitov va montmorillonitlar hosil qilib yemirilgan.

Boyitishning texnologik sxemasi rudani I va II bosqichda elashsiz uch bosqichga maydalashni, sterjenli va sharli tegirmonlarda ikki bosqichda yanchishni, klassifikatsiya va mahsulotlarni qayta yanchib flotatsion boyitishni o'z ichiga oladi.

Ruda 60%–0,074 mm li sinfgacha yanchiladi va asosiy flotatsiyaga jonatiladi. Asosiy flotatsiyaga natriy sulfidi butil va ksantogenatlarning aralashmasi suyuq shisha, T-66 va kerosin beriladi. Flotatsiyaning tozalash operatsiyalariga suyuq shisha, mis kuporosi, kerosin, ksantogenat va natriy sulfidi beriladi. Qayta yanchishda piritni so'ndirish uchun ohak qoshiladi. Asosiy flotatsiya chiqindilari qum va shlamli fraksiyalarga klassifikatsiyalanadi. Qumli fraksiya flotatsiyaga uchratiladi, 0,05– 0,06% mis saqllovchi shlamlar otvalga jonatiladi.

Mis boyitish fabrikasining tovar boyitmasi 17–19% mis saqllovchi misli boyitma hisoblanadi. Bunda misning boyitmaga ajralishi 85–90%, molibdenniki 45–50% tashkil etadi. Boyitmadagi molibdenning miqdori 0,14–0,15 %.

Mis – piritli rudalarda misdan tashqari katta miqdorda pirit uchraydi. Bunday rudalarni boyitishda ikkita misli va piritli boyitma olinadi.

Piritli boyitmalarga qoyiladigan texnik talablar 2.2-jadvalda keltirilgan.

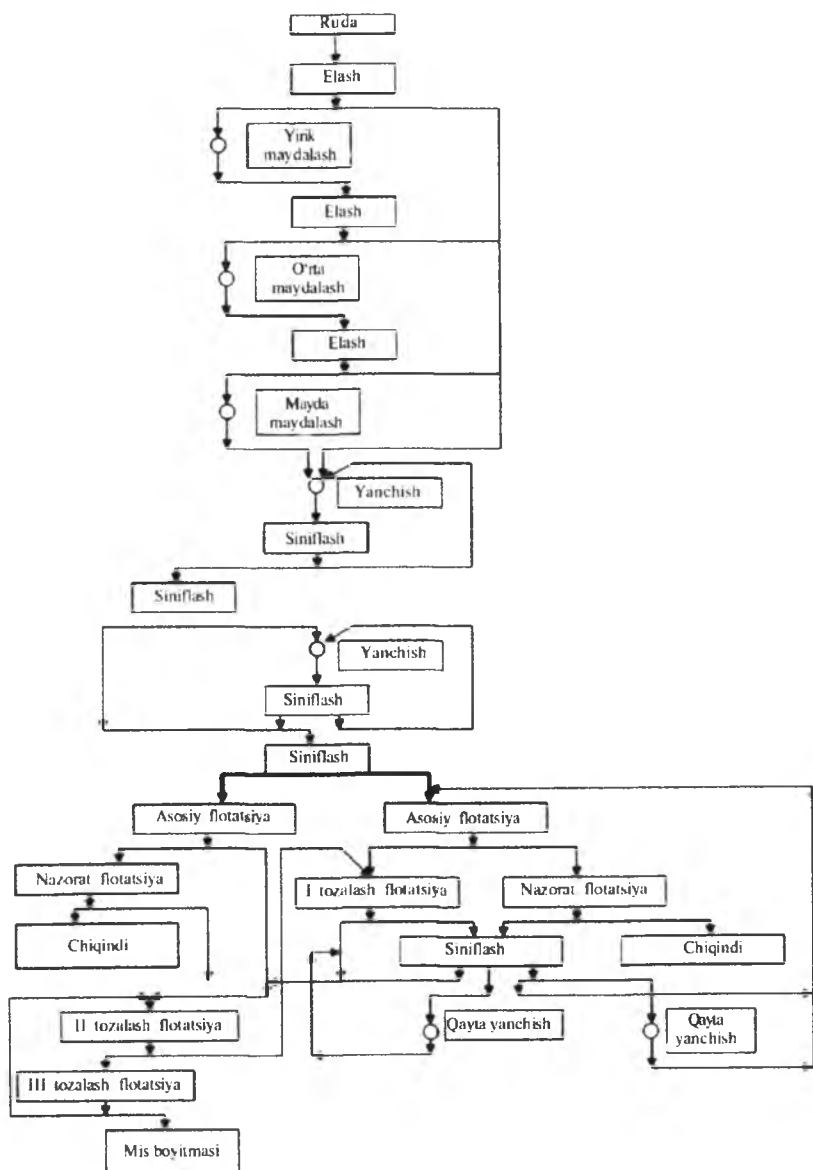
2.3. Mis – piritli rudalarni boyitish texnologiyasi

Mis-piritli rudalar quyidagicha boyitiladi. Ruda kerakli yiriklik-kacha yanchiladi va kuchsiz ishqoriy muhitda flotatsiyalanadi. Mis va pirit sulfidlari bitta mis-piritli kollektiv boyitmaga ajraladi va bunda puch tog' jinslaridan ozod bo'ladi. Keyin kollektiv boyitma tozalanadi sharli tegirmonlarda mis va pirit minerallari zarrachala-

2.2-jadval

Piritli boyitmalarga qo'yiladigan texnik talablar

Boyitma markasi	Miqdori, %		
	Oltinugurt, kam emas	Qo'rg'oshin va rux	Namlik
KSF-1	47	1	3,8
KSF-2	45	1	3,8
KSF-3	42	1	3,8
KSF-4	38	1	3,8



2. 1-rasm. Mis-porfirli rudalarni boyitishning texnologik sxemasi

rining yuzasini ochish uchun qayta yanchiladi. Qayta yanchishdan so'ng mis minerallarini piritdan ajratish uchun selektiv flotatsiyalanadi. Buning uchun pirit ohak bilan so'ndiriladi va chiqindi tarkibida qoladi, mis minerallari ko'pikli mahsulotga o'tadi va u misli boyitma hisoblanadi. Asosiy flotatsiya boyitmasi tozalanadi.

Yaxlit mis — piritli rudalar qiyinroq boyitiladi. Bu rudada pirit miqdori ko'p bo'lib, yuqori sifatli misli boyitma olishni qiyinlashtirishi bilan tushuntiriladi. Bunday rudalar xol — xolli rudalarga nisbatan mayinroq tuyuladi.

Yaxlit mis — piritli rudalarni boyitishda avval ishqor yordamida hosil qilinuvchi kuchli ishqoriy muxitda misli flotatsiya o'tkaziladi. Ohak piritni so'ndiradi. To'plovchi sifatida ksantagenat ishlatildi.

Agar rudada puch tog' jinslari kam bo'lsa, misli flotatsiya chiqindilar tayyor piritli boyitma hisoblanadi. Agar rudada puch tog' jinslari ko'p bolsa, flotatsiyaning ikkinchi bosqichi o'tkaziladi va pirit boyitmaga ajratiladi, puch tog' jinslarini saqllovchi qoldiq tashlab yuboriladigan chiqindi sifatida chetlashtiriladi.

Misli flotatsiyada pirit ohak yordamida so'ndirilgani uchun, uni faollashtirish ya'ni flotatsion qobiliyatini tiklash kerak, uni pirit yaxshi flotatsiyalanadigan nordon muhit hosil qiluvchi sulfat kislota yordamida amalga oshirish mumkin.

Misni malaxit va azurit ko'rinishida saqllovchi oksidli va aralash misli rudalar (misli qumtoshlar) ni boyitishda bo'tana avval natriy sulfidi eritmasi bilan ishlanadi. Natriy sulfidining ta'siri natijasida oksidlangan minerallar mis sulfidining pardasi bilan qoplanadi. Shundan keyin rudani sulfidli rudalar kabi flotatsiyalanadi.

2.2-rasmda misli qumtoshlarni boyitish sxemasi keltirilgan. Rudadagi asosiy rudali minerallar xalkopirit, xalkozin va bornit hisoblanadi. Rudadagi bornit va xalkopiritning nisbati ortacha 1:1, xalkozin xalkopirit va bornitga nisbatan ancha kam. Noruda minerallar kvars, dala shpati, karbonatlar, serisit va xlorit korinishida ishtirok etadi. Mis minerallarining xol — xolligi 0,2–0,01 mm.

Misli ruda uch bosqichda maydalanadi. Har qaysi maydalash bosqichidan avval dastlabki elash operatsiyalari qo'llaniladi, 63–65 % -0,074 mm li sinfgacha yanchiladi, klassifikatsiyalanadi va qum xamda shlamlar alohida alohida flotatsiyalanadi. Yirikligi

85 % -0,74 +0 mm li shlamlarning flotatsiyasi natriy sulfidi, butil ksantogenati va ko'pik hosil qiluvchi T-92 qollab amalga oshiriladi. Qumli fraksiya ksantogenat bilan ishlanadi, asosiy va nazorat flotatsiyasiga uchratiladi. Misli boyitma birinchi tozalashdan keyin 90–95% -0,074 +0 mm li sinfgacha qayta yanchiladi va shlamli flotatsiya boyitmasi bilan qoshilib ikki marta tozalanadi va 40% li misli boyitma olinadi, misning boyitmaga ajralishi dastlabki rudaga nisbatan 90 % ni tashkil etadi.

Yaxlit sulfidli misli rudalar selektiv flotatsiyaga qiyinroq uchraydi, chunki ularning tarkibidagi mis va temir sulfidlari bir hil flotatsiyalanish xususiyatiga ega. Shuning uchun pirit va xalkopiritni ajratishga faqat bo'tanani kuchli ishqoriy muhitda flotatsiyalash orqali erishish mumkin, bunda pirit so'ndiriladi.

Rudada oson o'ta yanchiluvchi ikkilamchi mis minerallari (xalkozin, bornit, kovellin) ning mavjudligi flotatsiyani qiyinlashtiradi. 60–65 % -0,074 +0 mm gacha qayta yanchishdan keyin mayda zarrali mis minerallari ajraladi.

2.4. Mis — ruxli rudalarni boyitish texnologiyalari

Mis-ruxli rudalar misli va ruxli boyitma oluvchi nisbatan murakkab texnologik sxema bo'yicha boyitiladi.

Ruxli boyitmalarga qo'llaniladigan texnik talablar 2.3-jadvalda keltirilgan. Rux asosiy minerali sfalerit ZnS , yoki rux almashgichi hisoblanadi. Sfaleritning zichligi $3.5-4.3 \text{ g/sm}^3$, ruxning miqdori 67,1%. Mis — ruxni sulfidli rudalarni boyitish uchun turli texnologik sxemalar qo'llaniladi, ular orasida ikkita ko'proq tarqalganini ajratish mumkin.

1) selektiv flotatsiya sxemasi bunda birinchi navbatta mis sulfidlari flotatsiyalanadi, mis flotatsiyasi chiqindilaridan sfalerit flotatsiyalanadi. Ruxli flotatsiya chiqindilari piritli boyitma bo'lishi mumkin, yoki undan pirit flotatsiyalanadi.

2) kollektiv — selektiv flotatsiya sxemasi bunda avval mis — ruxli yoki mis — rux — piritli flotatsion boyitma olinadi va u tegishli ravishda ikkita yoki uchta boyitmaga ajratiladi.

Ruxli boyitmalarga qo'llaniladigan texnik talablar

Boyitma markasi	Miqdori, %				
	Rux, kam emas	Qo'shimchalar ko'p emas			
		Temir	Kremnezem	Mis	Mishyak
KS-1	56	5	2	1	0.05
KS-2	53	7	3.5	1.2	0.1
KS-3	50	9	4	1.5	0.3
KS-4	45	12	5	2.5	0.5
PS (ruxli oraliq mahsulot)	40	16	6	3.5	normala-nmaydi

Mis — ruxli rudalarning flotatsiyasiga quyidagi reagentlar ishlatiladi. To'plovchi sifatida butil ksantogenati yoki butil aerofloti, so'ndiruvchi sifatida rux kuporosi natriy sulfidi, sianidlar, natriy sulfiti va tiosulfati ishlatilib, ular ruxni misning sulfidli mineralaridan ajratishga imkon beradi.

139-rasm (Egorov) da mis — ruxli rudalarni boyitish sxemasi keltilgan.

Texnologik sxema quyidagi operatsiyalarni o'z ichiga oladi:

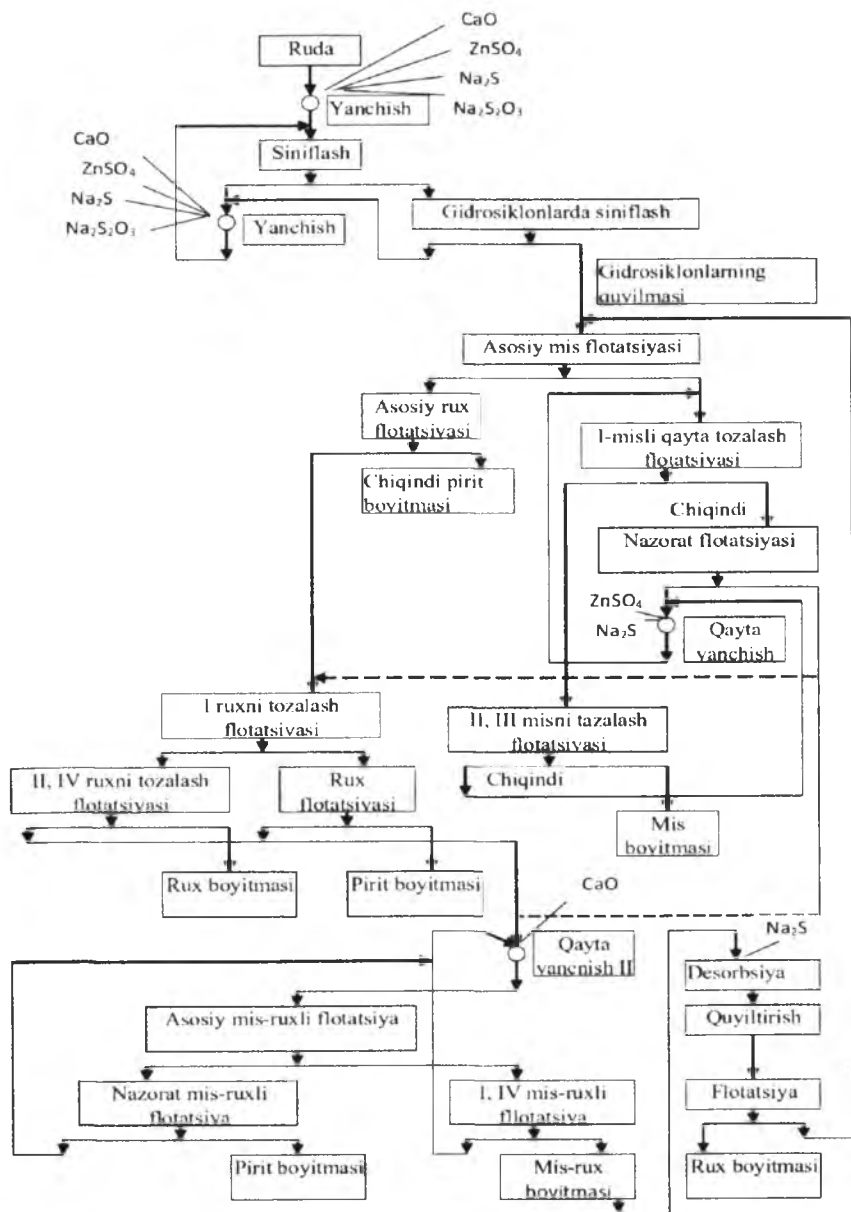
— rudani 85–87%–0,074 mm li sinfgacha yanchish, mis minerallarining xomaki misli boyitmaga ajratish va uch marta tozalash;

— misli oraliq mahsulotni qayta yanchish, klassifikatsiyalash va pH 7,8–8,2 ajratish (pirit va sfalerit ohak, natriy sulfidi, natriy sulfati va rux kuporosi bilan so'ndiriladi);

— rux minerallarini ikkita usulda ajratish, ularni tayyor boyitma olinguncha tozalash va oraliq mahsulotlarning ruxli flotatsiyasi, ko'pikli mahsulotni uch tort marta tozalab, xomaki ruxli boyitma olish;

— xomaki ruxli boyitmani desorbsiyalash va yuvish;

— kameradagi mahsulot sifatida tayyor ruxli boyitma olish bilan mis — piritli flotatsiya (asosiy nazorat)



2.4-rasm. Mis-ruxli rudani boyitishning texnologik sxemasi

2.5. Mis – qo‘rg‘oshin – ruxli polimetall rudalarni boyitish texnologiyasi

Bu rudalar polimetall hisoblanadi va qiyin boyitiladi. Polimetall rudalarning murakkabligi va xilma-xilligi Shundaki, ularning tarkibida sulfidli minerallar (sfalerit, xalkopirit) dan tashqari ikkilamchi sulfidli mis minerallari (bornit, kovellin, xalkozin), oksidli mis, qo‘rg‘oshin minerallari va pirit kiradi.

Mis-qo‘rg‘oshin – rux piritli rudalarni boyitishda uch xil ko‘rinishdagi texnologik sxemalar qo‘llaniladi: tog‘ri selektiv, kollektiv – selektiv va qisman kollektiv – selektiv. Oxirgi ikki turdagi texnologik sxemalar keng tarqalgan.

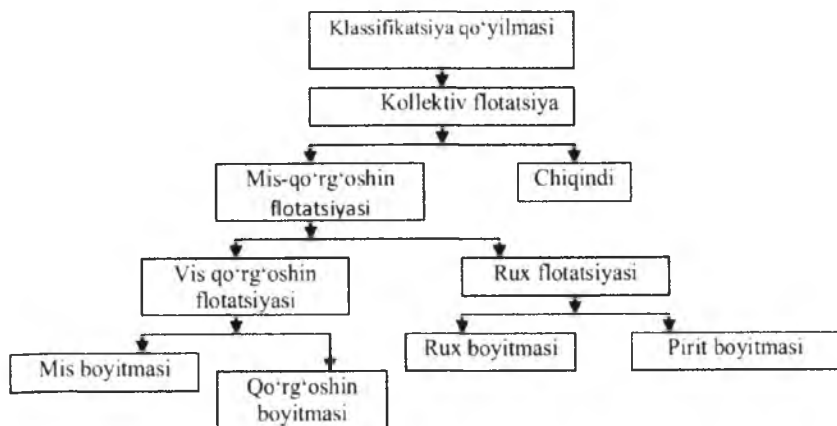
Tog‘ri selektiv flotatsiya sxemasi bo‘yicha avval galenit va sfaleritni sulfit kislotasi bilan so‘ndirilib, mis minerallari flotatsiyalanadi. Keyin ohak va sianid bilan sfalerit va pirit so‘ndirilib galenit flotatsiyalanadi. Keyin sfalerit mis kuporosi bilan faollashtirilib ruxli flotatsiya o‘tkaziladi, ruxli flotatsiya chiqindisidan pirit flotatsiyalanadi. To‘plovchi sifatida ksantogenatlar ishlatiladi.

Kollektiv – selektiv sxema bo‘yicha avval ksantogenat yordamida galenit, sfalerit xalkopirit va pirit kollektiv boyitmaga ajratiladi. Kollektiv boyitma rux kuporosi va sianid bilan sfalerit va piritni so‘ndirib mis-qo‘rg‘oshinli flotatsiyaga jo‘natiladi. Keyin mis-qo‘rg‘oshinli boyitma seleksiyalanadi. Bunda yo mis minerallarini so‘ndirib galenit flotatsiyalanadi, yoki galenitni so‘ndirib mis minerallari flotatsiyalanadi. Mis – qo‘rg‘oshinli flotatsiya chiqindilari ketmaket ruxli va piritli flotatsiyaga uchratiladi va shu kon-dagi boyitmalar olinadi.

Qisman kollektiv – selektiv sxemada kollektiv boyitmaga faqat mis va qo‘rg‘oshin sulfidlari otadi. Mis – qo‘rg‘oshinli flotatsiya chiqindilaridan sfalerit va keyin pirit flotatsiyalanadi.

Mis-qo‘rg‘oshinli boyitmani ajratishda mis minerallarini samarali so‘ndiruvchi reagent sianid hisoblanadi, sianidning konsentratsiyasi ortib ketganda, hamda rudada sianidli eritmada yaxshi eruvchi ikkilamchi mis minerallarining mavjudligi natijasida bo‘tanada katta miqdorda mis ionlari hosil bo‘ladi va ular mis – qo‘rg‘oshinli boyitma ajralishini buzadi. Shuning uchun jarayonni

barqarorlashtirish uchun sianidga natriy sulfidi, sulfit yoki natriytiosulfati qo'shib ikkilamchi mis sulfidlarining zararli ta'siri susaytiriladi. Agar galenitni sondirish kerak bolsa, so'ndiruvchi sifatida sulfid kislotasi, natriy sulfiti va tiosulfiti ishlatiladi.



2.6-rasm. Polimetallik rudalarni kollektiv va selektiv flotatsiyalashning prinsipial sxemasi.

Keyingi paytlarda mis-qo'rg'oshinli boyitmalarni ajratish uchun sianidsiz texnologiya joriy qilinmoqda. Bu texnologiya bo'yicha kollektiv boyitma natriy sulfidi va aktivlangan ko'mir bilan to'plovchini desorbsiyalashga ajratiladi. Keyin boyitma natriy sulfiti (tiosulfati) va temir kuporosi bilan aralashtiriladi. Mis minerallari butil ksantogenati bilan flotatsiyalanadi, misli flotatsiya chiqindilaridan esa sfalerit flotatsiyalanadi va qo'rg'oshinli boyitma olinadi. Pirit barcha xollarda ohak yordamida yaxshi so'ndiriladi.

2.6. Qo'rg'oshinli va qo'rg'oshin – ruxli rudalarni boyitish texnologiyasi

Mineral tarkibiga ko'ra qo'rg'oshinli, ruxli va kompleks qo'rg'oshinli – ruxli rudalar mavjud bo'ladi. Birinchi ikki turdagi juda kam uchraydi. Qo'rg'oshin va ruxning asosiy qismi kompleks

qo'rg'oshin — ruxli rudalardan ajratib olinadi. Barcha turdagi rudalar sulfidli, oksidli va aralash rudalarga bo'linadi. Galenit — sulfidli va aralash rudalarning qo'rg'oshinli minerallar hisoblanadi.

Qo'rg'oshinning oksidli minerallariga serussit va anglazit kiradi.

Rux minerallaridan sanoat ahamiyatiga egasi faqat bitta mineral — sfalerit. Ruxning oksidli minerali kam uchraydi va boyitishda qiyin ajratiladi.

Galenit PbS , qo'rg'oshin yaltirog'i sulfidli mineral hisoblanib, tarkibida 86,6% qo'rg'oshin saqlaydi. Galenitning rangi qo'rg'oshin — kulrang yaltiroqligiga ega. Qattiqligi 2–3, zichligi 7,4–7,5 g/sm³, mo'rt. Kuchsiz elektr o'tkazuvchanlik va yaxshi detektorlik xususiyatiga ega.

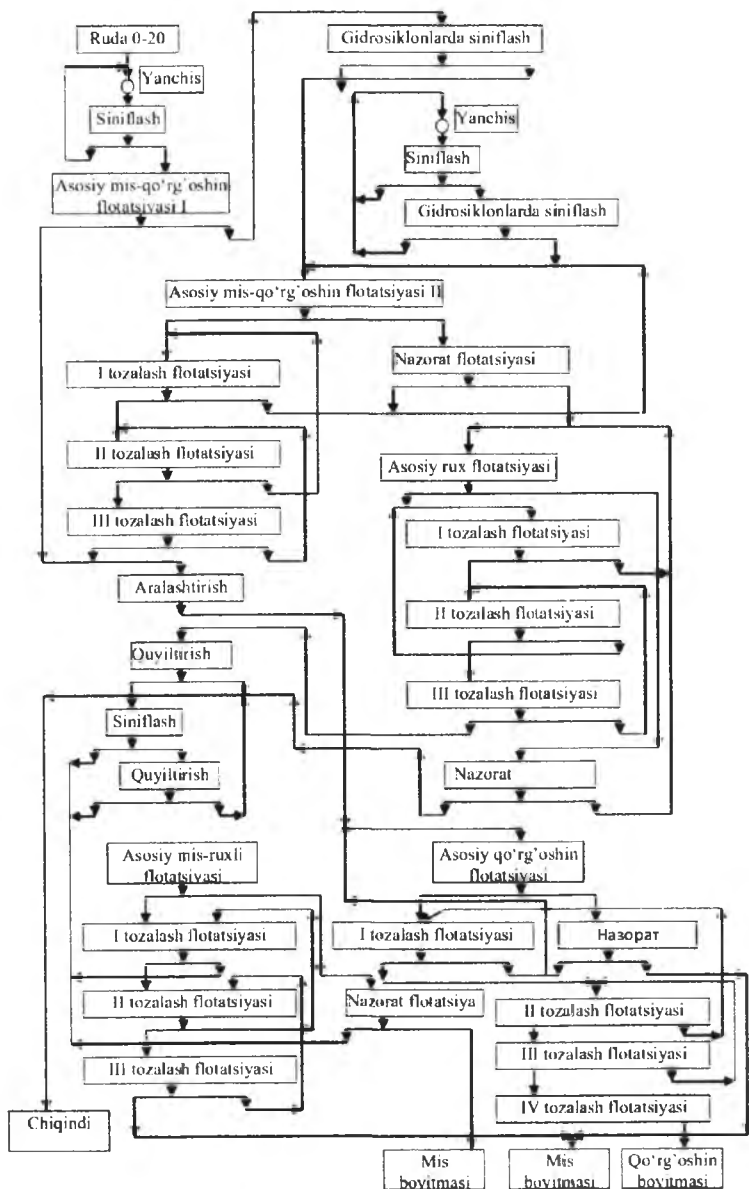
Galenitning oksidlanmagan yuzasi gidrofob va bunday mineral to'plovchisiz flotatsiyalanishi mumkin. Biroq mineralning tez oksidlanishi tufayli uning flotatsiyasi uchun to'plovchi, masalan, ksantogenat berish kerak. Galenit xlorli oxak, natriy sulfiti va natriy sulfidi bilan so'ndiriladi.

Serussit $PbCO_3$, 77,5 % qo'rg'oshin saqlaydi. Mineralning rangi kulrang sarg'ish yoki qo'ng'irroq moyil. Olmos yaltiroqligiga ega. Qattiqligi 3–3,5 solishtirma og'irligi 6,4–6,6 g/sm³. Mineral yumshoq, juda mort. Kuchsiz flotatsiyalanish xususiyatiga ega va natriy sulfidi bilan faollashtirishsiz flotatsiyalanmaydi.

Anglezit $PbSO_4$ tarkibida 68,3% qo'rg'oshin saqlaydi. Bu mineralni flotatsiyalanish uchun ham dastlab natriy sulfidi bilan faollashtirish kerak.

Sfalerit ZnS minerallarning nomi "sfaleros" aldamchi so'zidan olingan. Bu mineral tashqi belgilarining rasmiy sulfidlariga hech o'xshamasligi sababli shunday atalgan bo'lsa kerak. Uning sinonimi rux aldamchisi hisoblanadi. Sfaleritning turlari: **kleyofan** — oq rangli yoki rangsiz (deyarli butun aralashmalardan xoli) bo'lgan xili, **marmatit** — sfaleritning qora rangli temir aralashgan xili, poshibramit-kadmiyga boy (Cd 5% gacha) xili bor. Sfalerit tarkibida 67% rux saqlaydi. Aralashma sifatida ko'proq temir (20% gacha) uchraydi.

Sfaleritning rangi odatda qoramtir yoki jigar rang, ko'pincha qora (marmatit), kamdan-kam sariq, qizil va yashilroq bo'ladi. Butunlay rangsiz-shaffof xili (kleyodan) ham bor. Olmos kabi



2.7-rasm Polimetall rudalami kollektiv-selektiv flotatsiyalash sxemasi

kadmiy, kumush, oltin, selen, tellur, germaniy, talliy, galliy va indiy saqlaydi. Bu elementlar odatda tarqoq xolda joylashgan. Polimetall rudalarning asosiy komponentlari qo'rg'oshin va rux 1:1,5 va undan ko'proq nisbatda uchraydi. Qo'rg'oshin miqdori ruxdan ortiq bo'lgan xollar juda kam kuzatiladi.

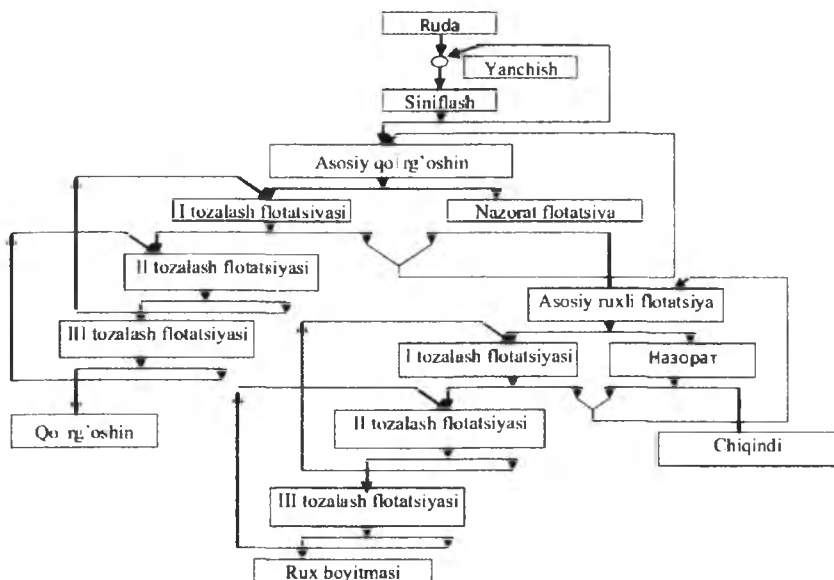
Sulfidli rudalar nisbatan oddiy sxema bo'yicha boyitiladi. Agar rudada yirik va mayda xol — xollik galenit bolsa, gravitatsiya — flotatsiya boyitish sxemasi qo'llaniladi, bunda avval gravitatsiya usulida galenitning yirik zarralari chiqindisi qayta yanchishdan so'ng mayda zarralari flotatsiya usulida boyitiladi.

— 80 % ini oksidli minerallari ko'rinishida saqlaydigan aralash rudalarning flotatsiyasi ikki xil sxema bo'yicha amalga oshirilishi mumkin. Sulfidli va oksidli minerallarining alohida flotatsiyasida avval galenit flotatsiyalanadi, so'ngra sulfidlashdan keyin serussit va anglezit flotatsiyalanadi. Biroq ko'pincha oksidli minerallarning sulfidlovchi sifatida natriy sulfidi qo'llab, barcha sulfidli minerallarni birgalikdagi flotatsiyasi qo'llaniladi. Bunda natriy sulfidining ortiqcha sarflanishiga yo'l qo'ymasligi kerak, bu xolda galenit so'ndirilishi mumkin.

Qo'rg'oshin — ruxli rudalar asosan flotatsiya usulida boyitiladi. Bu rudalarni dastlabki boyitish uchun ba'zan og'ir suspenziyalarda ajratish usuli qo'llaniladi. Og'ir suspenziyalarda boyitishni puch tog' jinslarining asosiy qismini nisbatan yirik tuyushda ajratish mumkin bo'lgan xollarda qo'llash mumkin. Og'ir suspenziyalarda boyitish natijasida flotatsiya fabrikalarining ishlab chiqarish quvvati ortadi, yanchish va flotatsiyaga tushadigan ruda xajmining qisqarishi hisobiga boyitishga ketadigan xarajatlar kamayadi, rudani qazib olish usuli soddalashadi va arzonlashadi.

Qo'rg'oshin — ruxli polimetall rudalar xam nisbatan sodda flotatsiya sxemalari bo'yicha boyitiladi. Biroq rudaning tarkibida qo'rg'oshin va rux minerallar bilan bir qatorda mis minerallari, pirit va boshqa yo'ldosh minerallar uchrasa flotatsiya sxemasi va jarayonning tarkibi murakkablashadi. Bu xolda qo'rg'oshin — ruxli rudalarni boyitishda qo'rg'oshinli, ruxli, misli va piritli boyitmalar olinadi.

Qo'rg'oshin — ruxli rudalarni boyitish selektiv va kollektiv — selektiv flotatsiya sxemalari bo'yicha amalga oshiriladi.



2.8-rasm. Rux-qo'rg'oshimli sulfidli rudalarning selektiv flotatsiyasi sxemasi

yaltiraydi. Qattiqligi 3–4, solishtirma og'irligi 3,9–4. Sfalerit ancha mo'rtdir. U elektr o'tkazmaydi va tubdan termoelektrlanish xususiyatiga egadir. Uning ayrim xillari ishqaganda yoki singanda fosforensiyalanadi. To'plovchi sifatida ksantogenatlar ishlatilib flotatsiyalanadi. Rux kuporosi va natriy sulfiti aralashmasi yordamida so'ndiriladi. So'ndirilgan rux aldamchi mis kuporosi bilan faollashtiriladi.

Smitsonit $ZnCO_3$ tarkibida 52% Zn saqlaydi. Aralashmalar sifatida qo'shimcha temir, marganes, magniy va boshqa elementlar ishtirok etadi.

Smitsonitning rangi oq, yashilroq yoki kul rangroq tusda tovlanadi. To'q yashil rangli xilining tarkibida malaxit aralashmasi bo'ladi. Shisha kabi yaltiraydi. Katod nurlarida och pushti rangda yarqirab ko'rinadi. Qattiqligi 5, mineral mo'rt solishtirma og'irligi 4,1–4,5.

Faqat qo'rg'oshin saqlaydigan rudalar tabiatda kam uchraydi. Ularda qo'rg'oshindan boshqa rux yoki rux va mis ishtirok etadi. Undan tashqari yo'ldosh elementlar sifati vismut, molibden,

Selektiv flotatsiya sxemasi bo'yicha avval ko'pikli mahsulotga galenit ajratiladi. Bunda sfalerit rux kuporosi va natriy sulfiti aralashmasi bilan so'ndiriladi. Flotatsiya so'da yoki ohak yordamida hosil qilinadigan ishqoriy muhitda amalga oshiriladi. To'plovchi sifatida ksantogenatlar ishlatiladi.

Sulfidlarni puch tog' jinslaridan ajratish uchun suyuq shisha ishlatiladi.

Kollektiv — selektiv flotatsiya sxemasi bo'yicha kollektiv boyitmaga darhol galenit va sfalerit ajratiladi. Bunda puch tog' jinslari chiqindilari tarkibida chetlashtiriladi. Keyin kollektiv boyitma qo'rg'oshinli va ruxli boyitmalarga selektiv flotatsiyadagidek ketma-ketlikda ajratiladi.

Rudada misning miqdori yetarli bo'lganda avval mis saqlovchi minerallar kollektiv boyitmaga keyin misli boyitmaga ajratiladi.

Oksidli qo'rg'oshin — ruxli rudalarning flotatsiyasidan oldin ular dastlab natriy sulfidi bilan ishlanadi, buning natijasida minerallarning oksidli yuzasi sulfidli yuzaga aylanadi.

Sulfidli qo'rg'oshin — ruxli rudalarning selektiv flotatsiya sxemasi ikkita siklni o'z ichiga oladi. qo'rg'oshin va ruxli. Har qaysi sikl asosiy flotatsiyani uchta tozalashni va bitta nazorat flotatsiyasidan tashkil topgan.

Flotatsiyaga 70 %— 0,074 +0 mm li sinfgacha yanchilgan mahsulot tushadi. Qo'rg'oshinli flotatsiya siklida sfalerit natriy sulfiti va rux kuporosi bilan so'ndiriladi. Flotatsiya so'da yordamida hosil qilinadigan ishqoriy muhitda olib boriladi. Qo'rg'oshinli flotatsiya chiqindilari ruxli flotatsiya sikliga tushadi. Avval so'ndirilgan sfaleritni faollashtirish uchun asosiy rux kuporosiga beriladi. Shu jarayonning o'ziga piritni so'ndirish uchun ohak solinadi. Ruxli flotatsiya natijasida ruxli boyitma va tashlab yuboriladigan chiqindi olinadi.

Qo'rg'oshinli boyitma 70% atrofida qo'rg'oshin, ruxli boyitma esa 55% atrofida rux saqlaydi. Qo'rg'oshinning qo'rg'oshinli boyitmaga ajralishi 90% atrofida, ruxning ruxli boyitmaga ajralishi 90— 92% atrofida.

2.7. Molibdenli rudalarni boyitish texnologiyasi

Molibdenning barcha konlari bir nechta sanoat turlariga bo'linadi.

Kvars — molibdenli omirli rudalar uncha katta bo'lmagan quvvatga ega (0,3— 0,5 m) tomirlardan iborat bo'lib, 0,3— 0,5 % molibden saqlaydi.

Volfram — molibdenli tomirli rudalarda molibden tufayli uning miqdori sezilarsiz va volfram bo'yicha sanoat bahosiga ega.

Tabiatda molibden asosan bevosita minerallar va kam xollarda tarqoq ko'rinishda tosh ko'mir va ko'mirli slaneslarda uchraydi.

Molibdenning 20 dan ortiq minerallari mavjud, lekin ularning orasida faqat uchasi sanoat ahamiyatiga ega.

Molibdenit MoS_2 60 % molibden va 40% oltingugurt saqlaydi. Minerallarning nomi grukcha "molibdos" — qo'rg'oshin degan so'zdan kelib chiqqan. Sinonimi — molibden yaltirog'i. Molibdenitning rangi qo'rg'oshindek — kul rang. U metalldek yaltiraydi. Qattiqligi 1. Yupqa varaqchalari eruvchan. Qo'lga yog'langandek unmaydi. Qog'ozga grafitga o'xshab chizadi. Solishtirma og'irligi 4,7—5,0 g/sm³. Molibdenitning elektr o'tkazuvchanligi oddiy uy xarakatida juda past, lekin harorat ortishi bilan ko'tariladi.

Molibdenit tabiatiga ko'ra gidrofob mineral va to'plovchisiz flotatsiyalanishi mumkin.

Povellit — CaMoO_4 48 % atrofida molibden saqlaydi. Rangli och sariq, sarg'ish — yashil (kristallari). Yaltirashi olmos kabi, qattiqligi 3,5, mo'rt, solishtirma og'irligi 4,25—4,52 g/sm³.

Povellit molibdenli konlarning oksidlanishi zonasida juda ko'p tarqalgan mineral hisoblanadi. Molibdenitga nisbatan qiyinroq flotatsiyalanadi. Uning flotatsiyasi uchun kuchli to'plovchi — yog' kislotasi yoki sovun kerak.

Ferrimolibdenit $\text{Fe}_2[\text{MoO}_4]3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 39,7% molibden saqlaydi va molibden konlarining oksidlanish zonasida temir oksidlari va gidroksidlari bilan birgalikda uchraydi. Kulrang yoki sariq rangli qattiqligi 2 solishtirma og'irligi 4,5 g/sm³. Rudada juda ingichka tomir va qo'shimchalar xolida joylashgan. Flotatsiyaga qiyin uchraydi, Shuning uchun kambag'al boyitmalar olinadi. Og'ir

metallarning sulfidlarini sezilarsiz miqdorda saqlaydigan bevosita molibdenli rudalar sodda flotatsiya sxemasi bo'yicha boyitiladi. Bu sxema To'plovchi sifatida kerosin, dizel yonilg'isi yoki transformator yog'i qo'llab molibdenning asosiy flotatsiyasini 6 tagacha tozalash operatsiyasini va chiqindi nazorat flotatsiyasini o'z ichiga oladi. Kvars va og'ir metallar sulfidlarini so'ndirish uchun suyuq shisha va natriy sulfidi, ko'pik hosil qiluvchi sifatida ishlatiladi. Flotatsiya so'da yordamida hosil qiluvchi kuchsiz ishqoriy muhitda hosil qilinadi.

Agar rudada og'ir metallarning sulfidlari (temir, mis, qo'rg'oshin, rux) ko'p bo'lsa flotatsiya jarayoni va tartibi murakkablashadi. Bu holda og'ir metallar sulfidlarini so'ndirish uchun jarayonga natriy sulfidi beriladi.

Povellit saqlovchi oksidli molibdenli rudalardan faqat kambag'al boyitmalar olinadi.

Kam miqdorda og'ir metallar sulfidlarini saqlovchi molibdenli rudalar oddiy flotatsiya sxemasi bo'yicha boyitiladi. Bu sxema asosiy molibdenli flotatsiya sxemasini boyitmani bir nechta tozalash (6 tagacha) va kontrol flotatsiyani o'z ichiga oladi. To'plovchi sifatida kerosin, dizel yonilg'isi yoki transformator yog'i, so'ndiruvchi sifatida suyuq shisha va natriy sulfidi, ko'pik hosil qiluvchi sifatida terpineol xizmat qiladi. Flotatsiya so'da yordamida hosil qilinuvchi kuchsiz ishqoriy muhitda olib boriladi.

Agar rudada og'ir metallar (temir, mis, qo'rg'oshin, rux) sulfidlari ko'p bo'lsa flotatsiya va tartibi murakkablashadi. Bu holda sulfidlarni so'ndirish uchun jarayonga natriy sulfidi beriladi.

Povellit saqlovchi oksidli minerallardan faqat kambag'al boyitmalar olinadi va ular gidrometallurgiya usuli bilan meyoriga etkaziladi. Aralash sulfid — oksidli rudalar molibdenit va povellitni ketma-ket flotatsiyasi sxemasi bo'yicha boyitiladi.

2.8. Mis-molibdenli rudalarni boyitish texnologiyasi

Mis — molibdenli rudalar avval mis — molibdenli kollektiv boyitma olish va keyin uni alohida misli va alohida molibdenli boyitmaga ajratish sxemasi bo'yicha boyitiladi.

Mis – molibdenli rudalarda molibdenning miqdori juda kam, lekin ular molibden olish uchun asosiy xomashyo hisoblanadi.

Odatda avval mis – molibdenli boyitma olinadi va u keyingi selektiv ajratishdan oldin bir necha marta tozalanadi, ba'zan hatto qaytadan yanchiladi.

Mis va molibdenli minerallarning flotatsiyasi uchun to'plovchi sifatida ksantogenatlar va apolyar yog'lar, ko'pik hosil qiluvchi sifatida terpeneol, qayrag'och yog'i va T-66 ishlatiladi.

Molibdenning kollektiv boyitmadagi miqdori 0,2–1 %, misning miqdori esa 10–30 %.

Mis – molibdenli boyitmani ajratish ko'pincha mis mineralarini so'ndirib, molibdenni flotatsiyalash orqali amalga oshiriladi. Mis minerallarini so'ndirish uchun natriy sulfidi, ferrosionid sianidlar bilan, vodorod peroksid sianidlar qo'shib, rux kuporosi va boshqa so'ndiruvchilar ishlatiladi.

Molibdenli boyitmalarga qo'yiladigan texnik talablar 2.4-jadvalda keltirilgan.

2.4-jadval

Molibdenli boyitmalarga qo'yiladigan texnik talablar

Boyitma markasi	Miqdori, %					
	Molibden, kam emas	Qo'shimchalar ko'p emas				
		Fosfor	Mishyak	Mis	Krem-nezem	Qalay
KMF-1	51	0.03	0.04	0.4	5	0.03
KMF-2	48	0.04	0.06	0.8	7	0.05
KMF-3	47	0.05	0.07 0.07	1.5 2.5	9	0.07
KMF-4	45	0.05			12	0.07

Mis-molibdenli boyitmalarni olish manbalari bo'lib, mis-porfirli, mis-molibdenli rudalar, molibdenli rudalar, shuningdek volfram-molibdenli rudalar hisoblanadi.

Tarkibida 0,3-0,4% dan ortiq mis saqlovchi rudalar sanoat rudalari hisoblanadi va ularning tarkibidagi sulfidli minerallar miqdori 85-90% dan kam bo'lmasligi kerak. Misning sulfidli

minerallaridan eng ko'p sanoat ahamiyatiga egalari xalkopirit, bornit, xalkozindir.

Xalkopirit — Cu FeS_2 tarkibida 35% mis saqlaydi. U tabiiy gidrofoblik xususiyatiga ega.

To'plovchi sifatida ksantogenatlar va ditiofosfatlar qo'llanilganda yaxshi flotatsiyalanadi. Sianidlar xalkopiritga so'ndiruvchi tasirini krsatadi.

Bornit- $\text{Cu}_5 \text{FeS}_4$ tarkibida 63,3% mis saqlaydi. Xalkopirit singari ksantogenatlar ishtirokida yaxshi flotatsiyalanadi. Bornit temir sianidlarining komplekslari ishtirokida so'ndiriladi.

Xalkozin- Cu_2S tarkibida 80% mis saqlaydi. Ksantogenatlar va aminlar yordamida yaxshi flotatsiyalanadi. Sianidlarning katta sarfida natriy sulfiti Na_2SO_3 , giposulfit $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ishtirokida sondiriladi.

Misning oksidli minerallaridan malaxit, azurit, xrizokolla uchraydi. Misli rudalarda puch tog' jinslaridan kvars, kalsiy, dala shpati keng tarqalgan. Misli rudalarda yo'ldosh elementlar sifatida oltin, kumush, rux, molibden, nikel va boshqalar uchraydi.

Mis-porfirli rudalar tarkibida 3—4% sulfidlarni va deyarli barcha xollarda molibden saqlaydi va u mis bilan birgalikda ajratib olinadi.

Molibdenning barcha sulfidli rudalarda asosiy minerali molibdenit — MoS_2 hisoblanadi. Molibdenit tarkibida 60% molibden va 40% oltingugurt saqlaydi, zichligi 4700—5000 kg/m^3 , qattiqligi 1. Molibdenning oksidli minerallaridan povellit (CaMoO_4), ferrimolibdenit ($\text{Fe}_2[\text{MoO}_4]_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) sanoat ahamiyatiga ega.

Molibden saqlovchi rudalar kompleks xomashyo hisoblanadi. Ular molibdendan tashqari mis, temir, oltingugurt, volfram, qalay, vismut, qo'rg'oshin, rux, oltin, kumush, renit va boshqa qimmatbaho komponentlarni ham saqlaydiki, ularni ajratib olmasdan rudalarni qayta ishlash rektabel hisoblanmaydi.

Molibdenli va mis-molibdenli rudalarda puch tog' jinslari kvars, serisit, xlorit, talk, kalsiy, flyurit, dala shpati, turmalin va apatit ko'rinishida uchraydi.

Mis-molibdenli rudalarni boyitishda sulfidli minerallarni unga yopishgan jinslardan ajratish, sulfidli minerallarni boyitmalarga ajratish, nodir metallarni ajratib olish, rudaning nosulfid qismini

kompleks ishlatish kabi masalalar hal etilishi zarur. Mis-molibdenli rudalarni boyitishning qiyinchiligi ularning moddiy tarkibining o'ziga xosligiga bog'liq. Ularning asosiylariga quyidagilar kiradi:

— sulfidli minerallarni bir-biridan va yopishgan jinslardan toliq ajratish uchun mayin tuyush zarurligi. Undan tashqari yanchish tartibi va boyitish sxemasini ishlab chiqishda Shuni hisobga olish kerakki, birinchidan, molibdenitning nisbatan yumshoq zarralari yanchish vaqtida pirit va boshqa jinslarning o'tkir qirralari bilan kesiladi va bu holat molibdenitning o'ta yanchilishiga, uning boyitma ajralishining kamayishiga va boyitma sifatining yomonlashishiga olib kelishi mumkin.

Ikkinchidan molibdenit va boshqa jinsning o'zaro ishqalanishida molibdenit flotatsion faollikka ega bo'ladi, bu esa flotatsiya operatsiyalarining samaradorligini pasaytiradi va boyitma sifatini yomonlashtiradi.

— sulfidli minerallarni boshqa jins minerallari, ayniqsa, almosilikatlar (serisit-xloritli va slaneslar) dan ajratish samaradorligining yetarli emasligi. Chunki ular miqdorining rudada ortishi yuqori sifatli molibdenli boyitma olishda haddan ortiq qiyinchiliklarni keltirib chiqaradi.

— rudadagi molibdenning juda kichik miqdorida tarkibida molibdenning miqdori 45% dan kam bo'lmagan yuqori sifatli boyitma olish kerakligi tufayli murakkab texnologik sxemalarni qo'llash zarurligi;

— asosiy sulfidli minerallarni selektiv flotatsiyalash uchun turli flotatsion reagentlarni qo'llash sharoitida aylanma suv taminoti masalasini xal qilish, misning oksidli minerallari, nodir metallar va boshqalarni xam ajratib olish masalalarini hal etish.

Mis-molibdenli rudalar flotatsiya usulida boyitiladi va bunda avval mis-molibdenli kollektiv boyitma olinadi va u keyin alohida misli va alohida molibdenli boyitmalarga ajratiladi. Bunday boyitish sxemasi asosiy va nazorat flotatsiya, olingan xomaki mis-molibdenli boyitmani tozalash, va qayta yanchish jarayonlarini o'z ichiga oladi.

Xomaki kollektiv boyitma va tashlab yuboriladigan chiqindi oliShuvchi asosiy va nazorat flotatsiyasi rudani dag'al yanchib

(45–55% -0,074+0 mm li sinf) amalga oshiriladi. Rudani nisbatan yirik yanchish va optimal reagent tartibida bu orqali quyidagi texnologik, iqtisodiy va ekspluatasion afzalliklarga ega:

– tegirmonlarning ishlab chiqarish unumdorligi ortadi, rudani yanchish narxi pasayadi, shlamlanish kamayadi, asosiy flotatsiya birlamchi shlamlarni saqlovchi oraliq maxsulot qaytarilmasligi sababli reagentlar sarfi kamayib, metallni boyitmaga ajralishi ortadi; bo'tananing zichligi (40–45% qattiq zarracha) ortadi, hajmi kamayadi, asosiy flotatsiya vaqti va flotomashinalar soni kamayadi;

- flotomashinalar ishi ishlab chiqarish unumdorligi va bo'tana hajmi bo'yicha meyorlashadi, jarayonni jadallashtirish, uni nazoratini avtomatlashtirish va boshqarish uchun yaxshi sharoit yaratiladi; nisbatan yirik (donali) va quyuqroq chiqindi olinadi va u quyultirish va toblash uchun kamroq maydon egallaydi.

Mis-molibdenli rudalarda molibdenit pirit bilan emas, balki kvarts bilan bog'langanligi uchun piritning asosiy qismi erkinligi uchun xomaki kollektiv boyitmani gidrosiklonda klassifikatsiyalashda pirit mis va molibdenning miqdori kam bo'lgan qum qismga ajratiladi.

Asosiy flotatsiya mexanik va pnevmomexanik turdagi flotomashinalarda jadal ketadi va 10–12 minutda tugallanadi.

Kollektiv siklda mis va molibden sulfidlarining to'plovchisi sifatida ksantogenatlar, ditiofosfatlar, minerek, Z-200 va yonilg'i moylari, kerosin kabi emulsiya holida beriluvchi apolyar yog'lar ishlatiladi.

Ko'pik hosil qiluvchilar sifatida apolyar yog'lar ishtirokida ko'pik hosil qilish xossalari sezilarsiz ozgaradigan spirtli reagentlar ishlatiladi. Bunday ko'pik hosil qiluvchilardan eng ko'p tarqalgani qayrag'och yog'i, metilizabutil karbinol, T-92, OPSB (butil spirtining propilen oksidi) bo'lib, ularning umumiy sarfi 15–40 g/t.

Ko'pik hosil qiluvchi ultra tovushli emulyasiyalash, flotomashinaga aerozolli berish uni tasir qilish samaradorligini oshiradi, reagent sarfini kamaytirib, metallarni boyitmaga ajralishini oshiradi.

Flotatsiyada qoidaga ko'ra bir necha xil to'plovchilar birgalikda, (ya'ni birgalikda kuchli va kuchsiz to'plovchilar) qo'llaniladi. Kuchli to'plovchi sifatida ksantogenatlar, kuchsiz Tto'plovchi

sifatida esa aeroflotlar yoki Z-200 ishlatiladi. Flotatsiyada mis va molibden kollektiv boyitmaga ajralishini oshirishga puch tog' jinslarini so'ndiruvchi reagentlar (suyuq shisha, natriyning geksametafosfati va boshqalar) yordam beradi. Masalan, Olmaliq mis-boyitish fabrikasida ikki bosqichli yanchish sxemasi bo'tanasiga gidrofosfat (sarfi 25–30 g/t) qo'shish misning ajralishini 1,4% ga, molibdennikini -4,8%, oltinni-2,5% ga, kumushni-2,6% ga oshishiga imkon beradi. Faollashtiruvchi sifatida geksametafosfatni qo'llash misni ajralishini 1% ga, molibdenni -5%, oltinni-0,6% ga, kumushni-2,8% ga oshirishiga imkon beradi. Ikkala xolatda ham kollektiv boyitma sifati yomonlashmadi, hatto biroz yaxshilandi.

Mis, molibden va temirning barcha sulfidlarining kollektiv flotatsiyasi so'da yordamida hosil qiluvchi neytral yoki kuchsiz ishqoriy muhitda amalga oshiriladi. Oksidlangan mis mineral-larining flotatsiyalanishini faollashtirish, shlamlarni peptizasiyalash, bo'tananing fizik xususiyatlarini yaxshilash maqsadida natriy sulfidi (0,1–0,3 kg/t) qo'shiladi. Bo'tanaga natriy sulfidini qo'shish tarkibida kaoliniy va montmorillanitning miqdori yuqori bo'lgan shlamli rudalarni boyitishda ayniqsa foydalidir. Natriy sulfidi shlamli zarralarning yuzasi bilan tasirlashib, unda to'plovchining adsorbsiyalanishiga qarshilik ko'rsatadi va bu xolat faqat to'plovchi sarfini kamaytirib qolmasdan, metallning ajralishini ham oshiradi.

Mis-molibdenli boyitmalarni olishda va uning sifatini yaxshilashda temir sulfidlarining flotatsiyalanishini samarali so'ndirishni taminlash va sulfidli rudalarda hamma vaqt uchraydigan oksidlarni boyitmaga otkazish muhim masala hisoblanadi. Buning uchun qayta ishlanuvchi rudaning moddiy tarkibi va reagentlarga nisbatan yutish qobiliyati har xilligi tufayli temir sulfidlarini so'ndiruvchi oxakning va mis minerallarini sulfidlovchi natriy sulfidining sarfini optimallashtirish kerak.

Mis-molibdenli rudalarda molibdenning miqdori kichik bo'lgani bilan ular molibden olishning asosiy manbai hisoblanadi. Odatda avval dag'al mis molibdenli kollektiv boyitma olinadi va u alohida bir necha marotaba tozalanadi va bazan qayta yanchiladi. Mis-molibdenli minerallarni flotatsiyalash uchun to'plovchi sifatida

ksantogenatlar va apolyar yog'lar ishlatiladi. Ko'pik hosil qiluvchi sifatida esa terpeneon qayrag'och yog'i va T-92 ishlatiladi. Olingan mis-molibdenli kollektiv boyitma tarkibida mis va molibdenning miqdori rudadagi mis va molibdenning miqdoriga bog'liq holda 10–30% Cu, 0,2–0,9% Mo saqlaydi.

Mis-molibdenli kollektiv boyitmalarni ajratish mis minerallarni so'ndirib, molibdenni flotatsiyalash orqali amalga oshiriladi.

2.9. Volframli rudalarni boyitish texnologiyasi

Volfram ajratib olinadigan rudalarning ko'pchiligi kompleks rudalar hisoblanadi. Ular volframdan tashqari molibden, qalay, mis, rux, oltin, vismut va boshqa foydali komponentlarni saqlaydi.

Tabiatda bir necha genetika turdagi konlarda uchraydi. Volframning asosiy massasi ajratib olinadigan tomirli konlar rudalari nisbatan boy hisoblanadi va 0–3% gacha WO_3 saqlaydi. Volframning katta zaxiralari shtokverk konlarda jamlangan, lekin bu rudalarda WO_3 ning miqdori 0,1–0,2% dan oshmaydi. Skars konlari rudalarida WO_3 ning miqdori foizining ondan bir ulushidan bir foizga tebranishi mumkin.

Ko'pincha volfram konlari rudalariga WO_3 ning miqdori 0,5–0,1 % ni tashkil etadi. Kompleks rudalarda esa – 0,1–0,3% gacha. Volframli boyitmalarda WO_3 ning miqdori 60 % lar atrofida ekanligini hisobga olsak bunday rudalarni boyitishda boyitish darajasi 60 dan 600 gachani tashkil etadi.

Volfram minerallaridan quyidagilar sanoat ahamiyatiga ega: volframit, ferberit va sheelit. Birinchi uchta mineral bir-biridan temir va marganesning miqdori bilan farq qiladi.

Sheelit $CaWO_4$ kulrang, sariq yoki qo'ng'ir tusli mineral. Olmos kabi yaltiraydi. Tarkibida 60,6 % WO_3 saqlaydi.

Volframit (Fe, Mn) WO_4 , shu guruxdagi minerallarga oxshab 76,5% atrofida WO_3 saqlaydi. Volframitning rangli qo'ng'ir – qora olmos yaltiraydi.

Zararli qo'shimchalar bo'lib, fosfor mishyak, qalay, molibden, mis, oltingugurt, kremnezem, qo'rg'oshin, surma, vismut hisoblanadi. Biroq bu qo'shimchalarning miqdori etarli darajada yuqori

bo'lganda ular alohida tegishli boyitmalarga ajratilishi mumkin. Volfram minerallarining yuqori zichlikka egaligi (6 dan 7,5 g/sm₃ gacha) volframli rudalarni boyitishda gravitatsiya usulidagidan cho'ktirish konsentratsion stol, shlyuz va boshqa apparatlarda boyitishni qo'llashga imkon beradi. Biroq gravitatsiya usuli minerallarning yirik xol-xolligi va rudada volframli minerallarning zichligi yaqin mineral (kassiterit, magnetit va boshqalar) ishtirok yetmaganida muvoffaqiyatli qo'llanadi.

Gravitatsion boyitishda dastlabki ruda –12+6 mm gacha maydalanadi va cho'ktirish usulida boyitiladi. Puch tog' jinslarining bir qismi otvalga tashlanadi, qolgan qismi esa sterjenli tegirmonlarda –2+0,5 mm yiriklikkacha qayta yanchiladi. Yanchilgan shlamli fraksiyani ajratish uchun ruda gidravlik klassifikatorlarda klassifikatsiyalanadi. Keyingi boyitish konsentratsion stollarda amalga oshiriladi. Gravitatsion boyitishda volfram minerallarining ajralishi 85% ga etadi.

Volframli rudalarni shuningdek og'ir suspenziyalarda, shlyuzlarda va vintli separatorlarda xam boyitish mumkin.

Volfram minerallari mort bo'lib, maydalash va yanchishda ko'p miqdordagi shlamlarning hosil bo'lishiga olib keladi, shlamlarni esa gravitatsiya usulida ajratib olish imkoniyati yoq. Volframli, sheeletili rudalarni ajratib olish flotatsiya usulida amalga oshirilishi mumkin va murakkab mineral tarkibiga ega. Molibden – volframli rudalarni boyitish sxemasi keltirilgan. Volfram rudada sheelit ko'rinishida berilgan. Undan tashqari rudada galenit, sfalerit, xalkopirit, pirit, pirrotin, magnetit mavjud. Puch tog' minerallari kvars, kalsit, apatit, granit, piroksen ko'rinishida mavjud.

Rudani boyitish selektiv flotatsiyasi sxemasi bo'yicha amalga oshiriladi. Ruda 60–65% -0,074+0 mm li sinfga yanchiladi. Tegirmonga so'da va transformator yog'i beriladi. Yanchilgan ruda molibdenli flotatsiyaga tushadi. Uncha sulfidli minerallar to'plovchisi sifatida ksantogenatlar va ko'pik hosil qiluvchi sifatida terpeneol beriladi.

Asosiy molibdenli flotatsiya va ikki marta tozalashdan so'ng 1,2–1,5 % molibden saqlovchi molibdenli boyitma suyuq shisha bilan 50–70°C haroratda bug'latiladi. Bunda sheelitning

flotatsiyalanish qobiliyati o'zgarmaydi, kalsiy saqlovchi mineral-larniki esa (flyuorit, kalsiy, apatit) keskin kamayadi. Bug'latishdan keyin boyitma tozalanadi, qayta yanchiladi va qaytadan bug'lan-tiriladi. Keyin yana besh marta tozalanadi.

Mis va temir minerallari tozalash operatsiyalarida natriy sulfidi bilan so'ndiriladi. Olingan tayyor molibdenli boyitma tarkibida 48% molibden, 0,1% mis, 0,5% volframli saqlaydi.

Oraliq mahsulotni nazoratli flotatsiyasi va tozalash flotatsiya chiqindilari quyultirishdan keyin mis – molibdenli flotatsiyaga jonatiladi. Ikki marta tozalangan mis – molibdenli boyitma natriy sulfidi bilan bug'latishdan keyin selektiv flotatsiyaga tushadi va unda 8–10% mis va 0,2% molibden saqlovchi misli boyitma olinadi.

Nazoratli molibdenli flotatsiya chiqindilari suyuq shisha bilan aralashtirilgandan so'ng aasosiy sheelitli flotatsiyaga tushadi va unga natriy beriladi. Suyuq shisha bilan bug'latilgandan keyin boyitma ikki marta tozalanadi, keyin yana bug'latiladi va uch marta tozalanadi.

Fabrikalarda uch xil navli sheelitli boyitma olish mumkin. 1–navli (KMSHA) boyitma 63–66 % WO_3 , 2-navli (KMSHE) – 51–53% WO_3 , oraliq mahsulot (KMSHP) – 44–45% WO_3 saqlaydi. WO_3 ning sheelitli boyitmaga ajralishi 83–85% ni tashkil qiladi.

WO_3 va zararli qo'shimchalarning miqdoriga qarab volframli boyitmalarning ham bir necha turlari olinadi. Volfram – gyub-neritli boyitma 63% WO_3 , sheelitli boyitma (KSH) – 60% WO_3 , molibden – sheelitli boyitma (KMSHA) – 65 % WO_3 va boshqa boyitmalar olinishi mumkin.

2.10. Oltinli rudalarni boyitish texnologiyasi

Oltinli ruda konlari ikki turga, tub va sochma konlarga bo'linadi. Tub konlardan 75% dan ortiq sochma konlardan esa 5% oltin qazib olinadi.

Tub konlar turli o'lchamdagi krisli tomir va shtokverklar ko'-rinishida uchraydi. Temirli kvarsda oltin yoki ruda ustunlari ko'-rinishida boyitilgan maydonlar hosil qilib juda notekis taqsimlangan.

Bundan tashqari kvarsli tomirlarda pirit, xalkopirit, galinit, arsenopirit, kumush, vismut a boshqa metallar ishtirok etadi. Tub konlarga shuningdek sulfidli oltinli konlar ham kirdi, ulardan oltin asosiy komponentlar olishda yo'l-yo'lakay ajratiladi. Tub konlardan oltin miqdori har tonna rudada o'nlab grammlarni tashkil etadi.

Oltinli qumlar oltinli tub konlarning yemirilishi natijasida paydo bo'ladi. Qumlardagi oltinning sanoat miqdori rayonning geografik-iqtisodiy sharoiti va konni qazish usuliga qarab 80–200 mg/m³ va undan ortiqroqni tashkil etadi.

Oltinli qumlarning vertikal kesimi quyidagi tuzilishga ega: o'simlik qatlami (chim, torf), loy cho'kindilari, qum va shag'al ularning yuqori qismi torf deyiladi, keyin qum shag'alli qatlamlar, ularning pastki qismida oltinning asosiy qismi to'plangan.

Faqat erkin xoldagi oltin sanoat ahamiyatiga ega. Bundan tashqari oltinning tellurli birikmalari va metallarning platina guruhi birikmalarini saqllovchi minerallar uchraydi.

Oltinli rudalardan oltinni ajratib olish uchun turli boyitish, gidro pirometallurgik usullar ishlatiladi: qo'lda saralash, gravitatsiya, flotatsiya, amalgamatsiya, sianlash, sorbsiya, eritish va h.k. Ko'pincha bu usullarni bir-biri bilan qo'shib olib boriladi, ya'ni rudani qayta ishlash jamlashgan usullarda olib boriladi. Qayt ishlash sxemalari shuningdek maydalash, yanchish, klassifikatsiya, shlamsizlantirish, suvsizlantirish, kuydirish kabi tayyorlash operatsiyalarini o'z ichiga oladi.

Ko'pchilik zamonaviy oltin ajratish fabrikalarida rudani maydalash ikki yoki uch bosqichda amalga oshiriladi. Rudani yanchish yirikligi 90%-0,074+0 mm dan 96–98% -0,074 mm gacha keng chegarada o'zgaradi. Rudani yanchish sharli yoki sterjenli tegirmonlarda ikki yoki uch bosqichda amalga oshiriladi. Sharlarsiz (quruq yoki hol) yanchish usuli kengroq tarqalmoqda.

Oltinli rudalarni qayta ishlash sxemalarida klassifikatsiya operatsiyasi muhim o'rinni egallaydi. Keyingi yillarda ko'pchilik oltin ajratish fabrikalarida klassifikatsiyalovchi apparat sifatida turli tuzilishga ega bo'lgan gidrosiklonlar keng ishlatilmoqda. Agar shlamlarda oltin miqdori oz bolsa, ular sianlash yoki flotatsiya

operatsiyalariga salbiy ta'sir korsatsa oltinli rudalarni shlam-sizlantirish amalga oshiriladi.

Oltinli rudalarni saralash ko'p mehnat talab qilishi uchun km ishlatiladi. Uni yo rudadan oltinni kam jinslarga yoki oltinga boy fraksiyalarga ajratish mumkin. Jinslarni chetlashtirish qayta ishlashga shlam hosil qiluvchi minerallarning miqdori kam hamda oltinga boy mahsulotni qayta ishlashga jo'natishga imkon beradi.

Ko'pchilik oltin ajratish fabrikalarida gravitatsiya usulida boyitish qo'llaniladi. Gravitatsion boyitishda yirik oltin zarralari va sulfidlarni ajratish uchun yanchishning yopiq siklini qollash ularni ota yanchilishining oldini oladi. Ba'zi fabrikalarda bunday usul bilan oltinni 80% gacha ajratishga erishilgan.

Oltinni yanchish sikllarida ajratish uchun cho'ktirish mashinalari, konsentratsion stollar, shlyuzlar va gidrosiklonlar ishlatiladi. Oltinli rudalarni boyitish uchun og'ir suspenziyalarda boyitish usulini qo'llash imkoniyatlari o'rganilmoqda.

Oltin ajratish fabrikalarida gravitatsion boyitish faqat yanchish siklidagina qo'llanilmaydi ko'pincha oltin va oltin saqllovchi sulfidlarni amalgamatsiya, flotatsiya va sianlash chiqindilaridan ajratib olinadi.

Flotatsion boyitish ko'pchilik oltin ajratish fabrikalarida etakchi jarayon hisoblanadi. Qazib olingan rudalarning 70% idan ortig'i flotatsiyaga uchratiladi. Toza yuzaga ega erkin holdagi oltin oson flotatsiyalanadi. Bunday oltin uchun to'plovchi sifatida ksantogenatlar(ayniqsa butil ksantogenati), ditiofosfatlar, merkaptanlar, yog' kislot tuzlari ishlatiladi. Misli oltin saqllovchi rudalardan piritni ohak bilan sondirib oltin-misli boyitma olinadi.

Oltinni amalgamatsiya usulida ajratish simobning oltinli zarralarini tanlab hollash qobiliyatiga asoslangan. Bo'tana bilan aloqada bo'lib, simob oltin zarralarini ushlaydi va u bilan amalgama deb ataluvchi murakkab aralashma hosil qiladi. Aralashma oltin erigan simobning ortiqcha qismi va qattiq oltin zarralaridan tashkil topadi. Bu usul kam, va asosan gravitatsiya boyitmalarini qayta ishlashda qo'llaniladi.

Oltinni ajratish va simobni regeneratsiyalash(qayta tiklash) quyidagicha amalga oshiriladi. Amalgamani mato orqali siqish

natijasida ortiqcha simob siqib chiqariladi. 40–60% oltin saqlovchi siqilgan amalgama retortalarda 800–850 °C da qizdiriladi. Simob parlari retortadan maxsus trubka orqali chetlashtiriladi va muzlatkichda kondensatlanadi. Hosil bo'lgan g'alvirak (gubkasimon) oltinda 0,1 dan 1% gacha simob, kumush, mis va boshqa metallar qoladi. G'alvirak oltin eritiladi.

Sianlash oltinni to'g'ridan-to'g'ri rudadan ham, ularni qayta ishlash mahsulotlari (gravitatsion va flotatsion boyitish boyitma va chiqindilari) dan ham gidrometallurgik ajratish uchun ishlatiladi. Gidrometallurgik ajrtish uchun ishlatiladi. Siyanlash jarayoninig moxiyati oltinni ishqorli sianli eritmalarda erishidan iborat.

Amalda asosan va eritmaları, kam holda eritmasi ishlatiladi, ishqoriy muxit ohak yordamida hosil qilinadi. Oltinni sianli eritmalaridan cho'ktirish rux changi yordamida amalga oshiriladi.

Oltinni cho'ktirish uchun shuningdek, kon almashgich smolalar va aktivlangan ko'mir ham ishlatiladi.

Oltin-rux cho'kmalar suvsizlantiriladi markaziy zavodga jonatildi, u yerda ular xlorid kislotada eritiladi, yuviladi, quritiladi va eritiladi. Qotishma affinaajga jonatiladi.

Sianlash va eritish jarayonlarini jadallashtirish, boyitmadan mishyak va oltingugurti chetlashtirish maqsadida ba'zan oksidlovchi kuydirish ishlatiladi.

Oltinli qumlarni boyitish uchun turli gravitatsiya apparatlari ishlatiladi. Qumlarni dezintegratsiyalash va oltin zarralarini puch tog' jinslari va loyli mahsulotlardan ajratish maqsadida qo'llaniladi. Dezintegratsiyalash uchun skrubberlar ishlatiladi.

Dezintegratsiya odatda elash (klassifikatsiyalash) orqali amalga oshiriladi, natijada ajratilgan puch tog' jinslari chiqindilar omboriga, oltin saqlovchi mayda maxsulot (efel) esa keyingi boyitish jarayoniga jo'natiladi.

Oltin saqlovchi mayda maxsulotni boyitish uchun shlyuzlar, cho'ktirish mashinalari, vintli separatorlar va konsentratsion stollar ishlatiladi. Shlyuzlar, cho'ktirish mashinalari va vintli separatorlarda olingan birlamchi boyitmalar qaytadan tozalanadi.

2.11. Qalayli rudalarni boyitish texnologiyalari

Qalayli rudalar murakkab mineral tarkibga egaligi uchun ularni qayta ishlashning yuqori texnologik ko'rsatgichlarini va mahsulotni kompleks ishlatishni ta'minlovchi optimal texnologiyasini yaratish qiyin. Qalay saqlovchi minerallarning 16 ta turi mavjud bo'lib, ularning orasida muhim ahamiyatga egasi SnO_2 — kassiteritdir. Uni qalayli tosh deb ham ataladi. Mineral 78,6% qalay saqlaydi, yuqori zichlikka ega ekanligi bilan xarakterlanadi (zichligi 7g/sm^3 atrofida), mort, yuqori darajada shlamlanishga moyil. Nazariy jihatdan kassiterit diamagnit, biroq uning ba'zi ko'rinishlarining magnitlanishga moyilligi yetarli darajada yuqori va $(100\div 120)$ $10^{-6}\text{ sm}^3/\text{g}$ gacha etadi.

Qalay saqlovchi minerallarga yana qalay sulfidi $\text{Cu}_2\text{Fe}\cdot\text{SnS}_4$ — stannin yoki qalayli kolchedan kiradi va u 22–30% qalay saqlaydi. Stanninning zichligi 4,3–4,5 g/sm^3 . Mineral mo'rt, elektr to'kini kuchsiz o'tkazadi.

Qalayli konlarning barcha sanoat turlari tub va sochma konlarga bo'linadi. Qalayning asosiy zaxiralari tub konlarda to'plangan. Ular quyidagi ko'rinishlarda uchraydi: sulfid-kassiteritli, kvars — kassiteritli va silikat-kassiteritli.

Sulfid va silikat — kassiteritli rudalar ko'p oxshashliklarga ega va bir-biridan faqat sulfidlarning va silikatlar (xlorit va turmalin) ning miqdori bilan farq qiladi. Rudalarda sulfidli minerallarning asosiy qismi arsenopirit, galenit, pirit, markazit, pirrotin, sfalerit va xalkopirit ko'rinishida namoyon bo'ladi.

Silikat — kassiteritli rudalar sulfidlarning miqdori kamligi va katta miqdorda xlorit va turmalin saqlashi bilan xarakterlanadi. Kvars — kassiteritli rudalarda kvars miqdori ortiq, dala shpati va slyudaning miqdori katta.

Tub konlar rudalaridagi qalayning miqdori 0,3–1% chegarada tebranadi, sochma konlar rudalarida esa 0,01–0,04%. Sochma konlar rudalarida qalayning miqdori tub konlar rudalaridagiga nisbatan ancha kam bo'lishiga qaramay, qumlarni qazib olish va boyitish arzonligi tufayli qalayni sochma kon rudalaridan ajratib olish avvalroq.

Qalayli tub konlar rudalari va qumlari faqat gravitatsiya usullari cho'ktirish, konsentratsion stolda, og'ir suspenziyalard, shlyuzlarda va vintli separatorlarda boyitiladi.

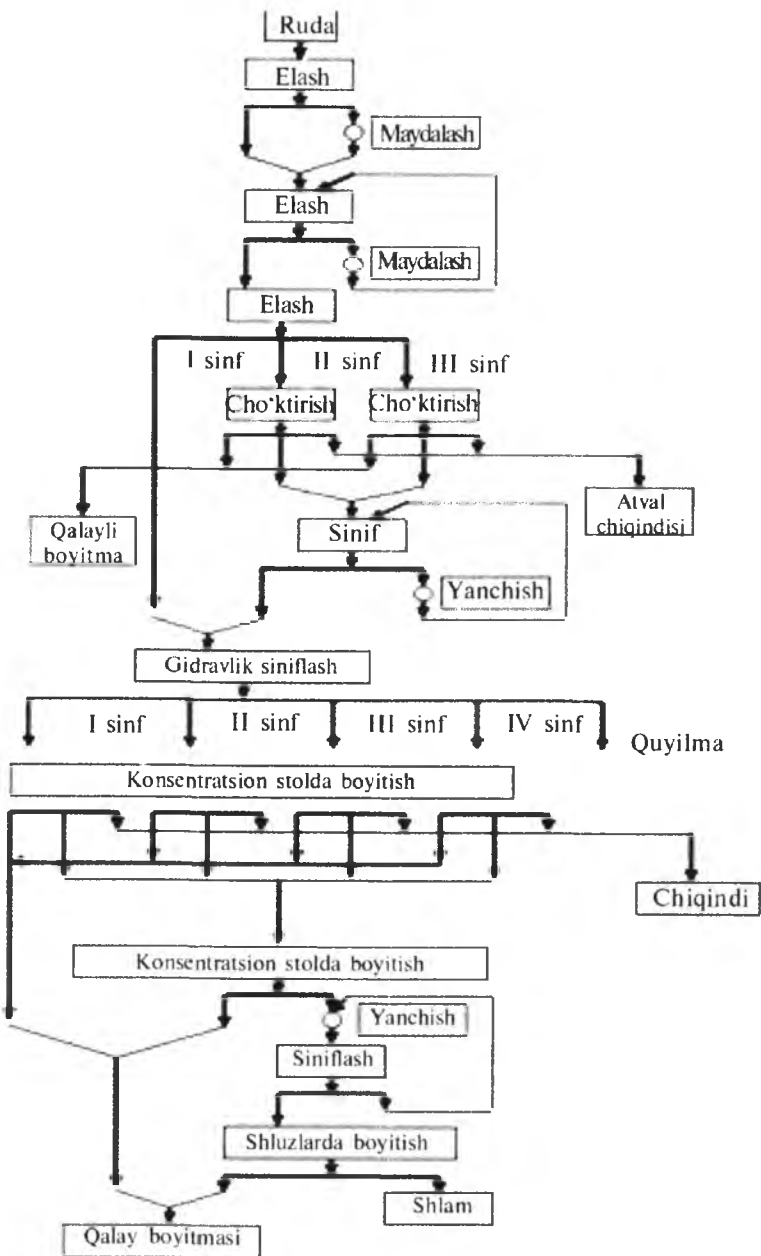
Qalay saqlovchi sochma konlar rudalari nisbatan sodda gravitatsiya sxemalari bo'yicha boyitiladi. Bunday sxemalar odatda qumlarni dezintegratsiyalash va yuvish hamda ularni cho'ktirish mashinalari, konsentratsion stol va vintli separatorlarda boyitishni o'z ichiga oladi. Birlamchi boyitish cho'ktirish mashinalarida amalga oshirilib, xomaki boyitma olinadi va uni qayta tozalash konsentratsion stollarda bajariladi.

Qalayli tub konlar rudalari murakkabroq sxema bo'yicha boyitiladi. (150 rasm Yegorov) Ikki bosqichda maydalangan ruda elash orqali uchta sinfga ajratiladi. Yirik sinflar (II va III) cho'ktirish mashinasiga tushadi va boyitma oraliq mahsulot va tashlab yuboriladigan chiqindi olinadi. Mayda sinf (I) gidravlik klassifikatsiyaga tushadi.

Oraliq mahsulotlar osimtalar yuzasini ochish uchun qayta yanchiladi va ular ham gidravlik klassifikatsiyaga tushadi. Gidravlik klassifikatsiyaning har qaysi sinfi alohida-alohida konsentratsion stollarda boyitiladi. Konsentratsion stollarning oraliq mahsulotlari tozalanadi. Barcha stollar tayyor mahsulot (boyitma) va chiqindi beradi. Tozalash stollarining chiqindilari qayta yanchishdan so'ng avtomatik konsentratsion shlyuzlarga tushadi va ular ham tayyor boyitma va shlamlarni beradi. Shlamlar otvalga jo'natiladi yoki qaytadan boyitiladi.

Bunday sxemalar bo'yicha olinadigan qalayli boyitmalar ular tarkibidagi qalayning miqdorini oshirish uchun qayta tozalanadi.

Qalayli boyitmalarni qayta tozalash usullari ularning moddiy va granulometrik tarkibi bilan aniqlanadi. Qayta tozalashda boyitmadan zararli qo'shimchalar chetlashtiriladi, natijada qalayning miqdori belgilangan chegaragacha ko'tariladi.



2.12. Nikelli rudalarni boyitish texnologiyasi

Sanoatda ikki turdagi nikelli rudalar ishlatiladi: sulfidli mis-nikelli va silikatli mis-nikelli.

Sulfidli mis-nikelli rudalar xol-xolli, yaxlit va tomirli rudalarga bo'linadi. Xol-xolli rudalar katta qalinlikdagi qiya yoki gorizontall uyumlarni hosil qiladi. Ulardagi nikelning miqdori 0,2-2%, mis—1,0-2,2%, kobalt-0,1%, platina guruhi metallari — 1,5-8 g/t. Bu turdagi rudalarning sanoat ahamiyati juda katta.

Yaxlit rudalar xol-xolliga nisbatan yuqoriroq miqdorda qimmatbaho komponentlarga ega: nikel-4,5%, mis-5%, kobalt-0,3-0,5%, platinoidlar-50 g/t gacha.

Tomirli sulfidli konlar oddiy va murakkab tarmoqlanuvchi tomirlarga ega bo'ladi. Ularda: nikel—3-4,7%, mis-0,7-11%, kobalt-0,2-0,5%, platina va oltin-0,1 g/t.

Moddiy tarkibiga, keyingi ishlatilish maqsadlariga kora sulfidli mis-nikelli rudalar 90% atrofida rudali minearallarni saqlovchi yaxlit yoki boy rudalarga bo'linadi. Shu jumladan ular boyitishsiz tog'ridan-tog'ri eritishga tushuvchi 15% sulfidlarni va ruda massasining 5-15% ni tashkil etuvchi xol-xolli yoki kambag'al rudalarga bo'linadi. Bunday rudalar boyitiladi. Sulfidli mis-nikelli rudalarda nikel va misning nisbati 2:1 dan 1:2 gacha tebranadi.

Silikatli nikelli rudalar nurlash posti uchun tipikdir va foizning ondan biri miqdorida nikel saqlaydi. Nikelning asosiy massasi sulfidli mis-nikelli rudalardan olinadi.

Tabiatda 50 tacha nikelli minerallar uchraydi. Nikeli mineral-larning asosiy sanoat axamiyatiga egalari pentlandit, pirrotin (nikelli), nikelin, millerit. Silikatli nikel saqlovchi minerallardan sanoat axamiyatiga egasi garnierit. Sulfidli mis-nikelli rudalarda puch tog' jinslari olivin, dala shpati va h.k. shaklida uchraydi. Peniylandit (Fe, Ni), S_8 31% atrofida nikel saqlaydi. Mineral temir-nikel sulfididan iborat bo'lib, bronza-sariq rangli, metal kabi yaltiraydi, elektr tokini o'tkazadi, kuchsiz magnit xususiyatiga ega, mo'rt.

Pirrotin Fe_{1-x}S $x=0.1-0.2$ FeS dan 14,2% gacha qisman temirga almashinuvchi nikel saqlaydi. Mineral bronza-sariq ranga ega, metal kabi yaltiraydi, magnit xususiyatiga ega.

Nazorat savollari:

1. *Nikelning asosiy massasi qaysi rudalardan olinadi?*
2. *Tabiatda nechta nikelli minerallar uchraydi?*
3. *Qalayli rudalarni boyitishning texnologik sxemasi*
4. *Qalayli tub konlar rudalari va qumlari qaysi usullarda boyitiladi?*
5. *Oltin saqlovchi mayda maxsulotni boyitish uchun qo'llaniladigan dastgohlar.*
6. *Gravitatsion boyitishda dastlabki ruda necha mm gacha maydalanadi?*
7. *Volframli rudalarni boyitish texnologiyasi.*
8. *Mis-molibdenli rudalarni boyitish texnologiyasi.*

3-BOB. Nodir metallarni ishlab chiqarish va rivojlanishi

3.1.Oltin metallurgiyasining dastlabki rivojlanish bosqichlari

Butun dunyoda rudadan rangli metallarni qazib olish jarayoni qimmatlashib bormoqda, buni asosan oltin va kumush misolida ko'rishimiz mumkin. Bunga asosiy sabab qilib quyidagi omillarni keltirishimiz mumkin:

- rangli va nodir metall rudalari zaxiralarining kamayishi va bu metallarni olishga ketadigan xarajatlarning oshishi;
- xom-ashyo mahsulotlari narxining stabillaShuviga milliy va xalqaro bozorlarning doimiy aralashuvlarining kengayishi;
- atrof muhitni muhofaza qilish bo'yicha davlat va xalqaro talablarni bajarish, chiqindilarni zararsizlantirish va chiqindi suvlarni neytrallash jarayonlarning qiyinligi va qimmatligi;
- xom-ashyo va elektr energiya narxininig tez suratda o'sishi.

Shuni e'tiborga olish lozimki, nodir metallarning noyob fizik-kimyoviy xossalari tufayli ularning fan va texnikaning ko'p sohalarida keng qo'llanilishiga olib kelmoqda. Nodir metallarning asosiy vazifasi ulaning yuqori narxi sababli belgilangan bo'lib, bu ularning davlat ichki va tashqi iqtisodiga ta'siri bilan aloqadorligidadir. Nodir metallar metallurgiyasi yo'nalishi juda murakkab soha bo'lib uni egallagan mutaxassisdan nafaqat oltin va kumushni birlamchi xom-ashyodan ajratib olishni, balki ikkilamchi xom-ashyodan ajratib olishni, boyitish jarayonlarini, gidrometallurgiya, pirometallurgiya jarayonlarini chuqur bilishni talab qiladi.

Nodir metallar guruhiga oltin, kumush va platina guruhi metallari ruteniy, palladiy, osmiy, iridiy, platina kiradi.

Oltin, kumush, mis va sof temir bilan birga birinchi metall sifatida qadimdan insoniyatga ma'lum. O'zining jozibadorligi va jilosi bilan odamlar e'tiborini o'ziga tortib kelgan bu metall eramizdan avvalgi 800—1200 yillarda qazib olina boshlagan. O'sha davridayoq oltin taqinchoq, zeb-ziynat va boshqa maishiy jihozlar ishlab chiqarishda ishlatilgan.

Qadimgi asrlarda oltin va kumush Yevropa va Yaqin Sharq, Xitoy, Hindiston xalqlari tomonidan ko'p miqdorda ishlab chiqarilgan va ishlatilgan. Qadimgi grek va rimliklarda oltin qazib olish yuqori darajada bo'lgan.

Qadimgi zamonda asosiy oltin qazib olish markazlari: Afrika, Kichik va O'rta Osiyo, Ispaniya, Kavkaz, Vengriya, Chexiya, Armaniston va Ural, Sibirning tog'li rayonlari hisoblangan.

Qadimgi vaqtda quldorchilik va feodal muhitida oltin qazib olish, qayta ishlash faqatgina qo'l mehnati yordamida amalga oshirilgan. Ruda bo'laklarini maydalash ham qo'l mehnati bilan amalga oshirilgan. Oltinning yirik bo'lakchalarini ushlab qolish hayvonlar terisi va tarnovlarda yuvish bilan amalga oshirilgan.

O'sha davr taraqqiyotidan bizgacha metallarni eritish, oltin va kumush qo'rg'oshin qotishmasidan kupellash usuli bilan ajratib olish, hamda kislotalar yordamida oltin va kumushni ajratib olish usullari yetib kelgan. Bundan tashqari, oltinni yog'li yuzaga ushlab qolish va ajratib olish usuli eramizdan avvalgi 5000-yillarda ma'lum bo'lgan. Tarixiy manbalarga ko'ra, bundan 2000 yil oldin oltinni ajratib olish uchun amalgamatsiya usuli ishlatilgan.

Rim imperiyasi qulab, feodal munosabatlar rivojlangan o'rta asr davrida oltin va kumush qazib olish pasaygan. Yevropa uyg'onish davrida oltin va kumush qazib olish pasaygan. Yevropa uyg'onish davriga kelib, ayniqsa Amerika qit'asi ochilgandan so'ng, oltin qazib olish sezilarli oshdi. O'sha paytda qazib olish ishlarida bir qancha o'zgarishlar qilindi, jumladan, sochma konlarni gidravlik usulda yuvish, ruda suv usulida yanchish, so'ngra tarnovlarda yuvish, amalgamatsiya jarayonlari tatbiq qilina boshlandi. Qadimgi va o'rta asrda qazib olingan oltin miqdori 127000 tonnani tashkil etdi.

XVII asrda oltin qazib olish asosan Braziliya hisobidan oshdi, chunki o'sha payt bu mamlakatda ko'plab oltinning sochma konlari topilgan edi. XIX asr 1-yarmida Rossiya davlati oltin qazib olish bo'yicha yetakchilikka da'vogarlik qildi, chunki Shu davrda Ural va Sibirning oltinga boy sochma konlari ochilib o'zlashtirishga kirishildi. Savdoning rivojlanishi, texnika va sanoatning taraqqiy etishi oltin va kumushga bo'lgan talabni oshirdi, bu esa o'z navbatida yangi konlar izlab topish va ochish

sabab bo'ldi. Kaliforniya (1848 y) va Avstraliya (1851 y) ning boy sochma konlarining ochilishi va tug'ma oltin konlarning topilishi oltin olishining sezilarli darajada o'sishiga olib keldi.

Biroq bu o'sishdan so'ng, ko'p o'tmay XIX asr 2-yarmida oltinga boy sochma konlarning o'zlashtirilib bo'lishi natijasida bu metall qazib olish miqdori kamaydi. Oltin qazib olish miqdorini ko'paytirish maqsadida bir qancha texnik qurilmalar zamonaviylashtirildi, jumladan, sochma konlardan qazib olish va yuvish ishlari mexanizatsiyalashtirildi, bu o'z navbatida avval nosanoat deb hisoblangan kambag'al sochma oltin konlarini ochilishi va o'zlashtirilishiga olib keldi. Sulfidli ruda va konsentratlarni qayta ishlash uchun amalgamatsiya fabrikalari qurildi. Sulfidli rudalarni qayta ishlashda shteynga eritib olish va keyinchalik metall olish usullari ishlatila boshlandi.

Oltin ishlab chiqarish sanoatida ayniqsa ahamiyatli va uzoq ko'tarilish 1890 yildan kuzatila boshlandi. Bu davrda JARning dunyodagi eng yirik va boy oltin konlari ochildi va o'zlashtirila boshlandi. Bir vaqtning o'zida Hindiston (1880-y) va Alyaska (1890-y)da oltin konlari ochildi. 1843-yilda rus olimi Bagration tomonidan kashf etilgan rudalardan oltinni ajratib olish uchun siyanlash jarayonini sanoat miqiyosida qo'llanishi oltin qazib olishda muhim o'rin tutardi. Bu yuqori samarali usul butun dunyo miqiyosiga yoyildi va hozirda oltin ajratib olishda eng ko'p ishlatiladigan va asosiy gidrometallurgik jarayon hisoblanadi. Rossiyada siyanlash jarayoni 1897-98 yillarda Berezov va Kochkar korxonalarida birinchi bo'lib qo'llanildi.

XX asrda dunyoda oltin qazib olish sanoti bir tekis taraqqiy etmadi. Asrning boshlanishidagi tez sur'atlar bilan o'sishni 1914–1918-yillardagi 1-jaxon urushi sekinlashtirib qo'ydi. 1914-yildagi oltin qazib olish sur'atiga faqatgina 1934-yilda erishilib 1940-yilgacha davom etdi. So'ngra, 2-jaxon urushi boshlanishi munosabati bilan yana oltin qazib olish sur'ati kamaydi, 1970-yilgacha oltin kazib olish miqdori sekinlik bilan o'sdi.

3.2. Nodir metallar ishlab chiqarishning hozirgi holati

Oltin qazib olishning tezkor suratda o'sish davri urushdan keyin 1970-yilda Janubiy Afrika Respublikasi hissasiga to'g'ri

keldi, unga asosan 1 yilda JAR 1000,3 t oltin qazib olib, bu butun dunyoda qazib olingan oltinning 80%ni tashkil qildi. So'nggi yillarda JAR oltin qazib olish hajmi 450–500 t gacha qisqardi. shuningdek 2-jahon urushidan so'ng AQSH va Kanadada ham oltin qazib olish hajmi ancha qisqardi. 1995–98-yy.larga kelib esa oltin ishlab chiqarish sanoati yangi oltin qazib olish fabrikalari hisobidan oshdi, bu AQSH, Kanada, Avstraliya, Xitoy, Indoneziya, Papua-Yangi Gvineya davlatlari hissasiga to'g'ri keldi.

Ayni vaqtda oltin qazib olish bo'yicha 1-o'rinni JAR, 2-o'rinni AQSH, 3-o'rinni Avstraliya, 4-o'rinni Kanada, 5-o'rinni Xitoy egallagan (1-jadval.)

Oltinning katta qismi(94–96%) rudalardan qazib olinadi, 2,5–3% esa yo'ldosh usulda boshqa rangli metallarni olish vaqtida qazib olinadi. Biroq yetakchi kapitalistik davlatlar hisoblangan Kanada va AQSHda bu ko'rsatgich 20–25–30%ni tashkil qiladi.

So'nggi yillarda jahon miqyosida oltinga bo'lgan talabning oshishi ko'p miqdorda oltin zahiralarning vujudga kelishiga imkon yaratdi. Jahon iqtisodiyotida ikkilamchi resurslarning qo'llanilishining tinimsiz o'sishiga olib keldi. Oltin zaxiralari taxminan quyidagicha taqsimlanadi: 60% davlat g'aznasida (banklarda), 20% – xususiy qo'lda (tuplanishi) va 20% – qimmatbaho buyumlar holatida (zargarlik va tasviriy ishlanmalar kurinishida) va sanoat mahsulotlari shaklida.

Hozirgi vaqtda oltin metallurgiyasi oldida murakkab tarkibli atalmish sulfidli, mishyakli, surmali va glinali rudalardan oltin va boshqa metallarni to'liq ajratib olish yangi rivojlangan usullar evaziga amalga oshirilmoqda. Bo'tanalardan oltinni sorbsiya usulida ajratib olish keng miqyosida qo'llanilmoqda. Rangli metallarni yo'ldosh usulda qazib olish hajmi yanada kengaymoqda. Oltin ajratib olishning MDH davlatlarida tarqalishi taxminan quyidagicha ko'rinishga ega: rudadan 50%, sochma konlardan 40%, yo'ldosh usulda qayta ishlash 10%ni tashkil qiladi.

3.3. Nodir metallarning iqtisodiyot sohasidagi o'rni

Oltinning eng yaqin xususiyatlarini o'zida jamlagan, ammo havoda uzoq tursa oksidlanib qorayib qoladigan, ayrim kislotalarda

eriydigan kumush ishlab-chiqarish va xalq xo'jaligida ishlatilishi jihatidan oltindan keyingi o'rinda turadi. Oltin o'zining o'zgarmas va nodir xususiyatlari bilan davlatlararo pul muomalasi o'rnida, valyuta 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, miditsinada, kosmik laboratoriyada va stansiya qurilmalarida qotishma-metall sifatida, o'tga va kislotaga chidamli asbob-uskunalarda ishlatiladi. Oltin va uning qotishmalari samalyotsozlik va raketsozlikda yuqori sezgirlikka ega elementlarni oksidnashini oldini olish uchun qo'llaniladigan dastgohlarda ishlatiladi: olovbardosh qotishmalarni payvandlashda, raketsozlikda, reaktiv dvigatellarda, yader reaktorlarida, kosmik kemalarda keng qo'llaniladi. Turli xildagi radio va rentgen dastgohlari ishlab chiqarishda elektronika va elektrotexnikada keng qo'llaniladi.

Kumush sanoatda katilizatorlar sifatida, kumush qoplama, xalq xo'jaligida idish-tovoq tayyorlashda ishlatiladi. Kumush idishlarda saqlangan suv uzoq paytgacha aynimaydi. Platina va platinoidlardan eng sezgir, o'tga chidamli, asbob-uskuna, laboratoriya jihozlari tayyorlashda ishlatiladi. Platina va palladiy neft sanoatida katalizator sifatida keng ishlatiladi. Shu boisdan nodir metallarni ko'proq ishlab-chiqarish zarurdir. Buning uchun rudalar tarkibida murakkab sharoitda bo'lgan nodir metall elementlarini, fan va texnikaning eng ilg'or, faol, samarali yutuqlaridan foydalanish zarur bo'ladi.

Misning asosiy iste'molchilari foto va kinomotografiyada, rentgenografiyada va boshqa foto mahsulotlar olishda ishlatiladi. Shuningdek kumush elektronika va elektrotexnikada, radiotexnika va mashinasozlikda keng qo'llaniladi. Kumushning muhim iste'molchilaridan raketsozlik, kosmik va aviotexnika, dengiz xarbiy qismlar, shuning bilan bir qatorda kumush-rux va kumush-kadmiyli akkumulyatorlar ishlab chiqarish sanoatidir. Hozirgi vaqtda kumushning 70%dan ortig'i sanoat maqsadida ishlatilsa,

qolgan qismi esa tanga tayyorlashda, bezag vositalar va uy ro'zg'or buyumlar tayyorlashda ishlatiladi.

Kumushning asosiy iste'molchilari (t/y): AQSH 3500—4500; Rossiya 1400—1500; Yaponiya 1800—3200; Italiya 900—1100; Angliya 700—850; Fransiya 450—600. Bu davlatlar hissasiga barcha iste'mol qilinadigan kumushning 85% to'g'ri keladi. Kumush ishlab chiqarishning 80% yo'ldosh usulda qazib olishga asoslangan bo'lib faqat 20% gina to'g'ridan to'g'ri rudadan olinadi.

Platina guruhi metallari yuqori karroziyaga chidamli va eng qiyin sharoitlarda ham o'z xususiyatlarini o'zgartirmasligi sababli xalq xo'jaligida keng qo'llanildi.

2-jahon urushiga qadar 60% platina zaragarlik va meditsinada ishlatildi. 2-jahon urushidan so'ng esa shu sohalarida platina qo'llanilishining ulushi 8—10% gacha tushib ketdi. Shuning bilan bir qatorda platina sanoatda keng qo'llanila boshlandi.

Platina guruhi metallarining asosiy iste'molchilari kimyo sanoati, neftni qayta ishlovchi sanoatda, elektrotexnikada va avtomobil sanoatida, shuningdek shisha ishlab chiqarishda, asbobsozlikda va mudoofaa sanoatida keng qo'llaniladi.

Kimyoviy tajriba sharoitida platina tajriba idishlari va dastgohlarida tayyorlashda ishlatiladi. Bu metallar elektrotexnika sanoatida eritmalarda erimaydigan anod shaklida qo'llaniladi, masalan vodorod pereoksid ishlab chiqarish sanoatida, perxlorat olishda keng qo'llaniladi. Platina va palladiy qoplamalari reaktorlar va maxsus idish va dastgohlar tayyorlashda ishlatiladi.

Kimyo sanoatida platina va palladiy maxsus machalkalar olishda, panjaralar tayyorlashda, similar listlar va kolloidlar olishda qo'llaniladi, shuningdek organik va neorganik mahsulotlar olishda katalizator sifatida ishlatiladi. Ularni azotdan ammiak ishlab chiqarishda ishlatiladi. Katalizator sifatida platinining qotishmalari ya'ni palladiy-platinali, rodiyli, iridiyli va ruteniyilari ishlatiladi.

Elektrotexnika sanoatida, elektronika va asbobsozlikda platina keng qo'llanilib, platina qotishmalari kontaktlar tayyorlashda, elektr qarshilik asboblari, potensometr olishda, elektr saqlagich ishlab chiqarishda, rentgen quvurlarini elektrodleri olishda, aloqa vositalarida, astronomik asboblari olishda ishlatiladi.

Platina va rodilyli qotishmalar yuqori haroratni o'ldhovchi termoparalar olishda ishlatiladi(1300–1800 °C). 40% Ir va 60% Rh li qotishmalar 2000–2300 °C temperaturani o'ldhashga bardoshlidir.

Ruteniy yuqori zichlikka ega bo'lgan detallar tayyorlashda keng qo'llaniladi.

Osmiy va Iridiy juda yuqori qattiqlikka egaligi bilan boshqa metallardan ajralib turadi va shuning uchun yuqori aniqlikka ega bo'lgan o'ldhov asboblari olishda ishlatiladi. Platina va kobalt qotishmasi kuchli doimiy magnit olishda ishlatiladi.

Meditzinada platina va uning qotishmalari igna, shprislar tayyorlashda ishlatiladi. Palladiy tish protezlari olishda ishlatiladi.

Palladiy va ruteniy bir muncha platinadan arzon bo'lib, boshqa qimmat metallarni o'rnini almashtirish uchun ishlatiladi.

Nazorat savollari:

- 1. Nodir metallarga qaysi metallar kiradi?*
- 2. O'rta asrlarga kelib oltin qazib olishning o'sishiga asosiy sabab nima?*
- 3. Oltin ishlab chiqarishning zamonaviy ahvoli haqida so'zlab bering'*
- 4. Osmiy va Iridiy nimasi bilan boshqa metallardan ajralib turadi?*
- 5. Platina va rodilyli qotishmalar nimalarda ishlatiladi?*
- 6. Platina qayerlarda qo'llaniladi?*
- 7. Misning asosiy iste'molchilari.*
- 8. Davlatlararo tovar ayirboshlashda qaysi metal muomala vositasidir?*

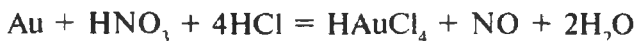
4-BOB. OLTIN, KUMUSH VA ULAR BIRIKMALARINING XOSSALARI

Oltin-oltinrang, sariq, yengil bolg'alanuvchan, yumshoq metall, tomonlari markazlashgan yumshoq kristalli panjaraga ega, $a = 4,0704 \text{ \AA}$, kumush ham yumshoq metall bo'lib, faqat ranggi "kumushsimon" oq, $a = 4,0772 \text{ \AA}$. Ularning fizik kimyoviy xususiyatlarining o'ta yaqinligidan, bir-biridan cheksiz eriy oladigan qotishmalar qatorini hosil qilishi mumkin. Quyidagi 1-jadvalda oltin va kumushning xususiyatlari ko'rsatilgan.

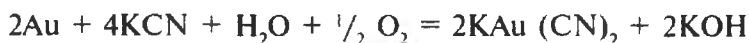
4.1. Oltinning fizik-kimyoviy xossalari

Kimyoviy faol bo'lmagan element. Elektronga nisbatan olganda eng nodir metaldir. Hatto yuqori haroratlarda ham kislorod, azot, vodorod va uglerod bilan kimyoviy reaksiyaga kirishmaydi. Kimyoviy birikmalarda u bir va uch valentlidir. Ammo uning birikmalari uncha kuchli bo'lmay, tezda metall xoliga qaytariladi. Suvli suyuq eritmalarda, masalan: $\text{Au} = \text{Au} + e$; elektron potentsiali $\varphi = 1,686$ va $\text{Au} = \text{Au} + 3e$ reaksiyasi uchun, elektron potentsiali; $\varphi = 1,506$. Shuning uchun oltin ishqorlarda, kislotalarda (azot, sulfat, xlor, organik) erimaydi.

Biroq oltin kislotalar aralashmasi: xlor bilan azot, sulfat bilan manganesli, sulfat bilan azotlarda eriydi. "Shox arog'i" deb ataluvchi, bir xissa azot va 3 hissa xlor kislotasi aralashmasi, sulfat va manganes kislotasi, sulfat va azot kislotasi aralashmalarida eriy olishi mumkin. "Shox arog'i" eritmasida oltin quyidagi reaksiya buyicha eriydi:



Bu eritma sekin-asta bug'lantirilsa oltin xlor vodorodi sariq kristallari cho'kmasi hosil bo'ladi: $\text{AuCl}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$. Shuningdek, oltin Na va K sinil tuzlarida kislorod va havo yordamida eriydi:



Oltin oksidlari Au_2O va Au_2O_3 quyidagi gidrooksidlarni qizdirish yo'li bilan olinadi: $AuOH$ va $Au(OH)_2$.

AuO ya'ni, oltin ikki oksidi qulrang binafsha tusli poroshok $20^\circ C$ da elementar moddalarga parchalanib ketadi. Oltinning kislorodli birikmalari beqarordir. Ular tez parchalanib ketadilar. Oltinning bir valentli tuzlari ham beqaror, ular ham tez parchalanadi.



Ular ammiak bilan kompleks hosil qiladilar: $(AuCl, NH_3; AuCl [2NH_3]$ va h.k.) oltin sinal kompleks tuzlari beqaror va ular suvda yaxshi eriydilar: $[Au(CN)_2]$; $140-150^\circ C$ da xlorli havoda qizdirilgan oltin, oltin xloridi hosil qiladi. $AuCl_3$ va $180-190^\circ C$ da $AuCl$ hosil qiladi.

Oltin monogalogenadi turlicha tovlanuvchi sariq tusga bo'yaladi.

Oltin monofloridi AuF faqat bug' xolida mavjud. Oltin tragalogenadi AuS — suvda eriydi. Oltin ftori AuF — zangori rangda, $500^\circ C$ da parchalanadi. Oltin xlor tuzlari $AuCl$ — nina shaklidagi kristallar bo'lib qizil rangga egadir. Erish temperaturasi $288^\circ C$.

Oltin brom tuzi $AuBr$ — to'q qo'ng'ir rangli, suvda erimaydi. Kaliy bromli eritmada oltin brom tuzi hosil bo'ladi:



Oltin yod AuI_3 — tuzi to'q yashil, suvda erimaydi. Oddiy temperaturada oltin yod birikmasi AuI_3 hosil bo'ladi. Oltin sinil kompleks tuzlari $K[Au(CN)_2]$; $Na[Au(CN)_2]$; $Ca[Au(CN)_2]$ suvda yaxshi eriydilar. Ular katta amaliy ahamiyatga egadirlar.

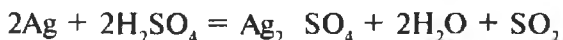
Tiomochevina eritmasida oltin erib tiokorbomid oltin tuzi hosil qiladi. Ammo bu reaksiyaning borishi uchun oksidlovchi bo'lishi shart. Shunda u $AuCl \cdot 2CS (NH_2)_2$ — hosil qiladi.

4.2. Kumushning fizik-kimyoviy xossalari

Kumush kimyoviy birikmalarda bir valentli, ammo uning 2 va 3 valentli bo'la olish xollari ham uchraydi.

Uy sharoitida, namli havoda kumush metalli sirtida yupqa 12A, qalinlikdagi kislorod pardasi hosil bo'ladi. Harorat osha borishi bilan, kislorod pardasi ham qalinlashadi. Harorat 400°C ga yetganda kislorod kumushda Ag_2O sifatida eriydi. Bosim 414 at bo'lganda Ag-O_2 sistemasida 507°C da evtektika holati quzatiladi (etektika shu birikmada ikki elementning bir-birida eriy olish qobiliyatidir), (masalan $\text{AgO}_2-51\%$). Eriyotgan kumush o'ziga kislorod yutadi, sovuganda u gaz sifatida ajralib chiqadi. Kumush oksidlanadi: Ag_2O , AgO , Ag_2O_3 lar malum. Azot va vodorod bilan kumush o'zaro reaksiyaga kirishmaydi. Ammo aseton yoki spirtlarda Ag_2O va AgN hosil bo'ladi. Yuqori haroratda S kumush bilan kumush garbidi Ag_2C_2 , fosfor bilan AgP , Ag_2P_3 va AgP_2 hosil qiladi.

Azot kislotasida va konsentrlangan sulfat kislotasida kumush yaxshi eriydi.



Kumush sulfati oq tusli rombik shaklidagi kristallar bo'ladi. Azot kislotasi kumushni uy haroratida erita oladi:



Kumush nitrat AgNO_3 — romb shaklidagi rangsiz kristallardir.

Yuqori haroratda kumush va HCl o'rtasida muvozanatli reaksiya yuz beradi:



Ftor bilan kumushning quyidagi birikmalari mavjud: AgF_2 , Ag_2F , AgF .

Kumush birikmalarida kumush xlorid AgCl - amaliy ahamiyatga egadir. U oq kristalli modda, odatda kumush xlorid kumush azot tuzlari ta'sirida cho'kmaga AgCl sifatida o'tiradi. Kumush xlorid tuzi fotomateriallar tayyorlashda keng qo'llaniladi. Kumush xlorid kosmik nurlanishlarda detektorlar sifatida ishlatiladi. U medisinada ham ishlatiladi. Kumush brom birikmalari kumush yod ham fotomateriallar tayyorlashda ishlatiladi. Kumush sulfid- AgS -tabiatda argentit minerali sifatida uchraydi. Oltin kabi kumush ham sinil kislota tuzlari bilan kompleks birikmalari hosil qiladi. Bu esa kumushni rudalar tarkibidan eritib ajratib olishda juda qo'l keladi.

Nazorat savollari:

1. Oltin va kumush qanday fizik xususiyatlarga ega?
2. Oltin (I) qanday kimyoviy xossalarga ega?
3. Oltin (III) qanday kimyoviy xususiyatlarga ega?
4. Kumushning kimyoviy xususiyatlarini, reaksiya tenglamalarini yozib tushuntiring.
5. Oltinni sianli eritmada erishining kimyoviy tenglamasini yozing.
6. Oltinni tiomochevinali eritmada erishining kimyoviy tenglamasini yozing.
7. Oltin qanday minerallar holida uchraydi?
8. Kumush qanday minerallar holida uchraydi?

5-BOB. OLTIN VA KUMUSH QOTISHMALARI VA MINERALLARI

Hozirgi kunda oltin va kumushning juda ko'p qotishmalari mavjud. Ular yaxshi o'rganilgan. Bu qotishmalar katta amaliy ahamiyatga ega.

5.1. Oltin qotishmalari

Oltin kumush bilan birinchi turdagi uzluksiz qattiq eritmalar qatorini mavjud qiluvchi qotishmalar hosil qiladi. Au-Ag qattiq eritmasi sariq-yashil rang kasb etadi. Moddalar 50% dan aralashganda qotishma rangi och sariq tusga kiradi. Oltin va kumush qotishmasi "yumshoq" va yaxshi bolg'alanish xususiyatiga ega. Oltin va palladiy qotishmasi ham kumush-oltin qotishmasi kabi cheksiz eritma qatorini tashkil etadi. Shu boisdan ham Ra(palladiy) tish-protez texnikasida ishlatiladi.

Oltin mis qotishmasi 2-tur holat diagrammasiga xos, uzluksiz eritma qatorini hosil qiladi. Bu eritmada eriy olish minimumi 884°C da 18% Su ga teng. Au-Su qotishmasi qizil-sariq tusga kiradi. Tish-protez texnikasida keng ishlatiladi. Au-Su qotishmasi Au ga qaraganda qattiq va mustaxkamdir. Mis odatda oltin va kumush pullariga qattqlik berish va ishlatilganda yemirilib ketishdan asrash uchun liggatura sifatida qo'shiladi.

Oltin bilan qo'rg'oshin qotishmasi, "verkbley" ya'ni oltin--qo'rg'oshin aralashma eritmalaridan oltinni kopelyasiya (qo'rg'oshinni bug'lantirib haydash) yo'li bilan rafinasiya (tozalash) uchun amaliy ahamiyatga ega.

Oltin-qo'rg'oshin qotishmasi 2 ta kimyoviy birikmalar Au, Pb va AuPb_2 . Au-Pb qotishma 15% Pb da evtetik qotishma hosil qiladi. Qo'rg'oshin oltin kristallari orasida erimay qotadi va shu boisdan bu qotishma mo'rt bo'ladi. Taxminan $700-80^{\circ}\text{C}$ da PbO sifatida bu qotishma tarkibidan qo'rg'oshin uchib ajraladi.

1. Amaliy pirometallurgiya jarayonida qo'rg'oshin erigan xolda oltinni o'zida "yutib" to'play oladigan kollektorga aylanadi.

Qo'rg'oshin erigan xolda oltinni 14,8% gacha Au to'play oladi.

Oltin surma donogramma sistemasi 25% Pb da evtektika hosil etib, 46°C da eriydi. Oltin tarkibidagi surma, oltinga yomon xislat beradi, qotishma sifatini buzadi. Surali oltin past navli hisoblanadi. Oltin va qalay AuSn_3 va AuSn_4 birikmalarini hosil qilib 250 va 309 °C da eriydi. Oltin-rux birikmasi katta ahamiyatga ega. Bu qotishmaning Au_3Zn , AuZn , AuZn_2 kimyoviy birikmalari mavjud. Oltin va simob qotishmasi katta fazaviy va amaliy ahamiyatga ega. Bu birikma asosida oltinni amalgamalash yo'li bilan rudalar tarkibidan ajratib olish kashf etilgan. Oltin-simobning uchta AuHg_2 , Au_2Hg , Au_3Hg birikmasi mavjud.

5.2. Kumush qotishmalari

Ko'pgina metallar suyuq holatda kumushda eriy oladi. Au va Ra kumushda butunlay eriy oladi. So, Fe, St, V, W. Ta kumushda erimaydi. Quyidagi metallar: Bi, Cu, Ge, Ni, Pb, Na, Te estetik birikmalar hosil qiladi. Keyingi elementlar: Al, As, Sb, Ba, Cd, Ca, Sn, Ga, Be, Hg, P, Pr, Se, St, S, Te, Ta, Tz, Zn, Zr kumush bilan intermetall birikmalar hosil qiladi. Boshqa metallar kumushga, oltingugurtga qarshi mustahkam bo'lishini va qattikligini ta'minlash uchun qo'shiladi. Kumush va mis qotishmalari zargarlik buyumlari, tish-protez ishlari, chet elda tanga pullar zarb qilishda ishlatiladi. Kumush palladiy bilan yumshoq qotishma hosil qiladi va oksidlanmaydi. U Pd bilan qattiq eritma hosil qiladi. Kumush Pt bilan Ag_3Pt , AgPt , AgPt_2 intermetalli qotishmalar hosil qiladi. Ag-Pt qotishmalari zargarlik buyumlari tayyorlashda ishlatiladi. Uchlik qotishmalar Ag-Cu-Pt, Ag-Pd-Pt, Ag-Au-Pt kimyoviy mustaxkamlash va tish-protez ishlarida qo'llaniladi. Kumush-simob birikmasi xuddi oltin-simob birikmasi kabi amalgama yo'li bilan kumushni xom-ashyolar tarkibidan ajratib olishda qo'l keladi.

5.3. Oltin va kumushning ruda tarkibida qatnashish

Oltin ruda konlari haqida qisqacha ma'lumotlar. Oltin yer qobig'ida juda kam 5x10 % (≈ 5 m/t) miqdorda mavjud. U simobga

qaraganda 200 marta kam. Ayrim qazilmalarga ko'ra oltin, konlar hosil bo'lishining so'ngi bosqichida gidrotermal eritmalardan ajralib, turli moddalar tarkibida, oralig'ida turli zarralar xolida qotgan emish.

Masalan, shu sababdan oltin, kvars, turli sulfidlar, ko'pincha pirit va arsenopirit tarkibida jamlangan. Oltin qota borib boshqa birikma va minerallar ustidagina emas, balki ichki tarkibida ham qotgan.

Ayrim hollarda oltin mayda "dispers" zarralar shaklida ajralib kelgan.

Ayrim hollarda oltin zarralari birikib, yirik donador-tug'ma oltin, sof oltin konlarini, minerallarini hosil qilgan. Ayrim sharoitlarga ko'ra gidrotermal eritmalardan kvarsli oltin kon rudalari vujudga kelgan. Bunday rudalarda kvars xalaqit beruvchi jins shaklda ishtirok etadi. Ayrim xolda oltin sulfidlar bilan adashgan xolda uchraydi. Odatda yaxlit sulfidli oltin rudalari ham uchraydi, o'z navbatida bunday rudalar rangli metall rudalarini tashkil etadilar. Tug'ma oltin konlari shu tariqa vujudga kelgach, tabiiy sharoitga ko'ra ular, erroziya, yemirilish, hamda daryo suvlari, shamol-to'fonlar ta'sirida parchalanish, mayda zarra va qumlar shaklida boshqa joyga "ko'chib" tuplanadilar va sochma oltin konlarini vujudga keltiradilar.

Tug'ma oltin konlari O'zbekistonning Zarafshon va Uchquduqda — Muruntov, Daugiz tog', Amantay tog', Marjonbuloq, Toshkent viloyatidagi Kovuldi, Qizil olma, Namangan viloyatidagi Pirmirob, Uzoksoy kabi konlarda uchraydi. Sochma oltin zarralari qadimda Angren (Oxangaron) daryo bo'ylarida uchragan tug'ma oltin kon tuzlari bir necha xil bo'ladilar. Bular quyidagicha:

1. Kvars — tomirli, amalda sulfidsiz bo'ladi.
2. Kvars — piritli konlar. Bu konlarga Uraldagi Berezovskiy, O'zbekistondagi Muruntov, Ko'chbo'loq, Kovuldi konlari kiradi.
3. Kvars — arsenopirit konlari. Bunday ruda kon turlariga UXDdagi Kuchkorli, Ettisuv, Daug'iz — tog' kabilar kiradi.
4. Kvars — surmali rudalar. Bunday konlar Armashevsk (Rossiya), Amantay-tog', Zarafshon (O'zbekiston) konlari kiradi.
5. Mis — sulfidli oltin tarkibli tomirlar (Toshkent viloyati qolmoqir va Sariqcho'qqi konlari, Olmaliq OTMK) kiradi. Sanoat

miqyosiga ega bo'lgan konlar Qozog'istonda, g'arbiy Sibirda 20 ga yaqin kvars-oltin va sochma konlar mavjud. Qadimdan beri ishlatilib kelingan konlar Sharqiy Sibirda, Yequvtistonda, Uzoq Sharqda ma'lumdir.

5.4. Oltin minerallari

Ruda tarkibida uchraydigan oltinlar asosan katta va kichik bo'lgan, turli shakllardagi tug'ma oltinlardir. Oltin boshqa elementlar bilan kimyoviy birikmalar hosil qilmaydi. Uning boshqa metallar bilan eritma— qotishmalari tabiatda uchraydi. Kimyoviy birikmalarida tellurid va selenid shaklda minerallari uchraydi. Oltin minerallari tarkibidagi aralashmalar — kumush, mis, temirdir.

Oltin zarralarining o'lchamlari va qaysi minerallar tarkibiga aralashgan bo'lishi uni tanlab eritish, sorbsiya, ekstraksiya, amalgamatsiya yo'li bilan ajratib olinishini belgilovchi xossa hisoblanadi. Ayrim xollarda oltin zarralar usti, kislorod — oksidlar pardasi bilan qoplanib, uning ajratib olinishini qiyinlashtiradi.

Oltin ya'ni nodir metallar metallurgiyasi ustida katta xizmatlari bo'lgan I.N. Plaksinining ko'rsatishicha, oltin sirtidagi oksid parda quyidagicha bo'lishi mumkin .

1. Sulfidli minerallar bilan birikkan oltin zarralar (arsenopiritli, galenitli).

2. Temir oksidining mustaxkam qobig'i.

3. Argentitli qora tusli qobiq

4. Oltin ustidagi rangli tovlanmalar

Oksidning qora pardalar, Oltin va kumushning asosiy minerallari 2-jadvalda keltirilgan.

Oltin zarrachalarining shakllari ularni gravitatsiya usuli, gidrometallurgiya usullari bilan ajratib olinishida qo'l keladi.

Masalan "ilmokli" shakldagi oltin zarralari gravitatsiya dastgohlarida yaxshi ilinadi va ajratib olinadi .

Oltin zarrachalarining o'lchami rudalarni qaysi o'lcham (sinf-klass) gacha maydalaydi, ya'ni oltin sirtini "ochish" lozimligini bildiradi. Tajribalardan ko'rinadiki, oltin zarralari kancha yirik bo'lsa, uni ajratib olish oson, qancha mayda bo'lsa ajratib olish ham juda murakkab jarayondir.

5.5. Kumush minerallari

Oltin singari kumush ham tabiatda sof, yani tug'ma kumush metall xolida uchraydi. Ammo oltindan farqli, kumush kimyoviy birikmalar hosil qilib, minerallar tashkil etadi. U oltingugurt birikmalari tashkil etib sulfidli rudalar tarkibida qatnashadi, yoki mayda-dispers zarrachalar sifatida tarkib topadi. Kumushning sirti malum darajada kislorodli parda va oksidli parda bilan qoplanadi.

Kumushning minerallaridan quyidagi birikmalar mavjud:

1. Kerargirit Agel minerali oksidlangan rudalarda uchraydi.
2. Argentit yoki kumush yaltirogi- Ag_2S sulfidli rudalarda uchraydi, ko'pincha tarkibida Cu_2S bo'ladi.
3. Getit Ag_2Te minerali gidrotermal konlarida uchraydi.
4. Surma-kumush, mishyak-kumush sulfidli minerallari: stefanit $5\text{Ag}_2\text{SxSb}_2\text{S}_3$, pirargirit $3\text{Ag}_2\text{SxAs}_2\text{S}_3$, diskrazit As_3Sb_2 polimetall rudalarda ko'p tarkalgan.

5.1.-jadval

T/r	Mineral	Miqdori, %	
		Au	Ag
1	Oltin	70-100	0-30
2	Elektrum Kyustelit	5-70	30-50
3	Kumush	10-28	72-90
4		0-0,8	98-100
5	Misli oltin	74,3-80,1	2,3-80
6	Parledit	85,48	4,2
7	Molodonit	64,5	-
8	Oltin amalgamalari	34,2-41,6	0-5
9	Misli kumush	-	90-94
10	Kumush amalgamalari	0-0,8	15,8-95,3
11	Ruxli kumush	-	97,84
12	Platinali oltin	86,0	3,0
13	Iridiyli oltin	62,1	2,1
14	Radiyli oltin	88,4	-

5. Polibazit $9(\text{Ag}, \text{Cu})_2\text{x} (\text{Sb}, \text{As})_2\text{S}$ va kumush tarkibli tetraedrat $3(\text{Cu}, \text{Ag})_2\text{SxSb}_2\text{S}_3$

6. Argentoyarazit $\text{AgFe}_3 (\text{OH})_6 (\text{SO}_4)_2$ – temir tug'ma (jeleznie shlyapi) toshida bo'ladi.

Nazorat savollari:

1. Oltinli tub konlar qanday hosil bo'ladi?
2. Oltinli sochma konlar qanday hosil bo'ladi?
3. Oltinni qaysi kon rudalaridan ajratib olish oson va arzon?
4. Respublikamizda oltin qaysi konlar rudalaridan ajratib olinadi?
5. Oltinli rudalarni qayta ishlash texnologiyasi qaysi jarayonlarni o'z ichiga oladi?
6. Oltin ajratish korxonalarining oxirgi mahsulotlari nima deb ataladi?
7. Kumush olishning asosiy manbalari qaysilar?
8. Oltin boshqa elementlar bilan kimyoviy birikmalar hosil qiladimi?

6-BOB. RUDALARNI OLTIN VA KUMUSH AJRATIB OLISHGA TAYYORLASH

Hozirgi kunda oltin va kumush tug'ma konlarning rudalaridan gidrometallurgiya jarayonlari va kombinatsiyalashgan usul jarayonlari yordamida ajratib olinadi. Bu usullar xilma-xil va rang-barangdir. Hozir O'zbekiston sharoitida, rudalar tarkibidagi oltin va kumush sorbsiya, ekstraksiya, ion almashuvchi smolalar yordamida, yer ostida tanlab eritish, to'plab eritish, kimyoviy boyitish, gidrometallurgik jarayon, rux kukunni bilan cho'ktirish orqali ham ajratib olinmoqda. Ayrim hollarda, rudaning sulfidli turlari bo'lsa flotatsiya usulini jarayon tarkibiga kiritish orqali, agar oltin zarralar qatnashsa-gravitatsiya usulidan foydalanish orqali, agar rudada volfram, qalay, temir-pirit minerallari bo'lsa gravitatsiya, magnit, elektr, hatto bakterial-eritish kabi usullarni joriy qilish bilan ajratib olinadi. Oltin-metallurgiya jarayon texnologiyasi mutaxassisdan chuqur bilim, topqirlik, zexn, zukkolik, chidam-bardoshlik, qat'iyatlik va hozir javoblikni talab etadi. Ruda o'lchamlari 200–300 mm dan: 1200–1500 mm kattalikda bo'ladi. Bu rudalarni maydalab yanchib, bazan 0,15–0,074 mm gacha keltirib, ishlov berish lozim bo'ladi.

6.1. Oltin tarkibli rudalarni maydalash va yanchish

Bu jarayonlarning asosiy maqsadi rudalar tarkibidagi oltin-ni, oltinli minerallarni ochish, yuzini keyingi gidrometallurgiya yoki boyitish usullari uchun moslashtirishdir.

Maydalash va yanchish jarayoni, barcha sarf xarajatning 50% ni tashkil etadigan og'ir va murakkab ishdir. Shu boisdan oltinli zarra ochilib, u boyitish va gidrometallurgiya jarayoniga yaroqli bo'lsa, o'ta yanchishning zarurati yo'q. Oltin va kumush zarrasi – ochilib, uni gidrometallurgiya usulida eritib, kimyoviy ajratib

olishga yaroqli xolda qoldirish maqsadga muvofiqlidir. Tabiatda yirik oltin zarralari bilan, bir qatorda o'ta mayda oltin zarralari mavjud. Shu boisdan rudalarni 0,4mm dan 0,074cmm gacha maydalash lozim bo'ladi. Ko'pincha rudaning maydalash darajasini, shu ruda tarkibidagi halaqit beruvchi moddalarning borligi belgilaydi. Odatda rudalar yirik, o'rta va kichik o'lchamda maydalash bilan bosqichma-bosqich amalga oshiriladi. Bunda xar bir maydalashdan so'ng orada g'alvirlash jarayoni qo'yiladi. Maydalash uchun ko'nusli, jag'li, qisqa ko'nusli maydalash mashinalari, (drobilkalar) ishlatiladi. Ikki bosqichda maydalash bajarilgach ruda o'lchami — 20 mm ga, uchinchi bosqichga — 6,0 mm ga etadi. Uchinchi bosqichda maydalangan material ho'l-namli holatda sterjenli yoki tegirmonlarda yanchiladi. Yanchish jarayoni ham ikki bosqichda amalga oshiriladi. Po'lat sharlar har 1 t ruda uchun 1-5 kg sarf bo'ladi. Bunda oltin zarralari ham yalloqlangan po'lat sharlar yuzasiga singib botib yo'qolishi quzatiladi. Shu boisdan Janubiy Afrika respublikasi (JAR)da ikkinchi bosqichdagi yanchish ruda-tosh tegirmonlarda yanchishga o'tildi. Muruntov Oltin saralash fabrikasida ham, qisman ruda-po'lat sharli tegirmonda yanchiladi. Bunda ma'lum darajada shar sarflanishi tejaladi .

Sharsiz, quruq xolda yanchish (Aerofol tegirmonida) bu borada iqtisodiy tejashni ko'zda tutadi. Aerofol — qisqa barabanli, diametri 5,5—11 m, uzunligi diametrining $\frac{1}{3}$ ga teng. Tegirmonlar ichki tomonidan futerovka orqali muxofazalanadi, diametrlar qarama-qarshi tomonda relslar qo'yib, rudalar tashib maydalanishini tezlashtiradi.

Yon tomon qopqoqlarida uchburchak kesimli, yo'naltiruvchi xalqalar bo'lib, ular rudalarni-tegirmon markaziga yo'llaydi. Boshqa ko'rinishdagi tegirmonlardan biri-kaskad tegirmonidir. Bu tegirmon suvli holda rudalarni yanchadi .

Bizdagi oltin fabrikalarida asosan barabanli, suvli tegirmonlar ishlatiladi. Tegirmondan chiqqan bo'tana (panjarali tusiq orqali spiralli so'ngra gidrosiklon-klassifikatorlariga (tasniflovchi) o'tkaziladi. Tegirmon yonidagi spiralli klassifikatorlar yirik ulchamli 1—3 mm rudani qaytarib tegirmonga yuklaydi. Gidrosiklon odatda

2-bosqichda maydalovchi tegirmondan o'tgan bo'tanani tasniflashga ishlatiladi.

Gidrosiklonda bo'tana qum va sliv(suyuqbo'tana) ajratiladi. Qum qaytatadan maydalanadi va sliv keyingi operatsiyaga junatiladi

6.2. Saralash va yirik donador rudalarni dastlabki boyitish

Saralashdan kuzatilgan maqsad rudalar tarkibidan bo'sh jinslarni yoki oltin zarralarini ajratib olishga qaratilgan xarakatdir. Ruda tarkibida ko'plab bo'sh jinsni chiqarib tashlab, oltinga boy yarim mahsulot – boyitma (konsentrat) olishga erishiladi.

Saralashning qadimiy-sodda va klassik usuli oddiy qo'lda saralashdir. Unda ruda bo'lagi 30-50 mm bo'lishi mumkin.Saralash konveyerga vibratsiya xarakati beriladi. Qo'lda saralash mashaqqatli va unumsiz bo'lganidan, bu ish mexanizmlar yordamida gravitatsiya usullari yordamida amalga oshiriladi.

Og'ir qorishma (suspenziya) yordamida boyitish, saralashni birmuncha jadallashtiradi. Og'ir suspenziyaga sulfid-oltin mineral zarralar cho'kib, engil fraksiyaga bo'sh tog' jinslari ko'tarilib qalqib chikadi.

Nazorat savollari:

- 1. Maydalash va yanchish operatsiyalariga sarflanadigan energiya sarfi qancha?*
- 2. Maydalash jarayoni oltinni ajratishda qanday ahamiyatga ega?*
- 3. Maydalash va yanchish sxemalari rudaning qaysi xususiyatlariga qarah tanlanadi?*
- 4. Ruda tayyorlash operatsiyalari qaysi jarayonlarni o'z ichiga oladi?*
- 5. Maydalash sxemalariga dastlabki elash operatsiyalari nima maqsadda kiritiladi?*
- 6. Maydalash sxemalariga tekshiruvchi elash operatsiyasi qanday maqsadda kiritiladi?*
- 7. Qaysi hollarda rudani yanchish uchun o'z-o'zini yanchish tegirmonlari qo'llaniladi?*
- 8. O'z-o'zini yanchuvchi tegirmonlarning afzalliklari nimada?*
- 9. O'z-o'zini yanchuvchi tegirmonlarning kamchiligi nimada?*
- 10. Bolg'achali maydalagichlar qanday rudalarni maydalash uchun ishlatiladi?*

7-BOB. RUDA TARKIBIDAGI OLTINNI GRAVITATSIYA USULIDA AJRATIB OLISH

Juda qadim zamonlardanoq odamlar oltin va tarkibida oltin bo'lgan rudalarning zarralari boshqa tog' jinslaridan og'irroq ekanini anglab etganlar.

Shu boisdan qiya tekislikdagi tarnovlarda suvda oqizilgan oltin qumlari og'ir va engil qismga ajraldi. Shu tariqa gravitatsiya usulida boyitish vujudga keldi. Oltin qumlari turli yuvish idishlarida, nov vatarnovlarda, harakatdagi elak-g'alvirlarda yuvildi. Ayrim xolda rudalar suv tosh tegirmonida maydalanib, kiya suv ariq-tarnovida yuvildi.

Shunday usul qoldiq namunalarini 1976-yil Toshkent viloyati Olmaliq shaxriga 5 km g'arbi-janubda joylashgan Tukkent X-XII asr shaxar xarobalaridan arxeologiya — qidiruv ishlari paytida topdik.

Ko'pincha suvda yuviladigan oltin qumlarda tuproq zarralari bo'ladi. Shu sababga ko'ra oltin qumlar 4 toifaga bo'linadi.

1. Yengil yuviluvchi (3—10% loyqali).
2. O'rtacha yuviluvchi (10—30% loyqali)
3. Qiyin yuviluvchi (30— 60% loyqali)
4. Juda qiyin yuviluvchi (60—80% loyqali).

Qum yuvish dastgohini tanlashda, xom-ashyo tarkibidagi oltin zarra o'lchami va shakli asosiy rol o'ynaydi.

Donador oltin zarralarni boyitishda cho'ktiruvchi (otsadochnaya mashina), shlyuz (qiya tarnov) boyitish stoli (konsentratsiya stoli) ishlatiladi.

Olingan yarim mahsulot-simob bilan qorishtirilib-amalgamantiriladi. Suv havzalaridagi oltinni yuvishda suv xavzalarida suzib yurib ishlaydigan, o'zida oltin saralash uskuna va dastgohlarini jamlagan moslama-kema "Dragalarda" amalga oshiriladi.

7.1. Tug'ma kon oltin tarkibli rudalarini gravitatsiya usulida boyitish

Ruda tarkibida ko'pincha 0,246 mm va undan yirik oltin zarralar uchrashi mumkin. Bunday oltin zarralari nafaqat flotatsiya usulida, balki gidrometallurgiya jarayonlarida ham ajralishi qiyin. Bunday xolda, oltin zarralarini gravitatsiya yo'li bilan avvaldan ajratib olish, imkon beradi. Shu yo'l bilan dastlab ajratib olingan oltin tezroq iste'molga tushadi, u erimay qolish, saralanmay qolish xavfini chetlab o'tadi, tug'ma oltin kon rudalarini gravitatsiya yo'li bilan boyitishda: cho'ktirish mashinasi, shlyuzlar, boyitish stollari, oltin qopqon (lovushka)lar qo'l keladi.

7.2. Oltinni gidrotutishlar va to'plash stollar yordamida ajratish

Oltin va boshqa zichligi yuqori zarrachalarni bo'tanalardan ushlab qoladigan uskuna-gidroqopqon (gidrolovushka)dir. Ular boshi pastga qaratilgan ko'nus yoki piramida shaklidagi idishlarni eslatadi. Bu uskunalariga suv pastki tomonidan kiritiladi. Oltin zarralari suv yoki bo'tana bilan kirib, ko'nusning to'nkarilgan uchida to'planadi. Yengil zarracha bo'tana bilan yuqoriga oqib ketaveradi. Oltin zarralari ko'payishi bilan, uskuna ishi qisqa muddatga to'xtatilib boyitma (konsentrat) — oltin zarralar taglik qopqondan tushirib olinadi .

Qopqonlar bitta yoki bir nechta "To'nkarilgan ko'nuslardan" iborat bo'ladi.

Boyitmalar miqdori, ishlovdagi ruda miqdorining 1% dan oshmaydi, u har 6-8 soatda bo'shatiladi. Agar ruda kvars yoki oxra (jush) tarkibli bo'lsa unumdorlik yuqori bo'ladi.

"Qopqonlar" slanesli, nam tuproqli rudalar uchun uncha yaramaydi. "Qopqon tutgich"larga qaraganda oldtin zarralarini "ushlab qolishda" cho'ktirma mashinalar (otsadochnie mashini) qo'l keladi. Bunday mashinalarda suv muhit yuqorilama — tebranma to'lqin harakatida bo'lib, zichligi turli bo'lgan moddalar yaxshi ajraladi. Zarralar taqsimlanishini yaxshilash uchun cho'ktirma

mashinalarning kameralari setkalariga po'lat zarrachalar (sharlar), og'ir mineral granulari to'shaladi.

Ko'tarilma suv oqimi va to'shama po'lat zo'ldirchalar ustma-ust tebranishi natijasida, ruda zarralari siyraklanib-g'ovak massa hosil qilib ko'tariladi, tushayotganda esa og'irlari avval, engillari keyin to'shama ustiga tushadi. Shu tariqa og'ir oltin zarralar pastga, engil bo'sh jins-poroda ust qismga to'kilib, suv oqimi va tebranma xarakat tufayli maxsus tarnov sliv-moslamadan "oqib" tushib ketaveradi.

Og'ir oltin zarralar maxsus "cho'ntak" qutilarga to'planadi yoki vaqti-vaqti bilan ular dastgohlardan bo'shatib olinadi.

Pulsator deb ataluvchi cho'ktirma moslama ikki kameradan. Biri asosiy ishchi kamera, ikkinchisi pulsasiyani ta'minlovchi kameralar. Ishchi kamera setkasi ustida po'lat zo'ldirchalar yoki gematit zo'ldirchalar (12-6 mm) to'shaladi. Tebranma to'lqin pulsator orqali 3-15 mm suv ustuni bosimida, daqiqasiga 300-600 marta tebranma puls beriladi.

Oltin saralash fabrikalarida diafragmali cho'ktirma mashinalar ham keng qo'llaniladi, bunda suv yuqorilama urilma xarakati vertikal shtiklar orqali amalga oshiriladi. Suv sarfi 1 t ruda uchun 3-4 m. Bunda mashinalar 2-4 kamerali bo'lib, unumi yuqoridir.

7.3. Oltinni boyitish stollarida ajratish

Boyitish stollari gravitatsiya usulida boyitishning asosiy dastgohlaridan biridir. Boyitish stoli quyidagi qismlardan iborat:

1. Forma yoki stanina — stolining tayanch tagligi bo'lib xizmat qiladi.

2. Deka — boyitish stolining qiya tekisligi — ishchi organ

3. Yassi — qovirg'alar (narifleniya)

4. Harakatga keltiruvchi mexanizm.

Stolning dekasining ma'lum burchak ostida burila oladi. Uning usti taxta, rezina, linolium bilan qoplangan bo'lishi mumkin. Kovirg'alar tepadan pastga bir-biridan uzun ma'lum oraliqda joylashadi. Uning balandligi 2mm chamasi bo'ladi.

1. Xom ashyo-bo'tana qabul qilish qutisi eng tepaga joylashgan.

2. Romb shaklidagi suv taqsimlagich, ko'piklar o'z o'qi atrofida burila oladi. Stol ilgarilama-bo'ylama xarakat bilan tebranadi. Suv bilan bo'tana yuvib turiladi. O'lchami 0-2 mm bo'lgan ruda zarralari, bunday stollarda yaxshi saralanadi. Zichligi katta bo'lgan zarralar, qovirg'alar orasidan stol chetiga surilib, pastga to'kilib-og'ir material – boyitmani tashqil etadi. Yengil qum zarralari suv bilan tez ko'tarilib, yuvilib, stol bosh va o'rta qismida pastga tushib to'planib, chiqit-xvost va oraliq maxsulot (promprodukt) sifatida to'planadi. Stol oxirida eng og'ir, o'rta og'ir va og'irroq zarralar ilon izsimon birin-ketin oqim bilan ajratilib chiqqish kuza-tiladi. Stoldagi har bir zarracha bo'ylama kuch, og'irlik kuchi, enlama kuch, suv yuvish kuchi ta'sir etadi. Natijaviy kuch rombing diogonalini tashqil etadi.

$R = Ax Bx Cx K$ -zarraga ta'sir etuvchi kuchlar ko'rinishi.

R = natijaviy kuch.

A – bo'ylama kuch.

V – enlama kuch.

S – og'irlik kuch.

Boyitish stollari GMZ-1, GMZ-2 kabi zavodlarda cho'ktirma mashina (otsadochnaya mashina)dan keyin qo'yiladi. Boyitish stoli katta samara bilan ishlaydigan gravitatsiya usulida boyitish dastgohlaridan biri. Boyitmalar qayta-qayta o'tkazilib, konditsiyaga (talabga) javob beradigan holga keltiriladi. Bundan chiqqan boyitmalar amalgamatsiya yoki affinaj sexiga jo'natilib oltin eritib olinadi.

7.4. Oltinni shlyuzlarda ajratish

Shlyuzlar-juda qadimdan O'rta Osiyo xalqlarida ishlatilib kelingan. Ular nov yoki tarnov deb atalib suv tegirmonlariga qiya tekislikda suv quyish, oltin yuvish uchun ishlatilgan. Uzunligi 2–3 m dan 5-6 m gacha etgan. Tarnovlar asosan yog'och taxtalardan yoki yog'ochni o'yib ariqcha yasash yo'li bilan tayyorlangan. Bu tarnovlar ichiga teri kabi materiallar jun tomoni bilan yotqizilib oltin qumlari oqizilganda, shu junlar oralig'ida oltin zarralari tutilib qolgan.

Shu yo'sinda oltinni tarnovlarda yuvish O'zbekistonda eramizdan 2000 yillari avvalidan boshlangan deb taxmin qilish mum-

kin. Tarnov-shlyuzlarda oltin zarralarni boyitishni quydagi xususiyatlari bor:

1. Zarralar o'z zichligiga turli tezlikda cho'kib, harakatga keladi.

2. Materiallar o'z zichligi va o'lchamiga ko'ra tarqoqlanadi, saralanadi.

3. Turli o'lcham zichligidagi materiallar tarnov tubida turlicha ishqalanish koeffisientida harakat qiladi.

4. Suv oqimi va bosimi zarralarni turli tezlikda siljitadi.

Tarnovda boyitishga ta'sir etuvchi asosiy faktor-omil, turli qatlam oqimi turli tezlikdadir.

Agar qiya tezlik ustida oqim tezligi boshqa bo'lsa uning yuqoridan bir muncha marta yuqoridir. Suvning laminar oqimidan farqli, turbulent oqimida zarralar o'zaro aralashib, tez saralanib, harakati tezlashadi.

Ayni shu oqimda oltin qumlari yuvilishi tezlashadi va oltin boyitma hosil bo'ladi. Tarnov tagligiga shoyi, chit baxmal, baxmal va boshqa matolar yotqizilishi mumkin. Ayni shu matolar oralig'ida oltin zarralari to'planib ajraladi. Tarnovlar sof oltin zarralarini ushlab-boyitma olish miqdori, ya'ni maxsuldorligi 20 t/m bo'ladi. Agar ruda sulfidli va oltin mayda zarrali bo'lsa, mahsuldorlik 10 t/m sutka yoki 2 t/m² bo'lishi mumkin.

Tarnov-shlyuzlar tagiga qoplam uchun turli materiallar to'shalishini aytgan edik.

1. Qoplama materiallar: oddiy paxta-surupi yoki yo'l-yo'lli chit baxmal shaklida bo'lishi mumkin.

2. Rezina materialli-izli sukno, jun matolar, brezent, parus matolari (parusina) matolar to'shalganda mahsuldorlik quyidagichadir; kg/m hisobida:

Parusina.....0,4-0,6

Korderey.....1,5-1,8

Velvet-chitbaxmal.....0,8-1,2

Oddiy surp.....2-2,5

Izli rezina.....1,6-2,0

Voylok.....2,5-3,0

Tarnov uzunligiga ham boyitma miqdoriga ta'sir etadi. U qancha uzun bo'lsa boyitma miqdori shuncha ko'proq bo'ladi.

Oltin saralash fabrikalarida OSF-da $L-3\div 4$ m. Tarnovni bo'shatish-yuvish chastotasi oltin va sulfid miqdoriga bog'likdir. Bo'tana suyuqligi $S : T \ 2.5\div 10$ oraliqda ishlatiladi. O'ta quyuq bo'tanadagi oltin zarralari, tarnov turiga ilinmay oqib ketishi mumkin. Agar bo'tana o'ta suyuq bo'lsa, boyitmada loyqa ko'payib sifat buziladi. Loyli ruda va materiallar suyuq bo'tana bo'lishini talab qiladi.

Tarnov — shlyuzlar burchagi $12-17\%$ uzunligiga nisbatan olinadi. Tarnovlarda sof toza oltin zarralari bilan bir qatorda, usti oksid pardali ("Qo'ylakli") yoki "pardali" oltin zarralari ham tutib qolinadi. Loyihalarning ko'rinishiga qarab, tarnov — shlyuzlar quyidagicha bo'ladilar:

1. Qoplamasi kuzgatib olinadigan.
2. Qoplamasi qo'zg'almas.
3. Lentali tarnov — shlyuzlar.

Cho'ktiruvchi mashinalardan — bu tarnov — shlyuzlarning avzalligi ular kam xarajatli va loyixasi soddaligidadir.

Kamchiligi-bu tarnov — shlyuzlarning kam mahsuldorligi dadir. Ayrim holda tarnov — shlyuz dastgohlar, cho'ktirma mashina tashlama — xvostlarni boyitishda ishlatiladi.

7.5. Oltinni gidrosiklonlarda ajratib olish

Oltin saralash fabrikalarida qisqa ko'nusli gidrosiklonlarda oltin zarralarini ushlab qolish amalga oshirilmoqda .

Bu ko'nusli gidrosiklonning pastki yon tomonidan oltin zarrali bo'tana yuboriladi. Og'ir zarrachalar gidrosiklon tubiga to'planib to'kilib cho'kadi, yengil qum va slivlar yuqoriga harakat qilib, yuqorigi va yon tomonidagi maxsus truba-naydan chiqib ketadi. Bu GS-larda qumning ajralishi y-chiqim 57% , qumga oltin ajralishi (izvlechenie)- $44\%-0,074$ mm o'lchamdagi 88% sinf boyitiladi. Flotatsiya usulida boyitishda kiyinchilik tug'diradigan yirik donador oltin zarralari GS-larda boyitiladi. Shu bois gravitatsiya usulida foydalanib, oltin qumlarni, rudalarni boyitishda yaxshi samara beradi. Gravitatsiya usulida boyitib olingan boyitma, ko'pincha rang metallurgiya jarayonlarida, yo'l-yo'lakay eritib olinish uchun

yuboriladi. Ayrim zavodlarda (masalan: GMZ-2) bunday boyitmalar affina sexlariga yuborilib, eritilib undan oltin embilar eritib olinadi.

Ko'pincha gravitatsiya usulidagi oltin boyitmalaridan oltin va kumushni amalgamatsiya yo'li bilan ishlov berishni afzal ko'radilar.

Nazorat savollari:

1. *Shlyuzga beriladigan bo'taning zichligi qanday?*
2. *Shlyuz tubiga qoplama nima maqsadda to'shaladi?*
3. *Bo'tana shlyuz bo'ylab xarakatlanganda mineral zarralar o'zini qanday tutadi?*
4. *Shlyuzlarda xarakatlanayotgan bo'tana oqimiga qanday kuchlar ta'sir etadi?*
5. *Shlyuzning asosiy parametrlariga qaysilar kiradi?*
6. *Barabanli konsentrator qanday oltin zarralarini ajratishda qo'llaniladi?*
7. *Barabanli konsentrator qanday burchak ostida o'rnatiladi?*
8. *Barabanli konsentratorlarning shlyuzlarga nisbatan qanday afzalliklari bor?*

8-BOB. OLTIN TARKIBLI RUDALARNI FLOTATSIYA USULIDA BOYITISH

8.1. Flotatsiyaning jarayoning mohiyati

Sulfid rudalarida oltin qisman sof xolda, qisman esa minerallar tarkibiga joylashgan bo'ladi. Bu rudalar qiyin texnologiyali rudalar guruxiga kiradi. Bunday rudalar flotatsiya usulini qo'llash bilan boyitiladi, flotatsiyani qo'llaydigan korxonalar dunyoda 90%ni tashkil etadi.

Flotatsiyani qo'llashdan maqsad, erkin qatnashayotgan oltin bilan birga, sulfid minerallari tarkibiga joylashgan oltinni ham boyitmaga o'tkazishdir. Ayrim hollarda sulfid rudalaridagi barcha oltin boyitmaga o'tadi, tashlama chiqitlar otvalga jo'natiladi. Boyitma tarkibidagi oltinni ajratib olish, rudani qayta ishlashdan ko'ra osondir.

Ayrim hollarda, flotatsiya yo'li bilan olingan boyitmaga rudadagi barcha oltin o'tmaydi. Shunday bo'lsada flotatsiyani qo'llash foydalidir, chunki boyitmaga, to'g'ridan-to'g'ri sianlab eritishda, gravitatsiya va amalgamatsiyada ajratib olinishi qiyin bo'lgan oltin o'tadi. Flotatsiya usuli oltinni boshqa asosiy minerallar qatorida yul-yulakay ajratib olishda ham katta ahamiyatga egadir. Mis sulfid mineralli rudalari bunga misol bo'la oladi. Mis konsentrati tarkibiga o'tgan oltin, mis zavodida eritiladi dastlabki eritishda oltin shteynga, so'ng qoralama misga, keyin esa rafinlangan misga o'tadi. Toza mis anot shaklida quyilib, elektrolizlanadi. Unga 0,34V tok berilgach, mis katodga o'tiradi. Qaytarilishga va elektrolizga 1,68 V talab qilgan oltin elektronlari katod yuziga eta olmay vanna tubiga cho'kib shlam hosil qiladi. Shlam suzib, quritilib, shixtalab, mufil pechida oltin-kumush qotishmasi, keyin esa toza oltin va toza kumush metall yombisi quyib olinadi. Tarkibida oltin bo'lgan sulfidli minerallarni flotatsiya yo'li bilan boyitishda to'plovchi (sobiratel) flotoreagenti sifatida butil ksantogenati (etil ksantogenati yoki amil ksantogenati) ishlatiladi. Bundan tashqari ditiofosfat,

merkaptan, yog' kislota tuzlari ham qo'llash mumkin. Ksantogenat sulfid mineralli oltin yuzasiga suv va xavo kontakti bo'lgandagina, uning yuza qismini ksantogenat ilashtirib, xavo yordamida bo'tana ustiga olib chiqadi to'plovchi reagent qatlami zichligi suvda xavo bilan tezda oshib ketadi. Kislorod yordamida uning zichligi bilan birga mustaxkamligi ham ortadi. I.A. Kakovskiyning ko'rsatishicha oltin bilan ksantogenatning ta'siri oksidlanish-qaytarilish jarayonidir. Bunda oltin o'z elektronini kislorodga beradi. Oltin yuzasida qalinligi 30°C bo'lgan "oksid" pardasi hosil bo'ladi. Ksantogenat oltinning barcha yuza sirtida emas, balki ayrim faol qismidagina adsorbsiyalanadi. Dastlab adsorbsiya tezligi yuqori bo'lib, oltin va ksantogenatning kimyoviy o'zaro ta'siri, suvda qiyin eriydigan oltin ksantogenat AuROCSS hosil bo'ladi, keyin esa adsorbsiya tezligi pasayadi.

Agar bo'tana tarkibiga sianid, Na_2S , NaOH , Ca(OH)_2 , Na_2SO_4 , CuSO_4 bo'lsa, u flotatsiyani -bo'g'adi, susaytiradi. Oltinni kuchli cho'ktiradigan ya'ni depressiyalaydigan reagent -oltingugurt sulfididir Na_2S . Bundan tashqari Na_2S oltinning yuza qismi bilan kimyoviy birikishib ta'sirlashib oltin sulfid Au_2S hosil qiladi, natijada gidrofillanib flotatsiyalanish xususiyatini yo'qotadi.

Sianid (NaCN) ning depressiyalash xususiyati Shundaki, u oltin ksantogenati AuROCSS ni eritib uni sorbsiyalaydi. Sianid (NaCN) ning depressiyalash xususiyati ishqorli muxitda yanada ham oshib ketadi. Demak pH muxitning oshishi flotatsiyaga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Eng kuchli ta'sir etuvchi ishqor, bu Ca(OH)_2 dir. Oltinning flotatsiyalanishi bo'tanadagi boshqa minerallarga bog'liq. Masalan: SiO_2 -kvars-flotatsiyaga ta'sir etmaydi. Ammo FeS_2 -pirit, FeS_3 -pirrotin, As_2S_3 -ya'ni arsenopirit, CuFeS_2 -xalkopirit, Sb_2S_3 -antimonit, HgS -kinovar oltin flotatsiyasini yomonlashtiradi. Bu sharoitda ushbu ishqor muxitini oshirish flotatsiyani yaxshilaydi.

Ayrim reagentlar oltinni flotatsiyalashni faollashtiradi, ayrimlari susaytiradi. Sintetik ko'pirtiruvchilar qo'llab oltin va boshqa minerallarni ajratib, tanlab (seleksiya) flotatsiya boyitmalari olinadi. Agar ruda kam sulfidli bo'lsa, ko'pik barqaror bo'lmaydi, oltin va ayniqsa yirik oltin minerallari flotatsiyasi yomonlashadi. Yaxshi

ko'piklantiruvchilar flotoreagentlardan (soena) qaragay moyi, terpinol, T-92 kabilar ishlatiladi. koksoxkimyo maxsulotlari - krezol, og'irpiridin, beqaror ko'piklantiruvchilardir. Ruda shlamli bo'lsa yoki yog' kislotasi ishlatilsa ko'pik barqarorlashadi. Oxak muxit sozlovchi reagent sifatida, kam ishlatiladi. Chunki u ko'paysa, oltin sulfid ruda flotatsiyasi buziladi. Bu o'rinda so'da yoki NaOH ishlatilgani ma'qul. So'da bo'tanani yaxshi dispergidlaydi (sochadi) va og'ir rangli metallar tomonidan oltinni depressiyalashni kamaytiradi. Temir va temir sulfidlari oltinni tez depressiyalaydi. So'dani tegirmonga yuklash bilan temirni temirgidratga aylantirib, uni oltin mineralidan "ochilguncha" ulguriladi. So'da qattiq suvda ham flotatsiya olib borishga imkon beradi, chunki oltin bunday suvda flotatsiya bilan yomon boyitiladi. Oltin flotatsiyasi uning bo'tanadagi o'lchami va shakliga ham bog'liq bo'ladi. Umuman 0,1 mm dan katta oltin zarralari flotatsiyaga nisbatan osonlashadi.

Ammo oltinning flotatsiya boyitmasiga o'tishi uning shakli, tarkibi, bo'tana zichligi, ko'pik xususiyati va boshqa faktorlarga ham bog'liq bo'ladi. Flotatsiya yo'li bilan oltin rudasini boyitishda flotomashinalari ishlatilsa ham yaxshi bo'ladi. U oltin birikkan ko'piklarni yaxshi ko'tarib, bo'tana yuzasiga olib chiqishga imkon beradi. Ammo xar kanday sharoitda ham yirik oltin minerallari flotatsiya yo'li bilan to'liq olinmaydi, bunda gravitatsiya usuli Au ham qo'llashga to'g'ri keladi.

Oltin rudalaridagi qo'shimcha unsurlar toza oltin mineralini flotatsiya qilishdan ko'ra qiyin kechadi. Shuning uchun flotatsiya chiqindilarida oltin bilan ko'paygan mis va temir minerallari to'planib qoladi. Amalgamatsiyalangan oltin ham flotatsiyaga moyil bo'lmaydi. Oltinning yo'qolishi sabablaridan biri, oltin zarralarining "qoplama" bilan qoplanib qolishidir.

Ko'pincha bunday "qoplamalar" sifatida temir gidroksidli oltinni o'rab oladi. Oltin mineralligida "biqib" qolsa, u shu mineralning flotoaktivligiga bog'liqdir, flotaaktiv mineral boyitmaga o'tadi.

Oltin sulfid rudalari, ko'pincha ikki bosqichli usulda flotatsiyalanadi. Bu usul, oltin zarralarining o'ta yanchilishiga yo'l qo'ymaydi, barcha oltinning flotatsiyaga o'tishini ta'minlaydi.

Oltin boyitmalari juda kam tozalov operatsiyasiga (perechistka) yoki bo'lmashligi bilan xarakterlanadir. Shu boisdan floatasiya jarayonida, ko'proq oltin olgan va kamroq (oltini bor) sifatli boyitma olishga harakat qilinadi.

8.2. Floto boyitmaga ishlov berish

Qaysar oltin saqllovchi rudalardan oltinni sianlash orqali ajratish qiyinligi sababli uni flotatsiya yoki gravitatsiya — flotatsiya usuli bilan ajratib, olingan flotoboyitmadan oltinni pirogidrometallurgik yoki boshqa usullar bilan ajratib olinadi. Bu usul murakkab, yuqori ekspluatasion va kapital xarajatlarni talab qilgani uchun boyitmaning chiqishini kamaytirib, oltinning ajralishini etarli darajada oshirishni talab etadi.

Undan tashqari oltin-mishyakli qaysar rudalarda mayin-zarrali ko'mirli slaneslarning ishtirok etishi texnologik jarayonni yanada qiyinlashtiridi.

Flotatsiya jarayonida kaliyning butil ksantogenat va ko'pik hosil qiluvchining qo'shilishida ko'mirli elanishlar boshqa sulfidlar bilan ko'pikli mahsulotga ajraladi.

O'zbekistonda nodir metallarni ishlab chiqarishni erishilgan darajada ushlab turish uchun ishlab chiqarishga qaysar sulfid mishyakli oltinli rudalarni jalb etish talab qilinadi. Bunday mahsulotlarning ulushi respublikamiz oltinli rudalari (Ko'kotos, Marjonbo'loq, Qoraqoton, Sarmich va boshqa ko'plar) ning zaxiralari kvarsili va oksidli rudalarni qayta ishlanishi bilan ortib boradi va yangi nodir metallarni ajratib olishning asosiy xom-ashyo manbaiga aylanadi.

Bunday qaysar rudalarni an'anaviy usullar orqali qayta ishlab oltin ajralishining yuqori ko'rsatkichlariga erishib bo'lmaydi. Shuning uchun oltin ajratib olish sanoati oldida mishyak va oltin-gugurtning miqdori kichik, iqtisodiy jihatdan samarali, ekologik toza texnologiyani yaratish vazifasi turibdi.

Qaysar rudalardan oltinni sianli eritmada eritib eritmaga o'tkazish orqali ajrata olish oltinni aralashishi bo'yicha yuqori ko'rsatkichlarga erishib bo'lmaydi, chunki bunday rudalarda oltin

mayin hol-xolli va minerallar (arsenonirit, pirit) dan to'liq ozod bo'lmaydi. Undan tashqari respublikamiz qaysar rudalari organik uglerod saqlaydi va u sianidida erigan oltin va ko'mirning yutish xususiyatiga ega.

Sianli eritmada eritib ajratib olinadigan oltinning flotatsiyalashtan maqsad odatda tashlab yuboriladigan chiqindi olishdir. Bu sianlashga tushadigan mahsulotning hajmini kamaytiradi va qayta ishlashga ketadigan xarajatlarga qisqartiradi. Rudadagi sulfidlar bilan bog'langan oltin boyitmaga ajraladi.

Flotatsiya usulida boyitish uchun asosiy reagentlar va jara-yonida ayrim parametrlari tanlanadi. Flotatsiya uchun hajmi 11 dan kam bo'lmagan mexanik flotatsiya mashinasi tanlanadi. Flotatsiyalanuvchi minerallarning yirikligi odatda -0.071 mm gacha.

Oltin va oltinli sulfidlar sulfogidril to'plovchilar-(butil, amil, etil) ksantogenatlari va aeroflotlar bilan flotatsiyalanadi. Ksantogenatning sarfi 100–150 g/t. Aeroflotlar 40–50 g sarfida nazorat flotatsiyarida ishlatiladi. Ksantogenatlar bo'tanaga 0.5–1%-li suvli eritma holida, aeroflotlar esa tomchilab qo'shiladi. Flotatsiya uchun optimal pH (7.5–8.5) tegirmonga so'da qo'shish orqali hosil qilinadi. Ko'pik hosil qiluvchi sifatida qayrag'och yog'i, reagent T-92 va OPSB ishlatiladi. Flotatsiyada bo'tananing zichligi 30–40 ushlab turiladi. Quruqroq bo'tanada erkin oltin zarralari yaxshi flotatsiyalanadi, lekin flotatsiya tezligi sekinlashadi va boyitmaga ko'p miqdorda nosulfid minerallar o'tib ketadi. Suyuq bo'tanada flotatsiyalashtan nisbatan sifatli bo'tana olinadi.

Flotatsion bo'tanada sianid, natriy sulfidi ishqorlar, mis kuporosi va boshqa reagentlar ishtirok etadi. Ular ozmi-ko'pmi flotatsiya jarayoniga ta'sir qiladi.

Nisbatan kuchli so'ndiruvchi — natriy sulfididir. Uning eritmadagi konsentratsiyasi 0,1 g/l bo'lganda ksantogenatning oltin yuzasida adsorbsiyalanishi to'liq to'xtaydi. Undan tashqari, natriy sulfidi oltinning kimyoviy ta'sirlashib, Au_2S ni hosil qiladi. Buning natijasida oltin yuzasi gidrofillanadi va uning flotatsiyalanish qobiliyati yo'qoladi.

Ionidning so'ndiruvchi ta'siri oltining ksantogenatini eritish va oltin yuzasidagi ksantogenatdan bo'shagan joylarga yutilishi

bilan bog'liq. Ishqoriy piritda ionidning so'ndiruvchi ta'siri ortadi.

Oltin ajralishini oshirish maqsadida ba'zan faollashtiruvchlar, masalan mis kuporosi ishlatiladi. Puch tog' jinslari suyuq shisha, karboksimitil-sellyuloza va boshqa reagentlar yordamida so'ndiriladi. Flotatsiyaning davomiyligi 25–30 minut.

Flotatsiya sxemalari va tartibi rudaning moddiy tarkibiga bog'liq va xilma-xilligi bilan ajralib turadi. Biroq oltinli rudalarni flotatsiyalash sxemalarining umumiy tomonlari ham bor. Barcha turdagi rudalarni boyitishda bosqichli (ko'pincha 2 bosqichli) flotatsiya sxemalari ishlatiladi. Bosqichli flotatsiya sxemasini qo'llash oltinli sulfidlarning o'ta yanchilishining oldini oladi va bu bilan oltining boyitmaga ajralishini oshirishga yordam beradi.

Oltinli rudalarni boyitishning flotatsiya sxemalarining umumiy xususiyatlari-ular da boyitmani tozalash operatsiyalari sonining kamligi yoki umuman bo'lmasligi. Bu holat rudada qiyin flotatsiyalanuvchi oltin zarralarining ham ishtirok etishi va boyitmani tozalashda oson yo'qolishiga bog'liq. Shuning uchun ko'pchilik fabrikalarda nisbatan kambag'alroq, lekin oltinning ajralishi yuqori boyitma olishga xarakter qilinadi.

Flotatsiya natijasida boyitmaga sulfidlar bilan bog'langan oltin ajraladi. Oltinni sianli eritmada eritish uchun oltinning yuzasi ochilishi kerak. Shuning uchun oltin ajralishini oshirish uchun qaysar ruda va boyitmalarni qayta ishlash texnologiyasiga shunday jarayonlarni kiritish kerakki, ular mishyakni qiyin eruvchi shaklda ushlab turib, oltin yuzasiga erituvchi kirishi uchun sharoit yaratsin.

Qaysar ruda va boyitmalardagi oltin yuzasini ochish uchun jahon amaliyotida quyidagi usullar qo'llaniladi:

- ruda yoki boyitmani mayin tuyish;
- oksidlovchi kuydirish;
- ruda yoki boyitmani bakteriyalar yordamida oksidlash;
- ruda yoki boyitmani avtoklavda oksidlash.

Bu texnologiyalarning xarakterli xususiyati sulfidlar bilan bog'langan (arsenopirit, pirit) oltinning yuzasini ochish-mineral qismini parchalashdir. Bunda tanlangan texnologiyaning xususiyatiga qarab mishyak va oltingugurt yo'qolib chiqadi, yoki qiyin

eruvchi temir arsenati va elemental oltingugurtga aylanadi. Qaysar ruda va boyitmalarni mayin tuyish bunday rudalarni qayta ishlashning jaxon amaliyotida tarqalgan eski usullardan biri. Bu usulning mohiyati ruda yoki boyitmani 95-99 % -0,74+0 mm gacha yanchishdan iborat. Hatto shu yiriklikkacha yanchilganda ham oltin rudasini to'liq ochish va ajratishga erishilmaydi. Hozirda bu usul samarasiz va qimmat turuvchi sifatida nisbatan progressiv usullar tomonidan siqib chiqilgan.

Piramettallurgik usul ruda yoki boyitmani kuydirishdan iborat. Kulni sianlash oltin-mishyakli boyitmalarni qayta ishlashning nisbatan o'rganilgan usuli hisoblanadi.

Arsenopirit va pirit bilan bog'langan oltin saqllovchi mishyakli boyitmalarni oksidlovchi kuydirishda temir va mishyak oksidlarni hamda oltingugurt angidrit oksidlanish mahsulotlari hisoblanadi. Mishyak 3 oksid As_2O_3 holda va chang eg'ish sistemasida to'planadi. Kul minimal miqdorda oltingugurt va mishyak saqlashi kerak.

Qaysar oltin-mishyakli yuzasini ochishning pirometallurgik usullari bir qator kamchiliklarga ega. Ayrim hollarda kuydirishda ruda yoki boyitmaning qayta ishlanuvchi komponentlari oson eruvchi aralashmalar beradi va ular oltin yuzasini yupqa qatlam bilan yopib unga sianitni kirmaydigan qiladi. Bu esa oltinni tanlab eritish qoldiqlari bilan yo'qolishiga olib keladi.

Mishyakka boy sulfidli boyitmalarni qayta ishlash atrof muxitni mishyak va oltingugurt oksidlari bilan ifloslanishiga olib keladi.

Yuqorida bayon qilinganlardan shunday xulosaga kelish mumkinki, qaysar oltin mishyakli ruda va boyitmalarni qayta ishlashda shunday usullarda tanlash kerakki, ular mishyakni qiyin eruvchi shakli o'tkazib, oltin yuzasini ochishga imkon bersin.

Qaysar oltinli rudalarni va boyitmalarni qayta ishlashning bunday usullariga avtoklav tanlab eritish va bakteriyalar yordamida tanlab eritish kiradi.

Boyitmalarni avtoklavga yoki bakteriyalar yordamida tanlab eritishni qo'llash mishyakni amalda erimaydigan zaharsiz temir arsenatiga o'tkazishga oltingugurtni esa elementol holda berishga

imkon beradi. Bunday mishyak saqlovchi mahsulotlarni saqlash to'g'ridan-to'g'ri chiqindi xonalarda zararsizlantirmasdan amlga oshiriladi.

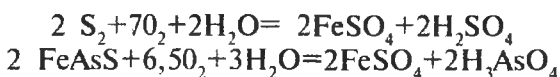
Biologik va eritish jarayonlarining asosida bir xil jarayonlar yotadi, biri q ular orasida sezilarli farq mavjud.

Boyitmani bakteriyalar yordamida oksidlash 25–35°C (bakteriyalar faqat 35°C haroratgacha ishlaydi) olib boriladi, avtoklavda oksidlash esa havoning yuqori bosimida 100–110°C haroratda olib boriladi.

Bu ikki usulning ikkinchi sezilarli farqi jarayonining borish tezligida. Boyitmalarni bakteriyalar yordamida oksidlashda jarayonning borishi sutkalarda o'lanadi, bu esa avtoklavda oksidlash usulining bakteriyalar yordamida oksidlashga nisbatan ustunligini ko'rsatadi.

Avtoklavda talab eritish jarayoni kislotali muhitda ham, ishqoriy muhitda ham berishi mumkin. Kerakli oksidlanish tezligiga 120–180°C va 0,2–1,0 MPa kislorod bosimida erishiladi. Jarayonni borish vaqti 2–4 soat. Yuzasi ochilgan oltin eritmaydigan cho'kmada qoladi.

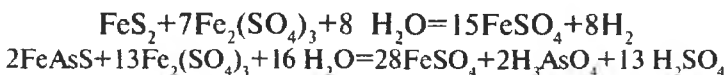
Kislotali muhitda tanlab eritishda pirit va arsenopiritning oksidlanishi quyidagi reagentlar bo'yicha ketadi.



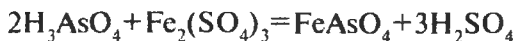
Temir Fe^{2+} konlari kislorod natijasida Fe^{3+} gacha oksidlanadi.



Ohirgilari kuchli oksidlovchi hisoblanib, sul'fidlarni oksidlashda qatnashadi.



Eritmaga o'tgan mishyak kam eriydigan temir arsenati holatida cho'kadi.



Avtoklavda oksidlash mahsulotlaridan farq qilib, bakteriyalar yordamida oksidlash mahsulotlari sianlash ajratmalaridan oldin

bo'tananing butun hajmini ishqorlashni talab qiladi. Bu esa katta miqdorda ishqor sarflanishiga olib keladi. Avtoklavda oksidlash mahsulotlari tiomochevina yordamida tanlab eritiladi, u kislotali muxitda ishlaydi va qo'shimcha ishqorlash talab qilinmaydi. Bu ham avtoklavda oksidlashning afzalligiga kiradi.

Yuqorida bayon qilinganlaridan shunday xulosa qilish mumkinki, oltin saqlovchi arsenopiritli avtoklovda oksidlash jarayoni yirik masshtabga qo'llash uchun, bakteriyalar yordamida oksidlash esa kichik kon rudalarining qayta ionlash uchun qo'llash mumkin.

Sul'fidli oltin saqlovchi boyitmalarni bakteriyalar yordamida tanlab eritish kislorod yordamida olib boriladi. Biroq bunda talab qilinadigan oksidlash tezligiga erishish xarakatini va kislorod bosimini oshirish hisobiga emas, balki oksidlash biokatalizatorlari hisoblanuvchi fermentlariga saqlovchi mikroorganizmlarni kiritish hisobiga sodir bo'ladi.

Oksidlashda ajralib chiqayotgan energetik bakteriyalar o'zining xayot faoliyati uchun ishlatiladi.

Pirit va arsenopiritni oksidlash uchun ko'proq sianli temir bakteriyalar (*Tkiobaeillus ferroxiolans*) qo'llaniladi. Ular sul'fidlarini temir sul'fidlarini, elementar oltingugurt, tiosulfat va boshqa oltingugurtning to'yingan birikmalarini aniqlashga qodir.

Bakterial tanlab eritishda sulfidlarning oksidlanish mexanizmi murakkab sul'fidlarni oksidlashda ionli temirbakteriyalarning qatnashishi to'g'ri va bo'lishi mumkin deb hisoblanadi. Birinchi holda bakteriyalar sulfidlar yuzasida o'mashib, sul'fitdan kislorodga elektronlarni uzatuvchi fraksiyani bajarib, oksidlash jarayonida to'g'ridan-to'g'ri qatnashadi. Oksidlashning oraliq mahsuloti sifatida elementar oltingugurt hosil bo'ladi. Bakteriyalar ishtirokida keyin u sul'fat kislotagacha oksidlanadi.

Ikkinchi holda bakteriyalarning roli temir (II) sul'fatini temir (III) sul'fidiga oksidlash jarayonini tezlashtirishdan iborat. Oddiy xarakat va kislorodning bomisida bakteriyalar ishtirokisiz bu jarayon juda sekin ketadi.

Bakterial tanlab eritish bakteriyalarning xayot faoliyati uchun qulay sharoit (bo'tanani xavo yordamida ag'rasiyalash, harorat

28–35°C pH 1,7-2,4) da ketadi. Jarayonning davomiyligi 90–120 soat. Yuzasi ochilgan oltin zarralarini saqlovchi qattiq choʻkma suyuq fazadan ajratiladi, yuviladi va sianlash jarayoniga yuboriladi.

Nazorat savollari:

1. Amalgammatsiya deb nimaga aytiladi?
2. Amalgammatsiya jarayoni qanday bosqichlardan tashkil topadi?
3. Amalgammatsiya uchun ishlatiladigan simob qanday xususiyatlarga ega boʻlishi kerak?
4. Simobning pemzalanishi deganda nimani tushunasiz?
5. Simobning pemzalanishining oldini olish uchun qanday choralar koʻriladi?
6. Ichki amalgammatsiya qanday amalga oshiriladi?
7. Tashqi amalgamatsiya qanday amalga oshiriladi?
8. Amalgammatsiya jarayonida nodir metallar ajralishini amalga oshirish uchun qanday usullar ishlatiladi?
9. Amalgamma qanday tozalanadi?
10. Simob qanday temperaturada bugʻlatiladi?

9-BOB. OLTIN VA KUMUSHNING AMALGAMMATSIIYASI

9.1. Amalgammatsiyaning nazariy asoslari

Amalgammatsiya -simobning nodir metallarni xo'llab, uning tarkibiga singib meyoridan oshganda bu metallar bilan birikma hosil qilish holatidir.

Ruda va oltin qumlardan simob yordamida metall olish -O'rta Osiyoda, qadimgi O'zbekistonda bundan 3-4 ming yil avvaladi ham ma'lum bo'lgan. Simob asosan O'rta Osiedagi Xaydarken (Farg'onadan 40-50 km yuqorida, hozirgi Qirg'iziston shaharlaridan biri, konlardan maxsus-simob ko'zachalarda butun o'lka bo'ylab tarqatilgan. Simob ko'zalar 1kg dan tartib 5 kg gacha simob eltadigan hajmda yasalgan. Ular simob ko'zani alohida maroq bilan goh anor, goh nok takliga ishlab, tagligini qalin va uchkur, og'iz qismini tor va bo'rtma, xuddi choynak qopqog'ining bandi shaklida ishlaganlar. Qalin taglik,og'ir solishtirma (zichlikka) ega bo'lgan 13,5 g\sm simob sindirmasligini ta'minlagan. Uchqun bo'lishiga sabab uning yerga, tuproqqa botib turishi va Shu shaklda mustaxkamligini ta'minlaganligi uchun yasalgan. Ko'zaga sirti turli-tuman o'yiqli naqshlar bilan bezatilgan. Idish materiali ham maxsus gil-loydan bo'lgan. Rudalardan simobni kuydirib, bug'larni tutib sovutib ajratib olishni ham yurtimiz xalqlari yaxshi bilganlar. Simob ko'zachalar X-XI asrlarda yashagan Tunket, Tukkent, Daxiet, Munchoqli kabi shahar xarobalaridan arxeologiya-qidiruv ishlarida ko'plab topilgan. Simob oltin va kumush zarralarini to'play oladigan jamlovchi (kollektor) vazifasini o'taydi. U mayda metall zarralarini bir-biriga qo'shib yirik donalar (agregatlar) hosil qilib boyitish amali bajarilayotgan idish (dastgoh) tarnov-shlyuzlar tagiga to'playdi. Vaqti-vaqti bilan bu amalgama yig'ib olinadi. Nodir metallarning amalgamaga o'tishi, uningtezrok ajratib olishini ta'minlab, tashlandiq-xvostlar bilan yo'qolishini kamaytiradi. Amalgamaning asosiy omili, nodir metall

sirtining albatta simob bilan ho'llana olish xususiyatidir. Metall sirti toza bo'lmasa, uning amalgamalanishi, simobning metall yuzasidan, uning ichiga difundirlanishi — singishi buziladi. Har kaday metall sirti kislorodli parda bilan qoplangan.

Bu parda oltindan yupqa, shu boisdan oltin juda tez, kumush, platina, mis, rux, nikel, temir esa bir-biridan og'irroq, keyinroq amalgamalanadi. Agar metall sirti yangi ochilgan bo'lsa, xali kislorodli parda hosil bo'lishga ulgurmasa, u tezroq amalgamalanishi-amalgamali metallurgiya jarayonida e'tiborga olinadi.

9.2. Amalgamatsiya usullari

Ilgari, yuqorida aytganimizdek, O'zbekiston muzofotida oltinni amalgamatsiya yo'li bilan ruda va qumlardan ajratib olish tarixi qariyb 3-4 ming yil avval boshlangan. Buning uchun oltinli tosh maydalanib xovonchalarda (kelichalarda) ezg'ilangan. Uni ezg'ilab yanchish jarayonida suv solib, simob ko'zachasidan, simob to'kib aralashtirilgan. Suv, simob va oltinli massa to'xtovsiz qorishtirilib aralashgach, oltin simob bilan ho'llanib, amalgamalangan. Deyarli barcha oltin simobga o'tgach, simob asta-sekin o'zaro birikib, katta massa hosil qilgan. Barcha oltin zarralar shu simob massa ichiga yig'ilgan, singib qolgan. Simobni suzgichdan o'tkazib, yoki "yumalatib" ruda tuponidan ajratilib, uni maxsus, sopol idishda, olovda quydirilgan. Olovda quydirilgan simob, taxminan 610°C da havoda bug'lanib HgO — ok bug' holida ko'tarilgan. Simob oksidi — sopol nay orqali, suvli idishdan o'tkazilgan. Suvli idishdan, nay ichidan o'tgan simob bug'i sovigan va asta-sekin simob tomchilariga aylanib, maxsus idishda to'plangan. Shu tariqa simob amalgamadan ajratib olingan va jarayonda qayta qayta ishlatilgan. Sopol "qozon"chada qolgan oltin, kumush va boshqa metalli moddalar, metallurgiya yo'li bilan, ya'ni maxsus qo'shimchalar qo'shib, sopol — tigel — mustavkatlarda eritib oltin yoki kumush olingan. Bu haqda biz yuqorida aytib o'tgan edik.

Hozirgi sharoitda amalgama asosan ikki usulda olib boriladi:

1. Birinchi usul — ichki amalgamalash bo'lib jarayon asosan yanchish bilan birgalikda, dastgox yoki uskuna ichida (yugurma likoblar, tegirmonlar, chan — amalgamalarda) olib boriladi.

2. Tashqi amalgamalash — asosan yanchish dasgoh va uskunalardan tashqarida (tarnov — shlyuzlarda, maxsus amalgamatorlarda) olib boriladi. Amalgama jarayon borayotgan dastgohga, ahyon-ahyonda simob quyib turiladi. O'z navbatida, bu simob miqdori, shu rudadagi oltinga 1:10 nisbatda, uning moddaviy tarkibiga, oltin zarrasining shakli va o'lchamiga bog'liqdir. Bu nisbat aslida tekshirish tadqiqotlar natijasida aniqlangan bo'lishi kerak. Ilgari ichki amalgamatsiya usuli xarakatdagi — likoblarda (begunnie chashi) o'tkazilardi, keyinchalik ular o'rnini po'latsharli tegirmonlar egalladi. Hozir amalgamalash usuli xom-ashyo rudalarda qo'llanilishdan qoldi desa bo'ladi. Sababi aniq. Oltin yuzasi biron bir menereal zarrasi bilan qoplansa, sulfidli ruda bo'lsa, oltin og'ir rangli metall minerallari tarkibida bo'lsa, slanesli, piritli, misli, grafitli, qo'mirli rudalarda bu, amalgama usuli to'g'ridan-to'g'ri qo'llansa foydasi juda kamdir. Bu usulda ko'p ishchi kuchi va ko'p miqdorda qimmatbaho simob sarf talab qilinadi. Ichki amalgama sof oltin rudalarini gravitatsiya yo'li bilan boyitganda, boyitma tarkibidan ajratib olishda ishlatilishi xali saqlangan. Bu usulda asosan amalgama — bochkalari kabi dastgohlar foydalaniladi.

Bunday bochka o'lchami 800 1200 mm, bo'lib, mahsuldorligi, sutkasiga 2,5-5 t boyitmadir. Tashqi amalgamatsiya, dunyo fabrikalarida juda kam ishlatiladi u hozir Kenimba (Janubiy Rodeziya), Golden Ridj (Avstraliya) kabi fabrikalarda ishlatiladi. Ulardagi rudalarda oltin sof va 18 g/t gacha boradi. Bir sutkada 150 t gacha ruda amalgamatsiya qilinadi.

Amalgamalarga Ishlov berish

Amalgama bochkalaridan tushirilgan amallgamalar og'ir rangli metallar bilan qorishgan bo'ladi. Bularni maxsus oltin yuvish uskunalarida yuvib tozalanadi.

Oxirgi yuvish jarayoni cho'yan va chinni kosalarda olib boriladi. Yuvilgan amalgamani vintli presslarda zamsh (surup), suzgi(filtrlarda) suzdiriladi. Suzib olingan amalgamada oltin butun son-foizlarda 20—50% bo'lishi ajablanarlidir. Suzib siqilgan amalgama maxsus retorta -distilyatorlarda simobi haydalishi uchun

quydiriladi. Retortalar kolosniklar-panjara ustida qo'yilib yoqilg'i yoki elektr toki bilan qizdiriladi. Retortaning toraygan og'zi sovitgichga ulangan. Retortalar ma'lum haroratda uzluksiz qizdirilishi shart. Simobning asosiy qismi 350-400°C da haydalgach, harorat 750-800 °C ga ko'tariladi. Simobi haydalib, oltin poroshok – kukun xolida retorta tubiga qoladi. Oltin kukunni flyuslar (bura va O, soda CaSO_3 , selitra Na_2NO_3) qo'shib, maxsus tigellarda eritiladi. Simob xaydalanadigan bino, ishchilarning simob bug'lari bilan zaxarlanmasligi uchun yaxshi shamollatilgan bo'lishi zarur.

9.3. Amalgammaga ishlov berish

Har qanday qattiq jism va suyuqlik bir-biriga tekkanida u ma'lum darajada xo'llanadi, yaxshi xo'llanadi yoki butunlay xo'llanmaydi. Buni fizik, kimyoviy, fizik-kimyoviy nazariya bilan quyidagicha izohlash mumkin: jism va suyuqlik, oltin va simob orasida-sirt taranglik kuchlari xarakatga keladi. Oltin-simob sirt-chegarada (GAu-HO), (oltin-suv) : GAu-Hg (oltin-simob) $\text{GHg-H}_2\text{O}$ (simob-suv) sirt— chegara kuchlari qo'zg'aladi, harakatlanadi, o'zaro munosabatlarda tengligi buziladi.

Bu erda simobning sirt taranglik kuchi GHg^- juda yuqori va u $\text{GHg} = 465 \text{ din/sm}$ ga teng. Suvning sirt taranglik kuchi GH_2O kamroq va atigi $\text{GHO} = 72,8 \text{ din/sm}$ ga teng.

Oltin-simob ho'llanishining burchak kosinusi — ho'llanish belgisi (Kriteriy) deyish mumkin.

Keltirilgan formuladan ko'rinib turibdiki, simobning sirt taranglik kuchi qancha kichik bo'lsa, xo'llanish burchagi CosQ Shuncha katta-yuqori bo'ladi. Demak, simobning sirt taranglik kuchini kamaytiradigan barcha omillar, oltinning simob bilan xo'llanishini oshirishga, uning amalgamalanishiga xizmat qiladi. Oltin metallurgiyasida ko'p ishlagan olim I.N.Plaksin oltin plastinkasi va simob oralig'idagi elektrokimyoviy munosabatlarni o'rganib, quyidagi natijalarni belgiladi:

A) Toza-sof oltin juda yuqori darajada ho'llanadi: ammo uning tarkibiga juda ozgina, hatto 10% kumush kiritilsada ho'llanish pasayadi;

B) Kimyoviy toza simob, uning tarkibida 0,1% miqdorida oltin yoki kumush bo'lgandagidan kam xo'llay oladi;

V) Simob tarkibiga oz miqdorda(0,1%dan kamrok) mis va qo'rg'oshin kiritilsa,oltinni ancha yaxshi ho'llay oladi;

G) Kislotali muxitda simob tarkibiga kiritilgan rux, oltin yaxshi xo'llaydi, ammo boshqa sharoitlarda rux oksidi yomon xo'llashga sabab bo'ladi.

Yuqorida ko'rsatilgan ta'sir etuvchi metallardan tashqari, oltinning simob bilan ho'llanishida,simobning sirt potensial energiyasi ham ta'sir etadi. Oddiy toza suvga qaraganda ishqorli va kislotali muxit simobning qutblanishiga yaxshi, ijobiy ta'sir etadi. Bunday xolda ho'llanishning yaxshi tomonga o'zgarishi sababidan biri, simob sirt potensial energiyasi kamayishi bo'lsa, ikkinchidan oltin modda sirti yuzasining aktivligi faolligining oshishidir. Oltinning simob bilan ho'llanishi yaxshi bo'lishi uchun simob yuza holati katta ahamiyatga ega. Simob sirt yuzasi toza yaltirok bo'lib, harakatchan-faol, mayda simob donachalariga tarqalgan bo'lib, amalgama xolidan so'ng tez birika olish ahamiyatlidir. Mayda bo'lakchalari bo'lingan simob (pomzasiya), yomon ho'llaydi va amalgamatsiya ishini bajarmay jarayondan chiqib ketadi. Uning mayda sharchalarga bo'linib ketish sabablari ko'p. Bunda maydalash aralashtirish uskunasi, jarayonga tushib qolgan yog', hamda grafit bo'lakchasi bo'lishi mumkin. Maydalangan sulfit donachalari, ba'zida kvars va silikatlar simobni sferik-oval shakllarda saqlab qoladi, amalgama bo'lishiga qarshilik qiladi.

Bunday polizasiya (mayda sharlanishdan) saqlash uchun rudani o'ta yanchib yubormaslik zarur. Simobni tarqatib, emulgatsiya bo'lishidan asrash uchun ayrim xollarda maxsus reagentlardan foydalaniladi. Ayrim xollarda amalgama qattiqlashib qolsa, bu usuldan voz kechadilar. Simob amalgamasining qattiqlashib qolishiga sabab uning tarkibida mis yoki temir minerali ko'payib ketishidir.

Mis zarrachalari dastgohlardan ko'chgan temir metall ionlari bilan tez qaytariladi: $\text{Cu}^{2+} + \text{Fe} = \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$, bunda metall xoliga utgan mis, temir sirtiga yopishib o'tiradi — sementasiya xoli kuzatiladi. Bu xol amalgamani murt bo'lishiga olib keladi. Misning zarrali zararli ta'sirini yuqotish uchun, jarayonga oxak qo'shib,

uni mis gidratiga aylantiradilar. Amalgama jarayoni sodda va oddiy usul bo'lib, oltinni tez ajratib olib, uning tovar xoliga o'tkazishni tezlashtiradi.

9.4. Amalgamatsiya — gravitatsiya fabrikalari

Agarda rudada sulfidli minerallar ko'p bo'lsa, bu xolda hamma ruda amalgamaga qo'shilishi shart emas. Simob ortiqcha sarf bo'lishi mumkin. Agarda ruda tarkibda yirik oltin zarrachalari ko'p bo'lsagina bu usul samaralidir. (Bunday usulda boyitishning sxemasi ko'rgazmada ko'rsatilgan).

Bunda cho'ktirish mashinasidan olingan boyitma 5–7% ni tashqil etadi. Uni boyitish stolida qayta tozalash (perechistka) natijasida 0,4% "oltin quymacha" olish mumkin.

Chiqimini qaytadan tegirmonga qaytariladi, "oltin quymacha"ni amalgamalash bochkalarida, amalgamatsiya bilan boyitiladi.

Simobning mayda tarqoqlanib (pemezovanie) ketmasligi uchun 1 t ruda hisobidan 300–500 g ksantat reagenti qo'shiladi. Ishlov berilayotgan rudaga 1 t hisobidan 500–600 g/t simob sarf qilinadi. "Oltin boshqoq" dagi nodir metallar 99% ni shu yusin ajratib olinadi. Agarda ishlov berilayotgan rudada mayda zarradagi oltinlar ko'p bo'lsa, so'nggi yanchish tegirmondan keyingi tasniflovchi mashina sliviga tivitli tamov-shlyuz o'rnatiladi. Shlyuz boyitmasi cho'ktiruvchi mashina boyitmasiga qo'shib, qayta ishlovga birga o'tkaziladi.

XX asrdan boshlab, gravitatsiya dastgohlaridan keyin, ishlov beriladi berilayotgan xom-ashyo gidrometallurgiya jarayoni — tanlab eritish bilan sinil tuzlarining eritmasidan foydalaniladi.

Nazorat savollari:

- 1. Sianlash jarayonining mohiyati nimadan iborat?*
- 2. Oltin sianli eritmaga qanday ionlar hoida o'tadi?*
- 3. Sianli eritmalar qanday xarakterga ega?*
- 4. Geterogen jarayonlar gomogen jarayonlardan nima bilan farq qiladi?*
- 5. Oltinning sianli eritmada erishi qanday bosqichlarni o'z ichiga oladi?*
- 6. Molekulyar diffuziya tezligi deb nimaga aytiladi?*
- 7. Haroratning kimyoviy reaksiya tezligiga bog'liqligi qaysi tenglama orqali ifodalanadi?*
- 8. Oltinning sianli eritmada erish tezligi qaysi omillarga bog'liq?*

10-BOB. SIYANLASH JARAYONINING FIZIK-KIMYOVIIY ASOSLARI

Gravitatsiya usulida boyitilishda ruda tarkibiga qarab oltin "qopqon" (lovushkalar), cho'ktirish mashinalari, boyitish stollari, magnitli separatorlar, tarnov-shlyuzlar ishlatilib, asosiy yirik oltin zarrachalar ajratib olinib, affinaj sexiga oltin yombi eritishga yuboriladi.

Ammo gravitatsiya dastgohlari chikindilarida xali ko'p miqdordagi juda mayda va murakkab tarkibdagi oltin zarra zaxiralari bo'ladi. Bunday bo'tanadagi oltinni endi, asosan sinil tuzlarida eritib ajratish lozim bo'ladi.

Sinil kislota tuzlaridan $[KCN, NaCN, Ca(CN)_2]$ oltinni yaxshi eritadi. Erigan eritmani, qattiq modda (ruda tuplamidan) quyuqlantirib-tindirib, suzib ajratiladi va oltin va kumushni cho'ktirish uchun rux kukunni yoki maxsus ionit katron (smolalar) yordamida ishlov beriladi. Rux kukunnida "sementasiya" — yo'li bilan cho'ktirilgan, yoki bo'tanaga smola aralashtirilib, uni maxsus setka — galvirlarda tutib qolib, so'ng desorbsiya yo'li bilan, smoladagi oltin va kumushni teyamochevina yordamida eritib, sorbentni affinaj sexiga yuborib, oltin va kumush hamda boshqa-nodir metallar ajratib olinadi.

10.1. Tanlab eritish (sinillash) termodinamikasi

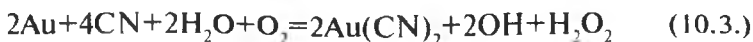
Eritmadagi kislorod yordamida, oltinning sinil tuzlarida erish reaksiyasini birinchi bo'lib 1846 yilda Elener anikladi:



yoki ion shaklida yozilsa:



Bodlender degan olim, 1896-yilda, bu reaksiya natijasida, Elsner payqamagan, yana bir mahsulot, vodorod peroksid topdi:



qaysini bu vodorod peroksid, oltinni eritish uchun qisman sarflanarkan:

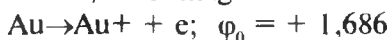


va qisman ajrab, parchalanadi:



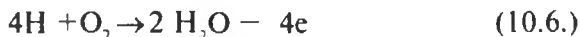
yoki eritmada to'planadi.

Kumush ham xuddi oltin kabi eriydi. F.Xabashi degan olim ham Bodlender reaksiyasining xaqqligini takidladi. Hozirgina ko'pgina ilmiy tadqiqotlar ham mazkur sxemani tan olmoqdalar. 3 va 4 formuladan ko'rinib turganidek, oltin kislorod yoki peroksid yordamida bir valentli oltin holigacha oksidlanib eritma holiga o'tadi va $\text{Au}(\text{CN})_2$ anion kompleks tuzi shaklida eritmaga o'tadi. Mazkur kimyoviy reaksiyaning termodinamik jixatdan to'g'riligini tekshirib, vkuzataylik. Elektro ximiyadan ma'lumki, oltinning elektron potentsiali katta bo'lib, u eritmaga utishi uchun :

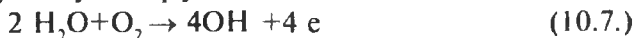


kerak bo'ladi. Har qanday oksidlovchi jarayon uchun, o'shanga yarasha qaytaruvchi jarayon sodir bo'lmog'i kerak. Bunda ajralib ketuvchi-ketiluvchi elektronlar asosiy vazifani bajaradilar.

Odatda oltinni oksidlashda ishlatish mumkin bo'lgan texnik omillar, oltin potentsialiga qaraganda manfaatliroq potentsialga egadirlar. Masalan keng tarqalgan oksidlovchi-bu kisloroddir. Kislorod kislotali muxitda quyidagi elektrokimyoviy reaksiya sifatida yuz beradi:



va +1,23 v standart potentsialga ega. Ishqoriy muhitda kislorod quyidagi reaksiya bo'yicha qaytariladi:



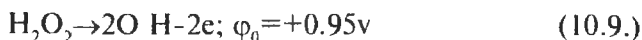
va nisbatan juda kichik standart potesialiga ega bo'ladi, ya'ni u +0,40 vga teng. Kislorodning vodorod peroksidgacha qaytarilishini quyidagicha yozamiz:



$$\varphi_0 = -0,15\text{v}$$

(10.8)

va vodorod peroksid gidroksil ionigacha qaytarilishi:



Bu ham metall oltinni oksidlab, uni Au^+ kationi sifatida eritmaga o'tkazishga yetarli emasdir.

Ammo, Nernst tenglamasiga ko'ra, metall potentsiali, uning tuzidagi eritmasida, shu metall ionlarining (aktivligiga) faolligiga bog'likdir.

Buni quyidagi tenglama ko'rinishida yozsak:

$$\varphi = \varphi_0 + \frac{RT}{nF} \text{Ln} a_{\text{Me}} n^+, \quad (10.10.)$$

qaysiki: – metallning tuzidagi potentsialidir, v;

φ – metallning standart potentsiali, v;

R – gaz doimiyligi, 8,314 dj/mol grad;

T – temperatura, K.

n – reaksiyada qatnashayotgan elektronlar soni.

F – Faradey soni, 96487 k/molga teng;

$a_{\text{Me}} n^+$ – metall kationlarining eritmadagi aktivligi.

Natural logarifmlar, o'nlik logarifmga o'tib, doimiy sonlarni almashtirib oltin uchun 25° C sharoitdagi elektron potentsiali

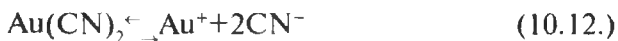
$$\varphi = 1,68 + 0,059 \text{ Lg}_{\text{Au}} + \quad (10.11.)$$

ekanini topamiz.

So'nggi (10.11.) reaksiyadan ko'rinishida, oltin oksidlovchi potentsialini, tushirish, kamaytirish mumkin emas. Buning uchun oltin Au^+ ionlari aktivligini uning eritmasida kamaytirish mumkin.

Oltinning eritmalarda eriy olish asosida xuddi shu xolat kuzatiladi. Oltin Au^+ ionlari, sinil tuzning SN^- ionlari bilan juda mustahkam kompleks tuz hosil qilib bog'lanadi,

Dissosiya tenglamasi:

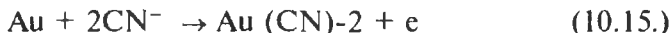


Chapga kuchli siljiganligini ko'ramiz, va dissosiyatsiya konstantasi K_d ; miqdori juda ozligini ko'ramiz:

$$K_d = \frac{a_{\text{Au}} + a_{\text{CN}}^2}{a_{\text{Au}(\text{CN})_2^-}} = 2,6 \cdot 10^{-38} \quad (10.13.)$$

Shuning uchun CN^- ionlari ishtirokida, Au^+ oltin ionlari aktivligi susayadi, va birdan kamayadi, demak, oltin potentsiali tushadi.

Bu reaksiya tarkibida erkin CN^- ion bo'lgan eritmada oltinning oksidlanish potentsialini ta'kidlaydi.



Bu reaksiyaning standart potentsiali ($a_{\text{Au}(\text{CN})_2^-} = 1$ va $a_{\text{CN}^-} = 1$) bo'lganda

$\varphi_0 = -0,546$ ekanini ko'rsatadi.

Demak, sinil tuz eritmalarida oltinning oksidlanish potentsiali zumda susayadi, va uning oksidlanib erishi termodinamika nuqtai nazaridan mumkinligi kuzatiladi. Oksidlanish — qaytarilish reaksiyalarining standart potentsiallarini bilgach, (8.3.) va (8.4.) reaksiyalarning izotermik va izobar potentsiallarini ham hisoblay olamiz:

$$\text{LgK} = \frac{(\varphi_0^{\text{ok}} - \varphi_0^{\text{qaytar}})}{2,3RT} \quad (10.16.)$$

$$\Delta Z^0_{298} = -(\varphi_0^{\text{ok}} - \varphi_0^{\text{qaytar}}) nF \quad (10.17.)$$

bunda :

K — tenglik konstantasi.

φ_0^{ok} va $\varphi_0^{\text{qaytar}}$ — oksidlanish va qaytarilish standart potentsiallari,

v;

ΔZ^0_{298} — izobar-izotermik potentsiallari uzgarishi, kal.

$$\text{LgK} = \frac{(-0,15 - (-0,54)) \cdot 2 \cdot 96487}{2,3 \cdot 8,314 \cdot 298} = 13,2; K \approx 2,10^{13};$$

$$\Delta Z^0_{298} = [-0,15 - (-0,54)] \cdot 2 \cdot 23071 \approx 18000 \text{ kal.}$$

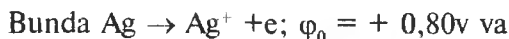
(4) reaksiya uchun 25°C da

$$\text{LgK} = \frac{[+0,95 - (-0,54)] \cdot 2 \cdot 96487}{2,3 \cdot 8,314 \cdot 298} = 50,5; K \approx 3 \cdot 10^{50};$$

$$\Delta Z^0_{298} = -[+0,95 - (-0,54)] \cdot 2 \cdot 23071 \approx -69000 \text{ kal.}$$

Bunda tenglik reaksiya konstantalari shunday yuqoriki, bu reaksiyalar bajarilishini, yuz berishini, oltinning erishini tasdiqlaydi.

Xuddi shu yo'l bilan metall kumush ham eriy olishini isbotlash mumkin:



$$K_d = \frac{a_{\text{Ag}} a^2 \text{CN}^-}{A_{\text{Ag}(\text{CN})_2}} = 1.8 \cdot 10^{-19}$$

dan $\text{Ag} + 2\text{CN}^- \rightarrow \text{Ag}(\text{CN})_2 + e; n\varphi_0 = -0,31\text{v}$ (10.18.)
konstant tenglama reaksiyalari 3×10^5 va 5×10^{42} (Bodlender reaksiyalari) va izobar – izotermik reaksiyalari ekanini ko'ramiz.

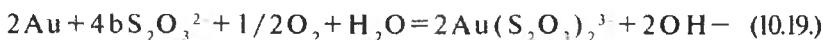
Kumush va oltin eritmaga o'tib $\text{Au}(\text{CN})_2^-$ va $\text{Ag}(\text{CN})_2^-$ mustaxkam birikma komplekslarini hosil qiladi.

Bundan shu holni payqash mumkinki, oltin o'zi bilan mustaxkam bog'langan birikma hosil qiladigan eritmada eriy oladi. Demak, bundan ko'rinib turibdiki $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ioni ham oltin bilan kuchli, mustahkam $\text{Au}(\text{S}_2\text{O}_3)_2^{3-}$ hosil qiladiki, dissosiasiya konstantasi $K_D = 1 \times 10^{-26}$ ga teng.

Shuning uchun $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ioni bo'lgan eritmada oltinning standart potentsiali



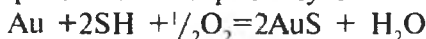
To +0,14 v gacha pasayadi va oltinning kislorodda oksidlanishi va uning eritmaga o'tishi termodinamika nuqtai nazaridan tasdiqlanadi:



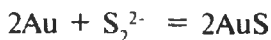
$$K \approx 6 \cdot 10^{8-}; \quad \Delta Z_{298}^0 = 12000 \text{ kal} \quad (10.19.)$$

Eksperemental, oltinning bunday kislorod erigan tiosulfat tuzlarida eriy olishni tasdiqlagan va amalda keng qo'llanilmoqda.

I.A. Kakovskiy va xodimlari S_2^{2-} tiosulfidioni eritmalarda kuchli musbat miqdoriy reaksiya hosil qilishini, ya'ni oltinni erishini tasdiqladilar. Shuning uchun oltin Au S ion hosil qiluvchi tiosulfidli eritmalarda kompleks tuz hosil qilib eriydi.



$$K \approx 4 \cdot 10^{30}, \Delta Z_{298}^0 = -41400 \text{ kal} \quad (10.20.)$$



$$K \approx 10^{-2}, \quad \Delta Z_{298}^0 \approx +2740 \text{ kal}$$

Bu reaksiya Shunisi bilan qiziqki, potensiallar ayirmasi musbat bo'lsada, S_2^{2-} ionining o'zi kuchli oksidlovchi bo'lgani uchun sodir bo'ladi. I.N. Plaksin va M.A. Kakovskiylar kuchli oksidlovchi Fe^{2+} ionii ishtirokida, oltin metalli $\text{CS}(\text{NH}_2)_2$ tiomochevinali eritmada, kompleks tuz $\text{Au} [\text{CS}(\text{NH}_2)_2]_2^+$ kation hosil qilib eriy oladi.

Xuddi manna shu xodisa oltinni ionit smolalar tarkibidan eritib olish, ya'ni disorbsiyalashda hozirgi zamon oltin saralash fabrikalarida qo'llanilmoqda.

10.2. Sianlash jarayonining kinetikasi

Oltin va sinil tuzlarining o'zaro reaksiyasiga kirishish jarayoni qattiq va suyuq ikki faza oralig'ida yuz beradi.

Shuning uchun sianlash jarayoni geterogen jarayondir. Uning barcha o'zgarishlari geterogen jarayonlari qoidasiga bo'ysunadi. Geterogen jarayonning gologen jarayonlaridan farqi shundaki, u butkul hajm bo'lib emas, balki sistemaning ayrim qismlarida yuz beradi. Masalan, qattiq va suyuq faza oralig'ida. Shuning uchun reaksiya uzluksiz borishi uchun, zarur reagentlarni to'xtovsiz berib turish va reaksiya natijasida hosil bo'lgan mahsulotlarni jarayondan uzluksiz chiqarib turish zarur. Shu boisdan geterogen jarayonlari murakkab jarayon bo'lib, o'zaro bog'liq bo'lgan, bir necha bosqichlardan iborat. Bunda masala jarayon o'zida kechadigan reaksiyadan tashqari, reaksiyaga kirishayotgan dastlabki ashyo va yakuniy mahsulotlarning o'zaro diffuziyasi bilan ham xarakterlanadi. Geterogen sistemasini tashkil etuvchi barcha jarayonlar birgalikda, shu jarayon mexanizmi deb aytiladi. Kimyoviy kinetikadan ma'lumki, jarayonda yuz beradigan eng kichik tezlik, shu jarayonning hal qiluvchi omili hisoblanadi.

Agar geterogen jarayondagi yuz beryotgan reaksiya sekin yuz bersa, bu jarayonning kechishini maskur kimyoviy kinetikasi yakunlovchi hisoblanadi. Bu holda jarayon muxitda yuz berayapti deyiladi. Agarda diffuziya tezligi kimyoviy reaksiyalar tezligidan

kam bo'lsa, hal qiluvchi bosqich diffuziya bo'lib, jarayon diffuziya kismida yuz beradi. Butun jarayon tezligi diffuziya tezligi bilan belgilanadi. Agarda diffuziya tezligi va kimyoviy reaksiya tezligi o'zaro hamoxang bo'lsa, jarayon tezligi ham diffuziya, ham kimyoviy kinetika qoidalari bilan belgilanadi.

Masalan, oltin (yoki kumush) bo'lagi, gaz xolidagi kislorod va havo bilan o'zaro tutashgan, sinil tuzi eritmasida bo'lsin deb faraz qilaylik. Metall sirtida yuz berayotgan o'zaro kimyoviy ta'siridan, sinil ionlari va kislorod molekulari sarf bo'ladi, oqibatda metall sirtiga yaqin suyuqlikda kislorod va sinil ionlari kamayadi. Qattiq modda va suyuqlik qatlamida yuz bergan reagentlar konsentratsiyasining notengligi, sinil CN ionlarining va kislorod molekularining eritmadan oltin zarrasi yuzasiga tomon diffuziya oqimini keltirib chiqaradi. Kislorod konsentratsiyasining kamaya borishi, gaz holdagi qatlamdan kislorod o'tib, uning o'rmini to'ldirib turadi. Bu mulohazalar oltinning sinil tuzlarida erishi quyidagi 4-bosqichda yuz beradi degan fikrga olib keladi.

1. Kislorodning sinil eritmasida erishi (absorbsiya)
2. Sinil ioni CN va kislorod molekulasining eritma hajmidan metall yuzasiga o'tishi
3. Metall yuzasida o'z kimyoviy reaksiyasi
4. Reaksiyaning eruvchi mahsulotlari bo'lmish $(\text{Au}(\text{CN})_2$ va OH ionlari N_2O_2 molekulasini) ning metall yuzasidan eritma hajmiga o'tishi.

Ushbu jarayonlardan har biri o'z shaxsiy tezligiga ega bo'lib, o'z navbatida har biri eng past harakatdagi reaksiya bo'lib, jarayonning kechishini belgilovchi va umuman oltinda hal qiluvchi hisoblanishi mumkin.

Yuqorida aytilganiga ko'ra, nodir metallarning sinil eritmasida erish kinetikasini kuzataylik.

I.A.Kakovskiy va Yu.B. Xolmanskiy aylanadigan disk usuli bilan, turli o'zgaruvchi omillarda-sinil va kislorod konsentratsiyalari aralashtirish va harorat o'zgarishlarida, kumushning erish tezligini o'rganib chiqdilar. Kaysini tajribada disk yuzasi ($R=2.0$ sm.) o'zgarmas saqlangani holda, sinil konsentratsiyasi o'zgarishi kichik bo'lgani uchun e'tiborga olinmadi, kinetik egri chiziklari to'g'ri

funksiyadan iborat bo'ldi). Bu natijalardan ko'rinib turibdiki kumushning erish tezligi, faqat sinil eritmasini past konsentratsiyasiga bog'lik ekan. Sinil eritma konsentratsiyasi miqdorining ma'lum miqdorlarida oshirilishi, amalda kumushning erish tezligini o'zgartirmaydi. O'z navbatida, buning aksicha, kumushning erish tezligi porsial bosim va kislorodning eritmadagi konsentratsiyasining oshishi bilan tezlashadi.

Darxaqiqat, kumush diskning erishi porsial bosimga uncha bog'lik bo'lmaydi. Buni yanada yaxshiroq ko'zatish uchun, kumush disk erish tezligining uning aylanish teziliga va harorat o'zgarishiga bog'liqligini ko'rib chiqaylik. Tajribalar natijasi shuni ko'rsatdiki, kumushning erish tezligi, diskning aylanishining kvadrat ildiz ostiga bog'liq ekan. Bundan shu narsa ma'lumki, kumushning erish tezligi, diffuziya tezligi bilan chegaralanar ekan. Sinil eritmasining past konsentratsiyasida erish tezligining harorat o'zgarishiga bog'liqligi Arrenius tenglamasi bilan hisoblanadi va u 3,5 kkal/molni tashkil etadi. Sinil eritmasini yuqori konsentratsiyasi uchun bu miqdor (taxminan 0,9 kkal/mol)ga teng. Bu tajribalardan shunday xulosa chiqadiki, kumushning eng sekin erishini diffuziya holati belgilaydi.

10.3. Nodir metallar erishining elektrokimyoviy tabiati

Shu paytgacha qadar nodir metallarning sinil eritmalarida erishini oddiy kimyoviy jarayon deb qarab keldik. Bunda metall sinil eritma konsentratsiyasi va kislorod molekulasining sinil eritmasidagi konsentratsiyasiga bog'liqligi mohiyati ahamiyati e'tibordan chetda edi. Aslini olganda hozirgi elektrokimyo qonuniyatlariga ko'ra nodir metallarning sinil eritmalarida erish jarayoni, elektrokimyoviy jarayondir va u elektrokimyoviy qonuniyatlarga bo'ysunadi. To'g'rirog'i u umuman metallar korroziyasi qonunlari bilan tushuntiriladi. Shunga ko'ra nodir metallarning sinil eritmalarida erish jarayoni, xuddi qisqa tutashgan elektrogalvanik elementday gapdir. Bunda elektrodlardan biri oltin zarrachasi, yana biri esa, boshqa bir, shu zarra qamralgan tok o'tkazuvchi mineraldir. Bu tajribani sodda qilib, Djulian va Smartlar o'tkazgan edilar. O'zaro

g'ovak to'siq bilan ajratilgan idishlarga CN sinil eritmasi quyiladi, idishlardan biriga oltin lappak va yana biriga pirit minerali quyilib, ular galvonometr orqali tutashtirilgan. Zanjir ulanganda, tashqi sim bo'lib, tok noldan o'zgarib oltin lappakda pirit mineraliga qarab, yura boshlagani ko'rinadi (golvanometr strelkasiga qarab bilamiz). Biroq ko'po'tmay, zanjirda tok kamaya boradi va butunlay so'nadi. Shu damda pirit turgan idishga kislorod yoki xavo yuborilsa, yana zanjirda tok paydo bo'ladi. Bu hol eritmaga havo yoki kislorod yuborish to'xtatunga qadar davom etadi. Bu tajribaning natijasi kislorodning ahamiyati qanchalik katta ekanligini yaqqol ko'rsatadi. Oltin lappak ustida $\text{Au}(\text{CN})_2$ anion kompleks tuzi hosil bo'lishi munosabati bilan, elektronlar ajralib chiqadi.

Bu jarayonning mo'tadil davom etishini ta'minlash uchun, Shu elektronlarni yutadigan depolizator bo'lishi lozim. Depolizator rolini pirit minerali ustidan perekis vodorodigacha (N_2O_2) qaytarilayotgan kislorod bajaradi. Tajriba o'z mavqeiga ko'ra elektrokimyoviy mexanizm asosida ko'rilgandir. Bu hali, odatda sinil eritmalarida nodir metallarning erishi batamom elektrokimyoviy jarayon deb xulosa qilishga asosli emas.

Tajribani yanada oydinlashtirish uchun Kadrik va Kellok (1954 y.) oltinning sinil eritmalarida erish kinetikasini o'rganish uchun galvanik elementlari ishi nazariyasi asoslariga yasadilar. Ularning maqsadi, oltinni sinil eritmalarida erish mexanizmining elektrokimyoviy jarayonga bog'liqligi va bu erish kinetikasini (tezligini) nazorat qilish va boshqarish edi. Ularning maqsadi anod va katod oldi jarayonlarini alohida-alohida ko'zatib, provard natijada, tajribalar so'ngida ikki tomon ko'rsatkichlarini taxlillab, ularning reaksiya tezliklarining jamlamasini ko'rsatish edi.

Anod oldi oltin erish reaksiyasi, ma'lum o'zgarmas konsentratsiyali sinil eritmasida, turlicha diffuziya tezligida (oltin lappak aylanishi), harorat o'zgarishida ilmiy tadqiqot qilindi. Kislorod konsentratsiyasi ta'sirini yo'qotish uchun eritmaga doimiy ravishda azot gazi yuborib turildi. Bundan birdan-bir jarayon oltinning sinil eritmasida elektrokimyoviy erish jarayoni kuzatilib, reaksiya natijasida oltin sinil anion kompleks tuzi hosil bo'lishi mumkin edi:



Bunga potensialning musbat tomonga surilishida, dastavval oltinning erishi orta boradi, keyin susayadi va ma'lum miqdorda o'zgarmay qolishi ko'rinadi. Bunda jarayon o'z navbatida sinil eritmasi konsentratsiyasiga, aralashtirish tezligiga, harorat o'zgarishiga bog'liqligi ko'rinib turibdi.

Polyarizasiya egri chiziklarida gorizontall bo'laklarining paydo bo'lishi, tokning katta zichliklarida, elektrokimyoviy jarayon tezligining, diffuziya tezligidan ko'ra oshib ketishidan kelib chiqadi. ya'ni CN ning oltin elektrod ustida diffuziyasidan ko'ra baland.

10.4. Zavod sharoitda sinilab eritish tezligiga ta'sir etuvchi omillar

Sanoat sharoitida oltinni sinil tuzlarida eritish o'ta murakkab holatda kechadi. Tajribada qo'llangan oltin metali shakli faqat laboratoriya sharoitlaridagina bo'ladi. Real sharoitda ishlatiladigan sinil eritmalari toza bo'lmay, unda turli-tuman qo'shimchalar bo'lib, u reaksiyalarga katta ta'sir ko'rsatadi. Real sharoitda eritmada juda ko'p minerallar qatnashib, jarayonlarga o'z ta'sirini o'tkazadi. Lekin nima bo'lganda ham, ilmiy tajribalar erish jarayoni diffuziya jarayoni ekanligi tasdiqlaydi. Shu boisdan ilmiy tajribalarga asoslanib diffuziyani samarali borishi, oltin erish jarayonning samarali borishi deb qarash kerak.

Bunda erigan kislorodning diffuziyasining ishonchli borishini ta'minlash kerak. Eng omilkor sharoit uchun CN va O₂ larning diffuziya tezligi barobar bo'lishi kerak.

Sinil CN konsentratsiyasini o'ta ko'payishi, erish jarayonini oshirmaydi. Tajribalar ko'rsatadiki kislorodning porsial bosimi 0,21 atm. bo'lganda, sinil eritmasining chegaralangan konsentratsiyasi 0,02–0,1% bo'lmog'i kerak. Bu kattaliklar oltin saralash fabrika va zavodlarining ko'rsatgichlariga mos keladi. Agar sinil eritmasining omilkor konsentratsiyasini ushlash oson bo'lsa, kislorod uchun bu ish murakkabdir. Tabiiy sharoitda, sanoatda ishlatiladigan ruda tarkibiga tez oksidlanadigan minerallar qatnashishi mumkin. Bu xolda kislorodning anchagina qismi, yon-atrof reaksiyalarning

borishiga befoyda sarf bo'lib ketadi. Agarda eritmani aralashtirish etarli bo'lmasa, undagi kislorod, shu sharoitdagi harorat va parsial bosimga nisbatan oz miqdorda bo'ladi.

Oltin va kumushning sinil eritmasida erish yo'llarini bilib olgach, uning erish tezligi kinetikasini ham boshqarish mumkin. Shuni ham aytish kerakki, jarayon samarasini oshirishning asosiy yo'llaridan biri, eritmada erigan kislorod konsentratsiyasini oshirishdir. Kislorodning erishi esa, eritma ustidagi parsial bosimga to'g'ri proporsional bo'lganidan, eritmada ham sinil, ham oltin erish tezligini oshira borish kerakdir. I.N. Plaksin kabi olimlar tajribasi oltin erish tezligi sinil eritmasining yuqori konsentratsiyasida, kislorodning bosimi va erish tezligi osha boradi. Turli rudalar bilan olib borilgan tajribalar, kislorodning parsial bosimi oshirilganda, oltin erish tezligi ham osha borishini ko'rsatdi. Izlanishlar shuni ko'rsatdiki, harorat ortishi erish reaksiyalarining tezlashuviga olib keladi. Ammo harorat oshishi bilan ruda tarkibidagi boshqa minerallar ham erib, turli qiyinchiliklar tug'diradi. Harorat oshganda gidroliz yuz beradi va chumoli kislotasi ajraladi



Shu sababdan bu texnologiyaga asoslangan fabrikalarda haroratni uncha oshirmagan, qishda esa 15–20% atrofida olib borishga harakat qiladilar.

Diffuziya tezligi kimyoviy reaksiyalarning jadalligiga, mineral yuzaismi, diffuziya yuz beruvchi yuzaga bog'liq bo'ladi. Shuning uchun-nodir metallar minerallarining kattaligi va yuzasi ularning erish jadalligini ko'rsatadi. Mayda zarralarning solishtirma yuza maydoni, kattalarga nisbatan ko'p va katta bo'lgani uchun, ularning erish tezroq boradi. Yirik dona zarralarining to'la erish muddati, mayda zarralariga qaraganda 3–4 barobar oshib ketishi mumkin. Bu yirik zarralarni sinil eritmalarida eritish jarayonidan voz kechishgacha olib kelishi mumkin. Oltin rudalarini tegirmonda yanchishda, tug'ma metall zarralari o'ta maydalanmaydi, shu boisdan sinillab eritishdan avval gravitatsiya, amalgamatsiya yo'li bilan bu zarralar tutib qolinadi. O'ta mayda 1–5 mkm ruda zarralarini yanchib, minerallar yuzasini "ochish" ancha og'ir ishdur. Bunday

o'ta mayda zarrali rudalarni yanchishda ko'p elektroenergiya sarf bo'lishini hisobga olinsa, bunday rudalar qiyin boyitiluvchi (uporniy) beqaror rudalar tarkibiga kiradi. Solishtirma sirt yuzasi, bu minerallarning shakliga ham bog'liqdir. Oltin shakli sinillab eritishga to'g'ridan-to'g'ri ta'sir etadi. Bir xil o'lcham-og'irlikdagi shar shakl yuzasi, kub shakl yuzasi, kub shaklidagi yuzadan, kub esa yassi-lappak shakl yuzadan kichikdir. Tanlab eritish paytida metall yuzasi, to'xtovsiz kamayib boradi va uning erish tezligi vaqt birligida borgan sari kamayib boradi. Ba'zida mineral (metall) ruda tarkibida singganligiga (vkraplennost) erish tezligi ham turlicha bo'lishi mumkin.

Ruda zarralari tegirmonlarda suv bilan aralashtirilib yanchiladi. Hosil bo'lgan bo'tana qovushqoqligi (K:S nisbati), uning diffuziya koeffitsientiga bog'liq. O'ta mayda mikron ruda zarralari-loyqa (quyka)ni hosil qiladi. Loyqa esa amorf shaklda bo'lib undagi oltin juda yomon eriydi.

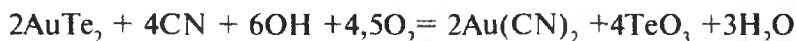
Loyqalar ikki bosqichli bo'ladi. 1-chi bosqichdagi loyqalar kaolinlashgan $Al_2O_3 \cdot x \cdot 2SiO_2 \cdot x \cdot 2H_2O$ larga va ular loyli rudalarni hosil qiladilar. Loyqa bilan aralashgan oltin rudalarini yana bir ikkilamchi turi -jushli (oxristie) rudalardir. Bu rudalarda sariq rang ko'p bo'lib, u asosan temir 3-oksidi: $Fe_2O_3 \cdot xH_2O$ holda bo'ladi. Qadimda bunday rudali joylarni jushli yoki jo'shali deyilgan. Masalan: Toshkent viloyatining Angren shaxri yonida Qorabog'soy, Qorabog' qishlog'i yonida jo'shali-soy shu fikrimizga dalildir. Bu soyning tuprog'i asrlar bo'yi sariq tusli-jo'sh bo'lib kelardi. U yerdan 1980-yillardan boshlab oltin rudasi er osti usulida qazib olinib, Angren oltin saralash fabrikasida qayta ishlanadi. Qovushqoqligi katta bo'lganidan bu rudalardagi oltin erish tezligi sust boradi. Shu sababdan bunday bo'tanasini bir necha barobar suyultirilgan holda sinillab eritiladi. Bo'tanani suyultirish dastgohlar miqdori va hajmini oshirishga va reagentlarning ortiqcha sarf bo'lishiga olib keladi.

Bu rudalarda loyqa bo'lishligi keyingi jarayonlar :quyultirish, filtrlash ishlarini hamog'irlashtiradi. Shu sababdan loyqali rudalar qiyin boyitiladigan rudalarga kiradi. Oltinning eritmaga o'tishi Shuningdek, ruda tarkibidagi nodir metallarning ligaturlik tarkibiga

(qaysi shakli qancha miqdor, uning kimyoviy birikmalari, kabilar.) va undagi elektr o'tkazuvchi minerallar borlig'iga ham bog'lik bo'ladi. Odatda sof tug'ma oltin, kumush hamrohi mis-sinil eritmalarida yaxshi eriydi. Shu boisdan uning mavjud bo'lishi oltinni sinillab eritishda birmuncha kiyinchiliklar tug'diradi.

Oltin eritishda katta qiyinchilik tug'diradigan yana bir qo'shimcha unsur, bu tellurdir. U oltinni erishini juda ham susaytirib yuboradi. Jarayonni faollashtirish uchun oltin rudasini mayda yanchib, eritmada ishkoriy konsentratsiyasini oshirishga to'g'ri keladi.

Telluridlarning sinil eritmasida oltin bilan o'zaro reaksiyasi quyidagicha bo'ladi:



Agarda ruda tarkibida tug'ma sof platina bo'lsa u erimay, to'g'ri chiqindiga o'tib ketadi. U oltin va kumush bilan qattiq eritma hosil qilgan bo'lsa, ortiqcha sinil sarf qilish bilan sekin eriydi. Gravitatsiya va amalgamatsiya chiqindisi sinillab eritiladigan bo'lsa, bo'tana tarkibidagi yana bir unsur simob bo'ladi. Simob kam eriydi. Qo'shimcha manbaalarni NKMKning GMZ-1, GMZ-2, GMZ-3 zavodlar amaliy instruktsiyalaridan olib foydalanish mumkin.

10.5. Sian eritmalarining gidrolizi. Himoyalovchi ishqor

Oltin rudalarini tanlab eritishda ishlatilayotgan ishqoriy metall sinillari aslida zaharli bo'lgan sinil kislota NSN ning sinil tuzlari va kuchli ishqorlari (KOH, NaOH, $\text{Ca}(\text{OH})_2$)lardir. Shuning uchun ular suvda eritilganda ular yengil dissosiyalanadi va sinil ionlari CN gidrolizlanib ishqor ionlari OH ga yo'l ochadi:



Gidroliz jarayoni eng xavfli jarayondir. Chunki bunda ishxona sexini zaharlaydigan ishqor ionlari va zaxarli sinil kislota bug'lari qoplashi mumkin.

Gidroliz tenglamasi konstantasi quyidagicha bo'ladi:



Bunda: A -faollik

Agarda yetarli darajada suyultirilgan eritmani qaraydigan bo'lsak, faollikning konsentratsiyalariga teng ekanligini ko'ramiz:

$$S_{OH} + C_{HCN} K_G = C_{CN} \quad (10.23.)$$

Sinil kislotasi oz darajada bo'lsada, u ham dissosiyalangan va quyidagi ionlarga ajratilgan bo'ladi H^+ va CN^- :



Bu tenglama dissosiasiya tenglamasi:

$$C_H^+ \cdot C_{CN} K_D = C_{HCN} \quad (10.24.)$$

$$S_{HCN} C_H$$

$$\text{Bundan: } = C_{CN} K_D$$

Bu ko'rsatmani (10.23.) tenglamaga qo'yib

$$S_{OH} - C_H^+ K_G = K_D \quad (10.25.)$$

ni hosil qilamiz.

Bu (10.25.) tenglamani surati suvning ionli hosilasidir.

$$K_{SUV} = S_{ON} \times S_N^+$$

Buni hisobga olib, quyidagi, gidroliz konstanta miqdorini topamiz:

$$K_{SUV} K = K_D \quad (10.26.)$$

Bundan harorat $25^\circ C$ da $K_{SUV} = 1,0 \times 10^{-14}$ va $K_D = 7,2 \times 10^{-10}$, bundan esa $K_G = 1,4 \times 10^{-5}$

Agar kaliy sinil yoki natriy sinil tuz eritmasi konstantasi SO ga teng bo'lsa uning gidroliz konstantasini topish oson bo'ladi. Agarda KCN ning gidrolizlash darajasi hosil bo'lsa, gidrolizlanmagan tuz kontantasi ($S_O - S_{Oh}$) mol/l. ekanini topamiz. Gidrolizlanmagan tuz batamom ionlarga dissosiyalangan bo'ladi va uning konsentratsiyasi CN ning konsentratsiyasiga teng bo'ladi.

$$S_{CN} = C_O (1-h) \quad (10.27.)$$

Gidroliz paytida ekvivalent miqdorda HCN molekulasini va ON ionlari hosil bo'ladi. Bunda HCN kislotaning oz miqdorda ekanligini hisobga olmasa, $SCN = CHCN$ deb qabul qilish

mumkin. Ya'ni CN ning bir ionidan, HCN ning bir molekulasini hosil bo'lsa, u holda HCN konsentratsiyasi, gidrolizlangan tuz konsentratsiyasiga teng bo'ladi:

$$S_{\text{HCN}} = S_{\text{OH}} + C_o \times h \quad (10.28.)$$

Endi (8.27.) tenglamani va (8.28.) ni (8.23.) tenglamaga qo'yib:

$$K_G = \frac{S_o^2 E h^2 C_o x h}{C_o (1-h) 1-h};$$

Bundan :

$$2C_o = \frac{K_G}{\sqrt{\frac{K^2 r}{4C_o^2} + \frac{K_r}{C_o}}} \quad (10.29.)$$

ni topamiz.

Bu tenglama toza suvda gidroliz darajasini topishga imkon beradi. Yuqoridagi (10.21.) – tenglamadan ko'rinib turibdiki, gidrolizni bostirish, to'xtatish uchun sinil eritmasiga ishqor qo'yish kerakdir.

KCN eritma gidrolizining NOH konsentratsiyasiga munosabati:
1-0 ; 2=0,1% ; 3-0,05%.

Rasmdan ko'rinib turibdiki, sinil konsentratsiyasi pasayishi bilan gidroliz darajasi oshib bormokda. Sanoat miqyosida gidroliz darajasi 3–10 % gacha ortib ketishi mumkin. Ishqorning oz miqdordagi konsentratsiyasi ham gidroliz darajasini tez pasaytirishi mumkin.

Bu amal oltin saralash fabrikalari amaliyotida keng qo'llaniladi va shu boisdan "himoyalovchi ishqor" deb ataladi. KG darajasi hamda sinil sarf bo'lishi harorat ortishi bilan oshib boradi. Bu hol, amaliyotda sinillab eritishni 15-20 °C da olib borishni taqazo etadi.

Nazorat savollari:

1. Oltinni sianli eritmada erishi qanday xarakterga ega?

2. Sianid eritmasining optimal konsentratsiyasi qanday tanlanadi?
3. Aralashtirish tezligining ortishi diffuziya tezligiga qanday ta'sir qiladi?
4. Oltinning sianli eritmada erishiga kislorodning porsial bosimi qanday ta'sir qiladi?
5. Oltinning sianli eritmada erishiga harorat qanday ta'sir qiladi?
6. Oltinning sianli eritmada erishiga oltin zarrachalarining yirikligi qanday ta'sir qiladi?
7. Oltinning sianli eritmada erishiga bo'tananing zichligi qanday ta'sir qiladi?
8. Sianli eritmalarning gidrolizi deganda nimani tuShunasiz?

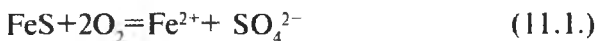
11-BOB. SIAN ERITMALARINING MINERALLAR BILAN O'ZARO TA'SIRI

Oltin rudalarida inert minerallar, ya'ni sinil eritmasi bilan reaksiyaga kirishmaydigan kvars, silikatlar, temir oksidlaridan tashqari, sinil eritmalari bilan o'zaro reaksiyaga kirishadigan minerallar ham ko'plab mavjud bo'ladi. Bu esa ko'plab nokerak, chetki reaksiyalarning yuz berishiga olib keladi. Bu esa o'z navbatida sinil reagentlarining ortiqcha sarf bo'lishiga olib keladi. Demak oltinning eritmaga o'tishi ham pasayadi, kamayadi. Shuning uchun rudalarning moddaviy tarkibi, sinillab eritib oltin ajratib olish texnologiyasini belgilaydigan faktorlardandir. Rudalar tarkibidagi mis, surma, margumush va temir minerallari eng ko'p ta'sir ko'rsatadigan salbiy qo'shimchalardir.

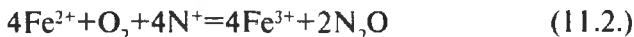
11.1. Temir minerallarining ta'siri

Bunday minerallari oltin rudalarining doimiy hamrohidir. Temirning oksidli minerallari gematit - Fe_2O_3 , magnetit — Fe_3O_4 , getit - FeOOH , siderit - FeCO_3 va boshqalar sinil moddalari bilan o'zaro reaksiyaga kirishmaydilar. Ammo, bunga o'laroq, aksincha temirning sulfidli minerallari : pirit - FeS_2 , markazit FeS_2 va perotin Fe_{1-x}S ($x=0$ dan to $0,2$ gacha), bu minerallar juda ko'p noqulaychilik, qiyinchiliklar tug'diradi. Bu reaksiyalarda har bir sulfid minerali, o'zicha ta'sir etadi. Bu minerallarning salbiy ta'siri yana Shundaki, bu minerallari bilan eritma orasida bo'ladigan reaksiyadan tashqari, bunda hosil bo'ladigan oksidlanish jarayon mahsulotlari bilan ham reaksiyaga kirishadi. Sulfidlar o'z ta'sir kuchiga ko'ra sekin va tez oksidlanuvchi kolchedanlarga bo'linadi (sulfidlar). Pirit kolchedan sekin oksidlana borib, butun jarayon davomida deyarli uncha ta'sir ko'rsatmaydi. Pirotin va markazit mayda zarrachali minerallar bo'lib, ular ancha noqulay qiyinchiliklar tug'diradi. Bu rudalar qazib olish va tashish transport sharoitlarida ham o'zgarishga uchrab, sinil eritmalarida aks ta'sir

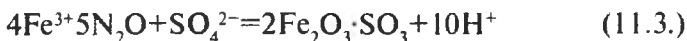
ko'rsatib, sinil tuzlarining ortiqcha sarf bo'lishiga olib keladi. Namlik va havo kislorodi ta'sirida pirotin va markazitlar o'zgarishga uchraydi. Unda FeS temir sulfid va sof oltingugurt hosil bo'ladi. FeS uz navbatida temir sulfat hosil bo'lishiga olib keladi:



Bu o'z navbatida yana oksidlanadi:



bu esa erimaydigan asosli cho'kma hosil qiladi :



keyin u temir gidrat hosil qiladi:



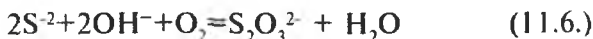
bunda pH konsentratsiyasi orta borsa 3 va 4 reaksiya unga suriladi.

Aslida bu reaksiyalar rudalarni qazib olishdan boshlab, tashish jarayonlarida davom etadi. Shu boisdan bunday rudalar qazib olingandan to sinillab eritilishigacha ajralish maxsulotlari oltingugurt elementar holda, temir zakisi va okisi temir asosi va gidrok-sidi sifatida jarayonga ta'sir ko'rsatadi. Bu reaksiya va mahsulotlar oz miqdorli bo'lsada, ularning texnologik jarayonga salbiy ta'siri ancha kattadir.

Sinil eritmasida sof oltingugurt rodanit hosil etadi:



S — ning bir qismi endi tiosulfat hosil qilishga sarf bo'ladi:

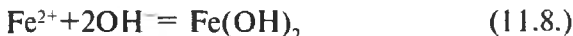


Himoya ishqori yetarlicha bo'lmasa, parchalanish hosilasi N^+ va CN^- endi sinil kislotaga bug'larini hosil qiladi:



Bu sinil kislotasining ortiqcha sarf bo'lishiga, sex havosini zaxarlanishiga olib keladi.

Ishqorli sinil eritmalaridagi temir zakis birikmasi, temir gidrat oksidiga aylanadi :



Qaysiki eritmadagi CN^-



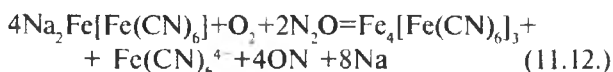
Bu $\text{Fe}(\text{OH})_2$ oq cho'kma, sinilning ortiqcha konsentratsiyali sharoitida temir sinil rodanit tuzini hosil qilish bilan eriydi:



Agar sinil konsentratsiyasi yetarli bo'lmasa, eritmada Fe^{2+} ionlari suzib yuradi. Bu sharoitda esa eritmada temir sinil rodanit tuzi hosil bo'ladi:



Erigan kislorod yordamida oksidlangan bu tuz esa, mayda tiniq ko'k tusli cho'kma, berlin lazuri deb ataluvchi temir oksidining tiosinil rodanit tuzini hosil qiladi: $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ bu tuz eritmasi dorichilikda "sinka" nomi bilan mashhur surkash preparatoridir. Reaksiya quyidagicha kechadi



Berlin lazuri yana boshqa bir yo'l bilan, ya'ni temir oksid kationlari (himoya ishqori yetarlicha bo'lmaganda) va temir sinil rodanit kislotasi anionlari o'zaro ta'siri natijasida ham hosil bo'ladi:



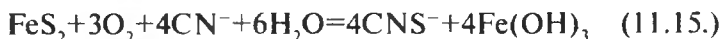
Shunday qilib, sinil eritmalarida ko'kimtir rang paydo bo'lishi bu eritmalarda himoya ishqori etishmayotganidan darak beradi. Bu texnologiyani boshqaruvchi muhandislari yaxshi bilishlari kerak. Bu sharoitda, sinil tuzlarining sarf bo'lishining oldini olish va sinil kislotasi bug'lari hosil bo'lmashini ta'minlash uchun eritmaga ohak yuklamoq zarur. Ishqoriy eritmalarda Berlin lazuri quyidagi reaksiya bo'yicha parchalanadi:



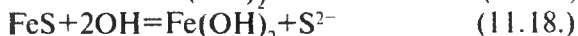
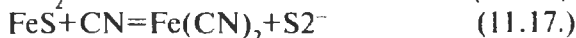
va eritmadagi ko'k rang yo'qoladi. Eritmalarda yuqoridagi reaksiya jarayonlari bilan bir qatorda, temir sulfidlarining navbatdagi parchalanishi davom etadi.

Ammo himoya ishqorining bo'lishi bu parchalanishni 11.1. va 11.2. reaksiyalardan farqli bo'ladi. Temir sulfidlarining ishqoriy

sinil eritmalarida parchalanishi, suvdagi parchalanishdan ko'ra jadalroq boradi va sinil tuzlari sarf bo'lishini ko'paytiradi. Temir sulfidi quyidagi reaksiya bo'yicha sinil ionlarini "yutadi":



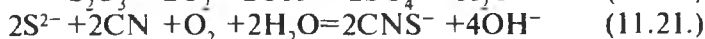
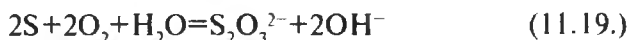
Bundan tashqari sinil ishqorlarida quyidagi sulfidlar o'zaro reaksiyaga kirishadilar:



Temir gidrooksidi, temir sinil tuzlariga aylanadi va yana sinil ko'pligi paytida eriydi. Rodanit birikmalari eritmada to'plana boradi;

S^{2-} anionlari qisman CNS , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, SO_4 ;

Anionlariga aylanadi:



qisman esa eritmada o'zgarishsiz qoladi. Haqiqatda esa temir sulfidlari bilan temir eritmalarining o'zaro ta'siri o'ta murakkab jarayondir. Bu haqda eritmada paydo bo'ladigan sulfit ion $-\text{SO}_3^{2-}$, polisulfidlar $-\text{Sn}^{2-}$, politionatlar $-\text{SxO}_6^{2-}$ va boshqalarga qarab bilsa bo'ladi.

Bu jarayonlarning sodir bo'lishi sinil tuzlari va eritmalarini texnologiyasi murakkab kimyoviy o'zgarishlar bilan borishini ko'rsatadi. Bu ionlarning ayrimlari, masalan: CNS , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, SO_4 , $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$ oltinning erishiga deyarli kuchli ta'sir etmaydi. SO_3^{2-} ionlari ham piritning, markazit va pirotinning ortiqcha oltingugurtlarini biriktirib olish bilan o'ta og'ir ta'sir ko'rsatmaydi:



Yon atrof qo'shimcha minerallari minerallar bilan boradigan reaksiyalar, sinillab eritishda asosan quyidagi qiyinchiliklar tug'diradi:

1. Sinil eritmalarida erigan kislorod konsentratsiyasini 7–8 mg/l o'rniga 2–3 mg/l gacha kamaytirib, erigan ishqoriy metallar sulfidlarini ko'paytiradi.

2. Sinilning sarf bo'lishi oshadi. Uni bekorchi sinil va rodanit-temir tuzlariga o'tkazishga sarf bo'ladi.

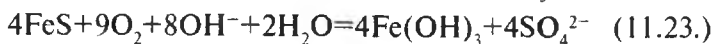
Bu qiyinchiliklarni bartaraf etish uchun quyidagi usullarni qo'llash lozim:

1. Sinillab eritish oldidan bo'tanani ishqorda aerasiya yo'li bilan aralashtirish.

2. Sinillashni muntazam aerasiyalash.

3. Sinil bo'tanasiga glet (PbO) yoki suvda eruvchan qo'rg'oshin tuzini ta'sir ettirish (qo'shish).

Birinchi usul shuning uchunki, agarda yetarli sinil bo'lmasa, temir sulfidi erib, gidrooksid hosil qiladi: $\text{Fe}(\text{OH})_3$



Bu gidrooksid endi sinil bilan reaksiyaga kirishmaydi. Mineral ustida temir gidrooksid pardasi yaratib, temir sulfid erishini susaytiradi. Oltinning erishi tezlasha boradi, kislorodning konsentratsiyasi ham eritmada oshib boradi. Shu sababli sinil tuzlarining sarf bo'lishi kamayadi.

Ikkinchi usulda ham-aerasiya intinsivlashishida kislorodning eritmada ortishi va oltinning erishi tezlashib, sinil tuzlari sarfi kamayadi. Kislorod konsentratsiyasi oshsa, 21 reaksiyaga ko'ra rodanit tuzlari hosil bo'lishi va CN sarf bo'lishi kamayadi.

11.2. Mis minerallarining ta'siri

Mis minerallari oltin rudalarida ozmi ko'pmi qatnashadi. Ular sinil ionlari bilan tezda reaksiyaga kirishib mis sinil tuzlarini hosil qiladi. Mis minerallaridan: eritmaga o'tish g % hisobida 23 °C

1. Azurit	— $2\text{CuCO}_3 \cdot x\text{Cu}(\text{OH})_2$	-94,5
2. Malaxit	— $\text{CuCO}_3 \cdot x\text{Cu}(\text{OH})_2$	-90,2
3. Kuprit	— Cu_2O	-85,5
4. Xrizokolla	— CuSiO_3	-11,8
5. Xalkozin	— Cu_2S	-90,2
6. Xalkopirit	— CuFeS_2	-5,6
7. Bornit	— Cu_5FeS_4	-70,0
8. Enargit	— $3\text{CuS} \cdot x\text{As}_2\text{S}_3$	-65,8

9. Tetraedrit $- 4\text{Cu}_2\text{S} \times \text{Sb}_2\text{S}_3$ -21,9

10. Mis metall Cu -90,0

Ko'rinib turibdiki mis sinil tuzlarida yaxshi eriydi. Harorat oshsa, erish ham yanada oshadi.

Eritmada misning umumiy ko'rinishi:

$\text{NaCu}(\text{CN})_{n+1}$; bunda $n = 1, 2, 3$,

Formula asosida o'tib, kompleks tuz hosil qiladi.

Ularning holatlari dissosiasiya konstantalari bilan aniqlanadi:

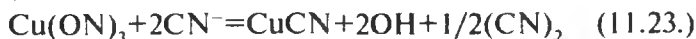
$$K_D^{\text{Cu}(\text{CN})_2} = \frac{[\text{Cu}^+] \cdot [\text{CN}]^2}{[\text{Cu}(\text{CN})_2]} = 1 \cdot 10^{-24}$$

$$K_D^{\text{Cu}(\text{CN})_3^{2-}} = \frac{[\text{Cu}^+] \cdot [\text{CN}]^3}{[\text{Cu}(\text{CN})_3^{2-}]} = 2,5 \cdot 10^{-29}$$

$$K_D^{\text{Cu}(\text{CN})_4^{3-}} = \frac{[\text{Cu}^+] \cdot [\text{CN}]^4}{[\text{Cu}(\text{CN})_4^{3-}]} = 5 \cdot 10^{-31}$$

Ilmiy tekshirishlar shuni ko'rsatdiki, eritmalarda misning $\text{Cu}(\text{CN})_3^{2-}$ kompleks ko'p bo'lar ekan. Sinil konsentratsiyasi kam hollarda $\text{Cu}(\text{CN})_2^-$ anioni ham ko'payishi mumkinligi ma'lum.

Yana bu mis oksid minerallaridan o'ziga xos xususiyatlari shu ekanki (gidratlar, qarbonatlar, sulfatlar), misning CN^- ionlari hisobiga to'g'ri valentli holigacha qaytarilishidir, qaysiki o'z navbatida $(\text{CN})_2^-$ -disian hosil qilib eriydi:



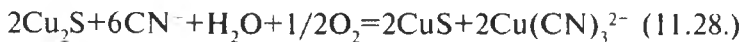
Misning oddiy sinil tuzi CuCN sinil ko'p bo'lganda tezda eriydi:



Disian gidrooksil ionlari bilan o'zaro reaksiyaga kirishib, CN^- sini lionlari va CNO^- sianit ionlari hosil qiladi:



Xalkozin Cu_3S sinil eritmalari bilan reaksiyaga kirishsa, oraliq mahsuloti sifatida CuS kovelin hosil bo'ladi :



Keyin elementar S ajralib eriydi:



S esa CN^- ionlari ishtirokida rodanit ionlar hosil qiladi.

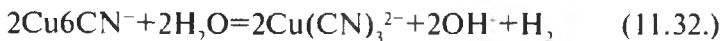
Anionlar, ayrim tadqiqotlar ko'rsatishicha $\text{Cu}(\text{CN})_2$ va CNS ionlari ishtirokida hosil bo'ladi:



Mis sinil eritmalarida xuddi nodir metallardagidek eriydi:



ammo nodir metallardan farqli o'laroq, mis metall oddiy suvda, kislorod oz bo'lsada eritmaga o'ta oladi:



oz bo'lsada, oltin rudalarida uchraydigan miss sulfid minerali o'ta faol bo'lib, sinil tuzlarining sarf bo'lishini shunchalik oshirib yubordiki, oqibatda oltinni sinillab eritib olish texnologiyasini qo'llash kerakmikan degan xulosaga ham olib keladi. Misli rudalardan oltinni ajratib olishda maxsus usullarni qo'llashga to'g'ri keladi. Xarakterlisi shundaki, sinil konsentratsiyasi kamayishi bilan mis minerallari faolligi ham pasayadi. Bu xususiyatdan foydalanib misli oltin rudalarini past konsentrlangan sinil eritmasida ishlov berish yo'li bilan qayta ishlash texnologiyasini ham qo'llashga majbur etadi. Ammo misli rudalarni qayta ishlash faqat sinil tuzlarining sarf bo'lishi bilan belgilanmaydi. Mis anionlarining eritma tarkibida bo'lishi, oltinning erish tezligini tushurib yuboradi. Bu xolatni tushuntirib berish uchun 2 ta nazariya ilgari surilgan: birinchi nazariya sohiblari Liver, Vulf, Xedli. Kenglolar aytishicha, go'yo sinil ionlari, $\text{Cu}(\text{CN})_3^{2-}$ va $\text{Cu}(\text{CN})_2^-$ anionlariga bog'lanib qolib, bu CN ioni oltinni eritishga borib etmas ekan. Bu tadqiqotchilar fikriga ko'ra, eritmaga yuborilgan qo'shimcha CN erkin ionlari ham, oltin erish kinetikasini tezlashtira olmaydi. Sababi sinil ionlari misning sinil murakkab tuzlari kompleksini yanada kuchliroq

bog'lashga sarflanadi. Oltin erishini tezlashtirish uchun, barcha mis minerallari barqaror yuqori darajadagi $\text{Cu}(\text{CN})_4^{3-}$ kompleks tuzigi o'tkazish zarur. Ammo amalda ma'lumki bu xolga erishish uchun ortiqcha sinil eritmasi berish, oltin erishi va uning eritmadan ajratib olinishini baribir jadallashtira olmaydi.

Boshqa ancha to'laroq nazariya M.D. Ivanovskiy tomonidan ilgari surilgan. Uning talqiniga ko'ra, mis minerallari sinil tuzining sarf bo'lishini oshiribgina qolmay, balki oltin va kumush yuzasida yupqa parda hosil qilib, sinil eritmasidan uning yuzasini to'sib qo'yadi.

M.D.Ivanovskiy fikricha $\text{Cu}(\text{CN})_3^{2-}$ ning manfiy zaryadlangan zarralari oltinning va kumushning musbat zaryadlangan zarralariga tortiladi. U metall eritma chegarasida yuz beradi. Elektro kimyoviy tortishish kuchiga asosan, assobsiya ham asosiy rol o'ynaydi, u esa kimyoviy kuchlar ta'siridan yuzaga kelgan bo'ladi. Paydo bo'lgan kimyoviy bog'lam nodir metallarni mis kompleks ionlari bilan sirt kuch bog'lanishlari orqali bog'laydi. $\text{AuCu}(\text{CN})_2$ va $\text{AgCu}(\text{CN})_2$. Assobsiyalangan yupqa mis kompleks ionlari nodir metallar yuzasini yupqa parda bo'lib qoplaydi va sinil ionlari o'tishiga, oltinning erishiga halaqit beradi, to'sqinlik qiladi. Oltin-ning erishini sekinlashtiradi. Yana boshqa fikrga ko'ra, mis ionlarining adsorbsiyasi metall potensialini musbat tomonga burib, oltin va kumushning erishini sekinlashtiradi. Adsorbsion parda hosil bo'lishiga ko'ra, CuCN mis sinil kompleks tuzining fazoviy xarakterdagi pardasi ham katta rol o'ynaydi. Bu fazoviy pardaning hosil bo'lishida, misli eritmalarida $\text{Cu}(\text{CN})_3^{2-}$ anioni bilan $\text{Cu}(\text{CN})_2^-$ anioni ham borligi amalda xarakterlidir. Bu mis sinil tuzlari kislorod muxitida oltin va kumush bilan reaksiyaga kirishib, ular ustida CuCN pardasi hosil bo'lishiga olib keladi.

Radioaktiv izotoplarning prosizion usulini qo'llash bilan M.D. Ivanovskiy sinil mis eritmalarida oltin va kumush metallari yuzasida yupka mis pardasi borligini isbotladi.

Tajribalar Shuni ko'rsatdiki eritmada sinil konsentratsiyasi oshsa oltin va kumush yuzasida mis pardasi kamayadi, oltin va kumushning eritmaga o'tishining tezlashuvi kuzatiladi

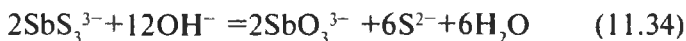
11.3. Margumush va surma minerallarining ta'siri

Eritmada margumush va surma minerallari bo'lishi ham manfiy ta'sir ko'rsatadigan jarayondir. Margumush oltin tarkibli rudalarda asosan -arsenopirit - FeAsS_2 , auripigment - As_2S_3 va realgar - As_4S_4 minerallari holda ishtirok etadi. Ayrim hollarda margumush -Pellingit FeAs_2 va skorodit $\text{FeAsO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ shaklida qatnashadi. Surma oltin rudalarida asosan antimonit (stibnit) Sb_2S_3 va ayrim holda oksidlangan Sb_2O_3 , $\text{Sb}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, Sb_2O_4 ko'rinishda qatnashadi.

Agarda arsenopirit sinil eritmalarida sinil tuzlarining sarf bo'lishiga olib kelsa, oltin rudalarida oz miqdorda bo'lsada antimonit Sb_2S_3 , auripigment - As_2S_3 va realgar - As_4S_4 ning bo'lishi, sinil tuzlarida oltin erishini katastrofik darajada pasaytirib yuboradi. Antimonit va auripigment sinil tuzlari bilan to'g'ridan-to'g'ri reaksiyaga kirishmaydi, ishqoriy eritmalaridaoksi va tio- tuzlari hosil qilib erydi:



Hosil bo'lgan tio tuzlari ishqorlar bilan reaksiyaga kirishib, SbO_3^{3-} va S^{2-} ionlarini beradi :



va qisman rodanit va oksi tuz hosil qilib parchalanadi:

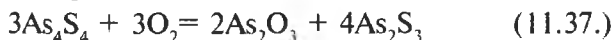


Endi S^{2-} anionlari erigan kislorod ta'sirida tiosulfat, rodanit va rodanit tuzlariga aylanadi (19, 20, 21 reaksiyalarga qarang).

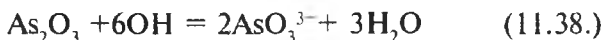
Arsenidlar ma'lum darajada arsenitlargacha oksidlanadi:



Reargar parchalanganda avval margumush antigidrati hosil bo'ladi va As_2S_3 bo'ladi:



Margumush oksidi ishqorda erydi:



Bundagi reaksiyalar 30–35 tenglamalarda ko'rsatilgan. Bu reaksiyalar natijasida eritma tarkibidagi margumush va surma sulfid tuzlari to'plana boradi.

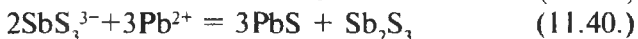
I.N.Plaksin va boshqalarning ilmiy izlanishlari shuni ko'rsatdiki bunda oltin va kumush yuzasida yupqa surma va margumush pardalari hosil bo'lib, ular o'ziga sinil ionlarini kuchli tortib oladilar va shu yo'l bilan nodir metallarning erishini juda pasaytirib, tushirib yuboradi. Ushbu ko'rsatmalar margumush va surma oltin rudalarini sinillab eritishning eng qiyin va murakkabligidan dalolat beradi. Yuqoridagi aytilgan pardalarning hosil bo'lish mexanizmi hali to'liq o'rganilmagan.

Faqat bu pardalarning hosil bo'lishida SbS_3^{3-} , AsS_3^{3-} va S^{2-} ionlari sababchi ekanligi takidlanadi xolos.

Oltin erish reaksiyalari jarayonida margumush va surma minerallarining sinil bilan uchrashmasligini ta'minlash bilan, ishni ijobiy olib borish mumkinligi ko'rsatiladi.

Minerallarda SbS_3^{3-} , AsS_3^{3-} va As_4S_4 erish diagrammasini o'rganish shuni ko'rsatadiki, bu minerallarning erishi, himoya ishqorining konsentratsiyasiga bog'liq ekan. Eritmaning pH muhitini o'zgartirish bilan, oltin erish tezligini kata diapozonda boshqarish mumkin ekan. pH pasayishi bilan, mineralning parchalanishi ham pasayadi. Reargar va antimonit minerallarida ham xuddi shunday holni kuzatish mumkin. Bu usul margumush va surma oltin rudalarini sinillab eritishda, himoya ishqorining konsentratsiyasini pasaytirish yo'li bilan amalda keng qo'llaniladi. Surma va margumush ionlari konsentratsiyasini pasaytirish bilan, oltinni erish tezligini oshirish mumkin.

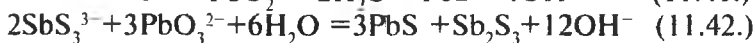
Qo'rg'oshin azot tuzlarini eritmaga qo'shish bilan surma va margumushlarni salbiy ta'sirini kamaytirish mumkin. Bunda S^{2-} , SbS_3^{3-} va AsS_3^{3-} ionlari qo'rg'oshin bilan erimaydigan birikmalar hosil qilishi inobatga olinadi:



Kislorod ta'siridan qo'rg'oshin sulfide sinil eritmasida CNS va PbO_2 ionlari hosil qilib eriydi :



Hosil bo'lgan plyumbit ioni yangi S^{2-} , SbS_3^{3-} va As_3^{3-} ionlari cho'ktiradi.

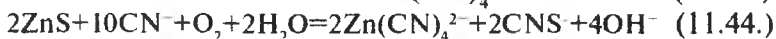
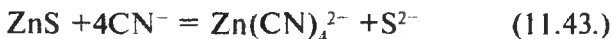


reaksiyalari natijasida CNS bo'ladi.

11.4. Rux minerallarining ta'siri

Rux minerallari oltin rudalarida kam uchraydi va ular sinillash jarayoniga uncha katta ta'sir ko'rsatmaydi.

Sfalerit minerali sinil bilan sekin reaksiyaga kirishadi:



Nisbatan sinkit ZnO va smitsonit ZnCO_3 minerallari tezroq eriydi.



Oltin rudalarida ko'proq uchraydi.

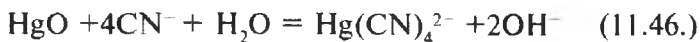
11.5. Qo'rg'oshin minerallarining ta'siri

Qo'rg'oshin minerallari yuqorida aytilganidek sinil eritmalarida sust eriydi va plyubit -ion va rodanit -ion hosil qiladi. Qo'rg'oshinning oksidlangan minerallari nisbatan tezroq eriydi. Qo'rg'oshinning eritmalaridagi ozgina ionlari ham, sulfidlarning zararli ta'sirini kamaytirishga yordam beradi. Shu munosabat bilan sinillash amaliy jarayonida eritmalarga glyot (PbO) va oksidlangan qo'rg'oshin rudalari qo'shib olib boriladi.

11.6. Simob minerallarining ta'siri

Simob minerallaridan-kinovar HgS va kalarodoit HgTe va boshqalar oltin rudalarida uchraydi. Amalgama fabrikalari chiqitlarini qayta ishlashda simob zarralari jarayonlarda ishtirok etishi mumkin.

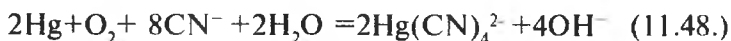
Simob oksidi HgO sinil eritmalarida yaxshi eriydi:



Simob zakisi Hg_2O va simob xloridi HgCl eritmada metallning yarmi eritmaga o'tadi:



Metall xolidagi simob eritmaga juda sekin o'tadi:



simob sulfidi HgS ham sekin eriydi. Simob ham qo'rg'oshin kabi sulfid minerallarining zararli ta'sirini kamaytiradi.

11.7. Sianli eritmalarining "toliqishi"

Sinil eritmalarida ruda minerallarining erishi sinil eritmasining sarf bo'lishiga olib kelishidan tashqari bu eritmada boshqa qo'shimcha unsurlarining to'planishiga olib keladi.

Sinil eritmasini ko'p marta takroriy ishlatilishi natijasida, unda qo'shimcha moddalar miqdori oshib boradi.

Bunday moddalarning to'planishi sinil eritmalarining eritish qobiliyatini susaytiradi. Yana bir sabab oltin va kumush yuzasiga kumush pardalar qoplashidir. Bu pardalar nodir metallarning eritmada faol modda va minerallar bilan o'zaro to'qnashuvda paydo bo'ladi. Pardalarning erish jarayonini to'sib qo'yishi ularning qalinligi va g'ovakligiga bog'likdir.

Anionlarda $[\text{Cu}(\text{CN})_3]^{2-}$, $[\text{Zn}(\text{CN})_4]^{2-}$, $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ oltin metall yuzasida parda sifatida diffuziyalanadi. Bu esa uz navbatida oltinning erishiga qarshi to'siq ekran bo'lib to'sadi. Hosil bo'lgan fazaviy parda $-\text{CuCN}$, $[\text{Zn}(\text{CN})_2]$, $[\text{Fe}(\text{CN})_2]$ ham ancha salbiy ta'sir ko'rsatadi. Mis kompleks ionlari oltin yuzasida zich to'sik parda hosil bo'lishiga olib keladi.

Unga aks ularok temir sinil ionlari, metall yuzasida yupka va govak parda hosil qilib. Sinil ionlarining oltin yuzasiga utib eritishi, mis kabi uncha zararli emas.

Temir -rux -mis tartibida bo'ladi. Eritmadagi surma va margumush ham qalin parda hosil qiladi. Eritmada margumush, surma, mis minerallari bo'lishi sinil tuzi eritish qobiliyatini susaytirib, uni "toliqtiradi". Eritmaga himoya ishqori ta'sir yetganida ham

uning eritish qobiliyati susayadi, u "toliqadi". Ko'rish mumkinki, eritmada ohak eritmasi oshishi bilan, oltinning erishi tezligi kamayadi. Himoya ishqori sifatida NaOH qo'shish ham shunday natija beradi. Buning sababi NaOH ta'sirida ham metall yuzasida yupqa parda hosil bo'ladi.

Bu pardaning tabiati va tavsifi xali yaxshi o'rganilgan emas. shu boisdan uning salbiy ta'sirini kamaytirish uchun, uning konsentratsiyasini gidrolizni bartaraf qilish darajasidagina miqdorda ushlab turish kerak. Metallar ustidagi pardalar, o'zaro ishqalanish, to'qnashish, dastgohlar qismlariga urilishi natijasida olinishi mumkin. Shuning uchun sinil eritmalarining toliqishi turli sabablar asosida yuz berishi mumkin. Bu o'z navbatida tanlab eritishi usuliga ham bog'liqdir. Eritmaning eritish qobiliyatidagi toliqishi mexanizmi ham hozircha o'zining to'liq ilmiy yechimini topganicha yo'qdir. U o'z javobini, yechimini kutmoqda.

Nazorat savollari:

- 1. Sizib o'tish orqali sianlashning mohiyati nimadan iborat?*
- 2. Sizib o'tish orqali sianlashda qanday rudalar ishlatiladi?*
- 3. Sizib o'tish tezligi deb nimaga aytiladi?*
- 4. Sizib o'tish tezligi qanday omillarga bog'liq?*
- 5. Sianlash uchun chanlar qanday shaklga ega bo'ladi?*
- 6. Chanlarga mahsulot qanday holatda yuklanadi?*
- 7. Sizib o'tish orqali sianlash qanday amalga oshiriladi?*
- 8. Sizib o'tish orqali sianlash qancha vaqt mobaynida amalga oshiriladi?*
- 9. Sizib o'tish orqali sianlashda reagentlar sarfi qancha?*
- 10. Sizib o'tish orqali sianlashning afzallik va kamchiliklarini keltiring.*

12-BOB. ZICHLAB SUYUQLIKDA ERITISH – SIAN AMALIYOTI. SIANLASH USULLARI

Sinillash texnologiyasi XIX asr oxirida, hali gidrometallurgiya jarayoni joriy qilinmasdan oldin paydo bo'ldi. U davrda rudani maydalab, uni o'ta yanchish hali izlab topilmagan, ko'p miqdordagi bo'tanani quyultirish va filtrlash hali noma'lum edi. Shu boisdan dast avval yirik donali maydalangan qumlarni eritish sizib o'tkazish yo'li bilan olib borildi. Bunday texnologiya, loyqa va mayda dispers yanchilgan materiallar bo'lmasligini talab qilardi. Shu boisdan sinillash oldidan mayda dispers moddalar va loyqani ajratib olish vazifasi qo'yilardi. Ajratib olingan yirik donali qum yoki shag'al materiallarni katta yasama hovuz (chan) larda sinillab eritilardi.

Olingan loyqa(li) simon mahsulot omborxonada keyingi qayta ishlash uchun saqlab qo'yilardi. Keyinchalik chanlar aralashtirgich uskunalari bilan takomillashdi.

Bu sxema bo'yicha qumlar sizib eritilib, loyqalari agitatsiya usuli bilan aralashtirilib qayta ishlangan.

Rudani yanchish texnologiyasi rivojlana borib, hamma rudalarni, Shu jumladan mayda donali rudalar ham mayda yanchilib, yoppasiga loyqalari bilan qo'shib aralashtirish yo'li bilan chanlarda eritila boshlandi. Rudani $-0,074$ va hatto $-0,043$ mm gacha o'lchamda yanchib eritish texnologiyalari yaratildi. Agar bunday yanchish talab etilmasa, rudani $-0,3+0$ mm gacha maydalash bilan sinillab eritiladi. Rudani chanlarda sizdirib eritish Rossiyada, JARda, AQSHda – Xomsteyk fabrikasida, Avstraliyada -Golden Ridj kabi fabrikalarda olib boriladi. Keyingi paytlarda dunyoda rudani to'dada tanlab eritish keng yoyilgan.

12.1. Zichlab o'tish orqali sianlash

Rudani sizdirib tanlab eritish nisbatan yirik yanchilib, o'zidan suyuq eritmani tez o'tkazib yuboradigan, oltin zarralariga sinil

eritmasi kirishiga imkon bera oladigan hollarda amalga oshiriladi. Bunday usul bir necha qatlamli ruda tarkibidan eritmani sizdirib o'tkazish bilan amalga oshirishga imkon beradi. Sizdirib o'tkazib eritishda rudani tayyorlash katta ahamiyatga ega. Sizdirish tezligi sm /soatlar bilan o'lchanadi. Soatiga 5 sm sizib o'tish yaxshi fursat hisoblanadi.

Eritma sizib o'tishi uchun ayrim xolda xar bir bo'lakning singdirish kattaligi ham ahamiyatlidir (yoriklar, kapilyar kanalchalar va h.k.). Shu bilan birga har bir bo'laklarning o'zaro joylashuvi ham e'tiborga olinishi kerak. Chunki har bir zarraning o'zaro joylashuvi ham eritmaning sizib o'tishida ahamiyat kasb etadi. Ruda zarralari soqqa shaklda, kub, romb shakllarda deb faraz qilinsa, ularning eritma o'tkaza oladigan g'ovak hajmlari turlicha bo'ladi. Agar kub shakldagi materiallarda 47,64 % hajm g'ovak bo'lsa, romb shakllarida bu hajm 25,96 % ni tashkil etadi. Soqqa shakldagi zarralarni a) va b) ko'rinishlarda joylashtirish ham mumkin.

Soqqa shakldagi zarralarni taxlash usullari.

a) ustma-ust taxlash.

b) zichlab taxlash.

Material zichligi va g'ovakligi ma'lum bo'lsa, sinil eritmasi miqdori bu g'ovaklarga necha hajm ketishini hisoblash mumkin. Romb shaklidagi rudalar uchun g'ovaklik 26%, material zichligi 2,7, bunda g'ovaklar bo'shlig'iga ketadigan eritma miqdori:

$$\mu = \frac{26 \cdot 100}{74 \cdot 2,7} = 13,01\%$$

qattiq xomashyoga nisbatan 13,01% hajmdagi eritma lozim bo'ladi. Agar xomashyo kub shaklida bo'lsa, g'ovaklik 47,5% deb olinsa

$$\mu = \frac{47,5 \cdot 100}{52,5 \cdot 2,7} = 33,51\%$$

Bu taglikka perpendikulyar g'o'lalar o'rnatib, ustki to'siga yog'ochlar teriladi. Bu to'sinlarning diametri kichikroq, oraliqlari bir-biriga yaqin teriladi. To'sinlarning ustki qavatiga aylana shakldagi g'ovak to'shama yotqiziladi. Uning chekkalari chan devorlariga

zichlab yopishtiriladi. Ba'zan to'sinlar o'rniga burg'ulab teshiklar teshilgan yog'ochlar o'rnatiladi. Ishlatib bo'lingan qum yoki rudani to'kish uchun, chan tagiga bo'shatish lyuklari o'rnatiladi. Ularning qopqog'i cho'yandan bo'lib, ish paytida zich berkilib turadi. Eritmani chiqarish uchun filtr tagidagi devorga tutashgan joyidan po'lat kranlar o'rnatiladi. Ularning diametri 25–75 mm o'raladi. Chanlar tayanch to'sinlar ustiga qo'yiladi. To'sinlar og'ir yuk ko'tarishga mo'ljallangani uchun oraligi 50 smdan o'rnatiladi. Bu to'sinlar o'z navbatida beton poydevor yoki temir poygohlarga mahkamlangan bo'ladi. Poygoh yoki poydevorlar balandligi chandagi xomashyoni ishlatib bo'lingach bo'shatilishga mo'ljallab olinadi. Sizdirish tezligi zarralarning o'lchami, shakli, ularning bir xilligi, yotqizish uslubi, hamda yuklash balandligi bo'yicha, bosim va harorat orqali belgilanadi. Xomashyoning mineralogik tarkibi ham suzish tezligiga ta'sir ko'rsatadi. Zarralar govakligi ham sizish tezligiga ta'sir ko'rsatadi. Shu sababdan yirik donali xomashyo mayda donali xomashyodan ko'ra tez sizib o'tkazadi. Agar zarralar bir turli bo'lsa, sizish tezligi ildamroq bo'ladi. Eritma xomashyodan tezroq bo'shaydi. Eritmaning chan tubiga o'rnatilgan suzgi qatlamidan suzib o'tishi ham jarayonning samaradorligiga ta'sir ko'rsatadi. Xomashyoda loyqa bo'lishi har kanday sharoitda ham, oltinning erish tezligini susaytiradi. Loyqa ko'payib ketgan hollarda bu usul bilan eritish masalasi texnologiyadan chiqarib tashlashgacha borib etadi. Loyqasi olingan ruda g'ovak bo'lib, u changga tushirilganda uning oralig'idan sinil eritmasi yaxshi sizadi. Qum yoki ruda xomashyosi bilan to'ldirilganda butun hajm bo'ylab bir xil tekis taqsimlangan xomashyo samarali eriydi. Xomashyoni yuklashda uni turli usulda taxlab chiqish mumkin. To'kiluvchi xomashyolarni yuklashda lentali transporterlardan foydalaniladi. Xomashyoni chandan bo'shatib olishda maxsus bo'shatgich aravachalardan foydalaniladi. Ular transportyor lentalarini ichki tomonidagi relslarga o'rnatilgan bo'ladi. Qumlarni suv bilan yanchishda va tasniflashda gidravlik transportlardan foydalaniladi. Tasniflashda spirali klassifikatorlardan olingan xomashyo suv bilan aralashgani uchun uni o'zi oqar usulda maxsus tarnovlar yordamida chanlarga yuklash mumkin. Xom-ashyo bilan

to'lgan chan ichidagi namlik chan tagidagi suzgichlardan o'tib, suvsizlantiriladi. Tanlab eritishga yuborilgan sinil eritmasi yuqoridan pastga yoki pastdan yuqoriga qarab, ayrim hollarda esa aralashtirishga yuborilishi mumkin. Yuklangan xomashyo tomonidan yutiladigan eritma miqdori quyidagi tenglama orqali topilishi mumkin. Ya'ni bir (1) tonna xomashyo uchun sarf bo'ladigan eritma miqdori:

$$Q = \frac{\theta}{(100 - \theta) \cdot D}$$

bunda: D — zichlik.

θ — govaklik koeffitsienti, %

Odatda sizdirib eritish uchun eritma kuchli konsentratsiyadan kuchsizga tomon porsiyalar bilan birin-ketin yuboriladi. Dastlabki kuchli konsentratsiyali eritmada 0,1–0,2% NaCN, keyingi o'rta-chasida 0,05–0,08% NaCN va so'nggi kuchsiz eritmada 0,03–0,05% NaCN bo'ladi. Butun mahsulot bo'ylab eritmaning sizib o'tish vaqti o'rtacha 1,5 soatni tashkil etadi. Eritma konsentratsiyasi va vaqti, bu yerdagi xomashyo turi, oltin miqdori xomashyodagi qo'shimchalarga bog'liq holda tayyorlanadi. Chanlarga eritmalar porsiya bilan, aslida esa uzluksiz quyilishi kerak. Xomashyoni tanlab eritish davriy holda olib borilsa, eritma quyidagicha quyiladi. Birinchi gal, qo'ruq xomashyoga nisbatan 25–50% eritma quyiladi. Qum yoki boshka xomashyo ustida eritma balandligi 50–70 mm ga etsa, eritmada xomashyo 6–24 soat davomida eritiladi. Bu vaqt davomida qo'pgina yoki barcha oltin miqdori eritmaga o'tadi. Agar eritish davomi uzoq cho'zilib ketsa, erigan kislorod kamayib ketishi mumkin. Optimal eritish vaqti tajriba yo'li bilan aniqlanadi. Vaqti yetganda eritma chan ichidan filtrga va undan drenaj xovuzchaga to'planib, oltinni cho'ktirib ajratib olishga yuboriladi. Asosiy eritma oqib bo'lgach, yuklangan xomashyo 6–12 soat davomida shamollatiladi. Kuchli konsentratsiyali eritmadan so'ng, o'rta va undan keyin sust konsentratsiyali eritma quyiladi va oxiri suv bilan yuviladi. Yuvish uchun quyiladigan suv barcha mexanik yo'qolgan va tashlamaga ketgan suvdan oshib ketmasligi kerak. Aks holda jarayonda eritma miqdori

oshib ketadi. Ayrim holda vakum suzgi (filtr) ishlatiladi. Vakum suzgi ishlatilsa oltin ajratib olish jadallashadi. O'ta mayda zarralarni tanlab eritish jarayonlarida vakum suzgilar ishlatiladi. Ammo bu holda suzgi loyqa bilan to'yinib qoladi.

Sinil eritmasida erigan oltinli bo'tanani turli usullar bilan chan ichidan bo'shatib olinadi.

1. Qumni quritib tushirib olish.
2. Quritib mexanik usulda bo'shatib olish.
3. Gidravlik usulda bo'shatish.

12.2. Zichlab tanlab eritish

Uyumda tanlab eritishning mohiyati sizdirib eritish jarayoniga yaqinroq. Jarayon shundan iboratki, ruda uyum holida suv o'tkazmaydigan asos ustiga yig'iladi va ustidan sian eritmasi yuboriladi. Eritmani ruda qavati orqali sekin sizib o'tishi bilan oltin va kumush boyitiladi. Pastdan oqib keladigan oltin saqlagan eritma oltinni cho'ktirishga yuboriladi.

Xuddi sizdirib eritishdagi kabi uyumda tanlab eritish jarayonida ham granula holidagi sianli eritmani yaxshi o'tkazadigan rudalar qo'llaydir. Odatda uyumda tanlab eritishda maydalash jarayonidan keyin olingan ruda, ya'ni diametri 5–20 mm bo'lgan rudalar ishlatiladi. Ko'p hollarda maydalanmagan, diametri 100 mmgacha bo'lgan rudalar ishlatiladi. Ruda tarkibida gil tuproqning ko'p bo'lishi sian eritmasini o'tishini, boyitishni sekinlashishini va oltinni ajralishini kamaytiradi.

Uyumda boyitish ochiq havoda, maxsus tayyorlangan maydonlarda olib boriladi. Suvni o'tkazmasligi uchun maydon beton qavati bilan qoplanadi, yoki sun'iy plyonkalar bilan qoplanadi. Erigan oltin saqlovchi eritmani oqishini tezlashtirish maqsadida maydon 2-4 qiya holida bo'ladi. Tayyor maydonga ruda uyum holida yig'ila boshlanadi. Ko'pincha uyum to'rt burchakli piramida ko'rinishida yig'iladi.

Uyumning balandligi 3–15 m gacha bo'ladi va unda 100-200 ming tonna ruda yig'iladi. Uyum ustidan sian eritmasi maxsus sepadigan qurilmalar yordamida sepiladi. Eritmani yuborish tezligi



12. 1-rasm. Uyumda tanlab eritish sxemasi.

- 1 – uyum asosi (maydon); 2 – uyum; 3 – sian eritmalarni purkovchi qurilma (forsunka); 4,6 – eritmalarni yig'ish uchun hovuzlar; 5 – eritmadan metallni ajratuvchi qurulma.

ruda tarkibiga bog'liq bo'lib, 1 kunda uyumni 1 m^2 yuzasiga $0,15\text{--}3 \text{ m}^3$ eritma berilishi mumkin. Eritmaning konsentratsiyasi $0,05\text{--}0,1\%$ bo'lib, muhiti pH $10\text{--}11$. Ishqor sifatida ko'pincha o'yuvchi natriy qo'shiladi, chunki ohak eritma sepadigan qurilmaga tiqilib qolishi mumkin. Uyum ostidan oqib chiqadigan oltin saqllovchi eritma uyum oldidagi eritma yig'iladigan joyga keladi. U yerdan oltin cho'ktirishga yuboriladi. Oltin cho'ktirish jarayonida oltin ko'mirga sorbsiyalanadi. Oltinsizlashtirilgan eritma sianlash va ishqorlash hususiyati tiklanadi va boyitishga yuboriladi.

Boyitish jarayoni tugaganidan keyin erigan oltinni yuvish maqsadida yuqoridan suv sepiladi va yuvilgan ruda chiqindiga yuboriladi.

Jarayonning davomiyligi hamma bosqichlarini hisoblaganda, ya'ni uyumni yig'ish, sian eritmasini yuborish, suv bilan yuvish va rudani bo'shatish o'rtacha 30 kundan 90 kungacha, oltin va kumushning ajralishi $50\text{--}70\%$ ni tashkil qiladi.

Uyumda tanlab eritish chiqindilarni qayta ishlaganligi, loyli va balansdan tashqari rudalarni, Shuningdek flotatsiya jarayoni chiqindilarini qayta ishlatilishi sababli rivojlanmoqda.

Shuning uchun ham uyumda tanlab eritish uchun ruda tayyorlashning birlashtirish va g'ovaklashtirish jarayonlari muhim bosqich sanaladi. G'ovaklashtirib birlashtirish jarayoniga barcha yanchilgan ruda yohud faqat tasniflangan mayin shlamli fraksiya jo'natiladi. Birlashtirilgan mahsulot olish uchun qo'shiladigan mahsulotlar quyidagi talablarga javob berishi lozim:

- biriktiruvchi mahsulot miqdori(portland sement);
- suv va sian eritmasi miqdori;
- tanlab eritish vaqti.

Uyum ustidan quyib turish mustahkamligi xom-ashyoning minerologik tarkibiga, asosan natriy ionlarining kalsiy ionlari bilan ion-almashinuviga bog'liq. Mayda zarralarni kattalari bilan birlashtirish uyum ustidan eritma berishni mustahkamlaydi. Loyli rudalar ohaktosh va Portland sement yordamida birlashtiriladi. Kam loy saqlagan mayin yanchilgan chiqindi mahsulotlar uchun birlashtiruvchi sifatida faqat Portland sement qo'llaniladi. Birlashtirish vaqtida namlik darajasi 12%, ruxsat etilgan ko'rsatgich 8–16% gachadir. Namlikning yuqori bo'lishi biriktiruvchi qo'shimchalarning hususiyatlarini yo'qqa chiqaradi va ustidan sepishni izdan chiqaradi. Oltin-kumush tarkibli rudalarni g'ovaklashtirishning 3 ta usuli mavjud: tasmali, barabanli(quvurli) va kosasimon.

Uyum maydonini tashkil qilishda o'sha tub yerning tuzilishi, yuzasi, yer osti, yer usti, ichimlik suvi holati, ob-havo sharoiti, elektr energiya va transport kommunikatsiya tizimi, qayta ishlana-digan ruda hajmi asosiy ta'sir etuvchi omillardan sanaladi. Bu barcha ko'rsatkichlar uyumda tanlab eritish jarayonining texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlarini belgilaydi. Maydonlar qo'llanilishiga ko'ra 3 ga bo'linadi: qayta qo'llaniladigan, doimiy o'suvchi (ko'tariluvchi, balandlaShuvchi), damba ostida tanlab eritiluvchi maydon. Maydonlarning o'lchami tanlab eritish davomiyligi bilan belgilanadi. Birinchi tur maydonlari uchun muvofiq jarayon davomiyligi 1kungacha. Ikkinchi tur uyum maydoninig o'sib borish balandligi 60m gacha bo'lishi mumkin. Dambali tanlab eritish maydonli uyumlar yer joyi tabiiy qiya bo'lgan joylarda amalga oshiriladi. Bu jarayonning afzalligi Shundaki, eritish tezligi bir necha yillarga qisqarishi mumkin.

Rudalarni taxlash quyidagi talablarga javob berishi lozim: ruda massasini va transportlarni ko'tarishga mustahkamlik va chidamlilik; erituvchi eritmalarga kimyoviy bardoshlilik; eritmaning sizib o'tishi. 3 xil turdagi asoslar qo'llaniladi: bir qatlamli, ikki qatlamli, 2past o'tkazuvchanli ekran, uch qatlamli, uchta past

o'tkazuvchanlikka ega ekran. Maydon qoplamasi sifatida turli mahsulotlar ishlatilishi mumkin. O'suvchi maydonlar uchun yuqori mustahkamlikka ega polietilen, gipalon, polivinil xlorid, doimiy qo'llaniluvchi maydonlar qoplamasi sifatida asfalt va sintetik materiallar ishlatiladi. Asoslarning yuza qoplamasini tanlashda geomembranaga yetadigani yo'qdir, u maxsus qayta ishlangan yerdir (grunt). Shuni aytish lozimki, geomembranalarining tarkibi juda mustahkam (qalinligi, mustahkamligi, uzoq xizmat qilishi)ligi uning qator xususiyatlarida namoyon bo'ladi. Bu xususiyatlar quyidagilar; suv o'tkazuvchanlik, cho'ziluvchanlik, kimyoviy bardoshlilik, shuningdek ekspluatatsiya xarakterlari: ekran qalinligi, yerlarni tayyorlash(aralashish, jipslashish, namlik, shimish).

Uyumda tanlab eritishning asosiy jarayonlaridan biri bu uyumni taxlash jarayonidir. Uyum bir yoki bir necha qavatlardan tashkil topgan bo'lishi mumkin. Uyumning balandligi asosning mustahkamligiga bog'liq. Uyumning asosiy vazifasi mahsulotlarning bir xilda taqsimlanishidir.

Uyumda tanlab eritish shtabel inshoati 3 turga bo'linadi:

Birinchi usul — uyum saralanmagan rudadan tayyorlanadi, ko'p kremniyli rudalar uchun qo'llaniladi. Uyumlar 1–2 m balandlikka samasval-buldozerlar bilan chiqariladi, 10 metrgacha bo'lgan balandlikka o'ziyukortar gredorlar yordamida yuklanadi;

Ikkinchi usul mexanik kuch ta'sirida yanchilgan mayin mahsulotlar yoki aglomeratsiyadan o'tgan mahsulotlar uchun qo'llaniladi. Uyum balandligi 2–4 m;

Uchinchi usul konveyerli usul bo'lib — yuqori ish unumdorligiga ega, rudaga bog'liq bo'lmagan, uyum balandligi 6m gacha. Uyumning balandligi maydon o'lchamiga, qayta ishlanadigan ruda hajmiga va jarayonning samaradorligiga bog'liq. Ayrim hollarda uyum balandligi 40–60 m gacha bo'lishi mumkin. Uyumni qavatma-qavat eritish jarayoni keng tarqalgan bo'lib, bunda har bir qavat alohida eritiladi.

Maydonning yuqori qismi va yon tomonlari eritmaning parlanishi hisobiga uchib ketmasligi uchun izolyatsiya qilinadi. Qiyaliklar yer qatlami va selofan qoplamalar bilan himoyalanaadi. Selofan

old qismidan ruberoid qatlami, shishamaterial va charmmateriallar qoplanadi.

Sug'orish tizimi quyidagi elementlardan tashkil topgan: sug'orish qurilmasi, sug'orish sxemasi, sug'orish tartibi va turi. Balandligi 4 m bo'lan ochiq usuldagi uyumlarni sianid eritmasi bilan sug'orishda yopiq tartibli sug'orishdan foydalaniladi. Kollektorlar yohud forsunkalar (eritmani tomchilatib sepib beruvchi qurulma), ta'sirlashmaydigan materiallar (qum, yer, ruda) bilan, suv o'tkazmaydigan selofanlar bilan himoyalangan. Sug'orish quyidagicha bo'lishi mumkin: doimiy, bosqichli, ma'lum nuqtaga qaratilgan, forsunka orqali sepiluvchi, ariqsimon, zovursimon va hovuzsimon.

Drenaj tizimi uyum orqali o'tgan eritmalar yig'indisidan va mahsulot saqlanuvchi havza va uni yetkazib beruvchi qurilmalardan iborat. Shuningdek drenaj sistemasida kollektor qismi, filtrlovchi mahsulot va yig'uv quvurlari, uyum ichida maydon qiyaligi, rudaning o'tkazuvchanligi va eritma hajmi. Rudaning o'tkazuvchanligi yaxshi bo'lsa uning o'zi drenaj vazifasini bajarishi mumkin. Drenaj tizimi tashqi tomondan erituvchi eritmani va oqimni o'tkazadi. Drenajning quyidagi ko'rinishlari qo'llaniladi:

- qum gravi qatlam orqali o'tuvchi eritma mahsulotlar drenaji, himoyalangan ekranda ushlab qolinuvchi; eritmalar arig'i orqali qabul qiluvchi zumfga tushadi yoki uyum chegarasi bo'ylab yig'iladi;

- drenaj quvurlari orqali o'tgan tarmoq, uyum bo'ylab qumdan o'tgan; barcha quvurlar yig'uvchi kollektorda bog'langan hovuzga yig'iladi;

- haydash qudug'i eritmasi filtr orqali drenajga o'tgan, ular himoyalangan ekran ustiga o'rnatilgan, u yerdan eritma yig'ish hovuziga jo'natiladi;

- eritmalar drenaj quduqlarida yig'iladi, uymning qum gravi qatlamlari uyum asosiga qurilgan; so'ngra eritmalar yig'uvchi hovuzlarga har tomondan oqib keladi.

Uyumda tanlab eritish natijasida olingan mahsulotlar undan oltinni ajratib olish maqsadida quyidagi usullarga jo'natiladi:

Sementatsiya (cho'ktirish) o'zidan faol bo'lgan metall yordamida (rux, alyuminiy, qo'rg'oshin, temir);

Sorbsiyalash usuli, faollangan ko'mir va ionalmashinuvchi qatronlar yordamida sorbsiyalash;

Elektrolitik ajratib olish;

Erimaydigan sulfid shaklida cho'ktirish.

Chet el amaliyoti eng ko'p tarqalgan usul sementatsiya va faollangan (aktivlangan) ko'mirga sorbsiyalash ekanligini ko'rsatdi.

Uyumda tanlab eritish tugagandan so'ng chiqindi uyumda qoldiq sianid va og'ir metallar uchraydi va bu eritmalar zararsizlantirilishi lozim. Sianli eritmalarini zararsizlantirish uchun maxsus usullar qo'llaniladi: kimyoviy oksidlash va biologik tozalash.

Kimyoviy oksidlash gipoxlorit, vodorod qo'shoksidi, kaliy permanganati, ozon, SO_2 gazlari va havo yordamida olib boriladi.

Uyumda tanlab eritish texnologiyasi oddiyligi va iqtisodiy kam harjligi bilan boshqa jarayonlardan farq qiladi. Shuning uchun ham oltin va kumushni ajratib olish foizi kam. Shu omillarni hisobga olganda uyumda tanlab eritish jarayoni 1–2 g/t oltin saqlagan kambag'al rudalarni va oltin ajratib oladigan fabrikalarining chiqindilarini qayta ishlashga mo'ljallangan. Uyumda tanlab eritishning qo'llanilishi nisbatan boy ruda uchun ham samaralidir. Ko'p afzalliklarga qaramasdan uyumda tanlab eritishning kamchiliklari ham mavjud: kimyoviy reagentlarning ko'psarf bo'lishi, katta yer maydonini egallashi, xarajatlarning ko'pligi.

Murakkab tarkibli(sulfidli) rudalar va chiqindilar uchun uyumda tanlab eritish samarali emas. Sianidli eritmada uyumda tanlab eritishni olib borish iqlimi mo'tadil maskanlar uchun foydalidir, chunki eritish 6–8 oy va ba'zida yil talab qilishi mumkin. Shimoliy rayonlarda issiq havo faqatgina 3 oy davom etadi, bu esa sianidli eritmada uyumda tanlab eritish uchun samarasizdir.

Rossiyalik bir guruh olimlar uyumda tanlab eritishning alternativ usulini ishlab chiqishdi, bu sulfat-xlorid kislotali marganes ikki oksidi ishtirokidagi tanlab eritishdir. Jarayon juda tez amalga oshirilib, bir necha kun davom etadi. Jarayonning mohiyati Shundaki, sulfat-xlorid kislotali muhitda marganes ikki oksidining gidratlanishi hisobiga 3 va 4 valentli marganes xlorid komplekslari hosil bo'ladi va ular nodir metallarni eritmaga o'tishini ta'minlaydi.

Sianidli uyumda tanlab eritishdan ko'ra sulfat-xlorid kislotali uyumda tanlab eritish quyidagi afzalliklarga ega:

- atrof-muhitga havflilikning kamayishi;
- atrof-muhitni himoya qilish bilan bog'liq xarajatlarning tejallishi;
- jarayonning yuqori tezligi;
- nodir metallarni ajralishining yuqorililigi;
- murakkab tarkibli sulfid-margumushli rudalardan oltinni to'g'ridan-to'g'ri ajratib olinishi.

12.3. Aralashtirish orqali sianlash

Quyultirgich.

1. Aralashtirish chani.

2. Suzgich (filtr).

Sinillash chanlari quyidagi turlarga bo'linadi:

1. Mexanik aralashmali chan.

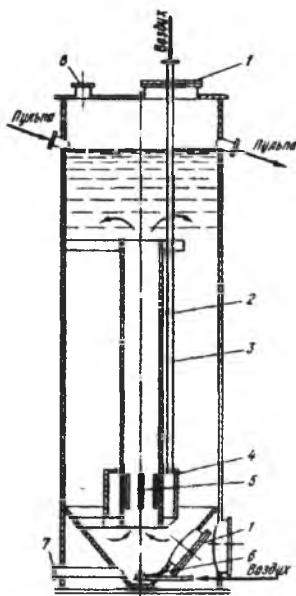
2. Pnevmatik aralashtirgichli chan.

3. Pnevмомexanik aralashtirgichli chan.

Hozirgi kunda oltin ajratish fabrikalarida markaziy aeroliftli pnevmatik aralashtirgichli dastgoh — pachuklar ishlatilmoqda. Pachuk ko'nussimon taglikka va baland silindrik ko'rinishga ega chan. Uning diametri odatda bo'yiga qaraganda 3 barobar qisqa bo'ladi. Uning markazida 2 tomoni ochiq bo'lgan aeroliftli metall quvvur o'rnatilgan bo'ladi (1). Bu temir quvvur ichiga ingichka va uzunligi sirtqisiga qaraganda $1/2$, $2/3$ qismdan iborat boshqa quvvur-nay o'rnatiladi. Bu ingichka nay orqali yuqori bosim ostida siqilgan havo yuboriladi. Pachuk quyidagicha ishlaydi. Bo'tana bilan tindirilgan pachuk ichiga, ingichka po'lat nay (2) orqali siqilgan havo haydaladi. Havo nay ichida 2-quvvur ichiga o'tib, yuqoriga alohida havo pufaklari shaklida ko'tariladi. Bu quvvur aerolift quvuri deyiladi. Shu sababdan markaziy quvvur (1) ichidagi bosim pachuk ichidagi bosimga qaraganda kam bo'ladi. Bosimi kam bo'lgan quvvur ichidan ko'tarilib, uning ustki qismidan ko'tarilib to'kilib tushadi. Bosimi ko'p bo'lgan havo, bosimi kam bo'lgan quvvur ichiga tagidan so'rilib xira tuzilishga ega ekanligi bilan ajralib

turadi. Bunda sinil eritmali aerolift yo‘li bilan intensiv ravishda aralashib turadi. Bunday qurilmaning kamchiligi shuki, uni o‘rnatishga baland binolar kerak. Bundan tashqari pachuk ichida tezlik bilan aralashtirish to‘xtatilsa, uning tagiga loyqalar cho‘ka boshlaydi.

Bunday pachuklar O‘zbekistonda va chet el oltin saralash fabrikalarida keng miqyosda ishlatilmoqda.



12.2-rasm. **Pachuk:** 1 — apparatni ta'mirash uchun lyuk; 2 — aerolift; 3 — siqilgan havo berish uchun quvur; 4 — cho'ntagi; 5 — o'yiqlar; 6 — dispergator; 7 — shtuser; 8 — so'ruvchi ventilyatsiya uchun patrubka.

Shu jumladan sinil eritmasida oltinni tanlab eritish NTMK ning GMZ-1, GMZ-2, GMZ-3 larda pachuklar samarali ishlab turibdi.

Pachuklarning texnik tavsifi birinchi 12.1-jadvalda berilgan.

Pachuklarning texnik tavsifi:

Pachuk o'lchami, m		Metall qismlarining massasi t.	Sig'imi, m³	Havo sarfi, m³/soat	Havo bosimi, kg/sm²
Diametr	Balandlik				
3,0	9,0	7,3	50,9	1,4	1,4-2,1
3,6	10,8	9,1	84,9	2,1	1,4-2,1
4,5	13,5	13,6	155,6	2,8	2,1-2,8

Nazorat savollari:

1. Uyumda tanlab eritish jarayonining mohiyati nimada?
2. Uyumda tanlab eritish jarayonining afzalliklari?
3. Qanday sharoitlarda uyumda tanlab eritish qo'llaniladi?
4. Sianlash usulari.
5. Sizib o'tish orqali sianlashning mohiyati.
6. Sizib o'tish orqali sianlashning asosiy parametrlari.
7. Sizib o'tish orqali sianlash uchun eritmalarining konsentratsiyasi va vaqti.
8. Sizib o'tish orqali sianlashning afzallik va kamchiliklari.

13-BOB. OLTIN SAQLOVCHI ERITMALARNI QOLDIQDAN AJRATISH

Tanlab eritish natijasida eritma hamda chiqindilardan iborat bo'tana hosil bo'ladi. Sorbsiyali tanlab eritishdan farqli o'laroq, avvalgi, yoki boshqacha aytganda klassik texnologiyalarga asosan oltinli eritmani chiqindidan ajratish uchun tindirish va suzish (filtrlash) zarur bo'ladi.

Nodir metallar erigan bo'tanani aralashtirib, dekantasiyalash uchun maxsus chanlarga haydab, uni tindirishga qo'yiladi. Qattik va solishtirma og'irligi katta zarrachalar idish tubiga tusha boshlaydi, tingan eritma esa, sifon qurilmasi (so'rib oluvchi) orqali qattiq bo'tana-cho'kma ustidan boshqa idishga so'rib olinadi. Chan tubiga cho'kkan mahsulotda $S : Q = 1 : 1$ bo'ladi. Bu eritmalarni ajratish uchun cho'kkan mahsulotga ozroq sinil eritmasi qo'shib aralashtiriladi. Bu ish barcha erigan oltinni yuvib tushirguncha davom etadi. Ikkinchi, uchinchi yuvishdan chiqqan oltini kam eritmalar, keyingi yuvish ishlarida qaytadan ishlatishga yuboriladi. Shu yo'sinda qayta— qayta, qarama -qarshi oqim prinsipi bo'yicha ishlatilgan eritmaning hajmini saqlagan holda olingan boy eritmalar hosil qilinadi. Bu ko'rib chiqilgan usul davriy bo'lib, ko'p mehnat talab qiladi. Hozirgi kunda bunday usul ishlab chiqarish unumdorligi kichik, tarkibida oltini ko'p bo'lgan kichik korxonalarda ishlatilishi mumkin. Ba'zida aralashtirish va aralashtirib, so'ng dekantasiyalashni bir dastgohning o'zida olib borish mumkin. Bu usul Angren va Chodak oltin saralash fabrikalarida ishlatiladi.

Agar ruda tarkibida loyqali material bo'lmasa, bu usulni nisbatan kattaroq korxonalarda ishlatish mumkin. Bunda oltin saqlovchi bo'tana bir nechta agitatorlarda aralashtirilib, bir-necha quyultirgichlarda tindirilib dekantasiyalanadi. So'nggi quyultirgichdagi dekantasiyalanib cho'kkan cho'kma chiqindi hisoblanib, chiqindixonaga tashlanadi. Toza suv eng so'nggi quyultirgichga quyiladi. So'nggi quyultirgichdan oldingi, quyultirgich quyulmasi birin-ketin o'zidan oldingi tegirmonga qo'yiladi. Quyultirgichlarda

bo'tanani cho'ktirish tezligini oshirish uchun hozir poliakrilamid PAA kabi flokulyantlar ishlatiladi.

Bu usuldagi tindirish AQSH ning Karlin, Avstraliyaning Moline fabrikalarida ishlatilmoqda.

Gidrometallurgiya jarayonida qattiq fazadan suyuq fazani g'ovak to'siqlar yordamida ajratish suzish — filtrlash deyiladi. Bu usul suzish dastgohlarida amalga oshiriladi.

Bunda suyuq va quyuk fazalar bir-biridan filtrllovchi mato orqali yoki vakuum so'rg'ich bilan ta'minlangan qo'rilma yordamida ajratilgan. Vakuum so'rg'ichlar orqali eritma qurilma ichiga filtrllovchi mato g'ovaklaridan o'tadi, qattiq — kek deb ataluvchi qismi mato sirtida ushlanib qoladi. Shunday yo'l bilan bo'tana suyuq filtrat va quyuk kekga ajraladi. Suzish dastgohlarining ba'zilar davriy, ba'zilar uzluksiz ishlaydi.

Birinchi turdagi suzish dastgohlari qo'zg'almas bo'lib, ikkinchi turdagi dastgohlarning ishchi qismlari uzluksiz harakatda bo'ladi. Birinchi tur suzgichlarining barcha maydonlarida jarayon bir xil kechadi. Ya'ni mahsulotni berish, kekni yuvish, filtratni dastgohdan chiqarib olish. Uzluksiz ishlaydigan suzish dastgohlarining ayrim ishchi qismlari mahsulotni qabul qilsa, boshqa qismi suyuqlikni so'radi. Yana bir qismi esa yopishgan cho'kma-kekni "puflab" bo'shatadi va keyingi vazifani bajarishga o'tadi. Suzish jarayoni gidrodinamik jarayondir. Suzish tezligi suzish to'sig'ining ikki yonidagi bosimlar ayirmasiga to'g'ri proporsional va suyuqlikka ko'rsatilayotgan qarshilikka teskari proporsional.

Nazorat savollari:

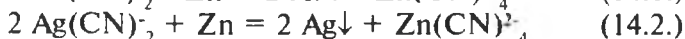
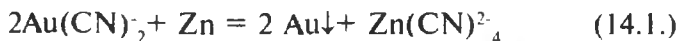
- 1. Aralastirib sinillashning mohiyati nimadan iborat?*
- 2. Davriy dekantasiyalash nima?*
- 3. Uzluksiz tanlab eritish deganda nim a tushuniladi?*
- 4. Sinillash chanlarining turlari.*
- 5. Pachuklarning tuzilishi va ishlash prinsipi.*
- 6. Tanlab eritish natijasida nima hosil bo'ladi?*
- 7. Hidrometallurgiya jarayonida qattiq fazadan suyuq fazani g'ovak to'siqlar yordamida ajratishga nima deyiladi?*
- 8. Chanlarda qattiq va solishtirma og'irligi katta zarrachalar qayerga joylashadi?*

14-BOB. SIANLI ERITMALARDAN SIGMENTATSIYA USULIDA CHO'KINDI NODIR METALLARINI AJRATISH

Oltin va kumushni sinil eritmalaridan ajratib olishning quyidagi usullari mavjud: rux yoki alyuminiy yordamida cho'ktirish, ion almashuvchi qatronlarga yoki pista ko'mirga yuttirish, hamda ekstraksiya.

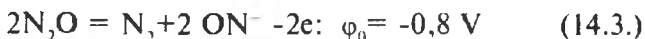
Oltin va kumushni sinil eritmalaridan rux kukuni yordamida cho'ktirish nazariyasi rus olimlaridan I.N. Plaksin, I.A. Suvorovskiy, O.K. Budnikov, I.A. Kakovskiy va boshqa chet elliklar tomonidan talqin etilgan.

Metallarning faollik qatorida sinilli eritmalaridagi ruxning potentsiali oltin va kumushga qaraganda manfiyrok, shu sababdan rux metalli eritmalaridan oltin va kumushni oson siqib chiqaradi.

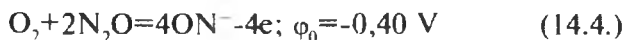


Bunda (1) reaksiyaning muvozanat konstantasi $1,0 \times 10^{23}$ ga teng va (12.2.) reaksiya konstantasi $1,4 \times 10^{23}$ ga tengdir. Ko'rinib turibdiki, oltin va kumush rux kukuni yordamida termodinamik nuqtai nazaridan to'liq cho'kmaga o'tadi.

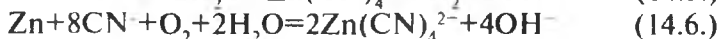
Kuchli qaytaruvchi rux suv molekulasini parchalab qaytarib, vodorod ajratib chiqarishi mumkin:



Bunday eritmalarida ma'lum miqdorda erigan kislorod bo'ladi. Kislorod yuqori oksidlovchi bo'lgani uchun rux bilan qaytariladi va gidrooksil ionlarini hosil qiladi:



Shu sababdan sigmentatsiya usuli bilan cho'ktirishda rux metallining bir qismi befoyda sarf bo'ladi:



Nazariy jihatdan reaksiya (a) ga ko'ra 1g Au ni cho'ktirish uchun 0,19 g. Zn sarf bo'ladi. Amalda esa sarf 10 barobar ortirdi.

Hozirgi zamon nazariyasiga ko'ra bu usul elektro kimyoviy jarayondir. Uning ishi galvanik element ishiga qiyoslanadi.

Nodir metallarni cho'ktirishning samarali borishi uchun quyidagi amallarni bajarish kerak bo'ladi:

1. Eritmani dastlab aeratsiyalash.
2. Sirti faollashgan rux kukunini qo'llash.
3. Ruxni qo'rg'oshinlash
4. Sinil va ishqorning omilkor konsentratsiyali bo'lishi.
5. Jarayonni tindirib olib borish.

14.1. Rux bilan cho'kindi jarayoning fizik-kimyoviy asoslari

Oltin saralash fabrikalarida ruxning ikki turi ishlatiladi:

1) rux qipig'i; 2) rux kukuni.

Har ikki xili ishlatilganida ham nodir metallarni cho'ktirish oldidan, bo'tanaga dastlabki ishlov berish jarayoni bajarilishi kerak. Bu jarayon tindirishdir.

14.2. Rux bilan cho'kindi amaliyoti. Sianli cho'kindilarga ishlov berish tindirish

Cho'ktirish oldidan eritma tip-tiniq bo'lishi kerak, aks holda rux, oltin va kumush zarrachalari ustiga to'g'ridan-to'g'ri kontaktga bo'la olmaydi. Shu sababdan eritma ichida muallaq holda suzib yuruvi zarralar bo'lmasligi kerak. Quyultirgich va suzgichlardan o'tgan oltin tarkibli eritma maxsus idishlarda tindiriladi. Eritmalarni tindirish uchun qumli, ramli va qumli, ramli pres suzgich, qopli va boshqa suzish qurilmalari qo'llaniladi.

Oltin va kumushni cho'ktirishda ruxni qipiq shaklda ishlatishning quyidagi kamchiliklari mavjud:

1. Qipiqni ishlatilish joyida tayyorlash va uning ko'p sarflanishi.
2. Oltinni to'la cho'ktira olmaslik
3. Sinil eritmalarining ko'p sarflanishi.
4. Cho'kmaning toza bo'lmasligi.
5. Ko'p joyni egallashi.

6. Oltining ma'lum qismi aylanma harakatda yurishi.

Shu kamchiliklarga ko'ra ruxni qipiq shaklda qo'llash usuli chegaralangan.

Hozirgi zamon nazariyasiga ko'ra bu usul elektrokimyoviy jarayondir. Uning ishi galvanik element ishiga qiyoslanadi.

Sementatsiya jarayonini tezlashtirish uchun duffuziyani tezlashtiradigan hamma usullar ya'ni, katod yuzasini oshirish, samarali aralashtirishni oshirish, haroratni oshirish kerak.

Amaliyotda oltinni cho'kishini tezlashtirish maqsadida rux yuzasi qo'rg'oshin metali bilan qayta ishlanadi, ya'ni rux metali qo'rg'oshinni biror bir tuzi bilan qayta ishlanadi(nitrat yoki sirka kislotali).

Aralashtirish sementatsiya jarayoniga ikki xil ta'sir ko'rsatadi, birinchidan oltinni qaytarilishini tezlashtiradi, ya'ni cho'kishini tezlashtiradi, ikkinchidan kislorodni qaytarilishini tezlashtiradi, bundan kelib chiqadiki, ruxni behudaga sarf bo'lishi oshadi. Shuning uchun amaliyotda sian eritmalaridan nodir metallarni cho'ktirishdan oldin deaeratsiya jarayoni olib boriladi. Bu esa oltinning sian anionlarini rux yuzasida diffuziyalanish tezligini oshiradi, Shu bilan birga oltinni qaytadan erishini va ruxning sarfini kamaytiradi.

Nodir metallarni cho'ktirishda jarayon uchun quyidagi sharoitlar qulaydir:

- 1) eritmalarini dastlabki kislorodsizlantirish (deaeratsiya);
- 2) yuqori sifatli yuzaga ega bo'lgan rux metalini ishlatish;
- 3) ruxni qo'rg'oshinlash;
- 4) sian va ishqorni kerak, lekin juda ham yuqori bo'lmagan konsentratsiyasini ishlatish;
- 5) jarayonni tindirib olib oshirish.

Sementatsiya jarayoniga ko'p hollarda eritma tarkibidagi qo'shimcha metallar zararli ta'sir ko'rsatadi. Ular rux yuzasida zich parda hosil qilib cho'kish jarayonini sekinlashtiradi, ayrim hollarda umuman to'xtatib qo'yadi. Eritmada sulfidlarning ishtirok etishi natijasida rux va qo'rg'oshin sulfidlari hosil bo'ladi, bu esa jarayonni sekinlashtiradi. Eritmada mishyak ishtirokida ruxni izolyatsiya qiladigan kalsiy arsenat hosil qiladi. Eritmadagi mis metali rux

ishtirokida oso'ngina siqib chiqariladi va uning yuzasini qoplaydi. Sementatsiya jarayoniga shuningdek kremniy kislotasi H_2SiO_3 ham salbiy ta'sir ko'rsatadi, u ohaktosh bilan birikib $CaSiO_3$ ni hosil qiladi, bu esa jarayonni sekinlashtiradi.

Qo'rg'oshin eritmada galenit ioni shaklida uchrasa, kalsiy plumbit $CaPbO_2$ hosil qilib rux aktivligini susaytirishga olib keladi.

Mis sianid eritmalarida anion holida uchrab ruxni oson siqib chiqara oladi:



va uning yuzasini qoplaydi.

Misning konsentratsiyasi yuqori bo'lgan hollarda cho'kish jarayonini mutloq to'xtatib qo'yadi. Bu hollarda misdan tozalash maqsadida eritmaga birinchi qo'rg'oshinsizlashtirilgan rux ishlatiladi, ya'ni mis rux metali yuzasiga cho'kadi, undan keyin qo'rg'oshin bilan qayta ishlangan rux ishlatiladi. Chunki qo'rg'oshin bilan qayta ishlangan rux metalida misni cho'kish qiyin boradi.

14.3. Oltin-ruxli cho'kindilarga ishlov berish

Cho'ktirish oldidan eritma tip-tiniq bo'lishi kerak, aks holda rux, oltin va kumush zarrachalari ustiga to'g'ridan-to'g'ri o'tira olmaydi. Shu sababdan, eritma ichida muallaq holda suzib yuruvchi zarralar bo'lmasligi kerak. quyultirgich va suzgichlardan o'tgan oltin tarkibli eritma maxsus idishlarda tindiriladi. Eritmalarni tindirish uchun qumli, ramli, vakuumli, ramali press suzgichli, qopli va boshqa suzish qurilmalari qo'llaniladi.

Vakuum — filtirlar: ularning davriy va uzluksiz ishlaydigan turlari mavjud. Davriy ravishda ishlaydigan vakuum suzgichlaridan biri nutch-suzgichdir. Uning tagi yassi bo'lib, vakuum orqali havo so'riladi. Taglik ostida to'siq orqali so'rish vakuumi o'rnatilgan. Bu dastgohning suzish yuzi tagligi $1m^2$ dan $6 m^2$ gacha yetadi. Cho'kmaning qalinligi 50—100 mm bo'ladi. Ishchi vakuum 500-700mm simob ustuniga teng. Ko'pincha bunday chanlar ag'darilma usulda ishlaydi va bu bilan uni bo'shatish osonlashadi. Bu suzgichlar ishlatishda oson bo'lganligi uchun ko'pgina korxonalarda qo'llaniladi. Uning kamchiligi ish unumdorligining pastligi va qo'l

bilan bo'shatilishga ham to'g'ri kelishi. Ramali vakuum suzgichlar hozir ham oltin saralash fabrikalarida ishlatilmoqda. Bu suzgichlar bir nechta suzish matoga o'ralgan. Ramalar changda yonma-yon o'rnatilgan bo'ladi. Bu suzginging temir naylari yumshoq rezina nay orqali vakuumga ulangan. Ustki temir naylar orqali suzilgan filtrat so'rib olinadi. Ramalar tortilgan filtrlovchi matolarga o'ralgan. Ramalar soni 24 dona bo'lib, piramida taglik ustida o'rnatilgan. Mahsulot ramali vakuum suzgichlarda 2–5 soatcha bo'ladi. Cho'kmada qolgan namlik 25–35%, unumdorligi $3,0 \times 1,5$ m. Rama yuzasi 1,5–3,5 t quruq mahsulotga teng. 1 m² yuzadan 0,7–0,4 t mahsulot olinadi (kek).

Uzluksiz ishlaydigan vakuum suzgichlar: bunday filtrlarning turlariga barabanli filtrlar kiradi.

Bunda barcha jarayonni avtomatlashtirish mumkin. Bu barabanli suzgich minutiga 3–12 marta aylanadi.

Aylanayotgan baraban orqali suzgichga eritma so'riladi. Eritma so'rilgach, baraban aylanib cho'kmani yuvish va quritish zonasiga o'trazadi. Qurigan cho'kma baraban yuzasidan qirib tushiriladi. Vakuum-suzgichlarda 1–2 ta resiver o'rnatiladi. Bu resirverlar orqali vakum-nasos moslangan quvur-naylar orqali taqsimlovchi qurilmaga bog'langan.

Filtrat va yuvindi suvlar resiverda to'planib, markazga intilma nasoslar orqali chiqarib yuboriladi. Bunday barabanli vakuum-suzgichlarning unumdorligi suzgichga berilgan mineral zarralarning fizik-kimyoviy xususiyati va o'lchamlariga bog'liqdir. Bo'tananing zichligi $S : Q = 1,5 : 1$ bo'lib, sutkasiga 1 t/m² dan oshmaydi.

Diskli (lappakli) vakum-suzgichlar odatda keng ko'llamda ishlatiladi. Bunday dastgohlar ixcham, ishlatishda qulay, ular tagligidagi jom idish bir-ikki bo'linga bo'linib, har bir bo'limdagi suzish uskunalari har hil turdagi bo'tanalaini suzish mumkin. Vertikal o'rnatilgani uchun yuvish qiyin.

Shu boisdan kek chanlarda repulpatsiyalanadi (ya'ni bo'tana yumshatiladi). Buning uchun kek maxsus chanlarda suv yoki maxsus eritma bilan yuviladi, aralashtiriladi. Sianli eritmalardan oltinni cho'ktirish jarayoni rux kukuni yordamida amalga oshiriladi. Bunda tindirilgan oltintarkibli sianli eritma kislorodsizlan-

tirishga yuboriladi, rux kukuni nordon qo'rg'oshin tuzi bilan aralashtiriladi va oltin ruxli cho'kmani ajratish uchun filtrlanadi. Qo'rg'oshinlangan rux kukuni yuzasi katta bo'lganligi sababli sementatsiya jarayoni tez va to'liq amalga oshadi, shuning bilan oltinning asosiy qismi aralashish vaqtida cho'kadi va filtrlash vaqtida filtr yuzasida qoladi.

Jarayonning apparatlar zanjiri sxemasi 10-chizmada keltirilgan.

Tindirilgan oltin tarkibli eritma 6 quvur orqali changa tushadi. Eritmaning berilishi qalquvchi mexanizm orqali nazorat qilib turiladi va u qopqoq bilan bog'langan 7-eritmani kislorodsizlantiruvchi dearatorga 3-quvur orqali uzatiladi, u yerda eritma 700-725 mm simob ustuni bosimida siyraklashtiriladi.

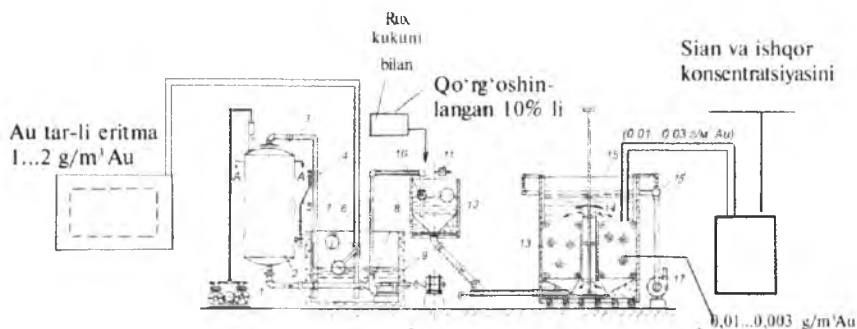
Dearatorning pastki qismida poplavok o'rnatilgan bo'lib u dastak bilan qopqoq 4 orqali va 3 ta'minlovchi quvur bilan bog'langan. Bu qismlar yordamida eritmaning (600 mm) doimiyliги ushlab turiladi.

Vakuum resiverdan(dearator-kislorodsizlantiruvchi qurilma) eritmadagi kislorod konsentratsiyasi 0,5—1 mg/l holida chiqib ketadi. Kislorodsizlantirish jarayoni rux sarfini kamaytirishga, oltinning cho'kish jarayonini tezlashtirishga va to'liq borishiga, oltin cho'kmalar sifatini oshirishga olib keladi.

Resiverdan kislorodsizlangan eritma 8-nasoslar yordamida quyultirgichga kelib tushadi. Eritmani quyultirgichga berishda 10-qopqoq bilan bog'langan poplavok orqali amalga oshiriladi. Nasosni qo'llamaslik maqsadida odatda dearatorlar quyultirgichdan 9m balandlikka o'rnatiladi. Bu esa eritmani yuqoridan pastga o'z bosimi ta'sirida erkin tushishini ta'minlaydi.

Aralashtirgichda eritma bilan ta'minlagichdan berilgan rux kukunlari aralashtiriladi. Rux kukunlarini uzatish uchun turli hildagi ta'minlagichlar qo'llaniladi: quvurli, tasmali va titrama. Quyultirgichdan oltinli eritma vakuum ramali suzgich bilan bog'langan cho'ktirish chaniga yuboriladi.

Chan markazida keng quvur o'rnatilgan o'qda val qotirilga, uning pastki qismida propeller, o'rta qismida esa cho'yandan yasalgan parrak joylashgan. Val minutiga 130 marta aylanadi. Aralashtirish natijasida rux kukuni chan hajmi bo'ylab teng taqsim-



14.1-chizma. Sementatsiya jarayonning apparatlar zanjiri va texnologiyasi:

- 1 – vakuum-nasos; 2 – vakuum resiver(dearator); 3, 6, 16 – quvurlar; 4, 7, 10 – qopqoqlar; 5 – dastak; 8, 17 – markazlashgan nasos; 9 – chan; 11 – ta'minlagich; 12 – aralashtirgich (quyultirgich); 13 – vakuum-rama; 14 – deflektor; 15 – cho'ktirish chani.

lanadi. Dastgohlar radius bo'ylab vakuum rama, vakuum filtr va tindirgichlar bir hil qilib joylashtirilgan. Egiluvchan shlanglar parraklarga 16 quvur orqali ulangan va ular o'z navbatida 17 nasos bilan ham bog'langan. So'rish kuchi ta'sirida eritma so'riladi qattiq mahsulot esa matodan o'tmay filtr mato ustida kek shaklida qoladi.

Hozir bu usul jahonda ko'pgina zavodlarda qo'llanilmoqda. Shu jumladan oltinni rux kukuni bilan cho'ktirish Uzbekistonning Namangan viloyati, Chadak oltin fabrikasida qo'llaniladi. Buning uchun o'ta tindirilgan eritma deaeratsiyalanadi. Rux kukuni ma'lum miqdorda uzluksiz to'kilib aralashtiriladi. So'ngra cho'kma suzib, oltinsiz eritmada ajraladi. Suzish uchun vakuum ramali, filtr-pres, kubsimon yoki simli filtrlarni ishlatish mumkin.

Bu usulda ishlatilgan rux kukuni, yuqori navli tarkibida 95-97% Zn bo'lgan kukundan foydalanish zarurdir. Unda yirik uvoqlar bo'lmasligi lozim. O'lchami $-0,105$ mm bo'lgan kukun miqdori 95% dan kam bo'lmasligi kerak. Rux kukuni tez oksidlanishi tufayli uni germetik berk idishlarda tashiladi va saqlanadi. O'zining ulkan sirt yuzasiga ega bo'lgan bunday rux kukuni oltinni tez va to'liq qaytarib, cho'ktira oladi. Rux kukuni har 1 t eritma uchun oltinning konsentratsiyasiga qarab 15÷50 g gacha sarf bo'ladi. Rux kukuni rux qipig'iga qaraganda bir necha afzalliklarga ega:

1. Kukun qipiqdan ko'ra arzon.
2. Kukun qipiqdan kam sarf bo'ladi.
3. Oltin to'laroq cho'kmaga tushadi.
4. Sinil kamroq sarflanadi.
5. Aylanma oltin va rux kamayadi.
6. Cho'kma sifati yaxshiroq.
7. Dastgohlar ixchamroq.
8. Jarayonni mexanizatsiyalash va avtomatlash mumkin.

Rux yordamida nodir metallarni cho'ktirish natijasida murakkab tarkibli oltin-ruxli cho'kma hosil bo'ladi. Oltin va kumush bilan bir qatorda cho'kma tarkibida ortiqcha rux, qo'rg'oshin metali, rux karbonati va gidroksidi, kalsiy karbonati va gidroksidlari, mis, temir, mishyak, surma va tellur birikmalari uchraydi. Cho'kma tarkibida xatto dastlabki ruda tarkibida juda kam miqdorda bo'lgan metallar ham yig'ilib boradi. Cho'kma tarkibidagi oltin, mis, rux va qo'rg'oshin quyidagi miqdorda bo'lishi mumkin: % 5–30 oltin, 20–60 rux, 4–20 qo'rg'oshin, 20–30 mis.

Cho'kmalarni qayta ishlash usuli uning tarkibiga qarab aniqlanadi. Bu usullar quyidagilarga bo'linadi:

1. Flyuslar ishtirokida boshlang'ich qayta ishlashsiz tigel pechlarida eritish (toza cho'kmalarni qayta ishlashda qo'llaniladi, kam tarqalgan).

2. Haydash va ruxni qizdirib oksidlash hamda keyinchalik oltinli cho'kmalarni flyus bilan tigel pechda eritish (deyarli qo'llanilmaydi).

3. Cho'kmani suyultirilgan sulfat kislota bilan qayta ishlash, so'ngra suv bilan yuvish, qurutish va tigelda eritish. Bu usulda qayta ishlash kichikroq fabrikalarda keng qo'llaniladi, Shuningdek eritish yallig' qaytaruvchi pech tubida amalga oshiriladi. Ko'pincha rux va boshqa qo'shimchalarni qayta ishlashda sulfat kislota emas, balki natriy sulfatdan foydalaniladi.

4. Xlorid kislotalari bilan qayta ishlashda uni sulfat kislota bilan qayta ishlashga qaraganda qo'shimchalardan to'liq tozalash imkoni yuqoriroqdir. Qolgan jarayonlar esa xuddi oldingi jarayonlar kabi davom etadi.

5. Cho'kmalarni sulfat kislota bilan qayta ishlash, tiklovchi eritish yallig' qaytaruvchi pech tubida amalga oshiriladi, so'ngra

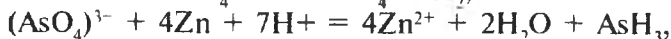
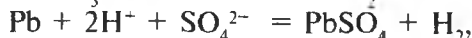
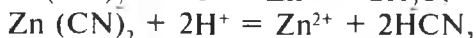
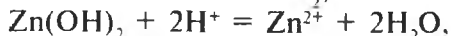
oligan verkleyley kupelyatsiya pechiga jo'natiladi. Ba'zi hollarda toza cho'kmalar kupelyatsiya pechiga yuklanadi.

6. Cho'kmalarni eritish(sulfat kislota qayta ishlangan yoki qayta ishalnmagan cho'kma), glyot bilan briketlash, shaxtali pechda eritish va kupellash.

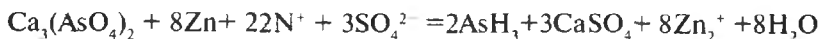
7. Cho'kmalarni 30% li sulfat kislota, keyin esa kuchli sulfat kislota bilan qayta ishlash. Bu usul sulfatlardan kumushni, xloridlarni va qo'rg'oshinni ajratish uchun olib boriladi.

8. Tarkibida ko'p mis bo'lgan cho'kmalar sulfat kislota va ammiak selitrasi bilan qayta ishlanadi, bu usul cho'kmani eritishdan oldin mis va ruxni chiqarib yuborishdan iborat.

9. Keng tarqalgan usullardan biri bu kislota bilan qayta ishlab keyin quritishdan va uni yuqori haroratda eritib oltin kumushli qotishma olishdan iboratdir. Bu usul bo'yicha, yuvilgan cho'kma sulfat kislotani 10–15% li eritmasi ishtirokida tanlab eritishga keladi. Bu jarayonning asosiy maqsadi rux va kislotada eriydigan metallardan tozalashdir. Jarayonda quyidagi asosiy reaksiyalar boradi:



Tanlab eritish vaqtida zaxarli gazlar ajralib chiqadi, ya'ni sinil kislotasi, arsen va stibin shular jumlasidandir. Oxirgi ikkita zaxarli gazlar cho'kma tarkibidagi mishyak va surmani vodorod bilan birikishidan hosil bo'ladi.



Tanlab eritish jarayoni diametri 2–3 m, balandligi 1,5–2 m bo'lgan chanlarda olib boriladi. Aralashtirish siqilgan havo yoki aralashtirgichlar yordamida olib borilishi mumkin. Ishchi xodimlarning zaharlanmasligi uchun chanlar yopiq holda bo'ladi va bu jarayon yuqori ventilyatsiyaga ega bo'lgan binolarda olib boriladi. Tanlab eritishda sulfat kislotasining sarfi 1 kg cho'kmaga 1–2 kg

eritma sarflanadi. Tanlab eritish jarayoni tugaganidan keyin bo'tana filtrlanadi, oltin saqllovchi cho'kma ehtiyotlik bilan suv bilan yuviladi. Filtratda va yuvilgan suvda ma'lum miqdorda oltin qolib ketadi, shuning uchun eritmani keyingi filtrlashga hamda faollangan ko'mir yoki qatron bilan to'ldirilgan kolonnalarga yuboriladi. Natijada eritma tarkibida oltinning miqdori $0,05-0,2 \text{ g/m}^3$ ga yetadi. Bunday eritmalar chiqindiga yuboriladi.

Olingan cho'kma yuvilgandan keyin filtrlanadi va quritishga yuboriladi. Kislota yordamida qayta ishlashda ruxning miqdori bir necha foiz kamayadi, oltinning miqdori esa 50% gacha oshadi. Qo'rg'oshin tanlab eritish vaqtida juda kam eriydi, shuning uchun ham qo'rg'oshin cho'kma tarkibida qolib ketadi.

Kislotali qayta ishlashdan keyin olingan cho'kma $500-700^\circ\text{C}$ haroratda qizdiriladi, bundan asosiy maqsad cho'kmani quritish va qo'shimcha metallarni oksid holiga o'tkazib toshqol hosil qilishdir. Qizdirish natijasida cho'kmaning namligi yo'qotiladi, karbonat va sianid tuzlari parchalanadi va erimay qolgan rux oksidlanadi. Qizdirish jarayoni elektr pechlarda olib boriladi, ba'zida bu jarayon $110-120^\circ\text{C}$ da quritish bilan almashtiriladi. Qizdirishdan olingan mahsulot flyus bilan arlashtiriladi va yuqori haroratda eritiladi.

Eritish jarayonining maqsadi-qo'chichalarni ajratish va affinaj jarayoni uchun kerak bo'ladigan oltin-kumush qotishmasini olishdan iborat. Flyus sifatida soda, bura, kvars qo'shiladi.

Cho'kma tarkibida hamma vaqt ma'lum miqdorda oltingugurt bo'ladi, bu esa eritish jarayonida nodir metallar bilan yaxshi ta'sirlashadigan shteyn hosil bo'lish havfini keltirib chiqaradi. Buni oldini olish maqsadida eritish jarayonida oksidlovchi natriyli selitra yoki marganets qo'shoksidi ishlatiladi. Oksidlovchilarning ishlatilishi faqatgina shteyn hosil bo'lishini oldini olishgina emas, balki, qo'shimcha metallarni oksid holiga o'tkazib toshqol hosil bo'lishini tezlashtirish hamdir va natijada yuqori tozalikka ega bo'lgan oltin — kumush qotishmasi hosil qilinadi.

Eritish jarayonini turli hildagi pechlarda olib borilishi mumkin. Shu vaqtgacha eritish jarayoni tigelli pechlarda olib borilgan. Jarayon $1100-1200^\circ\text{C}$ da olib boriladi, yoqilg'i sifatida neft, mazut,

ko'mir ishlatilishi mumkin. Qo'rgoshin oksid va boshqa oksidlar toshqol tarkibiga o'tadi. Jarayon toshqol hosil bo'lishi tugagunga qadar olib boriladi. Erish jarayoni tugagandan keyin sovishi natijasida toshqol qotishmadan ajratib olinadi. Bu jarayonda oltin va kumushining 950—980 markali qotishmasini olish mumkin. Agar toshqol tarkibida nodir metalar qolib ketgan bo'lsa, toshqol yana qayta eritishga yuboriladi. Qayta eritilgan toshqol pechdan quyilgandan keyin pechning pastki qismida nodir metallarga boy qotishma yig'iladi.

Hozirgi kunda cho'kmalarni eritish uchun elektr pechlardan foydalaniladi. JAR da grafitdan yasalgan uch elektrodli metall sig'imi 750 kg bo'lgan elektr pechlar ishlatiladi. Bu pechlar kam ishchi kuchi talab qiladi, yuqori ishlab chiqarish quvvatiga ega. Bu pechlardan olinadigan toshqollar tarkibida tigelli pechlarga nisbatan nodir metalar kam bo'ladi. Elektr pechlarda metallarni eritish tigelli pechlarga nisbatan arzonidir.

3. Cho'kmalarni qayta ishlashning bir qancha usullari mavjud bo'lib, ulardan biri cho'kmalarni dastlabki qayta ishlashsiz eritilishidir. Bu usulning imkoniyatlari cheklangan, bu usul faqatgina cho'kmada nodir metallar miqdori yuqori bo'lgan holda qo'llaniladi. Jarayonning afzalligi uning oddiyligi, oltinning quritish natijasida yo'qolmasligi; asosiy kamchiliklari — past sifatli quyma olinishi, flyuslarning ko'p sarf bo'lishi va nodir metalli toshqol hosil bo'lishidir.

Nazorat savollari:

- 1. Sianli cho'kmalarni qayta ishlashning qanaqa usullari mavjud?*
- 2. Cho'kmalarni kislotali qayta ishlash qanday sharoitda olib boriladi?*
- 3. Jarayonning afzallik va kamchiliklari?*
- 4. Oltinni rux bilan cho'ktirishning mohiyati nimada?*
- 5. Qo'shimchalarning cho'ktirish jarayoniga tasiri qanday?*
- 6. Sementatsiya jarayonida qanday dastgohlardan foydalaniildi?*
- 7. Sementatsiya jarayonining afzalliklari va kamchiliklari?*
- 8. Cho'kmalarni qayta ishlashning qanday usullari mavjud?*

15-BOB. SIANLI ERITMALARDAN OLTINNI SORBSIYA USULIDA AJRATISH

Hozirgi vaqtda oltintarkibli rudalarni qayta ishlashda oltin ishlab chiqaruvchi fabrikalarda rudalarning fizik-kimyoviy va mineralogik tarkibi, nodir metallarning rudada joylashish o'rniga va texnik-iqtisodiy sharoitlarga ko'ra bir necha jarayonlarni o'z ichiga olgan birlashtirilgan boyitish, gidrometallurgik va pirometallurgik jarayonlar qo'llaniladi.

Ruda va boyitmalardan mayin oltin zarralarini gidrometallurgik usulda sianlash jarayonlari keng qo'llaniladi, bunda mayda bo'lakli zarra va qumlarni aralashtirish usuli bilan tanlab eritish jarayonlari, mayin yanchilgan mahsulotlarni agitatsiya va aralashtirish yo'li bilan birlashtirib tanlab eritish olib boriladi. Zamonaviy amaliyotda ko'pincha aralashtirishli eritish amalga oshirilib, olingan mahsulot suyuq va quyuq fazaga ajratiladi, so'ngra esa oltinli eritma rux kukuni yordamida cho'ktirishga yuboriladi. Bo'tanani suyuq va qattiq fazaga ajratish jarayoni filtratsiya to'xtovsiz qarama-qarshi oqimli quyultirgichlarda dekantatsiyalash yoki Shu usullarning birlashmasidan iborat.

Sian eritmalaridan oltinni ajratib olish usullari, ya'ni filtrlab-dekantatsiyalash va rux yordamida cho'ktirish bir qancha kamchiliklarni keltirib chiqaradi. Kamchiliklar quyidagilardan iborat: 1) oltin va kumushni uning birikmalaridan to'liq ajratib olib bo'lmasiligi; 2) yomon filtrlanadigan va quyultiriladigan rudalarni qayta ishlashning qiyinligi; 3) yuqori energiya sarf bo'ladigan va qimmatbaho filtr dastgohlarining ishlatilishi; 4) past sifatli mahsulot olinishi; 5) oltin va kumushni rux bilan cho'ktirish jarayonida qo'shimcha metallar mis, mishyak, surma minerallarining jarayonni qiyinlashtirishi.

Yuqorida keltirilgan kamchiliklarni bartaraf qilish maqsadida hozirgi vaqtda sorbsiyali sianlash keng qo'llanilib kelinmoqda. Jarayon oltin va kumushni tanlab eritishga va eritmaga yuklangan

sorbentga yuttirishga (sorbsiya) asoslangan. Jarayonning asosiy qulay tomoni filtrlash va qarama-qarshi yo'nalishdagi dekantatsiya jarayonining ishlatilmasligi va bu esa o'z navbatida qiyin filtrlanadigan rudalarni qayta ishlash imkonini berishidan dalolat beradi. Jarayonning yana bir qulay tomoni ruda tarkibidagi tabiiy sorbentlarning faolligi bo'tanaga qo'shilgan kuchli sorbentlar yordamida pasaytiriladi va bu oltin hamda kumush ajratib olish darajasini oshiradi.

Sorbsiya jarayonida 2 xil yig'uvchi (sorbent) ishlatilishi mumkin:

- 1) sun'iy ionalmashinuvchi qatronlar (smolalar) — ionitlar;
- 2) faollangan (aktivlangan) ko'mir.

15.1. Sorbsiya usulida ajratish

Sorbsiya usuli bilan tanlab eritiladigan bo'tana birinchi pachukka yuklanadi va eng so'nggi pachukdan tashqariga bo'shatib olinadi. Toza sof ionit eng oxirgi reaktorga yuklanadi. Oltin (nodir metallar) bilan to'yingan smola birinchi pachukdan (reaktor) bo'shatiladi (chiqadi). Bir-birining oqimiga qarama-qarshi yuborilgan smola, bo'tana bilan yaxshi aralashib (to'qnashib), smolani nodir metallar bilan oz fursatda to'yintiradi.

Chiqindiga ketadigan nodir metallar yo'qolishi juda oz bo'ladi. Quyidagi 15.1-rasmda sorbsiya usuli bilan eritishga mo'ljallangan dastgoh ko'rsatilgan. Bu dastgoh oddiy aralashtirgich agitator asosida, pnevmatik yo'l bilan bo'tanani aralashtiruvchi sorbsiyalash pachugi hisoblanadi.

Bo'tanani smola bilan aralashtiruvchi aerolift (havo yordamida ko'tarib tuShurib aralashtiruvchi lift demakdir). 1 dan iborat. Bo'tanani keyingi pachukka o'tkazish aerolift 2 orqali amalga oshiriladi. Smola boshqa pachukka so'rilib ketmasligi uchun maxsus drenaj ko'rinishdagi qurilma, burchak ostida o'rnatilgan sim yoki polietilen to'rdan iborat. To'r 3 teshiklarining o'lchami ionitlar o'lchamidan kichik va ruda zarralari o'lchamidan katta bo'ladi. Smola to'rda ushlab qolinadi va u yerda urnatilgan tarmovcha 4 orqali maxsus yo'lak bilan o'zidan oldingi pachukka beriladi. Bo'tana esa to'rdan o'tib, o'zidan keyingi pachukka tushadi.

Ishqalanish kuchi va bir-biriga urilishi natijasida ionitlar asta-sekin emirilib boradi. O'ta mayda zarrachaga aylangan ionitlar to'rlarning kataklaridan o'tib ketadilar va tashlama xovuzlarda yo'qoladi. Natijada qimmatbaho ionitlar sarf bo'lishi oshadi va nodir metallarning bir qismi nes nobud yo'qoladi. Bu narsaning bo'lmasligi uchun smolalar ma'lum qattiqlikka, mustahkamlikka ega bo'lishi kerak. NKMK dagi zavodlarga ionitlar va sim to'rlar uzoq chet davlatlardan valyuta hisobiga keltiriladi. Masalan: ionitlar Xitoydan, Hindistondan keltirilsa, sim to'rlar Germaniyadan keltiriladi. O'zbekiston respublikasining Andijon viloyati Andijon kabel OXJ chiqargan mis to'rlar hozir amaliy sinovdan o'tib yaxshi natijalar bermoqda. Ionit smolalar asosan pachuklardagi drenaj to'rlarga urilganda yemiriladi. Shu boisdan bunday drenaj to'rlar kapron, polietilen kabi moddalardan tayyorlanmoqda. Smolani bo'tanadan ajratish uchun, umuman to'rlardan voz kechsa ham bo'ladi. Chet el uran sanoatida smolani bo'tanadan tindirib, ajratib olinadi.



15.1-chizma. Sorbsiyalash jarayoni pauchigi: a – sirkulyatorning yuqoridan mahkamlanishi; 1 – pauchuk korpusi; 2,3 – bo'tana yig'uvchi; 4 – drenaj setka; 5 – nov; 6 – tarnov; 7,8 – tuynuq; 9,12 – aeroliftlar; 10,13,14,16 – patrubkalar; 11,15 – aralashtirgich; 17 – qaytargich.

Ammo, bu usulda quyuq bo'tanani qayta ishlash ancha og'ir kechadi. Sorbsiyali tanlab eritish jarayonining samaradorligi ma'lum darajada smolaning nodir metallarni tuta olish hajmiga bog'liq. Agarda smolaning nodir metall bo'yicha hajm sig'imi katta bo'lsa, u qayta-qayta yuklanmaydi va yo'qolishi kamayadi. Shu bilan birga nodir metallarga to'yingan smola hajmi qisqaradi va bu bilan, uning keyingi jarayonda — regenerasiyada ham ishlatilishi va yo'qotishning oldini olishga imkon beradi. Agar eritma suyuq fazasida oltin va kumush konsentratsiyasi qancha ko'p bo'lsa, uning oltin va kumushga nisbatan hajmiy sig'imi shuncha katta bo'ladi. Shu boisdan to'yingan anionit regeneratsiyaga yuborilishidan oldin, u sinil eritmasi bilan kontaktda bo'lishi kerak, chunki suyuq fazadagi nodir metallarning konsentratsiyasi yuqori bo'ladi. Buni esa, sorbsiyagacha ionit qo'shilgunga qadar oltin va kumushni maxsus pachuklarda sinil eritmasi bilan aralashtiriladi.

Sinil eritmasida kontaktda bo'lgan oltin va kumush sorbsiyagacha o'zida eritgan bo'tanada bo'ladi. Sorbsiya paytida esa erimay qolgan nodir metallarning erish jarayoni poyoniga etadi.

Hozir O'zbekiston Respublikasining Navoiy Kon-metallurgiya kombinatida sorbsiyalab eritish jarayoni katta muvaffaqiyat bilan ishlatilmoqda.

Sorbsiyali tanlab eritish sxemasi quyidagicha bo'ladi. 95%—0,074 mm gacha yanchilgan ruda avval 3—4 pachukda ionitsiz sinil tuzida eritiladi. Bunda 30% dan 60% gacha oltin eriydi. Sinilli 4-pachukdan, kontankt chan orqali, payraxa va haslardan ajratish uchun elak g'alvirga haydaladi. Undan keyin sorbsiyalash kolonnalariga yuboriladi. Sorbsiyali eritish bir-biriga ketma-ket ulangan pachuklarda pnevmatik usulda aralashtirilib amalga oshiriladi. Bunda har gal sim to'rlardan o'tkaziladi. Har bir pachukda eritish ikki soat davom etadi. Har bir pachukning foydali hajmi 1,8—2,0 m³ ni tashkil etadi va smolaning pachuklardagi harakati qarama-qarshi oqim usulida bo'ladi. Asosiy kuchli anionit sifatida AM-2B smolasi ishlatiladi. Uning o'lchami +0,8 mm ga teng. Birdaniga anionit yuklash miqdori, pachuk hajmidan 0,4% ini, (ya'ni har bir m³ ga 4 l ionit qo'shiladi). Oltinsizlangan bo'tana eng oxirgi pachukdan tashlama hovuzlarga haydaladi (otvalga).

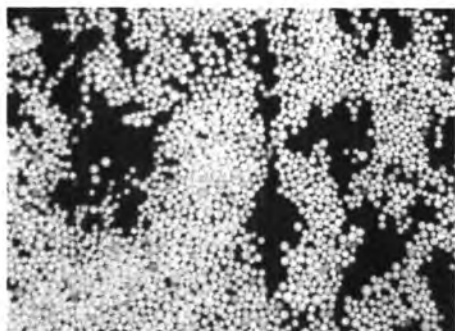
Oltin bilan to'yingan ionit birinchi pachukdan chiqarib olinadi, to'ri 0,5 mm bo'lgan barabarli g'alvirga, keyin to'ri 0,25 mm li g'alvirga suv bilan yuvishga jo'natiladi. Oltin bilan to'yingan oltinli smola, yuvilib keyingi jarayonga yuboriladi. Bu jarayonda oltin ikki barobar tez eriydi. Chiqindida oltin yo'qolishi ikki barobar kamayadi. Ionitning chiqindi tarkibida yo'qolishi har 1 t rudaga 2–6 gr dan oshmaydi. Oltinni ionitga o'tishi har 1 t ionitga 8–25 kg to'g'ri keladi.

15.2. Ion almashgich smolalarning xossalari

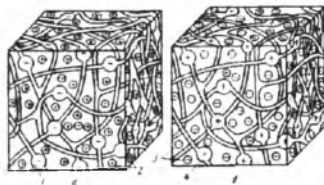
Ionitlar deb, tarkibida ionogen gruppalari bo'lib, eritmalardan musbat yoki manfiy zaryadli ionlarni yuta oladigan, o'zi erimaydigan yuqori molekullari organik moddalarga aytiladi. Juda ko'p tabiiy va sun'iy smolalar ionalmashuv hossalari ega bo'ladi. Ammo amalda sintetik asosdagi smolalar keng ko'lamda ishlatiladi.

Bu sohada ko'p ilmiy ishlar bajargan olim B.N. Laskorinning ta'kidlashicha, ionalmashuv smola ionitlari polimer molekulas iplarining o'zaro o'ramidan iborat. Uglevodorod zanjirlari ko'ndalang bog'lamli bo'lib, ko'prik hisoblanadi va smola asosi (matrisa)ni tashkil etadi. O'z harakatchanligiga ko'ra xar bir ion, eritmadagi o'z zaryadiga qarshi ion bilan almashuv reaksiyasiga kirishadi.

Ionit matrisasi manfiy zaryadli ionlari bilan polianionni va musbat zaryadlangan ionlari bilan polikat ionni tashkil etadi.



15.2.-rasm. Ion almashgich smolaning ko'rinishi



15.3.-rasm. Smolaning fazoviy modeli

Kationit (a) va anionit (b) ning fazoviy modeli

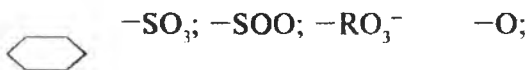
Agar jipslashgan ionlar musbat zaryadli bo'lsa, ionit kationlarni almashadi va kationitlar deyiladi; agarda jipslashgan ionlar musbat zaryadlangan bo'lsa, ionit anionlarni almashadi va u anionit deb ataladi. Bu ionitlar elektrolitlar bilan ta'sirlashganda, kationitlar eritmalaridagi o'z zaryadlariga qarama-qarshi bo'lgan vodorod ionlari bilan ekvivalent miqdorda ion almasha oladilar.



Xuddi shuningdek anionlar elektrolit eritmaları bilan aralashganda, uning strukturasi ga kiruvchi gidrooksilionlari bilan, zaryadiga qarama-qarshi teng ekvivalent miqdorda anion almashadi.



Bu tenglamalarda R ionit markazini belgilaydi. U anionitlarda polikationit, kationitlarda-polianionit hisoblanadi. (Chiziqcha — ionit fazasini bildiradi). Ion almashuv hossalari ga jipslashgan) ionlar ta'sir ko'rsatadi. Masalan kationlarda:



Anionlarda: $-\text{NH}_3^+; =\text{NH}_2^+; \equiv\text{N}^+; \equiv\text{S}^+$

Ionitlar o'zlaridagi ionogen gruppalarining dissosiasiya konstantasi bo'yicha kuchli va kuchsiz kislotali kationlar va kuchli va kuchsiz asosli anionitlarga bo'linadi. Masalan: $-\text{SO}_3\text{H}$ yoki NOH kabi ionogen gruppalar suvli eritmalarida to'liq dissosiyalanadi.

Shu sababdan $-\text{SO}_3\text{H}$ kationitlar kuchli kislotali, NOH anionitlar kuchli asosli ionitlarga kiradi.

Aksincha, SOON gruppali ionitlar kuchsiz kislotali kationitlarga va NN_3^+ kuchsiz asosli anionit deyiladi. Kuchli kislotali va kuchli asosli ionitlar keng pH muhitida ion almashuv reaksiyalariga kirisha oladi. Kuchsiz kislotali kationitlar faqat ishqoriy va neytral sharoitda reaksiyaga moyil bo'ladi. Kuchsiz asosli ionitlar — kislotali yoki neytral eritmalarda reaksiyaga kirisha oladi. Hozirgi kunda bir yo'la bir qancha gruppni jamlagan va ular turli kimyoviy tabiatiga ega. Bunday ionitlar bi-yoki polifunksional ionitlar deyiladi. Keyingi yillarda fizik g'ovaklari yaqqol bo'linib turgan ionitlar ishlab chiqarilmoqda. Bunday ionitlar makrog'ovakli ionitlar deyiladi. Makrog'ovakli ionitlar yuqori kinetik xarakterga egadirlar. Ionitlar faqat kislota yoki asos ko'rinishidagina emas, balki tuzlar holida ham ishlatiladi. Sanoatda ishlab chiqarilayotgan kationlar, aks ionlar sifatida N^+ va Na^+ ionlarini, anionlar esa Cl^- va ba'zan ON-ionlarini o'zida saqlaydi. Ionitlarning o'ziga xos va eng zarur hossalardan biri, ularning ion almashinuv hajmidir. Almashinuv hajmi deb havodagi quruq smolaning og'irlik birligida sorbsiyalangan metall miqdoriga aytiladi, boshqacha so'z bilan quruq smolaning o'ziga oltin zarrasini yuta olish qobiliyatiga almashinuv hajmi deyiladi. Smola hajmi konkret sharoitida ko'pgina ko'rsatgichlarga bog'liq bo'ladi. Ko'pincha ionalmashuv smolalari stirol yoki divinilbenzoli xom-ashyo monomerlaridan polimerlash reaksiyalari yordamida olinadi. Ionogen gruppalari xom-ashyo monomerlariga polimerlash oldidan yoki tayyor matrisaga kiritiladi.

Divinilbenzol ko'prik hosil qiluvchi rolini bajaradi. Shuning uchun uning ko'payishi bilan smolaning mustahkamligi oshib boradi. Ammo, uning oshishi bilan smolaning hajmi kamayadi.

Bundan tashqari, tarkibida divinbenzol ko'paysa smolaning bo'kish, ya'ni eritmalarda ionitning hajmini ortish qobilyati kamayadi.

Bunday xolda, eritmaning (elektrolitning) smola ichiga singishi kamayadi va oqibatda ion almashuvining to'xtashiga olib keladi. Shuning uchun odatda ishlatiladigan smolalar tarkibida 6—12% divinilbenzol bo'ladi. Nodir metallar sian eritmalarida kompleks anionlar sifatida ishtirok etadi. Demak, ularni ionitlar bilan sorbsiyalaganda anionitlar ishlatiladi.

Tindirilgan eritmalardan oltinni aktivlangan ko'mirga cho'ktirib olish jarayoni sianlash jarayoni paydo bo'lgan vaqtlardayoq bir necha zavodlarda amalga oshirila boshlangan edi (1894-yilda Avstraliyada). Keyinchalik bu usulni yaxshi cho'ktiruvchi rux chiqqandan so'ng qo'llanilmay qoldi, faqatgina rux metali tanqis bo'lgan hollarda rux o'rniga ishlatildi, masalan, birinchi jahon urushi vaqtlarida.

Olingan oltin va kumush tarkibli ko'mirli cho'kmani yoqiladi va olingan kul flyus bilan eritilib qora metal olingan.

Sorbsiya jarayonida diametri 0,6–2 mm bo'lgan dona-dona ko'rinishidagi faollangan ko'mir ishlatiladi. Tanlab eritish va sorbsiya jarayonidan keyin oltinga to'yingan ko'mir bo'tanadan g'alvirlash yo'li bilan ajratiladi, bo'tana va faollangan ko'mir bir biriga qarama-qarshi yo'nalishda beriladi. Olingan ko'mir keyingi jarayonga, ya'ni desorbsiyaga yuboriladi. Hozirgi kunda faollangan ko'mir yordamida oltinni ajratib olish jarayoni AQSH, Kanada va bir qator mamlakatlarda qo'llanilmoqda.

Ionitlar yordamida sorbsiyalash jarayoni birinchi marta 1945-yil taklif qilingan. 1968-yilda dunyoda birinchi bo'lib yirik oltini ishlab chiqaruvchi fabrika Muruntov koni rudalarini ion saqllovchi sorbsiyalash texnologiyasini yo'lga qo'ydi va bu zavod hozirgi kunda ham muvaffaqiyat bilan ishlab kelmoqda. 1975-yilda flotatsiya jarayoni chiqindilarini qayta ishlash uchun Angren oltin ajratish fabrikasida sorbsiya texnologiyasi yo'lga qo'yildi.

Sun'iy ionlashuv qayronlar faollangan ko'mir bilan taqqoslanganda, qatron yuqori sorbsiyalash hajmiga ega, mexanik mustahkam va ko'p marta qayta ishlash imkonini beradi.

Ion alashuvchi ionitlarni uch xil yo'l bilan ishlatish mumkin:

1. Tindirilgan sinil eritmalaridan nodir metallarni sorbsiyalash
2. Nodir metallarni smolalar yordamida tanlab eritgandan so'ng sorbsiyalash.
3. Nodir metallarni tanlab eritish davomida sorbsiyalash.

Birinchi usul oddiy va sodda. Tindirilgan sinil eritmalariga smola ionitlar ta'sir ettirib olinadi. Xuddi rux bilan cho'ktirishdagidek, bunda rux o'rniga smola ishlatiladi. Shu yo'sinda xomaki oltin metali olish jarayoni ham soddalashadi. Boshqalardan ko'ra bu usulda ionit smolalari kam sarflanadi.

Ikkinchi usulga ko'ra, sorbsiyaga tindirilgan eritma emas, balki agitator yoki pachuklarda tanlab eritilgan ionit ta'sir ettiriladi.

Aralashtirish davomida nodir metallardan, smolaga sorbsiya yo'li bilan yutiladi. Sorbsiya to'gashi bilan oltini olingan tashlanma hovuzga yuboriladi.

Smolaning bo'tanadan ajratib olishda yanchilgan ruda va smola o'lchamlari orasidagi farq asosiy rol o'ynaydi. Masalan, smola yanchilgan ruda zarrasiga qaraganda bir necha barobar katta o'lchamga ega. Ionit 0,5–2,0 mm, zarrachalar esa 0,074 mm ya'ni

$$e = \frac{0,5-2,0}{-0,074+0} = 7 : 27$$

baravar katta, demak ionit smolani bo'tanadan bimalol g'alvirlash yo'li bilan ajratish oson.

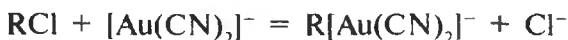
Shu sababdan smolali bo'tana maxsus to'rdan o'tkaziladi, elak-to'r o'lchami zarracha o'lchamidan katta va ionit o'lchamidan kichik qilib yasalgan bo'ladi. Smolaning zarralari to'r ustida tutilib qoladi.

Bo'tana esa to'rdan o'tib tashlama hovuzlarga oqiziladi. shunday qilib, smolani oddiy g'alvirlash yo'li bilan bo'tanadan ajratilib, o'ta qimmatli jarayon hisoblanuvchi suzish (filtrlash)dan voz kechiladi.

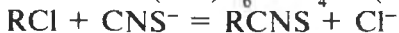
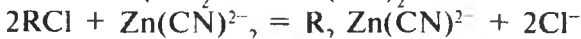
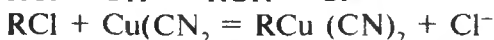
Uchinchi usulda tanlab eritish va sorbsiyalash birga qo'shib olib boriladi. Tanlab eritish paytida ionitlar, to'g'ridan-to'g'ri bo'tanadagi oltin-kumush zarralari bilan kontaktda bo'lishi kerak. Bu usulda ham, tanlab eritilgan suzish jarayonini chetlatib o'tiladi, bundan tashqari bu jarayon ancha qulayliklarga egadir. Jarayon avvalgilarga qaraganda tezroq boradi. Bu usulda jarayonga halaqit berib, uni to'xtatib qo'yadigan qo'shimchalardan tozalashga ham imkon beradi. Hozir sorbsiya yo'li bilan metall ajratib olish oltin saralash fabrikalari va uran sanoatida keng miqyosda qo'llanilmoqda. Bu sohada I.N. Plaksin, B.N. Laskorin kabi olimlar ko'p ilmiy izlanishlar olib borganlar. Dastgohlar tizimi xilma-xil bo'lishi mumkin. Uran korxonalaridagi tajribalar shuni ko'rsatadiki, bir qancha dastgoh (pachuklar) tizimida qarama-qarshi oqim usulida bo'tanani pnevmatik aralashtirish foydali ekan. Bunda tanlab

eritish, ketma-ket ulangan pachuklar zanjirida olib boriladi. Sorbsiya jarayonida qo'llaniladigan ionitlarning quyidagi turlari mavjud:

Oltin va kumush sian eritmalarida quyidagi komplekslar ko'rinishida bo'ladi: $[\text{Au}(\text{CN})_2]^-$, $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$, $[\text{Ag}(\text{CN})_3]^{2-}$ va $[\text{Ag}(\text{CN})_4]^{3-}$. Shuning uchun ham ularni sorbsiyalash uchun anionitlar ishlatiladi. Nodir metallarni anionitlar yordamida sorbsiyalash quyidagi reaksiyalar yordamida borishi mumkin:



Odatda oltin va kumushdan boshqa eritmada qo'shimcha metallar kompleks ko'rinishida bo'ladi $[\text{Cu}(\text{CN})_2]^-$, $[\text{Cu}(\text{CN})_3]^{2-}$, $[\text{Cu}(\text{CN})_4]^{3-}$, $[\text{Zn}(\text{CN})_3]^-$, $[\text{Zn}(\text{CN})_4]^{2-}$, $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$, $[\text{Co}(\text{CN})_6]^{4-}$, $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$, natijada ular ham ionit tarkibiga sorbsiyalanadi. Bu esa anionitni ishchi hajmini keraksiz metallar bilan to'lishiga olib keladi va nodir metalga nisbatan qatronning ishchi hajmi kamayadi.



Bundan tashqari sinil eritmasida erigan juda ko'p qo'shimcha element ionlari ham sorbsiyalanadi.

Sorbsiyali sianlashda ishlatiladigan anionitlarga qo'yiladigan asosiy talablar quyidagilar:

- 1) nodir metallarga nisbatan yuqori hajmga ega bo'lishi (mg/g, g/kg, kg/t);
- 2) anionitni yuqori selektivlik xossasi;
- 3) anionitni regeneratsiyalashda oltin va kumushni oson desorbsiyalash;
- 4) anionitni yuqori mexanik va kimyoviy mustahkamligi;
- 5) arzonligi.

Sianlash jarayonida oltin va kumushni sorbsiyalashda quyidagi ko'rinishdagi anionitlar ishlatilishi mumkin:

1) Kislotali va ishqoriy muhitda kuchli darajada dissotsialanuvchi, to'rtlamchi ammoniy $\equiv N^+$ yoki piridin  asosli funksional guruhga ega bo'lgan kuchli asosli anionitlar (AM, AV-17, AMP);

2) Betaraf va ishqoriy muhitda qiyin dissotsialanuvchi, birlamchi $=NN_3^+$, ikkilamchi $=NH_2^+$ va uchlamchi $=NN^+$ aminoguruhga ega bo'lgan kuchsiz asosli anionitlar (AN-18, AN-21, AN-31);

3) Aralash asosli anionitlar, ya'ni polifunksiyali — kuchli asosli va kuchsiz asosli guruhlarni saqlagan anionitlar (AM-2B, AP-2, AP-3).

Piridin guruhini saqlagan anionitlarda ishqoriy muhit mustahkam emas, shuning uchun ham sian eritmalarida kam ishlatiladi.

Sianlash jarayonida ishlatiladigan anionitlar divinilbenzol (DVB) bilan sopolimerizatsiyalanib olinadi. Anionit tarkibida DVB 4–12% gacha bo'ladi. DVBni konsentratsiyasi oshishi bilan anionitni mustahkamligi oshadi, lekin anionit hajmi kamayadi.

Kuchli asosli anionitlar faqatgina qo'shimchalari kam bo'lgan sian eritmalaridan oltin va kumushni ajratib olishda qo'llaniladi. Shuningdek ular oltin ishlab chiqarish fabrikalari chiqindi suvlarini sian birikmalaridan tozalashda qo'llaniladi.

Kuchsiz asosli anionitlar dimetil aminlardan tuzilgan bo'lib, nodir metallarni sianli birikmalarini sorbsiyalash selektivligi ancha yuqori, lekin uning umumiy hajmi kuchli asosli anionitlar hajmidan kam, bunga sabab ularning faol guruhlari ishqoriy muhitda kam dissotsiyalanadi.

Ionitlar odatda geliy shaklli tuzilishda tayyorlanadi, ammo so'nggi vaqtlarda keng yuzali ionalmashinuchi qatronlar olish keng tarqaldi. Ularni sust suyultirgichlarni sopolimerizatsiyalash reaksiyalari natijasida olinib (masalan izooktan), so'ngra polmerlar ichidan suyultirgichlar chiqarib yuboriladi (izooktan suv bug'ida qizdirib yo'qotiladi). Ionit o'zida qotgan shakldagi mochalkani hosil qiladi (g'ovaklik).

Turli miqdorda suyultirgichlarning qo'shilishi natijasida ionitda keng miqyosda teshikchalar (g'ovaklar) hosil bo'lishinini nazorat qilish imkoni tug'iladi (teshikchalar radiusi 120–2000Å, odatiy ionlar uchun 10Å0).

Keng yuzali ionitlar rivojlangan yuzaga ega bo'lib, ularning teshiklari hajmi va o'lchamlari boshqa odatiy ionitlarga qaraganda katta va kengdir. Geliy shaklli ionitlar solishtirma yuzasi 0,1–0,2 m²/g ni, g'ovak yuzali ionitlar esa solishtirma yuzasi – 30–80 m²/g ni tashkil qiladi. G'ovak yuzalilikning solishtirma yuzasi rivojlangan bo'lishi ionlarning diffuziyasini yengillashtirishi hisobiga uning tezligini geliy tuzulishli ionitga qaraganda bir necha bor oshiradi.

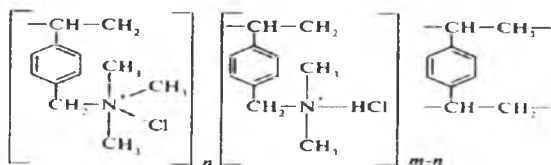
Shuningdek govak yuzali ionitlarning geliyli ionitlardan afzal muhim jihati shundaki, ular mexanik va kimyoviy jihatdan juda mustahkam bo'lib, ko'p marotaba bir formadan ikkinchisiga o'tganda o'zgarmaydi, bu esa uning ko'p marta qo'llanilishiga imkon beradi.

Sian eritmalaridan oltin va kumushni sorbsiyalashda ion almashuv hajmi va selektivligi jihatidan juda yuqori, kuchli va kuchsiz asosli ionogen guruhlar ega bo'lgan bifunksiyali anionitlar hozirgi kunda keng qo'llanilmoqda. Bunga AM-2B markali anionit kiradi. Uning tarkibi aminlangan, xlormetil radikalini saqlovchi stirol va DVB, trialkilamin aralashmasidan iborat.

Anionit AM-2B yuqori mustahkamlikka ega, DVBni konsentratsiyasi 10–12% gacha. Kuchli va kuchsiz asosli guruhlar bir xil miqdorda – 50% dan.

AM-2B anionining tavsifi: S1 ioniga to'liq sig'imi 0,1n HCl eritmasiga nisbatan 3,2 mg-ekv/g, 0,1 n hisobidan, NaCl (kuchli asosli guruhdan) eritmasi 1,1 mg-ekv/g; yuklanadigan bo'sh qatronning massasi 0,42 g/sm³; qatron namligi 58%; solishtirma yuzasi 32 m²/g; asosiy g'ovaklikning o'rtacha radiusi 100Å; suvda bo'kuvchanligi 2,7–3,0; anionitning o'lchami 0,6–1,2 mm (93–95%).

Qatronning tuzulishi quyidagi ko'rinishga ega:



AM-2B anioniti mexanik jihatdan yuqori mustahkamlikka ega, uning yuqori mexanik va energetik xususiyatlari sianlash amaliyotida keng qo'llanilishini ta'minlaydi. Qatron yuklanishidan oldin 0,5% li HCl eritmasi bilan yuviladi.

Sorbsiyali sianlash jarayonida shuningdek yuqori g'ovakli ionitlardan hisoblanmish AP-3, AP-2 va boshqalar qo'llaniladi. Anionit AP-3 tarkibida 30 dan 70% gacha kuchli asosli guruh saqlab tuzulish jihatdan AM-2B ga o'xshashdir.

15.3. Ionitning regeneratsiyasi

Sian eritmalaridan nodir metallarni sorbsiyalash natijasida oltin, kumush va boshqa metallarning sianli anionlarni o'zida saqlovchi to'yingan qatron olinadi. Ulardan tashqari to'yingan qatron tarkibida rodanid, sianid va gidroksil kabi anionlar ham uchraydi. To'yingan qatron regeneratsiya jarayoniga yuboriladi. Regeneratsiya jarayoniga yuborishdan maqsad qatronga sorbsiyalangan oltin va kumush anionlarini desorbsiyalash va qatron faolligini qayta tiklashdan iborat.

Ionitni regeneratsiyalash — sorbsiyalash texnologiyasining eng murakkab va eng mas'uliyatli qismidir. U turli erituvchilar ishtirokida oltin va qo'shimchalarni desorbsiyalashdir. Desorbsiya jarayoni dinamik sharoitda olib borilib erituvchi eritmani qatron bo'ylab o'tkazishga asoslangan va bu jarayon vertikal kolonnalarda olib boriladi. Dinamik usulda qayta ishlash kam elyuent(eritma) sarfi bilan yuqori desorbsiyalash darajasiga erishish imkonini beradi. Qatrondan sorbsiyalangan anionlarni desorbsiyalash oltin va kumushga nisbatan yuqori selektivlikka ega bo'lgan eritmalar yordamida olib boriladi.

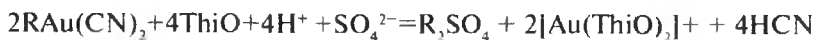
Desorbsiya jarayonida bir qancha eritmalaridan foydalanilish mumkin. Ilmiy tadqiqot izlanishlari shuni ko'rsatadiki, nodir metallar anionlarini desorbsiyalashda rodanid qoldig'ini saqlagan tuzlar samarali natija berishi aniqlandi. Oltinni to'liq va tez desorbsiyalashda 10–25g/l NaOH saqlagan ammoniy rodanidining konsentrlangan 3–5 n li eritmasini ishlatish tavsiya etiladi. Desorbsiya jarayoni anion almashinish reaksiyasi orqali boradi:

Grafikdan ko'rinib turibdiki, 1 hajm qatronga 14 hajm eritma sarf boladi, lekin oltinning asosiy qismini eritmaning asosiy qismlarida eritib olish mumkin. Oltindan boshqa eritmaga kumush, mis, nikel, kobalt va temir sianid ionlari ham o'tadi.

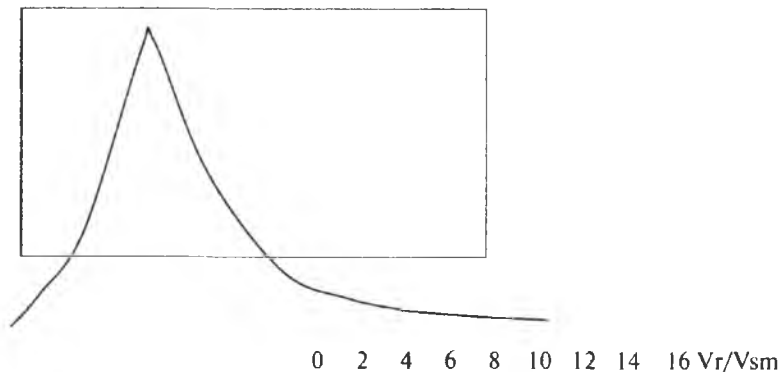
Rodanid tuzlarining asosiy kamchiligi qatronning rodanid ko'rinishiga o'tishidir. Bunday qatronni ishlatish texnik va iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq emas. Natijada qatrondan rodanid ioni desorbsiyalanib, boshqa ko'rinishga o'tishga o'tadi va rodanid ionlarini desorbsiyalashda bir qator qiyinchiliklarni keltirib chiqaradi.

Elyuirlash jarayonini yaxshi olib borish uchun erituvchi eritmani to'g'ri tanlash, uni yuqori konsentratsiyada olib borish, eritma berish tezligini cheklash, haroratni oshirish muhim ahamiyatga ega.

Disianli ionlarni desorbsiyalashda samarali desorbent sifatida tiomochevinang kuchli kislotali eritmalarini ishlatish mumkin. Kislotali sharoitda $[\text{Au}(\text{CN})_2]$ bilan tiomochevina ta'sirlashganda sian ionini siqib chiqaradi va oltinni oltingugurtning erkin elektronlari bilan bog'laydi:



Qatrondan rodanid tuzlari yordamida oltinni desorbsiyalash grafigi quyidagicha:



15.4-chizma. Qatrondan rodanid tuzlari yordamida oltinni desorbsiyalash grafigi

Natijada musbat zaryadli kompleks hosil bo'ladi, bu kompleksni esa anionit saqlab qola olmaydi. Chunki anionit ham musbat zaryadli. Bu vaqtda qatron xlorli yoki sulfatli ko'rinishga o'tadi, sian ioni esa sianid kislotaga aylanadi. Jarayon quyidagi reaksiya bo'yicha boradi.

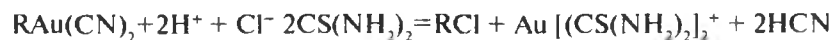
Oltinni desorbsiyalash jarayonini oxirigacha borishi tiomochevina konsentratsiyasini oshishi bilan boradi va uning maksimal oltin ajratish konsentratsiyasi 9,1%. Bu jarayonga xlorid kislotaning konsentratsiyasi ham ta'sir qiladi. Ya'ni uning kerakli bo'lgan konsentratsiyasi 1,9–2,3% bo'lib, 10% gacha ko'tarilganda tiomochevina oltingugurti siqib chiqarib parchalanadi.

Amaliyotda oltinni desorbsiyalashda tiomochevinaning 90 g/li va sulfat kislotaning 20–30 g/li eritmasidan foydalaniladi.

Qatronni tiomochevina eritmasi yordamida qayta ishlash jarayoni ikki bosqichda amalga oshiriladi. 1-bosqich tiomochevinning sorbsiyasi deb nomlanib, qatron orqali 1–1,5 hajmda qayta ishlangan tiomochevina eritmasi o'tkaziladi; chiquvchi elyutda tiomochevina va oltin bo'lmaydi, shu sababdan u chiqindiga tashlanadi. 2-bosqich oltinni desorbsiyasi deb nomlanib, to'yingan tiomochevinali qatrandan qolgan tiomochevina eritmasi (4–5 hajm) o'tkaziladi va natijada qatron to'liq desorbsiyalanadi. Olingan oltin tarkibli eritma regenerat deb nomlanib, oltinni cho'ktirishga jo'natiladi.

Jarayonni ikki bosqichda olib borish, birinchidan, olingan regeneratda oltin miqdorining oshishiga olib keladi va uni keyingi bosqichda qayta ishlashni osonlashtiradi, ikkinchidan, tiomochevina eritmasini qayta-qayta ishlatilishi natijasida qo'shimcha metallarning yo'qolishiga olib keladi.

Ammo, hammadan avval ionitni qayta ishlashda, undagi metallni eritib olishda tiomochevinaning xlorid kislotadagi eritmasi yaxshi natija berar ekan, Tiomochevina (tiokarbomid)ning desorbsiyasi Shundan iboratki, bu modda oltin bilan mustahkam bog'langan oltinning kationli kompleks birikmasini hosil qiladi va uni ionlashuvchi qatron (smola) tutib turolmaydi va eritmaga o'tadi.



Ion almashish Cl^- ioni orqali bo'ladi va tiomochevina (tiokarbomid) yo'qotilishi faqat mexanik yo'qotilishdan iborat bo'ladi. Qatron (smola) bu holda xom-ashyo xlorit shakliga o'tadi. Omilkor tarkib tiomochevina eritmasida tiomochevina 8–9%, xlorid kislota 2–2,5% bo'lishi kerak. Xlorid kislota o'rnida, sulfat kislotasini ishlatga ham bo'ladi. Masalaning yana bir mohiyati shundaki, tiomochevina qatron tarkibidagi oltinnigina eritib oladi. Endi uning tarkibidan, kumush, mis, rux, qo'rg'oshin, surma, margumushni eritib chiqarish, qatronni avvalgi asli holiga qaytarish kerak. Qatron tarkibidagi qo'shimcha moddalarni eritib chiqarish uchun, xlor va sulfat kislotalar yordamida rux, nikel, sianid ajratib olish mumkin. Ishqor esa Zn , NaCN , NH_4CNS , NH_4NO_3 – eritmaları temir kabilarni desorbsiyalashtirishda ishlatiladi. Eng qiyin desorbsiyalanadigan modda temirdir. $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$ doimo sinil eritmalarida ishtirok etib, anionit bilan juda mustahkam birikma hosil qiladi. Bu modda juda og'ir elyurlanadi. Kislotali muhitida qatron fazasida temirning erimaydigan berlin lazuri deb atalgan kompleks tuzi $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$, yoki berlin yashili $\text{Fe}_4\text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_6$ smolani bo'yab qo'yadi va u ko'k yoki yashil rangga kiradi, bular hammasi temirning desorbsiyalanishini qiyinlashtiradi. Bunda temir kompleks tuzini eritadigan modda asosan ammoniy nitrat tuzi hisoblanadi.

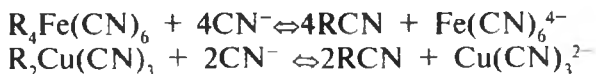
1. To'yingan qatronlarni qum, somon, loyqalardan tozalash. Sorbsiya jarayonidan jo'natilgan qatron o'zi bilan mayin shlamli il atalmish loyqalar bilan birga keladi. Loyqalar eritmalar bilan ta'sirlashadi va ularni zararlaydi. Shuning bilan birga regeneratsiyaga qatron bilan birga shepa keladi. Qatron bilan shepa, loyqa va h.k. larni tozalashda kolonnadan foydalanib yuqoridan texnik suv bilan yuvish olib boriladi.

Sorbsiya bo'linmasidan qatron quvur orqali kolonna yuqorisiga tashlab beriladi. Kolonna pastki qismidan 30–35 m³/s hajmda texnik suv beriladi. Yengil bo'laklar (loyqa va qatron) suv oqimi bilan yuqoriga harakatlanadi, og'irroq bo'lgan (shepa va loyqa) bo'laklar kolonna tubiga cho'kadi. Shepa va loyqa quvuri orqali to'r ustiga tashlanadi va sianlash hamda sorbsiya bo'limiga jo'natiladi. Yuqoriga ko'tarilgan qatron va loyqa barabanli g'alvirga

tashlanadi va texnik suv bilan qatron loyqalardan yuviladi. Regeneratsiya bo'limiga tushgan qatron ko'zdan kechirilib loyqasizligi tekshiriladi.

2. Qatronlarni sianli eritmada qayta ishlash

Qatronlarni sianli eritmada qayta ishlash jarayoni qatrandan temir va mis metallarini tozalash uchun amalga oshiriladi. Bunda sian eritmasi konsentratsiyasi 40–45 g/l. Temir va mis ion almashinish reaksiyasi asosida eritmaga o'tadi:

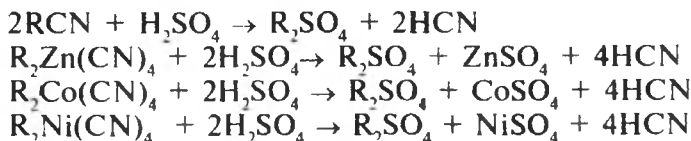


Temir va mis bilan bir vaqtda eritmaga kobalt va rux ham desorbsiyalanadi, juda oz miqdorda oltin va kumush ham o'tadi.

Qatron sianli qayta ishlovidan so'ng NaCN dan yuvishga jo'natiladi. Jarayon davomiyligi 6 soatdan kam emas, qatron: eritma nisbati 1:3; eritmani berilish tezligi 14÷14,5 m³/s.

3. Qatronni sianidlardan yuvish. Qatronni natriy sianga yuvish sianidni yo'qotish va keyingi qatronni sulfat kislota bilan qayta ishlash jarayonida HCN tez ajralishini oldini olishdir. Qatronni yuvish qaynoq (55–60°C) suv bilan olib borilib, qatronda natriy sianid to 0,1 g/l qolguncha davom ettiriladi. Qaynoq suv va qatron nisbati 3:1. Yuvilgan suv qatronni sianli qayta ishlash uchun eritma tayyorlashga jo'natiladi, yuvilgan qatron esa kislotali qayta ishlashga tushadi.

4. Qatronni kislotali qayta ishlash. Kislotali qayta ishlash jarayoni qo'shimcha metall sianid komplekslari (rux, kobalt, nikel)ni anionitdan tozalash va qatronni ion almashinish reaksiyalari orqali sianid shakldan sulfat shaklga o'tkazishdan iborat.

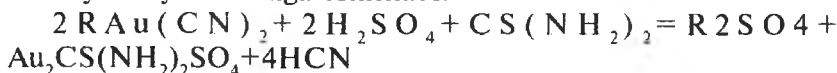


Kislotali qayta ishlashda H₂SO₄ miqdori 40–50 g/l ni tashkil qiladi. Kislotali qayta ishlashning tugashi H₂SO₄ miqdorining 10g/

l gacha kamayishi bilan belgiladi. Chiquvchi eritma tindirishga jo'natiladi. Tindirishdan hosil bo'lgan mahsulot sorbsiyaning chiqindi yig'iladigan bo'limiga kelib tushadi; 0,5 mm qatronli bo'tana kolonna pastki qismidan zumfga quyiladi va nasos orqali sorbsiyaga haydaladi.

Kislotali qayta ishlash jarayoni kamida 6 soat davom etadi; qatron va eritma nisbati $1:2,3 \div 2,8$, eritma sarfi — $15 \div 16 \text{ m}^3/\text{s}$. Sulfat kislotali qayta ishlashdan so'ng qatron sulfat kislotadan ichimlik suvi bilan yuviladi, qatron : suv nisbati $1:1,2 \div 1,4$. Suv sarfi soatiga 7 m^3 . Yuvish jarayoni davomiyligi kamida 6 soat. Olingan somon quritilib so'ng yoqishga jo'natiladi va kul olinadi, u tarkibida oltin saqlaganligi uchun eritishga yuboriladi.

5. Oltinni desorbsiyalash. Desorbsiya jarayonining maqsadi oltin va kumushni qatrandan ajratish va uni regeneratga o'tkazishdan iborat. Oltinni desorbsiyalash jarayoni regeneratsion kolonnalarda olib borilib, eritma sifatida $70\text{--}90 \text{ g/l}$ tiomochevina ($\text{CS}(\text{NH}_2)_2$) va $15 \div 20 \text{ g/l}$ qo'llaniladi. Desorbsiya jarayoni kamida 6 soat davom etadi; qatron: eritma nisbati $1:(3,0 \div 3,5)$; olinadigan regenerat hajmi soatiga $14 \div 16 \text{ m}^3/\text{s}$. Oltinni desorbsiyasi quyidagi reaksiya bo'ylab amalga oshiriladi:



Desorbsiyalovchi eritma regeneratsion kolonnaga beriladi, so'ngra eritma 55°C da bug' bilan qayta ishlanadi.

6. Tiomochevinadan yuvish. Jarayonning maqsadi qatronni tiomochevinadan yuvish va tiomochevina $\text{CS}(\text{NH}_2)_2$ eritmasini desorbsiyaga qaytarishdan iborat. Yuvish qaynoq ($55 \div 60^\circ\text{C}$) H_2SO_4 eritmasi bilan $40 \div 50 \text{ g/l}$ konsentratsiyada olib boriladi. Jarayon davomiyligi 6-soat, qatron:eritma nisbati $1:1,5$; eritma sarfi soatiga $7,0 \div 7,5 \text{ m}^3/\text{s}$.

Tiomochevinada yuvilgan qatron sulfat kislotaga yuvish uchun jo'natiladi.

7. Sulfat kislotadan yuvish. Jarayonning maqsadi qatronni qoldiq tiomochevina va sulfat kislotadan yuvish. Yuvish qaynoq ($55 \div 60^\circ\text{C}$) suvda amalga oshiriladi. Jarayon davomiyligi 6soat, qatron/suv nisbati $1:1,5$; eritma sarfi soatiga $7,0 \div 7,5 \text{ m}^3/\text{s}$. Yuvilgan qatron ishqorli qayta ishlashga jo'natiladi.

8. Ishqorli qayta ishlash. Jarayonning maqsadi qatrandan tiosulfat, sulfatlarni va oltingugurt, ruxni yo'qotish va qatronni 15–20 g/l konsentratsiyali NaOH ishtirokida ON-formaga o'tkazish. Jarayon davomiyligi kamida 5 soat, eritma sarfi soatiga 15–16 m³/s. Ishqorli eritma qatron bilan birga aralashtirishga jo'natiladi. Qatron/eritma hajmiy nisbati 1:2,5.

9. Ishqordn yuvish. NaOH dan yuvish jarayoni qaynoq (55÷60°C) suv bilan amalga oshiriladi. Jarayon davomiyligi kamida 5 soat. Qatron: eritma hajmiy nisbati 1:2,5; suv sarfi soatiga 15÷16 m³/s.

Qayta ishlangan eritma yigili, uning konsentratsiyasi mustahkamlanib bug'da qizdiriladi va qatronni ishqorli qayta ishlashda qo'llaniladi. Yuvilgan qatron massasi o'lgangandan so'ng sorbsiya bo'limiga jo'natiladi.

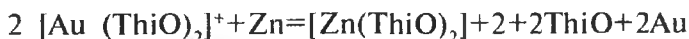
Bunday jarayonlar ketma-ketligining afzalligi qo'shimchalar oltinni desorbsiyalashdan avval yo'qotiladi. Shu sababdan regeneratda qo'shimchalar miqdori juda kamdir. Regeneratsiya jarayonining umumiy davomiyligi barcha yuvish jarayonlari bilan birgalikda 200–250 soatni tashkil qilib shundan 75–90 soatini oltinni desorbsiyalash tashkil qiladi.

15.4. Oltinni tiomochevinali eritmalardan ajratish

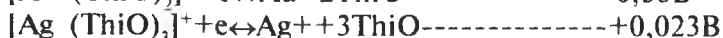
Oltinni ion almashgich smoladan desorbsiyalash natijasida tarkibida oltinning konsentratsiyasi 0,5–2 g/l ni tashkil qiluvchi tovar regenerati deb ataluvchi mahsulot olinadi. Tovlar regeneratida qo'shimcha sifatida mis, temir va boshqa metallar uchraydi.

Tiomochevinali eritmalardan oltinni cho'ktirishning bir nechta usullari mavjud: sementatsiya usuli, ishqor yordamida cho'ktirish, erimaydigan anodlar bilan elektroliz va h.k.

Birinchi usul oltinni metallarning tiomochevinali eritmalardagi aktivlik qatoridagi oksidlanish potensialiga asosan nodir metallar yordamida siqib chiqarishga asoslangan.



Metallarning tiomochevinali eritmalardagi standart potentsiallari quyida keltirilgan:

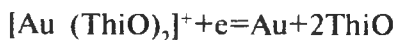


Sementatsiya usuli oltin va kumushni yetarli darajada to'liq va tez ajratib olishga imkon beradi, biroq olinadigan cho'kmada nodir metallarning miqdori uncha ko'p emas (10–20%) va affinajga jo'natishdan avval maxsus usullarda tozalashni talab qiladi. Bu usulning yana bir jiddiy kamchiligiga cho'ktiruvchi metal sarfining yetarli darajada ko'p sarflanishi va bu metalning tiomochevinali eritmada to'planishi kiradi. Bu tiomochevinali eritmani qayta ishlatishda oltinni desorbsiyalash tezligini pasaytiradi va bu eritmani vaqti-vaqti bilan yangisiga almashtirishni talab qiladi. Buning natijasida tiomochevinaning sarfi ortadi.

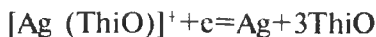
Ishqor yordamida cho'ktirishda oltin kam eruvchi gidroksidlar holida cho'kmaga tushadi. Oltin bilan birgalikda tiomochevinada erigan mis, temir va boshqa qo'shimchalar ham cho'kadi. Bo'tana filtrlanadi, eritma regenerasiyaga jo'natiladi, cho'kma toblanadi va tarkibida 35–50% oltin saqlovchi mahsulot olinadi. Olingan mahsulot oltin miqdorini oshirish uchun mahsus usullar bilan qayta ishlanadi, so'ngra affinajga yuboriladi.

Bu usul sodd va oltinni yetarli darajada to'liq ajralishini ta'minlaydi. Kamchiligi olinadigan cho'kmadagi oltin miqdorining kamligi, tiomochevina va kislota sarfining ko'pligi (ishqoriy muhitda qisman parchalanishi sababli), natriy sulfatining to'planishi natijasida aylanma tiomochevinali eritmalarning desorbsiyalash qobiliyatining pasayishidir.

Tovar regeneratidan oltinni ajratishning nisbatan takomillashgan usuli erimaydigan anodlar bilan elektroliz hisoblanadi. Regenerat orqali doimiy tok o'tkazilganda katodda oltin qaytariladi.

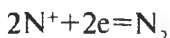


Oltin bilan birgalikda kumush ham qaytariladi.



Oltin va vodorodga nisbatan potentsiali manfiyroq bo'lgan metal qo'shimchalar katodda uncha katta bo'lmagan miqdorda qaytariladi.

Oltinning katodda qaytarilishining o'ziga xos xususiyati shundaki, eritmadagi oltinning miqdori kamligi tufayli jarayon quyidagi tartibda ketadi.



Bu reaksiya katodda yetakchi hisoblanadi, tok bo'yicha katodning chiqishi oltinga nisbatan 10–15 %dan ortmaydi.

Anoddagi asosiy jarayon suvning kislorod ajralib oksidlanishidir.



Agar maxsus choralar ko'rilmasa anodda ham tiomochevinaning formamidindisulfid hosil qilib oksidlanishi sodir bo'ladi. Bu birikma tiomochivina, sianamid va oltingugurt hosil qilib parchalanadi. Tiomochevinaning anodda oksidlanishi nomaqbul jarayon hisoblanadi. Chunki bu reagentlarning ortiqcha sarflanishiga, katod cho'kmasini elementar oltingugurt bilan ifloslanishiga, hamda cho'kkan oltinni qaytadan kimyoviy erishiga olib keladi.

Tiomochevinaning anodda buzilishining oldini olish uchun katod va anod orasidagi bo'shliq ionitli membrana orqali to'siladi. Katod bo'shlig'iga oltin saqllovchi tiomochevinali eritma (katalit), anod bo'shlig'iga esa suyultirilgan (20g/l) sulfat kislota (anolit) solinadi. Shunday qilib tiomochevinaning anod bo'shlig'iga o'tishining oldi olinadi.

Anod va katod bo'shlig'ini ajratish uchun katolitli membranalar ishlatiladi. Oltinni katodda qaytarilish jarayonida oltinning cho'kish tezligi oltin kationlari $[\text{Au}(\text{ThiO})]^+$ katod yuzasiga diffuziyalanishi bilan nazorat qilinadi. Shuning uchun jarayonni jadallashtirish diffuziyani jadallashtiruvchi usullar — aralashtirish va elektrolitni qizdirish orqali amalga oshiriladi.



15.5-chizma. Oltinni elektrolizlash vannasi:

- 1 — chinni korpus; 2 — anodlar; 3 — anodlarni ko'tarish shtangasi;
4 — suvli havza.

Elektrolitni qizdirish katodda gaz holdagi vodorod ajralishiga olib keladi. Elektrolizyor orqali o'tayotgan tok kuchining ortishi bilan ajralib chiqayotgan vodorod miqdori ortadi va buning natijasida aralashtirish tezligi ham ortadi. Shu bilan bir qatorda ajralib chiqayotgan gaz bilan katod yuzasi yopilib qolishi oqibatida oltinning cho'kish yuzasi kamayadi. Elektrolitni katod bo'shlig'i orqali aylanishini hosil qilib qo'shimcha aralashtirishga erishiladi.

Elektrolitnig harorati ortishi bilan elektroliz tezligi ortadi. Biroq ionitli menbrananing issiqlikka chidamli emasligi tufayli harorat 40–50°C dan ortmasligi kerak.

Oltinning elektroliz jarayonini jadallashtirishning eng samarali usuli elektrolizyorning hajmi birligiga to'g'ri keluvchi katod yuzasini oshirish. Keng rivojlangan yuzaga mahsus tolali uglerodli materialdan tayyorlangan katodlarni qo'llash orqali erishish mumkin. Bunday katodlar 5–10 mkm li juda mayin tolalardan g'ovak holda to'qilgan va shuning uchun katta solishtirma yuza (0,2–0,3 m²/g) ga ega materialdan iborat. Uglerod tolali materiallar agressiv muhitga chidamli va elektro'tkazuvchi.

Uglerod tolali materialdan tayyorlangan katodli elektrolizyor—rasmda keltirilgan. Apparat 11 ta anodli va 10 ta katodli 8 kameralar o'rnatilgan titandan yasalgan korpus 4 ga ega. Kameraning holatini o'zgartirish yo'naltiruvchi 3 orqali amalga oshiriladi. Katolitni katod kamerasiga, anolitni anod kamerasiga berish elektrolizyor tubida joylashgan kollektorlar 1 orqali bajariladi.

Katolit va anolitni elektrolizyordan chiqarish alohida-alohida quyiluvchi cho'ntaklar 2 orqali amalga oshiriladi. Tok berish uchun ikkita — anodli 5 va katodli 9 shinalar o'rnatilgan.

Katod yuzasini muallaq joylashgan zarralar yopib qo'ymasligi uchun elektrolizga tushayotgan tovar filtr presslarda qaytadan filtrlanadi. Elektroliz aylanma tartibda olib boriladi. Filtrlangan tovar regenerati bosimli sig'imdan elektrolizyorga o'z-o'zidan quyiladi va katod kamerlarga taqsimlanadi. Eritma sig'im va elektrolizyor orasida oltin zarralari 96–98% cho'kkanga qadar aylanadi. Oltinsizlangan smola regenerasiyalash sikliga qaytariladi.

Anolitni aylantirish uchun mahsus sig'im xizmat qiladi. Undan anolit elektrolizyorning anod kamerasiga o'z-o'zidan quyiladi. Anolitning konsentratsiyasi 50g/l dan oshganda uni yangisiga almashtiriladi. Ishlatib bo'lingan anolit smolani kislotada ishlash uchun qaytariladi.

Oltinning elektrolizi shuningdek elektrolyuirlash orqali olib boriladi. Bu holda tiomochevinali eritma oltinga to'yingan smolali kolonkada oltinning desorbsiyasi, elektrolizyorda esa cho'kishi sodir bo'ladi. Oltinning to'xtovsiz chiqarib turilishi sababli uning tiomochevinali eritmadagi konsentratsiyasi uncha katta bo'lmagan darajada ushlab turiladi. Buning natijasida smolani regeneratsiyalashda eng sekin ketadigan oltinni desorbsiyalash jarayoni tezlashadi.

Ko'nussimon kolonnaga kislotada qayta ishlangan va tiomochevinaga to'yingan smola beriladi va ostidan tiomochevinali eritma berish boshlanadi. Eritma shunday tartibda beriladiki, kolonnada smola muallaq holda ushlab turilsin. Smolaning kolonnadan chiqib ketmasligi uchun drenajli to'r o'rnatilgan Kolonnaning yuqori qismidan oqib chiqayotgan eritma filtrpres, elektrolizyor, issiq almashgichlardan o'tib, yana kolonnaning pastki qismiga tushadi. Aylanuvchi eritmaning hajmini ionit hajmiga bo'lgan nisbati (1,5-2):1, bu oltinning odatdagi desorbsiyasidan ancha past.

Elektrolyuirlash tartibi oltinni ionitdan juda tez (7–8 soat) katod metaliga o'tkazishga imkon beradi. Bu bilan tugallanmagan ishlab chiqarish hajmi kamayadi va talab qilinadigan dastgohlar soni qisqaradi. Shu bilan bir vaqtda regenerasiyalangan ionitdagi

oltinning qoldiq miqdori kamayadi. Elektrolizyordan katod cho'kmasi davriy ravishda chiqarib olinadi. Buning uchun jarayon to'xtatiladi va elektrolizyordan oltinsizlangan eritma ajratib olinadi. Katod cho'kmasi katod kamerasiga suv berib yuviladi va siqilgan havo berib quritiladi. Katod bloklari elektrolizyordan chiqarib olinadi, ulardan katod cho'kmalari ajratib olinadi va yangi uglerodli mato bilan to'ldiriladi. Uglerod materiali katodlarning muhim xususiyati ularda 1 kg uglerodli materialga 30–50 kg oltinni cho'ktirishga imkon berishidir. Chiqarib olingan cho'kmadagi uglerodning miqdori atigi 2–3% ni tashkil qiladi. Uglerodni yo'qotish uchun cho'kma 500–600°C haroratda toblanadi. Olingan 95–96% oltin saqlovchi xomaki metal affinajga jo'natiladi.

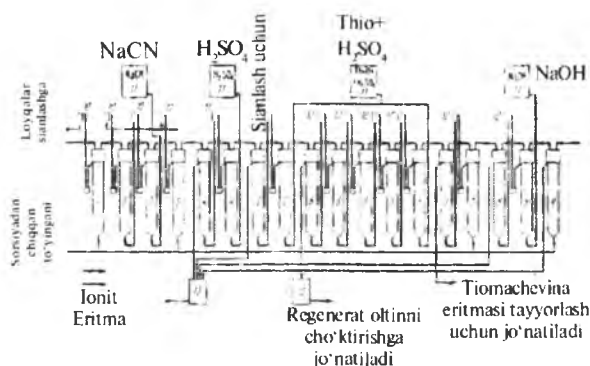
Oltinni elektroliz yordamida cho'ktirish reagentlar sarfini (ayniqsa tiomechivina sarfini) kamaytiradi, oltinning miqdori yuqori bo'lgan ohirgi mahsulot olishni, aylanma tiomechivinali eritmalarini qo'shimchalar bilan ifloslanishining yo'qotishni, natijada smolani regenerasiya qilish ko'rsat-kichlari yaxshilanishini ta'minlaydi. O'zining shunday afzalliklari tufayli elektrolitik usul sorbsion texnologiyani qo'llovchi oltin ajratish korxonalarida keng qo'llaniladi.

Sorbsiyali texnologiyaning asosiy xususiyatlaridagi biri, nodir metallarga to'yingan smolani qayta ishlashdir. Smolaning narhi juda balandligini hisobga olib, uni saqlash, qayta ishlatish zarurligi tufayli regenerasiyani yaxshi olib borish kerak. Regenerasiya degani oltin hisobiga to'yinish qobiliyati susaygan smolani qayta ishlab, yana avvalgi holiga qaytarib, uni jarayonda ishlatish. Yangi smola qo'shish miqdori, uning mexanik miqdoriga bog'liq bo'ladi. Eng osoni oltinni yutgan smolani yoqib, kulini pechda eritib, undan oltin olish. Ammo, bu hol qimmatbaho smolaning yo'qolishiga, jarayon tan narxining oshishiga olib keladi.

Bu jihatdan, nodir metallarga to'yingan smolani elyuirlab, uni qayta ishlatish lozim. Elyuirlash deganda smola tarkibiga sorbsiyalanib o'tgan nodir metalni olish uchun, smolani maxsus eritmalar bilan ishlash tushuniladi.

Tajribalar shuni ko'rsatadiki, to'yingan smolani elyuirlash uchun, smolani (qatronni) eritishda — natriy xlor, ammoniy

xlorit, ishqoriy metall karbonatlari, sinil tuzining kuchli eritmalarini qo'llash yaxshi samara bermadi. Qatronni qayta ishlab, undagi oltinni eritish uchun aseton, metil va etil spirtlarining mineral kislotalardagi aralashmasi yaxshi samara berishi aniqlandi.

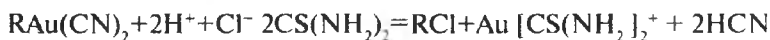


15.6-chizma. Ionitni regeneratsiyalash dastgohlar ketma-ketligi:

- 1 – loyqalardan tozalash kalonnasi; 2 – sianli qayta ishlash kalonnasi;
- 3 – sianidan yuvish kalonnasi; 4 – kislotali qayta ishlash kalonnasi;
- 5– tiomochevinani sorbsiyalash kalonnasi; 6 – oltinni desorbsiyalash kalonnasi;
- 7– tiomachevinadan yuvish kalonnasi; 8 – ishqorli qayta ishlash kalonnasi;
- 9 – ishqordan tozalash kalonnasi; 10 – oraliq aerolifti;
- 11 – bosim bochkasi; 12 – regenerat xom-ashyosini yig'uvchi(bochka);
- 13 – kislotali va ishqorli eritmalarni zararsizlantiruvchi chan.

Ammo, smolani qayta ishlashda, undagi metalni eritib olishda tiomochevinaning xlorit kislotaldagi eritmasi yaxshi natija berar ekan. Tiomochevina (tioqarbamid) desorbsiyasi shundan iboratki, bu modda oltin bilan mustahkam bog'langan oltinning kationli kompleks birikmasini hosil qiladi:

$\text{Au} [\text{CS} (\text{NH}_2)_2]_2^+$ uni ionalmashuvchi qatron tutib turolmaydi va u eritmaga o'tadi.



Ionalmashinuv Cl^- ioni orkali bo'ladi va tiomochevina (tiokarbamid) ning yo'qolishi faqat mexanik yo'qolishdan iborat bo'ladi. Qatron bu holda xlorit shakliga o'tadi. Omilkor tarkibli tiomo-

chevina eritmasida tiomochevinaning miqdori 8–9%, xloridkislota 2–2,5% bo'lishi kerak. Xlorid kislota o'rnida sulfat kislota ishlatasa ham bo'ladi. Masalaning yana bir mohiyati shundaki, tiomochevina qatron tarkibidagi oltinnigina eritib oladi. Endi uning tarkibidan kumush, mis, rux, qo'rg'oshin, surma, margumushni eritib chiqarish, katronni avvalgi asli holiga qaytarish kerak. Qatron tarkibidagi qo'shimcha moddalarni eritib chiqarish uchun xlorid va sulfat kislotalar bilan rux, nikel, sianidni ajratib olish mumkin. Ishqor NaOH esa Zn, NaCN, NH_4CNS , NH_4NO_3 – eritmaları va temir kabilarni desorbsiyalashda ishlatiladi. Eng kiyin desorbsiya bo'ladigan modda temirdir. $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$ doimo sinil eritmalarida ishtirok etib, anionit bilan juda mustahkam birikma hosil qiladi. Bu modda elyuirlash (erish jarayoni) ga juda og'ir uchraydi. Kislotali muhitda qatron fazasida temirning erimaydigan berlin lazuri deb ataladigan kompleks tuzi $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ yoki berlin yashili $\text{Fe}_4\text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_6$ smolani bo'yab qo'yadi va u ko'k yoki yashil rangga kiradi, bularning barchasi temirning desorbsiyalanishini qiyinlashtiradi. Bunda temir kompleks tuzini eritadigan modda asosan ammoniy nitrat bo'ladi. Qatronni regeneratsiyalashning apparatlar zanjiri sxemasi turlicha bo'ladi.

Elyuirlash uchun eritma pastdan beriladi. Oltin tarkibli eritma (regenerat) yoki qo'shimchalar tik quvuming ustidan olinadi. Eritma aksincha yuborilishi ham mumkin. Qatron qobilyatini qayta tiklash (regenerasiya) tik quvur orqali navbatma-navbat zaruriy eritmani berib turish mumkin.

Regenerasiya jarayoni baland quvurlidastgohda olib borilishi mumkin. Erituvchi eritma dastgohning tagidan beriladi. Oltin erigan eritma (regenerat) yoki qo'shimchalar, kolonkaning ustidan olib chiqiladi.

15.5. Faollangan ko'mir yordamida sorbsiyalash

Faollangan ko'mirning nodir metallarni o'ziga yutish qobiliyati mavjudligi azaldan ma'lum bo'lgan. Faollangan ko'mir – g'ovakli uglerodli shimgich (adsorbent). Ularni turli xildagi organik xom-ashyolardan olish mumkin: yog'ochli burali, toshko'mir, antrasit,

hayvon suyaklari va boshqalar. Bu mahsulotlardan faollangan ko'mir olishda dastlab ko'mir uchuvchan moddalardan (namlik) tozalanadi, bu havosiz qizdirish bilan amalga oshiriladi. Natijada xom ko'mir olinib u yirik g'ovakli tuzulish hosil qiladi va uning shimuvchanlik qobiliyati yuqori emas. Shu sababdan mayin g'ovakli tuzulish ko'mir olish uchun uni uglerod ikki oksid bilan qayta ishlov beriladi yoki suv bug'ida 800–900°C da ishlov beriladi. Bu bilan ko'mirning ma'lum qismi (50% ga yaqini) yonibketadi,



qolgan qismi esa to'rsimon g'ovakli tuzulish hosil qiladi. Qolgan ko'mirni faollashtirish usullari har xil tuzlar va kislotalar ishtirokida (karbanat, xlorid, sulfat, nitrat kislotalari va boshqalar) yuqori haroratda boradi. Ko'mirning faollanishi oksidlovchi gazlarning ma'lum bir qismini yonishi bilan boradi. Bu usulda olingan faollangan ko'mirning solishtirma yuzasi juda rivojlangan bo'lib (400–1000 m²/g), ulardagi g'ovaklar radiusi 0,5 dan 2 nm gacha bo'ladi. Rus maktabi olimlari N.A. Shilova va A.N. Frumkinlarning ta'kidlashicha, elektrolitlardan faollangan ko'mir yordamida adsorbsiya qilish almashinuv jarayon deb qaralib, bu ko'mirning havodagi kislorod bilan ta'sirlashishi bilan izohlanadi. Agarda ko'mir faollangandan keyin havodagi kislorod bilan xona haroratida ta'sirlashsa, uning yuzasida asosiy xususiyat sanaluvchi birikma (oksid) hosil qiladi. Bu birikmalarning tabiati aniq belgilanmagan, ammo ma'lumki, undagi kislorod kuchli bog'lanmagan bo'lib, ko'mirning suv yoki eritma bilan ta'siri natijasida uni musbat zaryadga zaryadlab, kislorodning o'zi esa eritmaga gidrooksid ko'rinishida o'tishi mumkin. Bu shakldagi "musbat" ko'mir qaytarilmas kislorod elektrod vazifasini bajaradi va o'zining ichki ikki qatlamida OH⁻ ionlarini erigan anion elektrolitlariga almashtiradi va shuning bilan elektrokimyoviy anion almashinuvchiga aylanadi.

Agar ko'mir kislorod bilan yuqori (400–500°C) haroratda ta'sirlashsa, unda hosil bo'lgan birikma mustahkam bo'ladi. Bu sharoitda hosil bo'lgan xemo yig'uvchili kislorod (20% atrofida) birikmalari karbonat kislotali, fenolli va boshqalar ko'rinishida kislotali xossani namoyon qiladi. Odatiy "musbat" ko'mirdan farqli

o'laroq bunday "manfiy" ko'mirlar oksidlangan deb nomlanadi. Elektrolitli eritmalarda oksidli ko'mirlar ko'p amalli kation almashinuvchilik qobiliyatini namoyon qiladi. Oksidlangan ko'mirning kationalmashinuvchi hajmining ma'lum qismi H^+ ionlari bilan bog'langan bo'lib, elektrostatik kuch ta'sirida manfiy zaryadlangan ko'mir yuzasini namoyon etadi.

Shuni inobatga olish lozimki, "musbat" faollangan ko'mirlar o'z yuza qismida nafaqat asosli xossani, balki ma'lum miqdorda kislotali guruhni ham egallaydi. Shu sababdan faollangan ko'mirlar anion almashinuvchanlik xossasidan tashqari, kation almashinuvchanlik xossasini ham namoyon etadi. Xuddi shu kabi "manfiy" oksidlangan ko'mirlar ham o'z yuzalarida faqat kislotali emas, balki ma'lum miqdorda asosli guruh ham bo'lib, elektrolit eritmalarida kation almashinuv hossalari bilan birga anion almashinuv xossalarini ham namoyon etadi. Sianli eritmalardan oltin va kumushni sorbsiyalash uchun anion almashinuvchi hossaga ega bo'lgan "musbat" faollangan ko'mirlardan foydalaniladi.

Faollangan ko'mir yordamida sorbsiyalash jarayoni nafaqat tindirilgan eritmalardan nodir metallarni ajratish uchun, balki bevosita bo'tanadan ham ajratib olish mumkin.

Tindirilgan eritmalardan yog'och ko'miri ishtirokida sorbsiyalash jarayoni bir qancha oltin ishlab chiqarish fabrikalarida sianlash jarayoni rivojlana boshlagan bir vaqtda va rux yordamida cho'ktirish hali to'liq ishlab chiqilmagan vaqtdan buyon qo'llanilib keladi. Tez orada ko'p kamchiliklarga ega yog'och ko'mirli sorbsiya jarayoni rux yordamida cho'ktirish jarayoni siqib chiqarildi. Birinchi va ikkinchi jahon urushi arafasida rux metali tanqisligi sababli bir qancha OICHF (Oltin ishlab chiqaruvchi fabrikalar)da ko'mir yordamida sorbsiyalash kengaydi. Sorbsiya jarayonini rom shaklidagi vakum-filtrlarda olib boriladi, oltin tarkibli sianlangan eritmalar yanchilgan ko'mir bo'ylab filtrdan o'tkaziladi, ular maxsus filtrlar yuzasiga o'rnatilgan bo'ladi. Ko'mirli cho'kma o'zida oltin va kumush saqlagan bo'lib ular yoqiladi va olingan kul flyus bilan eritishga jo'natilib xomaki metall olinadi.

Hozirgi vaqtda ko'mir yordamida sorbsiyalash uyumda tanlab eritish natijasida olingan eritmalar uchun keng qo'llanilmoqda.

Aralashtirish yo'li bilan olingan eritmalarga qaraganda uyumda tanlab eritish natijasida olingan eritmalar tarkibida nodir metallar miqdori kam (0,5 mg/l), qo'shimchalar miqdori esa ko'p. Bunday eritmalaridan rux yordamida cho'ktirish va ion almashinuvchi qatronlar ishtirokida sorbsiyalash jarayonlari samarasizdir. Faollangan ko'miming afzalligi esa qo'shimchalarga ta'sirchanligi kamligidir va shu sababdan u qo'shimchalari ko'p eritmalaridan oltinni sorbsiyalashda ayni muddaodir. Uyumda tanlab eritish eritmaları ko'p qo'shimchali va loyqali eritmalar bo'lgani sababli, faollangan ko'mir yordamida ulardan nodir metallarni to'liq ajratib olish imkoni tug'iladi.

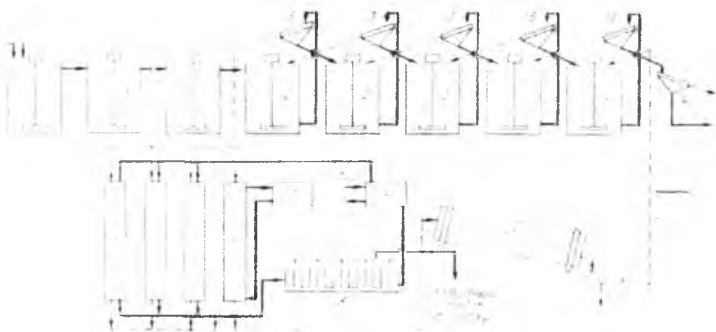
Sorbsiya jarayoni dinamik sharoitlarda olib borilib, oltin tarkibli eritmalar ketma-ket o'rnatilgan 3–4 ta vertikal kolonnalarda amalga oshirilib, unda sorbent sifatida donalashtirilgan, yirikligi 1mm bo'lgan faollashtirilgan ko'mirdan foydalaniladi. Ko'mir davriy ravishda kolonnadan kolonnaga eritmaga qarshi oqimda o'tkazib turiladi. Birinchi kolonnadan nodir metallar (asosan oltin va kumush)ga to'yingan ko'mir olinadi, oxirgi kolonnadan esa regeneratsiyalangan ko'mir(faollangan bo'sh ko'mir) yuklanadi. Shu tariqa birinchi kolonnadagi oltinga boy eritma oxiriga borguncha ko'mirga shimilib kambag'allashib boradi, oxiridan yuklangan toza ko'mir birinchi kolonnaga kelgani sari oltinga to'yinib keladi. To'yingan ko'mir tarkibida 2–5 kg/t oltin saqlab regeneratsiyaga jo'natiladi.

Amaliyotda ko'p metalli minerallar bo'lmish qo'rg'oshin-ruxli rudalarni boyitish fabrikalari sianli eritmalaridan oltin va kumushni sorbsiyali ajratib olishda faollashtirilgan ko'mirdan foydalaniladi. Bunday rudalarni flotatsiyali boyitishda tarkibidagi turg'un minerallar bo'lgan sfalerit, pirit va xalko'piritni eritmaga o'tkazish uchun natriy sianidi ishlatilib, natijada eritmaga 20% gacha oltin va ko'p miqdorda kumushning o'tishiga olib keladi. Olingan eritma tarkibi quyidagicha, mg/l: Au-0,2–1, Ag-5, Cu-400–500, Zn-40–50 va boshqa qo'shimchalar. Nodir metallarni sorbsiyalash jarayoni dinamik sharoitda, eritmalarini donador faollangan ko'mirda filtrlashga asoslangan bo'lib, u bosim ostida ishlaydi. To'yingan ko'mir o'zida 1–2 kg/t Au va 1–4 kg/t Ag saqlaydi.

Bundan tashqari sorbsiyaning oddiyroq, ammo rivojlangan usullari ham qo'llanilishi mumkin, masalan, aralashtirib, ko'mir yordamida statik sharoitda sorbsiyalash.

Bo'tanadan sorbsiyalash. Faollangan ko'mir yordamida bo'tanadan oltinni sorbsiyalash xuddi ion almashinuvchi qatron kabi qo'llaniladi. Bu jarayonlar ko'rib o'tilgan sorbsiya jarayonlari texnologiyasi bilan bir hil bo'lib, so'nggi yillarda AQSH, Avstraliya, JAR va boshqa davlatlarda keng qo'llanilmoqda.

Sorbentning nodir metallarga bo'lgan hajmini oshirish maqsadida sorbsiyaga keladigan bo'tana dastlabki sianlash jarayoniga beriladi. Keyingi sorbsiyali tanlab eritish jarayonlari zanjir shaklida ulangan 5–10 ta pnevmatik yoki mexanik aralashtirgichli dastgohda bo'tana va ko'mirning bir-biriga qarama-qarshi oqimida harakatlanishiga asoslangan holda olib boriladi. Yig'uvchi sorbent sifatida, mexanik jihatdan mustahkam va donadorlikka ega bo'lgan kokos yong'og'i po'chog'idan tayyorlangan ko'mir qo'llaniladi.



15.7-chizma. Bo'tanadan faollashtirilgan ko'mir yordamida sorbsiyalashning apparatlar zanjiri sxemasi: 1 — sianlash pachuklari; 2 — sorbsiyalash kolonnalari; 3 — ko'mirni bo'tanadan ajratuvchi elaklar; 4 — nazoratlagi; 5 — desorbsiyalash kolonnalari; 6 — kislotali qayta ishlash kolonnalar; 7 — eritma saqlanadigan idish; 8 — elektrolizor; 9 — esorbsiyalovchi eritma saqlanadigan idish; 10 — ko'mirni faollashtirish uchun aylanma pech; 11 — elak.

Faollangan ko'mir yordamida sorbsiyalash jarayoni dastgohlar ketma-ketligi 15.7-chizmada keltirilgan. Ko'mir zarralari o'lchami 1,2 mm dan 3,4 mm gacha bo'lishi mumkin. Bo'tanadan sorbentni ajratish uchun turli tuzulishga ega bo'lgan elaklar sorbsiyalash dastgohlari tashqarisi yoki ichkarisida o'rnatilgan bo'ladi. Agar elaklar dastgohdan tashqarida joylashgan bo'lsa, bo'tana ularga aeroliftlar yoki markazlashgan nasoslar yordamida yetkaziladi. Eng yaxshi mustahkamlikka ega bo'lgan ko'mirlar ham aralashtirish va elash vaqtida ma'lum miqdorda parchalanishi mumkin. Shu sababli chiqib ketayotgan bo'tana uchun ham nazoratchi elak o'rnatilgan bo'lib u nafaqat yirik, balki mayin, siniq ko'mir bo'laklarini ham ushlab qolishga mo'ljallangan.

Bo'tanadan oltinni sorbsiyalash jarayoni qattiq mahsulot miqdori 40–45%, suyuq fazada sianid kislotasining 0,01–0,02% li konsentratsiyasida, pH 10–10,5 da olib boriladi. Bir vaqtning o'zida yuklanadigan sorbent miqdori 10–30 g/l ni tashkil qiladi. Ko'mining oltinga nisbatan sig'imi 2–8 kg/t ni tashkil qiladi.

Bo'tanadan yirik zarrali ko'mir yordamida sorbsiyalash jarayoni xuddi ion almashinuvchi qatronlar ishtirokida sorbsiya kabi bir hil afzalliklarga ega. Shuningdek u, ion almashinuvchi qatronga qaraganda ancha arzon va qo'shimcha metallarga nisbatan ta'sirchanligi kamroq. Bu uning qo'shimchalari ko'p bo'lgan eritmalaridan oltinni sorbsiyalashda ion almashinuv qatronlari foyda bermaydigan joyda qo'llanilish imkonini beradi.

Faollangan ko'mirning jiddiy kamchiligi ularning mexanik mustahkam emasligi, ya'ni sinish oqibatida 1t qayta ishlanadigan rudada 100–200g mayin fraksiya yo'qotilishi mumkin.

Ko'mirni regeneratsiyalash

To'yingan ko'mirni yoqib kul olish va keyinchalik eritib xomaki metall olish usuli yoki nodir metallarni turli erituvchilar ishtirokida elyuirlash (desorbsiyalash) usulida ajratib olish mumkin. So'nggi usul sorbentni regeneratsiyalash imkonini beradi. Desorbent sifatida qaynoq sian eritmasi, suyuq ammiak, natriy sulfidining suvli eritmaları yoki ishqorlar ishlatilishi mumkin.

Amaliyotda nodir metallarni desorbsiyalash uchun odatda qaynoq sianidli eritmalar qo'llanilib, ular 0,1–0,2% NaCN va 1–2% NaOH holda ishlatiladi. Jarayon dinamik sharoitda 3/4 ta vertikal kolonnalarda olib boriladi (33-chizma). Erituvchi eritma birinchi kolonnaga eritma harakati bo'ylab beriladi, oltinga to'yingan eritma oxirgi kolonnadan chiqadi. Har bir kolonnada eritma pastdan yuqoriga qarab harakatlanadi. Sorbent aeroliftlar yordamida davriy ravishda ma'lum miqdorda bir kolonnadan ikkinchi kolonnaga eritma oqimiga qarama-qarshi holatda uzatiladi. Birinchi kolonnadan to'yingan ko'mir olinadi, oxirgi kolonnaga esa tozalangan faollangan ko'mir yuklanadi. Jarayon 85–95°C da olib boriladi.

Jarayonning kamchiligi desorbsiyalash tezligining pastligi, u 2–3 kun davom etadi. Jarayon tezligini haroratni oshirish (120–130°C gacha) hisobiga oshirish mumkin. Bu holatda jarayon 8 soat davom etib, buning uchun yuqori bosimda ishlovchi (400–500kPa) maxsus dastgohlar talab qilinadi.

Shuningdek sianidli eritmalar ishtirokida desorbsiyalashni eritmaga 10–20% (hajmda) etil spirt qo'shib amalga oshirish mumkin. Bu usulda jarayonning davomiyligini 10–15 soatgacha qisqartirish mumkin, ammo bunda texnika xavfsizligi qoidalariga jiddiy rioya qilish talab qilinadi, chunki atrof -muhitga oson yonuvchan va zaharli etil spirti bug'lari hosil bo'lish xavfi oshadi.

Nodir metallarni desorbsiyalash vaqtida Shuningdek qo'shimcha metallar (mis, temir va boshqalar) ham desorbsiyalanadi. Ularning ma'lum qismi, asosan kalsiy va organik birikmalar ko'mirning faolligini pasaytirib, unda qolib ketadi. Kalsiy ko'mir g'ovaklarida karbonat shaklida bo'ladi. Bu birikmalardan ko'mirni tozalash uchun ular suyultirilgan nitrat va sulfat kislotalarda qayta ishlanadi. Ko'mirdagi organik birikmalar esa termik ishlov berish, ya'ni 600–800°Cda 0,5–1 soat davomida, havosiz sharoitda, aylanma quvurli pechda qizdirish natijasida yo'qotiladi.

Sovitishdan so'ng olingan ko'mir elanadi va regeneratsiyalangan ko'mirlar sorbsiya jarayoniga qaytariladi.

Nazorat savollari:

1. Ion almashgich smolalarning o'ziga xos xususiyatlari nimadan iborat?
2. Sorbsion tanlab eritishning mohiyati nimada?
3. Sorbsion tanlab eritish usullarini keltiring
4. Ion almashgich smolaning sianli eritma bilan ta'sirlashish reaksiyasini yozing
5. Ion almashish jarayoni mexanizmi nechta bosqichdan tashkil topgan?
6. Sorbsion tanlab eritish qanday sharoitda amalga oshiriladi?
7. Sorbsion tanlab eritish qanday apparatlarda olib boriladi?
8. Anion almashgich smola sifatida qanday ionit ishlatiladi?
9. To'yingan ionit o'z tarkibida qanday qo'shimchalarni saqlaydi?
10. Anionitning regenerasiyasi qanday amalga oshiriladi?
11. Oltinli eritma qaysi jarayon natijasida hosil bo'ladi?
12. Oltinni sementasiya usulida cho'ktirishning mohiyati nimadan iborat?

16 BOB. OLTINNI AJRALISHI QIYIN BO'LGAN RUDA VA KONSENTRATLARDAN AJRATISH

16.1. Oltinni ajralishi qiyin ruda va boyitmalarning umumiy xususiyatlari

Oltin ajratib olinishi oson bo'lgan rudalar kamayib bormoqda. Hozirgi zamon texnikasida asosan murakkab tarkibli oltin saqlovchirudalar qayta ishlanmoqda. Bu texnologik sxemalarga gravitatsiya, magnit, elektr, amalgamatsiya, flotatsiya kabi jarayonlar yordamchi jarayon sifatida kiritilmokda. Hatto pirometallurgiya va gidrometallurgiya jarayonlaridan kuydirish, yuqori haroratda eritish yoki tanlab eritish keng ishlatilmoqda.

Tarkibi murakkab bo'lib, unga qo'shimcha ishlov berishni talab qiladigan texnologiyali rudalar - qiyin texnologiyali (qaysar) rudalar deyiladi. Quyidagi-jadvalda ayrim oltin tarkibli rudalarni tanlab eritishning texnologik ko'rsatgichlari berilgan. Bu jadvalda A, B, V, G va D guruhlariga kiritilgan rudalar tavsifi berilgan.

Bu erda yana Shu narsani aytish kerakki:

A – guruh rudalarini tanlab eritish oson kechadi.

B – eritmaga Au tez o'tadi. Filtrlash jarayoni qiyinlashadi.

NaCN – ko'p sarf bo'ladi. Bu guruh qiyin texnologiyali rudaga kiradi.

V – Au sulfid minerallari tarkibiga chuqur singib joylashgan. Sinillab eritish yuqori darajada bormaydi. Hamma oltin erimaydi. Bu guruh o'ta qiyin texnologiyali rudalarga kiradi.

G – bu jarayonda sinil eritmaga o'tgan oltin uglerod bilan sorbsiyalanadi. Shuning natijasida oltin uglerod bilan chiqindiga chiqib ketadi.

D – guruhdagi rudalarda surma minerallari ko'p. Surma sinilda eriydi, oltin yuzasini qoplab, uning erishini to'xtatadi.

16.2. Mis-rudalarini qayta ishlash

Mis rudalarida doimo oltin uchrab turadi. Oltin rudalarida mis bo'lishi ham sinil tuzlarining ortiqcha sarf bo'lishiga olib keladi. Ammo bunday rudalardan oltin bilan bir qatorda mis ajratib olish ham katta ahamiyatga egadir. Oltin rudalarida mis sulfid yoki oksidli minerallar holida qatnashishi mumkin. Agar sulfidlari (xalkopirit, xalkozin, bornit ko'rinishida bo'lsa) flotatsiya yo'li bilan flotoboyitma olinadi. Boyitma mis zavodiga va sinillash uchun gidrometallurgiya zavodiga yuboriladi.

Agar mis oksidli minerallar (malaxit, azurit va boshqa) ko'rinishda bo'lsa bunday rudalarni gidrometallurgiya sxemalari bilan qayta ishlash lozim.

Bunda ruda sulfat kislotasi yordamida eritiladi, so'ng eritmadan mis sementasiya usulida cho'ktiriladi. Tanlab eritish chiqiti sinillab eritishga yuboriladi. Undan oltin sorbsiya usulida ionitlar yordamida ajratib olinadi. Agar oksidli minerallar ko'payib ketsa eritma sifatida N_2SO_4 va ammiak-qarbonat $(NH_2)_2CO_3$ eritmasi ishlatiladi.

Boshqa usullardan yana biri V.E. Mostovich usulidir. Bu gidrometallurgiya va flotatsiya usullarini birgalikda olib borishdir. Ruda maydalab yanchilgach N_2SO_4 da eritiladi. Hosil bo'lgan eritmaga temir ta'sir ettiriladi. Gubkasimon temirni qo'llash yaxshi natija beradi (gubchatoe jelezo). Hosil bo'lgan cho'kmadagi mis metali, oltin bilan birga flotatsiyalanadi. Mis va oltinning sulfidli minerallari birgalikda oltin-mis boyitmasini tashkil etadi.

Flotatsiya chiqiti sinil tuzida tanlab eritiladi yoki chiqindixonaga tashlanadi. Bu usulning ahamiyati shuki, mis oksidlari va sulfidlari ham boyitmaga o'tadi. Shu boisdan bu usul oksid-sulfidli va mis-oltinli aralash rudalarni boyitib ajratib olishda katta ahamiyatga ega. Misning oksidli minerallari hozirgi kunda asosan flotatsiya yo'li bilan qayta ishlanadi. Yaxshi tanlangan texnologiya va reagentlar tartibi mis va oltin ajratib olishni samarali olib borishga kafolat bermoqda.

Turli guruh rudalarini tanlab eritishning texnologik ko'rsatkichlari

T/r	Ko'rsatkichlar	Rudalar guruhi				
		A Kvarsli	B Loyli	V Sulfidli	G Uglerodli	D Surmali
1	Xomashyoda Au miqdori, g/t	4,5	5,0	6,0	7,0	15-20
2	Yanchish darajasi, mm	-0,15	-0,3	-0,15	-,015	-0,10
3	Tashlama chiqitda ketgan oltin Au g/t	-0,074	-0,074	-0,075	-0,074	-0,074
4	Quyultirgichlar diametri, m	0,3	0,4	5,5	5,5	7,5
5	Kattiqligi	50	50	50	50	50
6	Namligi	2-2,5	2,5-3,5	2,0-3,0	3,0-4,0	2,5-3,0
7	Rudaning eng katta o'lchami, mm	30-1500	300-1000	300-900	300-800	300-700
8	Yanchish oldi o'lchami, mm	100-300	20-30	10-20	20-40	10-30
9	Zichligi, g/sm ³ ; t/m ³	2,3-3,5	2,0-3,0	3,0-4,0	2-3	3-3,5
10	Kattiqligi	2,6	2,7	2,6	2,7	2,6

Sinil eritmasining konsentratsiyasi (0,02–0,03%) bo'ladi. Bunda mis sinil tuzi bilan reaksiyaga uncha tez kirishmaydi. Misning asosiy qismi sinillab eritish chiqindisida qoladi. Mis tarkibli oltin rudalarini ammiakli sinillash usuli ham ahamiyatlidir.

Bunda sinillab eritiladigan rudaga oz miqdorda ammiakli eritma qo'shiladi. Masalan, ammoniy xlorid NH_4Cl . Bunda kam eriydigan mis ammiakli kompleks tuzlar hosil bo'ladi.:



Bu reaksiya natijasida sinil eritmasi misdan ozod bo'ladi. Sinil tuzi ham kam sarflanadi.

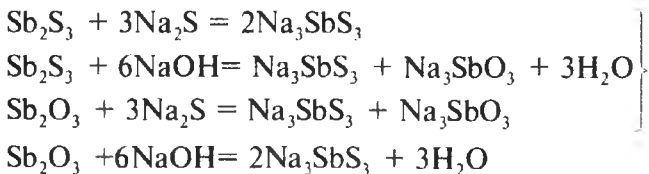
16.3. Surma-oltinli rudalarni qayta ishlash

Surma rudalari sinillab eritishda o'ziga hos murakkabliklar tug'diradi. Oltinli ruda tarkibida surma va margumush mineral-larini ishtirok etishi NaCN ning ko'p sarf bo'lishiga, oltinning erishini tez pasaytirishga olib keladi. Surma minerallarini kam yoki mayda dispers oltin zarralari bo'lmagan rudalarni sinil tuz-lari eritmasida eritib ajratish uchun ishlatga bo'ladi. Bunda ham sinil tuzi sarfini va oltin erish texnologiyasini ustalik bilan olib borish kerak bo'ladi. Mis mineralidagiday surma tarkibli oltinlar ham ishqor va sinil tuzlarining kichik konsentratsiyasida eritiladi (0,02% NaCN). Surma minerali eritmadagi temir gidrooksidlari tomonidan sorbsiyalanishi mumkin. Bunda temir gidrooksid moddalari surmali ruda tarkibida 1-2% bo'lsa ham, sinillab eritib olishda yaxshi natijalar beradi.

Ammo surma sulfidlari ko'p bo'lgan minerallarni flotatsiyalab, surmani alohida boyitma sifatida ajratish yaxshi samara beradi. Boyitma mis eritish zavodlariga jo'natiladi. Flotatsiyaning chiqindilaridan oltin sianli eritmada eritib, sorbsiya usulida ajratib olinadi. Agar rudada surma haddan ziyod ko'p bo'lsa unda flotatsiya usuli bilan oltin-surmalı boyitma olinadi. Boyitmada surmaning miqdori 50–60 % ga etishi kerak. Surma zavodida boyitmadan surma metali olinib, oltin qo'shimcha mahsulot sifatida maxsus texnologiya orqali ajratishga jo'natiladi.

Agar oltin mayda-dispers holida bo'lib, surma sulfidi ko'p bo'lsa, bunday flotokonsentrat tanlab eritishga (sinillashga) yuboriladi. Surma-oltinli boyitma kuydirilib, ishlov beriladi. Surmani boyitmalardan gidrometallurgiya yo'li bilan ham ajratib olish mumkin. Bunda surma Na_2S , NaOH eritmalarida eritiladi.

Tanlab eritish yo'li bilan surma tiotuzlar sifatida eritmaga o'tkaziladi:



Margumush minerallaridan sinillab eritishda auripigment va reargar katta qiyinchilik tug'diradi. Arsenopirit tanlab eritishda katta xavf tug'dirmaydi. Shuning uchun arsenopirit minerali margumushli rudalarni yanchish jarayonidan so'ng tanlab eritishga yuborilishi mumkin.

16.4. Uglerod — oltinli rudalarni qayta ishlash

Uglerod-oltinli rudalarni qayta ishlashning murakkabligi shundaki, sianli eritmada erigan oltinni uglerod sorbsiyalash qobiliyatiga ega.

Bunday rudalarni tanlab eritganda, oltin erib eritmaga o'tishi bilan bir vaqtda, erigan oltinning uglerod (ko'mir) sirtiga sorbsiyalanib singish, ya'ni erishning aks holi kuzatiladi. Shu boisdan chiqindiga tashlangan tashlamalarda nodir metallarning yo'qolishi ortadi.

Ayrim rudalarda uglerod oltinni sorbsiyalab, ishni mushkul-lashtirsa, ayrim uglerod minerallari kuchsiz sorbsiyalovchi bo'lib, ularning xavfi uncha katta emas.

Bunday rudalarning qiyin texnologik xususiyati faqat amaliyotda sinab ko'rilgandagina bilinadi.

Uglerod faolligi kam bo'lgan rudalarda oltinni eritish odatdagidek sinil eritmalari yordamida tanlab eritish orqali borishi mumkin. Bunday rudalarda oltinning eritmaga o'tish kinetikasi (tezligi) erish va adsorbsiyalanish tezligiga bog'liq bo'ladi. Adsorbsiya tezligi eritmada nodir metallar konsentratsiyasiga to'g'ri proporsionaldir. Oltinning miqdori kam bo'lganda, erish tezligi adsorbsiyadan ortiqdir. So'ngra eritmada oltining miqdori ko'payishi bilan, uning konsentratsiyasi ortadi va adsorbsiya ham tezlashadi. Ma'lum bir vaqtdan so'ng bu ikki kattalikning tezligi muvozanatlashadi. Sinillashning davom etishi bilan oltinning konsentratsiyasi va uning eritmaga o'tishi sekinlashadi. Bunda adsorbsiya tezligi, erish tezligidan yuqori bo'ladi. Shunday qilib, sinillashda, eritmada maksimal erish jarayoniga, erishning ma'lum davomligi to'g'ri keladi. Ko'pincha amalda erish davri 35–40 soatni tashkil etadi. Adsorbsiya tezligi ko'mir moddasining sirt yuza faolligiga ham

bog'liqdir. Agar ko'mir — 4 mm gacha maydalab yanchilsa, oltin to'liq erib, sinil eritmasiga o'tolmaydi. Ammo 0,074 mm o'ta maydalik qilib, avval boshdayoq mikron zarrali oltinlar ko'mirga adsorbsiyalanib qoladi. Demak, yanchilgan materiallarning o'lchami -0,83 mm bo'lishi kerak. Shunday qilib ko'mirli oltin rudalarini to'g'ri sianillashda uchun yanchishdagi optimal o'lchamni to'g'ri topa bilish kerak ekan. Bunda rudaning sinil eritmasi bilan ta'sirlashish vaqti ham ahamiyatga egadir.

Eritishning yana bir samarali usuli uglerod-ko'mirli oltin rudasini bir necha bosqichda olib borib eritmani yangilab turishdir. Bu eritmada oltin konsentratsiyasi kam bo'lsa, adsorbsiya ham sekin boradi degan qoidaga asoslanadi. Eritmani yangilab turish oltin konsentratsiyasini ma'lum bir meyorda ushlab turishga imkon beradi. Oltin va kumush kam adsorbsiyalanib, buning hisobiga, tashlama chiqitlar bilan yo'qolishi kamayadi.

Ba'zan organik erituvchilar - α -gidroksilamid kabilarni qo'llash bilan ham uning ko'mirda adsorbsiyalanishini kamaytirish hisobiga, erish tezligini oshirish mumkin.

Sorbsiya-usulida eritishda ham oltinni erish va ajratib olish jarayoni samarali ketadi. Ko'mirning faollik qobiliyatini sirt faol moddalardan kerosin, flotomoy bilan ishlov berib ham kamaytirish mumkin.

Bu usulda ko'mir sirtida parda-to'sik hosil bo'ladi va eritmadagi oltin bilan kontaktda bo'la olmaydi. Ammo bu hali unchalik samara bergani yuk. Yana bir usul — desorbsiyani qo'llash. Bunda oltinni adsorbsiyalagan ko'mir desorbsiyalanadi va oltin undan "tortib" olinadi. Ammiak yaxshi, ammo qimmat desorbent hisoblanadi. Ya'ni oltinni sorbsiyalagan ko'mir ammiak bilan yuviladi.

Oltin ko'mirli rudalarini flotatsiya usulida boyitish orqali ham ishlov berish mumkin. Buning uchun boyitmaga, ma'lum miqdorda ko'mirdan tashqari oltin tarkibli sulfid va ma'lum miqdor erkin oltin beriladi. Keyingi ishlov berish uni mis eritish zavodiga jo'natish yoki flotatsiya chiqindisini sinillab eritishdir. Yoki eritmani kuydirib, kuyindi olish va oltinni sinillab eritish lozim. Flotatsiya chiqindisi sinillab eritiladi. Ko'mir oltinli rudasiga bunday ishlov berish — universal usullardandir.

16.5. Shlam-cho'kindi rudalarni qayta ishlash

Bu rudalarni boyitishning qiyinligiga sabab, ularda o'ta mayda zarra (shlam) cho'kindi minerallar ko'pligidir.

Bu rudalardagi oltin eritmaga sekin va kam o'tadi, ma'lum darajada yuvilmay qolgan metallar mexanik yo'qotiladi. Ko'p holda bunday rudalarni qayta ishlashda reagentlar ortiqcha sarf bo'ladi. Sinil bo'tanalarini ohak ta'sirida koagulyatsiyalashtirilsa, shlamlarning mayda zarralari birlashib, pag'a-pag'a agregatlar hosil qiladi. Ular orasida oltin zarralari o'ralashib qoladi. Bunday pag'alar orasiga kislorod ionlarining kuchsiz diffuziyasi sababli oltinning erishi susayadi yoki batamom to'xtaydi. Ayrim agregatlarlar birlashib "o'rgimchak to'ridek" qafas hosil qilib, jarayonni umuman to'xtatib qo'yishi mumkin. Bunday strukturali bo'tanalarda oltin erishi o'ta past darajada bo'ladi. O'ta mayda shlam zarralari sirti faol bo'lib, temirning kompleks sinil tuzlarini hosil qilib, reagentni ko'proq sarflaydi. Shlamli rudalarda oltin zarralari kam bo'lsa yoki bo'lmasa shlamni chiqindi sifatida texnologik jarayondan chiqargan ma'quldir. Aralashtirishni jadal olib borib sinil eritmasi bilan yangidan ta'minlab turish darkor. Bunday harakat agregatlarni va to'rsimon qoplamini tarqatib oltinning erishini tezlatadi. Eritish jarayonini uncha uzmaslik kerak, chunki bu oltining sorbsiyalanib chiqindiga chikib ketishiga olib keladi. Bunday rudalarni qayta ishlashning yana bir yo'li filtrlash tartibini ushlashdir. Ion almashinuvchi katronlarni va ko'mimi ishlatish ham yaxshi samara berishi mumkinligini ilmiy izlanishlar tasdiqlagan.

16.6. Ferrooltinli rudalarni qayta ishlash

Bunday rudalarda zich oksidlar va gidrooksidlar (getit, limonit, magnetit va h.k.) ko'p bo'lib, ular bilan oltin assotsiyalangan holda birikkan bo'lib qiyin eriydi, shu boisdan qiyin texnologiyali jarayonni tashkil etadi. Bu rudalardagi oltin bog'lanishlari turlicha. Ba'zi rudalarda oltin usti temir zangli ruda bilan mustahkam qoplama hosil qiladi va oltinning erishiga to'sqinlik qiladi. Boshqa holda oltin o'ta mayda donali bo'lib, unga eritma yetib borolmaydi.

Bunday rudani qayta ishlashning samarali yo'li uni toblash, ya'ni 300–350 °C da haroratda qizdirish. Qizdirilganda rudalar gidrooksidlarga parchalanadi.

Limonit va gyoit tarkibida kristallizasiya suvi qochgach, gematit zarrasining g'ovakli minerallari hosil bo'lib erishga qarshilik qilmaydi. Termik ishlov berish uchun turli loyihadagi pechlar (masalan, quvur shaklida, bino shaklda) ishlatilishi mumkin. Bunday quvur pech baraban shaklida bo'lib, ma'lum burchak ostida o'rnatiladi. Bunday rudalarga dastlab natriy ishqori bilan ishlov bersa yaxshi natija beradi.

16.7. Gravitatsiya konsentratlari

Gravitatsiya boyitmalari oltinning sulfidli minerallari, oltin o'smalari, donodor zarralardan iborat bo'ladi. Bu rudalar moddiy tarkibi jihatidan turli-tuman bo'lishi mumkin. Kam sulfidli kvarsli rudalardan olingan boyitmalar tarkibida kvars, pirit, arsenopirit ko'p bo'lishi mumkin. Bu boyitmalarda oltin o'simtasimon donador bo'lib, o'ta mayda donalari kam bo'ladi.

Amalgamatsiya yo'li bilan ishlangan boyitma asosan yirik donali oltinga mo'ljallangan bo'ladi. Mayda dispersli zang oltin "ko'ylakli oltin" ga amalgama bilan ishlov berish samara bermaydi. Amalgama chiqindisida ham mayda o'simtasimon oltin to'planadi. Shuning uchun gravitatsiya boyitmasidan amalgama usulida oltinning 50-70% gina olinishi mumkin. Amalgama chiqindilaridan oltinni ajratib olishda uni tanlab eritish ahamiyatga egadir. Shu boisdan gravitatsiya boyitmalaridagi oltinni ajratib olish ham qiyin texnologiyali qayta ishlashga kiradi.

Hozirgi kunda gravio boyitmadan oltin olishning samarali usullaridan biri, uni kuydirib verkleb-pirometallurgiya yo'li bilan eritib olishdir. Verkleb nodir metallni qo'rg'oshin kabi metallda tanlab eritishdir. Bunday gravioboyitmada oltin tonnasiga bir necha kilogrammga yetishi mumkin.

Pechda erib shteyn va shlak (mis va oltin toshqol – shlaki) hosil qilmasligi uchun, gravioboyitma oksidlovchi atmosferada kuydiriladi. Bunda surma va margumush gazli fazaga o'tkazib

yuboriladi. Kuyindi temir natriyli shlak olish maqsadida eritiladi. Shlak tarkibida 24,5% Fe, 32% SiO₂, 23–33% Na₂O va 10% CaO saqlaydi. Bunday shlak harorat ostida eritishni 1000–1200 °C da olib borishga imkon yaratadi. Bunda nodir metallar qo'rg'oshinda to'planadi va shteynli faza hosil bo'lishiga yo'l bermaydi.

Flyuslar sifatida so'da, suyuq shisha va bura, qaytaruvchi sifatida un (kraxmal) yoki ko'mir ishlatiladi. Qo'rg'oshinni kollektor sifatida oltin to'play olish uchun shixtaga glet -PbO qo'shiladi. Uning miqdori quyindi xomashyoning 7–10% ni tashkil etadi. Tayyor shixta 1050–1200 °C eritiladi. Eritish paytida PbO -glet metall holdagi qo'rg'oshingacha qaytariladi. Qo'rg'oshin o'zida oltinni eritib to'playdi. Eritma maxsus qolipga quyiladi. Shlak oltinli qo'rg'oshin (verkbleydan) ajratiladi. Verkbley metall olish bilan eritiladi. Bu erigan Dore metali va gletdan iborat. Dore metalli affinaj zavodiga, glet esa aylanma flyus sifatida kuyindini eritish uchun jarayonga qaytariladi. Shlak tarkibidagi oltinni ajratib olish uchun, uni yanchib, sinil tuzi eritmasida qayta eritiladi. Agar boyitmada oltin ko'p bo'lsa, uni gletsiz ham eritib, hosil bo'lgan qotishmani affinaiga jo'natish mumkin.

Ko'rib chikilgan mavzulardan ko'rinadiki, oltinli ruda tarkibida sof, sochma, sulfidli minerallar bilan oksidli, margumushli va boshqa minerallar ham birga uchraydi. Bu hol oltin ishlab chiqarish texnologiyasida turli-tuman jaryonlarni qo'llash kerakligini belgilaydi.

Nazorat savollari:

1. *Qanday rudalar uchun sianlash jarayonini qo'llash mumkin?*
2. *Qanday rudalar qaysar rudalar deb ataladi?*
3. *Nima uchun sulfidli rudalar qaysar rudalar turiga kiradi?*
4. *Nima uchun ko'mirli, surmali rudalar qaysar rudalar turiga kiradi?*
5. *Qaysar rudalar qanday usul bilan qayta ishlanadi?*
6. *Oltin saqlovchi sulfidli rudalar oksidlovchi kuydirish natijasida nimaga aylanadilar?*
7. *Oksidlovchi kuydirish ko'rsatkichlariga qaysi parametrlar ta'sir qiladi?*
8. *Oksidlovchi-xlorlovchi kuydirish qanday maqsadda o'tkaziladi?*
9. *Avtoklavda tanlab eritish oltin saqlovchi sulfidli rudalarni qayta ishlashning qanday usuli hisoblanadi?*
10. *Bakterial tanlab eritishning mohiyati nimada?*
11. *Bakterial tanlab eritishda qanday bakteriyalar qo'llaniladi?*

17-BOB. OLTIN VA KUMUSHNI AFFINAJLASH

Oltin va kumushning bir-biridan ajratilishi va uni toza holda olinishi affinaj usulida olib boriladi. Oltin va kumushning affinajining bir nechta usullari mavjud. Shulardan keng tarqalgani xlorli, kislotali va elektrolitik usullardir.

Affinaj jarayoni maxsus affinaj zavodalarida olib boriladi. Zavodga keladigan xom-ashyo sifatidagi oltin asosan oltin – ruxli cho'kmalarni eritishdan olingan mahsulot ko'rinishida, amalgamani bug'latish natijasida olingan xomaki oltin ko'rinishida, tiomochevina eritmalaridan olingan katod holiday xomaki oltin ko'rinishida bo'ladi. Aytib o'tilgan mahsulotlar murakkab kimyoviy tarkibga ega bo'lib, oltin va kumushdan tashqari mis, qo'rg'oshin, simob, mishyak, surma va vismut kabi qo'shimcha metallarni o'zida saqlaydi.

Ayrim hollarda sezilarli darajada platinoid metallari ham bo'lishi mumkin. Zavodga keltirilgan xom-ashyo birinchi o'rinda tarkibidagi oltinning miqdori bir xil bo'lishi uchun eritiladi. Bu jarayon grafit tigelli elektr induksion pechlarda olib boriladi. Yirik zavodlarda quvvati 100 kVt, tigel sig'imi 280 kg bo'lgan pechlar ishlatiladi.

Eritish jarayonida nodir metallarning toshqol bilan keraksiz sarf bo'lishining oldini olish uchun eritish jarayoni toshqol qavat ostida olib boriladi. Flyus sifatida soda va bura (1,5–3% yuklanadigan metall massasiga nisbatan) qo'shiladi. Eritish jarayoni oltin kumushli qotishma olish uchun 1150–1200°C da, kumush uchun esa 1040–1060°Cda olib boriladi. Qotishma eritilganidan keyin xlorli affinajga yuborilsa quyma holida, agar elektrolitik affinajlashga yuborilsa anod holida quyiladi.

2. Xlorli affinaj.

Xlorli affinajlash jarayoni oltinga nisbatan kumush va boshqa metallar xlor gazi bilan oson ta'sirlashib oksidlanishiga asoslangan. Jarayonning mohiyati shundan iboratki xlor birinchi o'rinda

qo'shimcha metallar bilan keyin esa kumush bilan, oxirida esa oltin va platinoid metallar bilan ta'sirlashadi. Hosil bo'lgan xlorli birikmalar metall holdagi oltinga aralashib ketmaydi va zichligi kichik bo'lgani uchun erigan metall yuzasiga chiqadi. Xloridlarning bir qismi gaz holida uchib ketadi.

Xlorli affinajlash jarayoni JARda keng qo'llaniladi. Affinaj jarayoniga keladigan metall tarkibida 88–90% Au va 7–11% Ag bo'ladi. Asosiy qo'shimcha metallar bu — mis, qo'rg'oshin, temir, ruxlardir.

Jarayon grafit tigelli, qorun futerofkali induksion elektr pechlarida olib boriladi. Eritishdan o'tgan qora metall quyma shaklida sig'imi 500 kg bo'lgan tigelga quyib olinadi. Toshqol hosil qilish uchun pechga oz miqdorda bura, kvars va natriy xlor aralashmasi yuklanadi. Ingichka toshqol qatlaminig hosil bo'lishi metallarning uchuvchanligini pasaytiradi va tigel devorlari yemirilishini oldini oladi. Metallar erib bo'lgandan so'ng qopqoq orqali tigelga bir yoki ikki chinni quvur orqali gazsimon xlor jo'natiladi. Xlorning yaxshi tarqalishi uchun quvur devorida teshiklar ochilgan. Jarayon 1150°C da olib boriladi.

Birinchi bo'lib temir xlorlanadi, so'ngra rux va qo'rg'oshin xlorlanadi. Past qaynash haroratiga ega temir xlorid va rux xlorid gaz fazasiga o'tadi. Qo'rg'oshin xlorid qisman uchuvchan holda, qolgani esa erib metal yuzasida qoladi. Xloridlarni uchish jarayoni erish jarayonini jadallashitirib qaynashga olib keladi, shu sababdan bu vaqtda xlor berilishi sekinlashtiriladi.

Mis va kumushning xlorlanish jarayoni qo'shimcha metallar temir, rux, qo'rg'oshinning to'liq xlorlab bo'lingandan so'ng boshlanadi. AgCl va CuCl larning qaynash haroratlari, jarayonning haroratidan baland bo'lib, shu sababdan mis va kumush xloridlar tigelda qoladi va erigan xlorid oltin yuzasida yupqa qatlamni hosil qiladi. Bu holda xloridlar uchmayotgan bo'lsa ham erigan metallarning sochilmasligini oldini olish uchun xlorning berilishi oshiriladi.

Metall yuzasida erigan xloridlar va toshqollar vaqti-vaqti bilan chiqarilib turiladi va yangi hajm flyuslar yuklanadi. Jarayon so'ngida erigan metallning xlor bilan shimilishi sekinlashadi, Shu

sababdan xlor berish tezligi ham pasaytiriladi. Jarayonning tugaganligi quyidagi hollar bilan aniqlanadi: xlor berish quvurlarida jigarrang oltin belgilari paydo bo'lishi va eritma ustida qizil chang ko'tarilishi bu esa eritmada oltin xlorid hosil bo'lganini izohlaydi. Xlorlash jarayoni tugagandan so'ng metall yuzasidagi erigan xlorid va toshqoldan tozalanadi, olingan toza oltin quyma holida quyib olinadi.

Xlorlab affinajlash natijasida olingan xloridlar aralashmasi va toshqollar tarkibida ko'p miqdorda oltin karalyoklari bo'ladi. Undan oltinni ajratib olish uchun ular tigel pechlarida 1100°C da eritib olinadi.

Qorishma qatlamlar bo'yicha ajraladi, toshqol yuqoriga xloridlar pastga cho'kadi. Qorishma yuzasiga alohidalangan soda yuklanadi, natijada kumushning ma'lum qismi qaytariladi:



va tigel tubiga mayda tomchilar yig'iladi, natijada kattagina oltin qismi hosil bo'ladi.

Beriladigan soda miqdori xloridning massasining 4% ga teng, bu bilan xloridda mavjud kumushning 5 qismi ajralib, oltinning ajralishini yaxshilaydi. Olingan oltin kumushli aralashma yangi oltin bilan birga xlorli affinajlashga beriladi.

Qolgan kumush xloridlari metall holidagi temir yoki rux yordamida metal kumush holigacha qaytariladi:



Xlorli affinaj jarayoni oddiy, elektrolitik usullarga qaraganda arzon va istalgan tebranishda rafinirlash uchun tayyordir, ammo, olingan oltin sifati juda yuqori emas (soflik darajasi-995-996). Bu shakldagi metallar tangalar ishlab chiqarishda ishlatilishi mumkin, ammo, texnika sanoati talablariga mos kelmaydi. Jarayonning kamchiligi kumushning yo'qotilishi va platina guruhi metallarining tozalangan oltin bilan yo'qotilishidir.

3. Oltin va kumushning kislotali affinajlash.

Bu usulning mohiyati shundan iboratki nodir metallar qotishmalarni har xil kislotalar bilan qayta ishlashga asoslangan. Shu bilan bir qatorda qo'shimchalar va nodir metallardan biri eritma

tarkibiga o'tadi, ikkinchi metall eritmaga erimay cho'kma holiga o'tadi.

Nitrat kislota bilan tozalash usuli kumushni tanlab eritish jarayoniga asoslangan. Metallarni to'liq ajratib olish uchun qotishmadagi oltinning miqdori kumushning miqdoridan ikki marta ko'proq bo'lishi kerak. Shunday sharoitdagina qotishmani issiq nitrat kislota bilan qayta ishlash kumushni to'liq eritmaga o'tishiga va oltinni cho'kma holida qolib ketishiga olib keladi.

Qo'shimchalar, ya'ni mis, qo'rg'oshin, platina va palladiy eritma tarkibiga o'tadi. Agar qotishma tarkibida qalay, surma yoki mishyak bo'lsa u holda avval selitra yordamida yuqori haroratda eritiladi, yoki shu metallardan tozalash uchun kupelyatsiya (metallarni erish harorati farqi asosida ajratilishi) qilinadi.

Eritma tarkibiga o'tgan kumush xlorid ko'rinishida cho'ktiriladi va metall holidagi rux yoki temir yordamida qaytariladi va quyma ko'rinishida quyiladi. Oltin cho'kmasi yuviladi, quritiladi va quyma holida quyiladi. Oltinni tozalik darajasi 99,8% gacha yetkazilishi mumkin.

Qotishmani eritish uchun nitrat kislota eritmasi o'rniga konsentrlangan sulfat kislotasi ishlatilishi mumkin. Bunda qotishma tarkibidagi oltinning miqdori kumushni miqdoridan 3 marta ko'p bo'lishi kerak, misning miqdori esa 7,5 % dan oshmasligi kerak. Teskari holatda mis sulfat tuzi hosil bo'ladi va mis yuzasini qoplab erish jarayonini to'xtatadi. Shuning uchun qo'rg'oshinning qotishmadagi miqdori 0,25 % dan oshmasligi kerak.

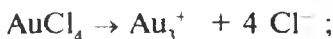
17.1. Oltinning elektrolitik affinaji

Oltinni elektroliz elektroliz usulida affinajlash yuqori tozalikka ega bo'lgan metall olish imkonini beradi. Anodlar tarkibida qo'shimcha sifatida kumush, platinoid metallari va bir qancha qo'shimchalarni saqlagan rafinirlanadigan qotishma ko'rinishida quyiladi. Elektrolit sifatida oltinni xlorid kislotasi bilan hosil qilgan birikmasi va xlorid kislota eritmasi ishlatiladi.

Oltinni xlorid kislotasi bilan hosil qilgan birikmasi to'liq dissotsiyanadi:

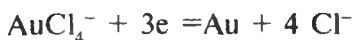


Suvli eritmalarida AuCl_4^- ioni gidrolizga uchraydi:



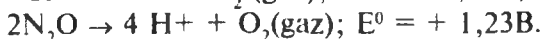
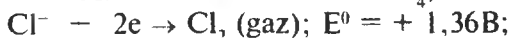
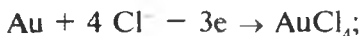
Kislotali sharoitda esa bu jarayon bormaydi, oltin esa elektrolit tarkibida AuCl_4^- ko'rinishida bo'ladi.

Oltinni elektrolitik rafinirlashda katodda boradigan asosiy jarayon bu AuCl_4^- anionini metall holigacha qaytarilishidir:



Bu jarayonning standart potentsiali +0,99V ga teng, shuning uchun vodorodning katodda qaytarilishi kuzatilmaydi.

Anodda esa rafinirlanadigan qotishma erishi bilan oltinning eritmaga o'tish jarayoni kuzatiladi:

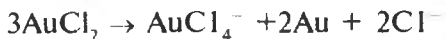


Xlor va kislorodning standart potentsiali oltinnikiga nisbatan elektr musbat bo'lganligi uchun odatiy sharoitda ularning anodda ajralib chiqishi kuzatilmaydi.

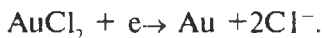
Lekin oltinning passivlashishi jarayonga salbiy ta'sir ko'rsatadi, chunki oltin passivlashganda anodni erishi deyarli to'xtaydi, uning standart potentsiali musbat tomonga siljiydi, bu esa o'z navbatida xlor gazini anodda ajralib chiqishiga olib keladi. Bu holat esa elektrolit tarkibida oltinni miqdorini kamayishiga olib keladi va shu bilan birga ishlab chiqarish bo'limini xlor gazi bilan zaharlanishiga olib keladi. Oltinni passivlanishi jarayonning muhitiga bog'lik bo'lib, qulay sharoit xlorid kislotaning konsentratsiyasi 1 g-ekv/l ni va tok zichligi 1500 A/m² bo'lgan sharoit hisoblanadi.



AuCl_4^- va AuCl_2^- anionlari o'rtasidagi tenglama o'rnatiladi:



Bu anionlarning konsentratsiyasi o'lgangan, shuning uchun bir valentli oltin xlorid anionining katodda metall holigacha qaytarilishini kuzatish mumkin:



Elektrolitik rafinirlashning o'ziga xosligi shundaki, jarayonda o'zgaruvchan assimetrik tok va uning 1500A/m^2 zichliklarga ega ko'inishi qo'llaniladi. Doimiy tok ta'sirida anod yuzasini kumush qoplaydi va oltinning erishi to'xtaydi, natijada anodda gaz holda xlor ajralishi kuzatiladi. Doimiy tok ta'sirida bu jarayonni chetlab o'tish imkonini beradi va 20% kumushli eritmalardan ajratish imkon mavjud bo'ladi.

Oltin anodlarida mis, qo'rg'oshin, temir, tellur, qalay va platina kabi qo'shimchalar uchraydi. Mis oltinga nisbatan elektromanfiy metall bo'lib, eritmaga elektrolit shaklida o'tadi. Anodda mis miqdori 2% dan ohsa elektrolitdagi mis miqdori 90 g/l ga yetadi va bu vaziyatda elektrolitni almashtirishga to'g'ri keladi.

Oltin anodlarini elektroliz qilish vaqtida vismut, sulfid va ikki valentli temir yomon ta'sir ko'rsatadi. Elektroliz jarayoni chinni vannalarda olib boriladi. Katod sifatida oltindan qilingan qalinligi 0,1–0,25 mm bo'lgan plastinkalardan foydalaniladi.

Vannaga 18 katod va 15 anod yuklanadi, bitta anodning og'irligi 2 kg. Vanna tortmali shkaftga joylashtiriladi. Elektrolit tarkibida 70–200g/l oltin va 40–100g/l sulfat kislota bo'ladi. Elektrolit harorati 50–60°C. Elektroliz jarayoni doimiy assimetrik tok kuchizichligi $600\text{--}1500\text{A/m}^2$ vannadagi qarshilik 0,5V. Katodlar kuniga 3–4 marta bo'shatiladi.

Oltin katodi qaynoq suv bilan yuviladi va sulfat kislota bilan qayta ishlanadi, quritiladi va induksion pechda eritiladi va tozaligi 999,8–999,9 bo'lgan quyma olinadi.

17.2. Kumushning elektrolitik affinaji

Affinajning elektrolitik usuli nisbatan takominlashgan usul bo'lib, tozalanadigan metallning tarkibiga kiruvchi barcha qimmatbaho komponentlarni kompleks ishlatish hisobiga yuqori

tozalikka ega metall olishga imkon beradi. Kumushning elektrolitik affinajlashda eruvchi anod sifatida tozalovchi kumush qotishma ishlatiladi. Elektrolid bo'lib biroz miqdorda azot kislotasi qo'shilgan kumush nitrati suvli eritmasi xizmat qiladi.

Jarayonni sxematik tarzda quyidagi ko'rinishda tassavur qilish mumkin: $\text{Ag (katod)}/\text{AgNO}_3, \text{HNO}_3, \text{H}_2\text{O}, \text{qo'shimchalar} / \text{Ag qo'shimchalar bilan (anod)}$.

Anodning elektrolitik erishida kumush eritmaga o'tadi:



Elektromusbatroq potensialga ega qo'shimchalar (oltin, platina, palladi) shlamga o'tadi. Anodda kislorod ajralishi mumkin emas, chunki nordon eritmada kislorodning normal potinsiali kumushning potensialiga nisbatan ortiqroq.



Potensial kumushning potensialiga nisbatan elektromanfiyroq qo'shimchalar (mis, qo'rg'oshin, vismut, rux, temir va h.k.lar) eritmaga o'tadi.

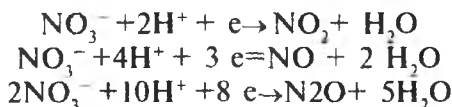
Katoddagi asosiy jarayon kumush ionitlarning qaytarilishi:



Kumush nisbatan elektro musbat metallarning biri hisoblanadi.

Katodda vodorodning ajralishi nazariy jihatdan elektrolitdagi ko'mirining juda kichik konsentratsiyalaridagina mumkin.

Mustasno tariqasida katodda NO_3^- ionlari qisman qaytarilishini keltirish mumkin:



Elektrolitning kislotalaigi ortishi bilan bu reaksiyalarning potinsiali va tezligi ortadi.

Elektrolitik tozalashda qo'llaniladigan elektrolitning tarkibiga hamma vaqt azot kislotasi kiradi. Azot kislotasining ishtirok etishi elektrolitning elektr o'tgazuvchanligini oshiradi va elektr energiya sarfini kamaytiradi shu bilan bir qatorda azot kislotasining

konsentratsiyasining oshirish maqsadga muvofiq emas, chunki katodda kumishning kimyoviy erish jarayoni tezlashadi va NO_3^- anionlarning katodda qaytarilishi jarayoni qisman ortadi. Bu o'z navbatda tok bo'yicha katodning chiqishini kamaytiradi, azot kislotasining sarfini oshiradi, ajralib chiqayotgan azot oksidining gazlari bilan atrof-muxitni ifloslantirib, mehnat sharoitini yomonlashtirishga olib keladi. Azot kislotasi konsentratsiyasining ortishi platina va palladiyning eritmaga o'tishini tezlashtiradi, shuningdek ularni kumush bilan birga katodda cho'kishiga imkon beradi, shularni hisobga olgan holda elektrolitdagi azot kislotasining konsentratsiyasini 10–20 g/l dan oshirmasdan ushlab turish. Ba'zan elektr o'tkazuvchanlikni oshirish uchun elektrolit tarkibiga kaliy nitrat qo'shiladi (15 g/t gacha).

Anodda, kumushdan tashqari qo'shimchalar sifatida hamma vaqt oltin, platina guruhining metallari, nodir bo'lmagan metallar mis, qo'rg'oshin, vismut, rux, temir va h.k. lar ishtirok etadi. Mis-elektrolitli shlaklarni qayta ishlash natijasida olingan kumusholtinli qotishmalarda selen va tellur uchraydi. Bu qo'shimchalarning miqdori va jarayonga ta'siri kumushni elektrolitik tozalash sharoitini belgilaydi.

Anod metallidagi oltinning miqdori 20% gacha bo'lsa elektrolitning borishini buzmaydi 2 standart potentsiali kumushnikiga nisbatan musbatroq bo'lgan ($\varphi_0 = +1,58\text{V}$) oltin anodda erimaydi va shlamga o'tadi. Agar oltinning miqdori 20% dan ortsa, oltin anodda zich qatlam hosil qilib, uni sekinlashtiradi va elektrodlarda yonbosh reaksiyalarni keltirib chiqaradi.

Anodning erishida platina shlamga o'tadi. Biroq uning biroz miqdori elektrolitga o'tishi ham mumkin. Platinaning potentsiali (+1,2YAV) kumushning nisbatan musbatroq bo'lgani uchun anodda birinchi navbatda cho'kadi. Shuning uchun anodda platina ishtrok etganda elektrolit tarkibi nazorat qilib turiladi. Platinaning maksimal miqdori 0,025g/t.

Anod metalida nodir bo'lmagan metallardan eng ko'p ishtrok etadigan mis bo'lib, uning standart potentsiali +0,337V. Shuning uchun u anodda oson eriydi va kichik konsentratsiyalarida katodda cho'kmaydi. Shunga qaramay elektrolitdagi misning miqdori ortib

ketsa bir qator ko'ngilsiz holatlarni keltirib chiqarishi mumkin. Elektrolit orqali tok o'tkazishda zaryadlarning uzatilishi mis ionlari orqali ham, kumush ionlari orqali ham amalga oshiriladi. Lekin, kumush ionlari katod jarayonida ishtirok etib, mis ionlari katodda zaryadsizlanmay katod oldi maydonda yig'iladi, kumush konlarining konsentratsiyasi katodda elektrolitdagiga nisbatan past bo'lishi mumkin. Kumush ionlari zararsizlanishi potensialining kamayishi, mis ionlari zararsizlanishi natijasining o'tishi katodda bu metallarning birgalikda cho'kishiga sharoit yaratishi mumkin. Kumush va misning birgalikda cho'kishi ehtimoli tok zichligining ortishi va elektrolitning jadal aralashtirish yetarli bo'lmaganda ortadi.

Buning oldini olish uchun elektrolitdagi misning miqdori sinchiklab tekshiriladi. Misning chegaraviy konsentratsiyasi 100 g/t hisoblanadi, bunda kumushning konsentratsiyasi 110–120 g/t dan past bo'lmazligi kerak.

O'rtacha ishchi elektrolitda 30–60 g/t mis bo'ladi. Tarkibida 7,5 % mis ishtirok etuvchi kumush qotishmalarini elektrolitik tozalash iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq, emas, chunki elektrolitda misning ruxsat etilgan meyordan ortiq to'planishi natijasida elektrolitni tez-tez almashtirishga to'g'ri keladi.

Anod metallidagi qo'rg'oshin va vismut elektrolitga o'tadi, lekin gidroliz natijasida qisman shlamga cho'kadi (vismut gidroksid ko'rinishida, qo'rg'oshin esa peroksida ko'rinishida).

Katodli cho'kmaga tushgan vismut va qo'rg'oshin, kumush kristallarini kuchsiz azot kislotasi bilan yuvishda oson yo'qotiladi va shuning uchun unga katta bo'lmagan miqdorda uchraganda qiyinchilik tug'dirmaydi.

Anodda kichik miqdorlarda ishtirok etuvchi temir va rux o'zining elektromanfiy potensialga (-0,44 va -0,76 V) egaligi uchun eritmaga o'tadi va elektrolitni almashtirish va xossalarini tiklashda yo'qotiladi.

Anodda ishtirok etuvchi selen, anodda erib, eritmadan Ag_2SeO_4 ko'rinishida deyarli to'liq shlamga cho'kadi va elektroliz jarayoniga jiddiy ta'sir ko'rsatmaydi. Katod cho'kmasiga tushgan unga katta bo'lmagan miqdordagi selen cho'kmani harorat ostida eritishda

to'liq yonib ketadi. Kumushning elektrolizida tellur juda zararli qo'shimcha hisoblanadi. Tellurning katod metallida 0,2% dan ortiq miqdorda uchrashi kumushni elektrolitik tozalash jarayoni buziladi. Elektrolitdagi tellurning miqdori katta emas, chunki u kumush bilan qiyin eruvchi birikma (masalan, AgHTeO_3 , AgTeO_3 va h.k.) hosil qilib, shlamga tushadi.

Tellurning bir qismi shlamda elementar holda uchraydi. Katod cho'kmasiga tellur yo katodda tiklanish natijasida, yoki mexanik tarzda telluriyni ham eruvchi birikmalarini kumush kristallarini o'ziga yopishtirib olish natijasida tushib qolishi mumkin. Anod metallida 0,2% dan ortiq tellur ishtirok etganda elektroliz jarayoni azot oksidi ajralishi bilan va kul rang machalkasimon cho'kmalar hosil bo'lishi bilan ketadi.

Oxirgi xolat elektrolitdagi tellurning miqdori 16–30 mg/g etkandayoq kuzatiladi. Shuning uchun tellurni oldingi operatsiyalardayoq to'liq yaratib olish kerak.

Afinaj zavodlari ish tajribasidan kelib chiqqan holda anoddagi kumushning miqdori 750 probadan kam, oltinning probasi 200 dan ortiq, miqdorlar (qo'shimchalar) 75 probadan ortiq bo'lmasligi kerak. Kumushning elektrolizi vininlast yoki polivikil xloriddan yasalgan to'g'ri burchakli vaniallardan iborat bo'lib, bitta vanialning hajmi 300–600 l ni tashkil qiladi.

Anod shtangaga bittadan uchtagacha anodlar osiladi, katod vannaning butun kesimiga bitta o'rnatiladi. Katod sifatida yo zanglamaydigan po'lat, titan, alyuminiy yoki kumush ishlatiladi.

Elektrolizda kuch chiziqlari bir tekis taqsimlanmaydi. Shuning uchun pastki qismi yuqori qismiga nisbatan tezroq eriydi. Buning oldini olish uchun vannalarning pastki qismi qalinroq quyiladi. Og'irligi 10 kg li anodlar 2–3 sutka davomida critishga mo'ljallangan.

Elektroliz jarayoni kechayu kunduz to'xtovsiz davom etadi. Kumush katodda yirik kristall ko'rinishida katod cho'kmasiga zich yopishib cho'kadi. Kumushning kristallari elektrodlarini o'rashga harakat qilib, anod yo'nalishida o'sadi. Shuning uchun ular vaqti-vaqti bilan qo'lda yoki mexanik kurakchalar yordamida tozalab turiladi, elektrolit vannaga viniplast yoki shisha quvur orqali siqilgan havo yordamida, yoki mexanik kurakchalar bilan katod cho'kmasini

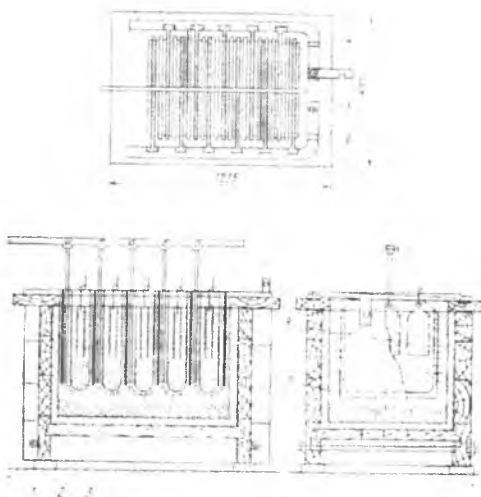
olish vaqtida mexanik kurakchalar yordamida aralashtiriladi. Vannaning tubiga choʻkgan kumush kristallari vaqti-vaqti bilan alyuminiydan tayyorlangan teshikli kurakchalar yordamida ajratib olinadi. Baʼzan vannaning yon devorlaridan biri qiya holda tayyorlanadi va u orqali katod kumushi kurakcha yordamida qirib tushiriladi. Katod kumushning anoddagi shlamlar bilan ifloslanishining oldini olish uchun anodlar xlor vinil yoki boshqa matodan tayyorlangan gʻilofga joylashtiriladi. Anod eriganda shlamlar gʻilof ichida yigʻiladi va undan vaqti vaqti bilan tushirib olinadi.

Oʻz-oʻzidan koʻrinib turibdiki, katodda faqat kumush choʻkadi, anodda esa kumush va qoʻshimchalar erishi tufayli katoddan tokning chiqishi anodnikidan ortib ketadi. Bu esa elektroliz davomida elektrolitning asta-sekin kumushning miqdori kamayib qoʻshimchalar bilan boyitilishga olib keladi, ishlatib boʻlingan. Baʼzan vannaning yon devorlaridan biri qiya holda tayyorlanadi va u orqali katod kumushi kurakcha yordamida qirib tushiriladi.

Katod kumushning anoddagi shlamlar bilan ifloslanishining oldini olish uchun anodlar xlorvinil yoki boshqa matodan tayyorlangan gʻilofga joylashtiriladi. Anod eriganda shlamlar gʻilof ichida yigʻiladi va undan vaqti vaqti bilan tushirib olinadi.

Oʻz-oʻzidan koʻrinib turibdiki, katodda faqat kumush choʻkadi, anodda esa kumush va qoʻshimchalar erishi tufayli katoddan tokning chiqishi anodnikidan ortib ketadi. Bu esa elektroliz davomida elektrolitning asta-sekin kumushning miqdori kamayib qoʻshimchalar bilan boyitilishga olib keladi, ishlatib boʻlingan elektrolit vannadan chiqarib olinadi va yangisi bilan toʻldiriladi.

Tok kuchini tanlashda toza katod choʻkmasini olish sharoitlari hisobga olinadi. Tokning yuqori zichligida anodning polyarizatsiyalanishi kuchayishi natijasida platinali metallarning eritmaga oʻtishi va ularning katodda choʻkishi kuzatiladi. Bir vaqtning oʻzida katodning polyarizatsiyalashi oqibatida unda mis va tellurning qaytarilishi uchun sharoit yaratilishi mumkin. Amalda jarayon 200 dan 600 A/m² tok kuchida olib boriladi, bunda anod qancha iflos boʻlsa qoʻllaniladigan tok kuchi Shuncha past boʻladi. Elektrolitning harorati tok oʻtganda ajraladigan issiqlik hisobiga 30–50°C ni tashkil qiladi.



17.1-rasm. Kumushni elektroliz qilish uchun vertikal elektrodli vanna:

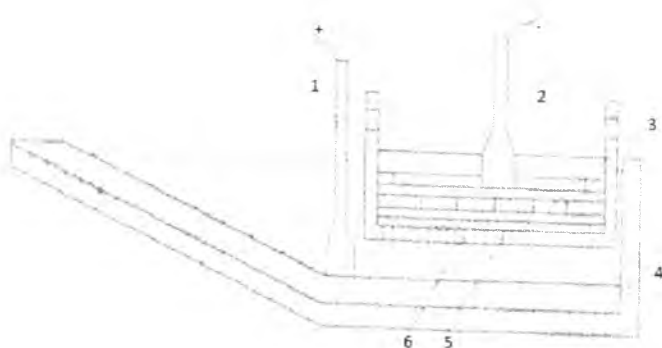
1 – shina; 2 – katodli shtangalar; 3 – giloflar; 4 – tarmoqdan uzgich;
5 – havo trubasi; 6 – anodli shtanga; 7 – katod; 8 – anod

Jarayon normal olib borilganda katod bo'yicha tokning chiqishi 94-96% ni, vannadagi kuchlanish 1-2,5 V ni tashkil qiladi. Elektroenergiya sarfi 1kg tozalangan kumush hisobiga 0,3 dan 0,6 kVt orasida tebranadi.

Vannadan chiqarib olingan kumush ketma-ket suyultirilgan azot kislotasi va issiq suvda yuviladi, namlikni yo'qotish uchun preslanadi va yuqori haroratli elektr pechlarida eritiladi hamda quyma olinadi. Olingan katod kumushining tozaligi 999,7-999,9 probali bo'ladi.

Vertikal joylashgan elektrodli vannalardan tashqari gorizontall joylashgan elektrodli vannalar ham mavjud. Gorizontall joylashgan vannalar polivinilxlorid yoki kislotaga chidamli keramikadan tayyorlangan to'rtburchak chandan iborat. Vannaning bitta devori qiya qilingan vannaning tubida joylashgan zanglamaydigan po'lat yok grafitdan tayyorlangan plastinka katod vazifasini bajaradi. Vannaning ustiga quti o'rnatilgan bo'lib uning ostiga terilen yoki

kaprondan tayyorlangan filtrlovchi mato, yuqorida-bir nechta qatlamli anod taxlangan. 150 l xajmli vannada 50 kg gacha anod joylashishi mumkin. Vannaning tubiga cho'kkan kumush cho'kmasi qiya devordan kurakcha yordamida vannaga aravachada keltirilovchi filtrga qirib tushiriladi. anodlar va katod orasidagi masofa 120 mm, vannadagi tok kuchi 400-500 A /m² . Elektrodlar orasidagi masofa katta bo'lgani uchun bu vannalardagi kuchlanish vertikal joylashgan anodli vannalarga nisbatan ancha katta bo'lib 3,5-5,0 V ga teng. Elektrolit majburiy aralashtirilmagani uchun katod sezilarli polyarizasiyada ishlaydi.



17.2-rasm. Kumushni elektroliz qilish uchun gorizontal elektrodli vanna:

- 1 — katod uchun elektr uzatma; 2 — anod uchun elektr uzatma; 3 — anodlar;
4 — katod (grafit); 5 — filtrlovchi mato; 6 — anodlar uchun quti

Gorizontall joylashgan elektrodli vannalarning afzalligiga anodlarning to'liq ishlashi, tuzilishining soddaligi va xizmat ko'rsatishning qulayligi kiradi. Bu turdagi elektrolizyornlarning kamchiligi gabarit o'lchamining kattaligi va elektr energiya sarfining ko'pligi. Gorizontall joylashgan elektrodli vannalar vertikal joylashgan elektrodli vannalarning qirindilarini qayta ishlash uchun yordamchi sifatida, shuningdek erishi katta miqdorda anodli shlamlarni hosil qiluvchi oltinning miqdori katta anodlarni katta

ishlashda qo'llaniladi. Katod kumushidan tashqari anod qirindisi ishlatib bo'lingan elektrolit va anod shلامي ham elektroliz mahsulotlari hisoblanadi. Anod qirindisi o'ziga yopishgan shlamlardan yaxshilab tozalanadi va anodda eritish uchun qaytariladi.

Nazorat savollari:

- 1. Oltinning elektrolitik tozalanishi qanday sharoitlarda olib boriladi?*
- 2. Elektroliz jarayonida qanday tokdan foydalaniladi?*
- 3. Oltinni elektrolitik rafinirlash jarayoning afzallik va kamchiliklari?*
- 4. Katod kumushidan tashqari anod qirindisi ishlatib bo'lingan elektrolit va anod shلامي ham elektroliz mahsulotlari hisoblanadimi?*
- 5. Vertikal joylashgan elektodli vannalardan tashqari yana qanday joylashgan elektrodli vannalar mavjud?*
- 6. Gorizontaal joylashgan elektrodli vannalarning afzalligi.*
- 7. Katodda faqat qanday mineral cho'kadi?*
- 8. Elektro energiya sarfi 1 kg tozalangan kumush hisobiga qancha?*

18-BOB. OLTIN AJRATISH FABRIKALARINING OQAVA SUVLARINI TOZALASH

Rangli metallar ishlab chiqarish sanoati suvni eng ko'p iste'mol qiladigan sohalardan biri hisoblanadi. Suv bo'tanani tayyorlash uchun, pirometallurgik agregatlarni sovutish uchun, gazlarni tozalashda, cho'kmalami yuvishda, bug' olishda ko'p ishlatiladi. Shu sababli suvlar zararli birikmalar, ya'ni metallar, flor, xlor kabi birikmalar bilan zararlanadi. Suv isroflanishini oldini olish uchun ularni qayta-qayta ishlatish maqsadga muvofiqdir. Shu maqsadda zavod sharoitida aylanuvchi suv tizimi ishlab chiqilgan. Masalan: Quyultirishdan so'ng olingan suvqayta ishlatish uchun tegirmonga beriladi.

Chiqindi suvlar tarkibida bir qancha qimmatbaho foydali komponentlar: rux, kadmiy, molibden, reniy va boshqa metallar bo'lib, ular ham suv bilan birga yo'qoladi. Hozirgi vaqtda aylanma suv miqdori 68%ni tashkil qiladi. Dunyoda 130 ta sanoat ishlab chiqarish korxonasidan 62 tasi aylanma suvdan foydalanib, uning miqdori 97%ni tashkil qiladi, 22 tasi esa butunlay o'zidan chiqindi suv chiqarmaydi.

Chiqindi suvlarni zararsizlantirishda "Suvni turli zararli chiqindi suvlardan saqlash qoidalari"ga amal qilish lozim bo'lib, suvdagi zararli moddalarning ruxsat etilgan konsentratsiyasi mavjud (PDK) ligi tufayli, undan oshirmaslik talab qilinadi.

Chiqindi suvlardagi zararli komponentlar miqdori oltin saralash fabrikalari (OSF) da qo'llaniladigan texnologik sxemaga bog'liq bo'lib, rudalar tarkibiga va jarayonlar turiga bo'g'liqdir. Ko'p hollarda bu ko'rsatgichlar ko'tarilib ketadi. Masalan, chiqindi suvlardagi sianid va rodanid ionlarning konsentratsiyasi (SN^- va SNS^-) 200–500, rux 100–200, margumush 20–40, mis 40–50 mg/l ni tashkil qiladi. Shu sababdan chiqindilar chiqindixonaga tashlanishidan oldin zararsizlantiriladi.

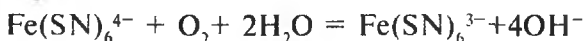
Chiqindi suvlarni zararsizlantirishning turli usullari mavjud.

Ko'pchilik xorijiy zavodlarda chiqindi suvlar sianidning gaz holidagi kuchli kislotaga o'tkazilishi bilan kechadi. Buning uchun

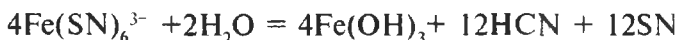
suvlar nordon sulfat kislota bilan yoki oltingugurt bilan pH 2,8–3,5 muhitda qayta ishlanadi. Sinil kislotasi bug'lari ushlab qolinadi va vertikal kolonnalarda ishqor bilan qayta ishlanadi. Olingan sianli eritma jarayonga qaytariladi. Jarayonning afzalligi sianidning ma'lum qismini qayta tiklash imkoni mavjudligidadir.

Kamchiligi esa rodanid va sianidlarning eritmani to'liq zararsizlantirmasligi. Shu sababdan qo'shimcha tozalash usullarini qo'llashga to'g'ri keladi.

Ba'zi oltin ajratish fabrikalarida oqava suvlarni tozalashda temir sulfat tuzlari qo'llaniladi. Bu usul eritmadagi SN^- ionlarini zaharli bo'lmagan $\text{Fe}(\text{SN})_6^{4-}$ ionlariga yoki suvda erimaydigan oddiy $\text{Fe}(\text{SN})_2$ shakliga o'tkazishga asoslangan.

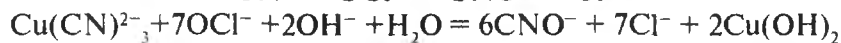


Ammo ular asta-sekin zaharli sinil kislotasini hosil bo'lishiga olib keladi, bu esa jarayonning asosiy kamchiligi hisoblanadi:

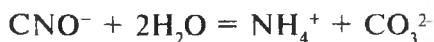


Shu sababdan bu usulning qo'llanilishi cheklangan.

Eng samarali usullardan biri chiqindi suvlardagi sianid tuzlarini natriy gipoxlorati NaOSl , kalsiy gipoxlorati $\text{Ca}(\text{OSl})_2$ va xlorli ohak CaOSl_2 bilan oksidlab zararsizlantirishdir. Natijada oddiy va kompleks sianid va rodanid birikmalari zaharsiz birikma CNO^- shaklida oksidlanadi:



Hosil bo'lgan sianat gidrolizga uchraydi:



Shuning bilan birga flotoreagentlar ham zararsizlanadi. Bu usul amaliyotda keng qo'llaniladi. Zararsizlantiruvchi vosita sifatida ko'p hollarda arzon hisoblangan xlorli ohak qo'llaniladi, u xlor tuzi va xlorid kislotasi aralashmasi hisoblanadi. Zararsizlantirish jarayonini nafaqat eritmaga nisbatan balki, bo'tanada ham olib borish mumkin, ammo ikkinchi holatda reagent OSl^- ionlari sarfi bo'tanadagi sulfidlar bilan ta'sirlashish hisobiga ortiqcha sarf

bo'lishiga olib keladi. Sianli birikmalarni oksidlash uchun xlor ham qo'llanilishi mumkin. Uning ta'siri xuddi gipoxlorat va xlorli ohak kabidir:

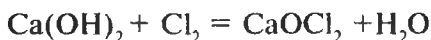


18.1-jadval

Suv havzalarida ba'zi bir zararli komponentlarning ruxsat etilgan konsentratsiyasi (PDK), mg/l

№	Birikma nomlari	Ichimlik suvida	Baliqchilik suvlarida
1	Sianidlar	0,1	0,05
2	Rodanidlar	0,1	-
3	Temir	0,5	0,05
4	Rux	1,0	0,01
5	Mis	1,0	0,01
6	Nikel	0,1	0,01
7	Kobalt	1,0	0,01
8	Qo'rg'oshin	0,1	0,1
9	Mishyak	0,05	0,01
10	Simob	0,005	0,001
11	Xlor	-	-
12	Tiomochevina	0,03	-
13	Butil ksantogenat	0,001	0,03
14	Qayrag'och yog'i	-	0,1

Amaliyotda xlorini qo'llash zararsizlantirish uchun emas, balki xlorli ohak olish uchundir. Xlorli ohak olish uchun gaz holdagi xlor ohaktosh bilan qayta ishlanadi:



Yaxshi zararsizlantiruvchilardan biri ozondir. Chiqindi suvlarni ozonlash jarayoni oddiy va kompleks sianid va rodanidlarni, flotoreagentlarni to'liq oksidlash imkonini beradi. Jarayonning

gipoxloratlarga qaraganda afzalligi o'zidan keyin suvlarni qaytaruvchilar bilan ifloslanmasligidir. Hozirgi vaqtda ozon hosil qiluvchi ozonatorlarning rivojlanmaganligi va ko'p elektr energiya sarf qilishi usulni qo'llanilishini cheklaydi.

Undan tashqari hozirgi vaqtda oqava suvlarini tozalashda biologik (bakteriologik) usuldan keng foydalanilmoqda. Biokimyoviy usulda oqava suvlarni tozalash ayrim turdagi mikroorganizmlarning hayot faoliyati jarayonida organik birikmalarni eritish va ammiak, vodorodsulfid, nitritlar va ularni oksidlash bilan bog'liq. Biokimyoviy usulda oqava suvlarni tozalashni bir vaqtda turli tezlikda kechayotgan shartli ikkita bosqichga ajratish mumkin: mikroorganizm tanasi yuzasiga oqava suvdagi mayin dispers va eriydigan organik va noorganik moddalarning adsorbsiyalanishi va kechayotgan biokimyoviy jarayonlar (oksidlanish va qaytarilish) hisobiga mikroorganizmning hujayrasi ichida adsorbsiyalangan moddalarning parchalanishi sodir bo'ladi. Bu ikki bosqich ham aerob va anaerob sharoitida ham sodir bo'lishi mumkin.

Boyitish fabrikalarining sanoat oqava suvlarini biokimyoviy tozalash sutkalik va yillik hajmi katta bo'lganida uni tozalash texnik jihatdan amalga oshirish tabiiy oksidlovchi suv havzalarida amalga oshirish mumkin, chunki bu yerda suv saqlanganda mikroorganizmlar ta'sirida tabiiy tozalanish jaryoni ketadi. Oksidlovchi suv havzalarida mikrosko'pik mayda o'simliklar dunyosi juda xilma-xil. Ochiq suv havzalarida biologik oksidlash jarayoni ko'plab turli xildagi bakteriyalarning birgalikdagi ta'siri orqali kechadi. Bu havzalardagi bakteriyalar miqdori oqava suv tarkibidagi organik va noorganik moddalar turiga bog'liq bo'lib, 1 g quruq biomassa tarkibida 106 dan 1014 gacha hujayra bo'lishi mumkin.

Bu bakterialar turi 5–10 dan hatto 100 tagacha yetishi mumkin. Suv tozalash inshootlariga ularning ishlash sharoitiga qarab geterotrof va avtotrof mikroorganizmlar joylashtiriladi. Suv tubi cho'kindi qatlamidan ajratib olingan mikroorganizmlar asosan *Bacterium liguefaciens*, *Bacterium album*, *Pseudomonas fluorescens* va *Bacillus brevis* turiga mansub bo'ladi.

Balchiq (il) tarkibidagi 50–80% bakterialar *Pseudomonas turiga* mansub bo'lib, ular 20 turdan ortiq organik moddalarni oksidlash xususiyatiga ega.

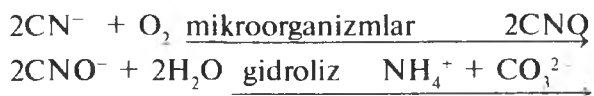
Bakterium mikroorganizmlari oqava suvdagi neft mahsulotlari va fenollarni yaxshi o'zlashtiradi. Uglevodlar, fenollar va spirtlar *Bacillus* mikroorganizm turi ishtirokida oksidlanadi. Balchiqda oltingugurtni o'zlashtiruvchi bakteriyalardan *Thiobacterium* va *Thiotrix* sulfitlarni giposulfidlarni va vodorodsulfidni oksidlash xususiyatiga ega bakteriyalar mavjud.

MDH davlatlaridagi boyitish fabrikalarining chiqindixonalaridagi suvning tarkibini tatqiqot qilish shuni ko'rsatdiki, *T. Ferrooxidans* bakteriyasining mavjudligi birinchi navbatda chiqindixonalarning muhitini belgilaydi. Tindirgichlardagi suvda yoz mavsumida *T.thioparus* va *T.denitrificans* miqdori 100 marotabagacha oshib 100 h/ml ga yetishi oksidlanish jarayonining jadallashganidan darak beradi.

Cho'kish jarayonlarida muhitning kislorodga to'yinishi katta ahamiyatga ega. Anaerob zonasida organik moddalarni mikrobiologik parchalanish natijasida quyi molekulyar spirtlar, efirlar va boshqa oraliq mahsulotlar bilan almashinish natijasida og'ir metallar ionlari bilan eruvchan komplekslar hosil qiladi. Anaerob sharoitida bu vaqtda mis cho'kmaydi, balki eruvchan birikma holatida mikroorganizmlar metabolizmi mahsulotlari bilan eritmada yig'iladi. Ko'plab boyitish fabrikalarida flotoreagent sifatida NaCN, KCN tuzlari mis va ruxni tazyiqlovchisi sifatida ishlatiladi. Odatda boyitish fabriksi oqava suvlarida sianid tuzlarining ishlatilish sababli mis – rux sianidlar komplekslari, ayrim hollarda esa erkin sianidlar mavjud bo'ladi. Shuning uchun ham bu oqava suvlarni tozalashda metallardan va sianidlardan tozalash imkoniyatlari ko'riladi. Sionidlar miqdori 10–11 ml/l, oshishi belgilangan me'yoriy miqdordan ("PDK") yuqoriligini ko'rsatadi. Hozirda oqava suvlarni sianidlardan tozalashning mikroorganizmlar ishtirokida amalga oshirilishi keng yo'lga qo'yilgan. Bunda 23 dan ortiq *Pseudomonas fluorescens* *Bact album*, *Bacillus brevis*, *Bact. Lique faciens* kabi faol shtamlari ishlatiladi.

Bu mikroorganizmlarning hayot faoliyatida organik uglerodning va azotning bo'lishi zaruriy shart sharot sanaladi.

Mikroorganizmlarning sianidlarni parchalanishidagi biokimyoviy jarayonlar — azotning sianid ionini ammoniygacha o'zgartiradi. Muhitda boshqa yengil o'zlashtiriluvchi azot manbasining borligi mikrobiologik sianidlar parchalanishining tormozlaydi, bunda organik uglerodning borligi zaruriy shartdir. Bu jarayondagi eng yaxshi ko'rsatkichlar oziqa sifatida saxarozalar va natriy atsetat tuzlari ishlatilganda kuzatiladi. Sianidlarning mikrobiologik parchalanish quydagi reaksiyalar shaklida sodir bo'ladi:



Hozirgi vaqtda xrom biriktiruvchi oqava suvlarni biologik tozalash usullari yaratilgan. Bu usullarning asosida havo kislorodi yo'q bo'lgan zonada maxsus mikroorganizmlar mikroflorasi ta'sirida Cr^{6+} gacha qaytarilish jarayoni yotadi.

Nazorat savollari:

1. Sanoat miqyosidagi oqava suvlar qanday hosil bo'ladi?
2. Chiqindi suvlarni tozalashni qanaqa usullarni bilasiz?
3. Bakteriyalar yordamida chiqindi suvlarni tozalash nimaga asoslangan?
4. Tindirgichlardagi suvda yoz mavsumida *T.thioparus* va *T.denitrificans* miqdori necha marotabagacha oshadi?
5. Balchiq (il) tarkibidagi 50 — 80% bakteriyalar qaysi turiga mansub?
6. Quruq biomassa tarkibida nechidan 1014 nechigacha hujayra bo'lishi mumkin.
7. Hozirgi vaqtda xrom biriktiruvchi oqava suvlarni qanday tozalash usullari yaratilgan.
8. Zararsizlantirishning eng samarali usullardan biri qanday?

19-BOB. SIMOB VA SIANIDLAR BILAN ISHLASHDAGI TEXNIKA XAVFSIZLIGI QOIDALARI

Barcha OCF da ishlovchi kishilarga eslatish lozimki, simob va sianid kuchli zaharlovchi moddalar hisoblanib, har xil bahtsiz holatlarning oldini olish uchun, ular bilan ishlaganda ma'lum texnika xavfsizlik qoidalariga rioya qilish kerak.

Har bir zavod yoki fabrikada simob va sianid bilan ishlash qo'llanmasi va texnika xavfsizlik choralari ishlab chiqilgan bo'lishi kerak va u zavodning barcha ishchi, xizmatchi, boshqaruvchi xodimlariga tanishtirilgan bo'lishi lozim.

19.1. Simob bilan ishlashdagi ehtiyot choralari

Simob bilan zaharlanish uning gazlarini hidlash yoki ovqatlanish orqali bo'lishi mumkin. Simob bilan uzoq vaqt zaharlanish natijasida u inson tanasiga tushadi va nerv tizimi faoliyatini buzadi. Bu esa tez charchash, uyquchanlik, qaltirash, bosh og'rig'i, bosh aylanishi va butun tananing qaltirashiga olib keladi.

Simob bilan o'tkir zaharlanishda inson tanasiga simobning tez ta'siri kuzatilib, bunda og'izda metal ta'mining hosil bo'lishiga, so'lak oqishiga, shishish, milklarning qonashi, ko'ngil aynashi, qorin bo'shlig'ida og'riq paydo bo'ladi. Kuchli zaharlanish holati kuzatilgan vaqtda bemor toza havoga chiqarilishi va tez yordam chaqirilishi lozim.

Havo tarkibida simobning ruxsat berilgan konsentratsiyasi 0,01mg/m³ ni tashkil qiladi. Amalgamatsiyalash bo'limlari maxsus joylarda bo'lib, ular maxsus havo almashinuv qurilmalari bilan jihozlangan bo'ladi. Shuning uchun simob bug'lari hosil bo'lmasligining oldini olish uchun pech ostiga havo so'rgichlar o'rnatiladi. Xizmat ko'rsatuvchi ishchilarni simob bilan ishlaganda u bilan zararlanmasligi uchun barcha jarayonlar mexanizatsiyalangan va avtomat-

lashtirilgan bo'lishi lozim. Simob bilan ishlovchi stol yuzalari tekis va mustahkam bo'lishi lozim. Shu maqsadda ularning yuzasi lino-leum yoki po'lat listlar bilan qoplangan bo'ladi. Simob va amal-gamalar bilan ishlagan vaqtda albatta charm qo'lqopdan foydalanish shart.

Simob bilan ishlaganda asosiy ehtiyotkorlik choralari amal-gamalarni bug'latish vaqtida qo'llab, u ham binoda havo almashtirish tizimi, ham pechning o'zida havo so'rish qurilmalari bilan jihozlangan bo'lishi lozim. Maxsus idish og'zi mustahkam qilib asbest qoplama bilan mahkamlanadi. Xomaki oltinni idishdan chiqarishga faqatgina simobni butunlay haydab bo'lingandan so'ng ruxsat beriladi va retorta idishi sovutiladi.

Ish vaqti tugagandan so'ng ishchi xodimlar yaxshilab cho'mi-lishi, og'zini past konsentratsiyali kaliy permanganat eritmasi bilan chayishi va tishlarini yuvishi zarur.

19.2. Sianidlar bilan ishlashdagi ehtiyot choralari

Sianid bilan zaharlanish sinil kislota zaharli bug'larini hidlash yoki tanaga ovqatlanish yo'li orqali bo'lishi mumkin. Bu holat kesilgan va yaralangan joylarni sianid bilan ta'sirlashishi oqibatida bo'lishi ham mumkin.

Zaharlanish belgilariga ko'z namlanishi, qichishi, tomoq va havo yo'llari qichishi, bosh og'rig'i, ko'ngil aynishi, qayd qilish, yurakning tez urushi, nafas qisishi kiradi. Og'ir holda zaharlanish natijasida ular bilan birga, tildan qolish, ko'z oldi qorong'ulashishi va xushni yo'qotish, tomir tortilishi, yurak urushining tezlashishi, qorachigining kattalashishi, yuzning so'lishi, og'izda ko'pik hosil bo'lishi, ta'sirchanlikni yo'qotish, tana haroratining pasayishi, qon bosimining tushishi, nafas olishning, yurakning to'xtashi va hattoki o'limga ham olib kelishi mumkin.

Sinil kislotalari bilan zaharlangan kishiga ammiak nitrat eritmasini hidlatish va toza havoga olib chiqish zarur. Lozim bo'lsa sun'iy nafas beriladi. Agar sianid tanaga ovqatlanish natijasida tushgan bo'lsa, unga 0,4% li kaliy permanganat eritmasi yoki 2% li vodorod pereoksid beriladi va keyin tomoq yo'li qitiqlanib qayd

qilish chaqiriladi. Natijada zaharning zararsizlanishi vujudga keladi. Qay darajada zaharlanishdan qat'iy nazar, to vrach kelmaguncha birinchi tibbiy yordam ko'rsatish muhim rol o'ynaydi.

Ishchi binolarda sinil kislotasining ruxsat berilgan konsentratsiyasi $0,3 \text{ mg/m}^3$ ni tashkil qiladi. Sianid bilan ishlovchi barcha ishlab chiqaruvchi binolar havo almashtiruvchi ventilyatsiya tizimi bilan jihozlangan bo'lishi shart. Tokning har xil holatlarda to'satdan o'chishi natijasida ventilyatsiya tizimi to'xtab qolmay boshqa energiya manbalari hisobiga uzluksiz ishlab turushini ta'minlash lozim (masalan generatorga ulangan bo'lishi kerak). Ishlab chiqarish zavodlari binolarida sinil kislotasi hosil bo'lish havfi mavjud joylarda umumiy havoalmashinish tizimidan tashqari, qo'shimcha avariya holati uchun ventilyatsiya tizimi bo'lishi shart. Undan tashqari, umumiy havo almashinish va avariya ventilyatsiyasidan tashqari, har bir sinil kislotasi ajralish xavfi bo'lgan dastgohlar (sianlash pachuklari, sorbsiyalash pachuklari, kolonnalar) havo so'rish qurilmalari bilan jihozlangan bo'lishi zarur. Ishchi bino yohud zavodda havo tarkibida sinil kislotasi miqdorining oshib ketishi kuzatilsa avtomatik ogohlantirish signallari o'rnatilgan bo'lishi kerak, ular rangli yoki ovozli signal bilan ta'minlangan bo'lishi kerak.

Atrof muhitni, havoni ifloslanmasligini oldini olish uchun ventilyatsiya qurilmalari bug'lari havoga chiqarib yuborilishidan oldin yaxshilab tozalangan bo'lishi lozim.

Sianli eritmalar bilan ishlash vaqtida himoyalovchi ishqor konsentratsiyasini oshirilishi sianidning gidrolizlanishining oldini oladi. Bir binoning o'zida sianlash jarayoni bilan, boshqa bir ishqorli muhitda ishlovchi jarayonning ishlashiga ruxsat berilmaydi. Faqatgina regeneratsiyalash jarayonlari bundan mustasno (bunda kislotali qayta ishlash regeneratsiya bilan birga olib boriladi. Bu holatlarda maxsus ehtiyotkorlik choralari ko'riladi.

Sian eritmaları va bo'tanalari saqlanadigan dastgohlar (aralash-tirgichli chan, quyultirgich, yig'uvchi chanlar) maxsus quvurlar yoki avtomatik qurilmalar bilan jihozlangan bo'l, mahsulotlarni toshib ketishiga yo'l qo'ymaydi. Dastgohlarni boshqarish va xizmat ko'rsatish iloji boricha avoamatlashtiriladi yoki masofadan turib

boshqariladi. Asosiy ehtiyotkorlik choralari o'tkir natriy sianid eritmaları (10%li) tayyorlash vaqtida amalga oshiriladi. Bu jarayon maxsus alohida ajratilgan joyda olib borilib u yerga begonalarni kirishiga yo'l qo'yilmaydi. Eritmani tayyorlash jarayoni iloji boricha mexanizatsiyalashgan va avtomatlashgan bo'lishi lozim. Natriy sianid idishlari zudlik bilan ohakli xlor yoki temir kuporosi ishtirokida zararsizlantirilishi kerak. Natriy sianid solingan idishlar "zaxar" kabi yozuvlar, hamda ogohlantiruvchi belgilar bilan tasvirlangan bo'lishi kerak. Bu joyda ishlovchi ishchilar maxsus himoyalovchi (gazyutgich, charm qo'lqop, xalat) jihozlar bilan ta'minlangan bo'lishi lozim.

Nazorat savollari:

- 1. Simob bilan ishlaganda asosiy ehtiyotkorlik choralari nimalardan iborat?*
- 2. Sianid bilan ishlaganda ruxsat etilgan konsentratsiya qancha?*
- 3. Sinil kislotasi bilan zaharlangan odamga birinchi tibbiy yordamlar qanday ko'rsatiladi?*
- 4. Atrof muhitni, havoni ifloslanmasligini oldini olish uchun chora tadbirlar.*
- 5. Ishchi binolarda sinil kislotasining ruxsat berilgan konsentratsiyasi qancha?*
- 6. Agar sianid tanaga ovqatlanish natijasida tushgan bo'lsa qanday chora ko'riladi?*
- 7. Zaharlanish belgilari qanday?*
- 8. Havo tarkibida simobning ruxsat berilgan konsentratsiyasi nechini tashkil qiladi?*

GLOSSARIY

Anionitlar — **анионит** — **anionite** — oʻz anionlarini almashtirish qobiliyatiga ega boʻlgan ion almashtiruvchi modda.

Anion — **анион** — **acid ion** — elektrolitning suvda eriganidan hosil boʻlgan manfiy qutbli mayda zarrachalar (ionlar).

Tahlil — **анализ** — **analysis** — jism yoki birikmaning tarkibiy qismini aniqlash jarayoni.

Tahlilgich — **анализатор** — **analyser** — modda miqdorini aniqlovchi asbob.

Ajralish — **извлечение** — **extraction** — texnologiya jarayonlarida dastlabki ashyolardan foydalanish darajasining koʻrsatkichi, ajralayotgan moddaning olingan mahsulotdagi massasi uning dastlabki ashyodagi umumiy massaga nisbati bilan aniqlanadi, foizlar hisobida.

Faollantiruvchi — **активатор** — **activator** — reaksiyaga kirishayotgan moddalarning faolligini oshiruvchi modda.

Faollantirish — **активация** — **activation** — moddaning fizik-kimyoviy faolligini oshirish.

Amalgama — **амальгама** — **amalgam** — aʼzolaridan biri simob boʻlgan qotishma.

Amalgamatsiya — **амальгамация** — **amalgamation** — rudalardan metallarni simob yordamida ajratib olish usuli.

Dastgoh — **аппарат** — **apparatus** — jarayonlarni amalga oshirish uchun yasalgan qurilma, uskuna.

Aralashtirgich — **миксер** — **mixer** — eritma va boʻtanani aralashtirib turuvchi asbob.

Ashyolar tengligi — **материальный баланс** — **material balance** — aniq bir jarayon uchun massalar saqlanish qonunining matematik ifodasi, muvozanat. Ashyo va kimyoviy unurning boyitish yoki metall eritishdan oldin va keyingi natijalarining hisobi.

Aeratsiya — **аэрация** — **aeration** — suyuqliklarni havo bilan toʻyintirish.

Bakteriya — **бактерия** — **bacterium** — boʻlinish yoʻli bilan koʻpayuvchi oddiy organizm.

Bakteriyali tanlab eritish — **бактериальное выщелачивание** — **bacterial-leaching** — ruda yoki boyitmalardan metallar va ularning tabiiy birikmalarini suvli muhitda bakteriyalar ishtirokida tanlab eritish.

Barabanli quritgich — **барабаниная сушилка** — **drying drum** — silindr koʻrinishidagi oʻz oʻqi atrofiga aylanuvchi qiya oʻrnatilgan yonish mahsulotlarining harorati bilan isitib hoʻl ashyolarni quritishda foydalaniladigan uskuna.

Boyitishning magnitli usuli — **магнитный метод обогащения** — **magnetic methods of concentration** — foydali qazilmalarni ohangrabolik xossasiga koʻra saralash yoki boyitish usuli.

Boyitma chiqishi – выход концентрата – **outlet of concentrate** – boyitish jarayoni natijasida chiqqan boyitma massasini dastlabki mahsulot umumiy massasiga nisbati, foizlar hisobida.

Boksit – боксит – **bauxite** – alyuminiyning tabiiy menirali. Tarkibida asosan alyuminiy, temir va selitsiy oksidi bo'lgan tog' jinsi.

Bosqich – стадия – **stage** – ketma-ket o'tadigan jarayonlarning bir bo'lagi.

Boyuvchanlik – обогатимость – **concentrating** – foydali qazilmaning boyitishga moyilligi. B. Ajralish koeffitsienti boyitmaning sifati va boyitmaga sarflangan xarajat miqdori bilan tasniflanadi.

G'alvir – сито – **washing drum** – sochma kon qumlaridan oltinni yuvib olishda foydalanadigan dastgoh.

Bo'tana – пульпа – **pulp** – qattiq zarrachalarning suyuqlik bilan aralashmasi.

Bo'tana uchun quvur – труба для пульпы – **pulp feed-line** – bo'tanani mo'ljallangan yeriga uzatish quvuri.

Vakuu so'rgich – вакуумный насос – **vacuum pump** – idish ichidagi gaz va bug'larni chiqarib tashlaydigan qurilma.

Tos – ванна – **pool** – suyuqlik uchun mo'ljallangan to'rtburchakli yoki yumaloq idish.

Titrash – вибрация – **vibration** – mexanik tebranish.

G'alvir – грохот – **grizzly** – elash dastgohi.

G'alvirlash – грохочение – **screening, sifting** – zarrachalarni o'lchamlariga qarab ajratish.

Galenit – галенит – **Galena** – qo'rg'oshin sulfidi.

Gidrosiklon – гидроциклон – **hydrocyclone** – bir-biridan og'irliklari bilan farq qiluvchi zarrachalarni suvli muhitda ajratadigan dastgoh. Suv quyunning tavsiflagich, separator va quyultirgich kabi turlari bor.

Gravitatsion boyitish – гравитационное оборащение – **gravity separation** – konchilikda foydali qazilmalarni boyitish usullaridan biri: minerallar zichligi orasidagi farq hisobiga amalga oshiriladi. G.B.ning cho'ktirib ajratish, boyitish stollarida, og'ir suspenziyalarda va suv quyunlarida boyitish va boshqa turlari mavjud.

Qumoq – гранула – **granule** – o'ta mayda zarrachalarning o'zaro birikishidan hosil bo'lgan yirik zarra dona.

Qumqlik tarkibi – гранулометрический состав – **granulometric composition** – kon mahsulotlarida har xil kattalikdagi zarrachalarning miqdori. U ma'lum o'lchamli zarrachalar miqdorining tekshirilayotgan mahsulot umumiy massasi nisbatiga teng (% hisobida).

Dezintegrator – дезинтерпатор – **disintegrator** – yumshatish jarayonini amalga oshirish uchun ishlatiladigan dastgoh.

Dezintegratsiyalash – дезинтерпация – **disintegration** – uzoq vaqt jipslashib yotgan qum va loydan iborat qatlamni buzish va tarkibiy qismlarga ajratish.

Deka – дека – **concave** – boyitish stolining ustki tekisligi. Dekaning titrama harakati natijasida ashyolar zichliklari bo'yicha saralanadi.

Diamagnit – **диаманит** – **diamagnet** – ohangrabolik xususiyati yo'q moddalar.

Disperslik – **диспергация** – **dispersivity** – mayinlik (maydalik) darajasi.

Dispergirlik – **диспергирование** – **dispersion** – suyuqlik muhitida erimaydigan qattiq yoki suyuq moddani hajmda teng taqsimlanishini ta'minlash, maydalash.

Draga – **драга** – **dredge** – suvli havzalarda oltinni yuvib olish uchun suzib yurib ish bajaruvchi, turli xil boyitish uskunolari o'rnatilgan qurilma.

Tindirgich – **дренаж** – **drainage** – boyitish mahsulotlarini quritish (namini qochirish) maydoni, usuli. U yerda suvni qabul qilib olish uchun quvurlar yotqizilgan bo'ladi.

Ag'darma vagon – **думкар** – **dump car** – kondan rudalarni fabrikaga tashish uchun mo'ljallangan vagon.

Nov – **желоб** – **chute** – novlar suyuq metall, toshqol yoki qotishmalarni pechdan chiqarib boshqa idishga tushirish, sochma kon qumlaridan oltinni yuvib olish uchun ishlatiladi.

Tomir – **жило** – **vein** – ikki yo'nalishda cho'zilgan, qalinligi uncha katta bo'lmagan, yer qa'ining darz ketgan (yorilgan) joylari va ular yoriqlarini to'ldirgan foydali minerallar.

Zavod – **завод** – **factory** – ishlab chiqarish jarayonlari mexanizatsiyalashtirilgan (avtomatlashtirilgan) sanoat korxonasi.

Ishqor – **щелочь** – **alkali** – suvda yaxshi eriydigan metall gidrooksidi.

Yig'uvchi reagent – **Реагент собиратель** – **collector** – namlanish darajasi past bo'lgan komponentlar sirtiga shimilib, ularning namlanishini yanada kamaytiruvchi sirt faol organik moddalar. Flotatsiya paytida suv zarralarining shimilishini kamaytiradigan reagent. Shu bilan birga gaz pufakchalariga kerakli zarralarning yopishqoqlik faoliyatini oshiradi.

Qazilma – **ископаемое** – **mining** – konlardan qazib olingan mahsulot.

Pog'onali – **каскад** – **cascade** – ketma-ket biriktirilgan bir turdagi qurilmalar guruhi. Bunda ikkinchi uskuna birinchisiga nisbatan pastroq o'rnatiladi.

Qoldiq – **кек** – **cake** – bo'tanani suzgidan o'tkazilgandan qolgan mahsulot. Ko'pincha, 12-20% namlikka ega.

Kislotalilik – **кислотность** – **acidity** – eritmalaridagi vodorod ionlarining miqdorini anglatuvchi tushuncha, uning miqdori pH ning qiymati bilan belgilanadi.

Koagulyant – **коагулянт** – **coagulant** – dispers yoki kolloid sistemaga qo'shilganda pag'alanishni tezlatuvchi modda.

Koagulasiya – **коагуляция** – **coagulation** – o'ta mayda zarrachalarning bir-biri bilan qo'shilib kattalashish jarayoni.

Qovushqoqlik – **вязкость** – **viscosity** – harakatlanayotgan suyuqlik yoki gaz qatlamlarining bir-biriga ko'rsatayotgan qarshiligini ifodalovchi kattalik, qarshilik miqdori molekularning o'zaro tortishiShuv kuchlariga bog'liq.

Kolchedan – **колчедан** – **pyrites** – sulfidli rudalarning umumiy nomi.

Komponent – **компонент** – **component** – sistema tarkibidagi oddiy yoki murakkab modda.

Konveer – конвеер – **conveyer** – sochiluvchan, donali yuklarni uzluksiz tashiydigan mashina, K.ning tasmali, kurakli va cho'michli turlari bor.

Konsentrat – концентрат – **concentrate** – rudalarni boyitishdan olingan mahsulot. Boyitmada kerakli minerallar miqdori dastlabki ashyodagi miqdorga nisbatan ko'p bo'ladi.

Boyitish stoli – концентрационный стол – **concentrator** – foydali qazilmalarni gravitatsiya usulida boyitish dastgohi.

Kristal – кристалл – **crystal** – zarrachalar durlik panjarasi hosil qilgan fizik jism, modda.

Quritish pechi – сушильная печь – **drying furnace** – ashyolarni quritish uchun ishlatiladigan sanoat pechi.

Quyultirish – срушение – **thickening** – markazdan qochma kuch yoki og'irlik kuchi ta'sirida qattiq moddani cho'ktirib, suyuq moddani ajratib olish jarayoni.

Ko'p metalli rudalar – полиметаллические руды – **polymetallic ore** – tarkibida ikki xil yoki undan ko'p metall bo'lgan va bu metallarni sanoatda ajratib olish mumkin bo'lgan tog' jinslari.

Ko'pik – пена – **foam** – yirik despers sistema, gaz yoki bug' pufakchalari.

Ko'piklagich – пенообразователь – **foam generator** – ko'pik hosil qiluvchi modda. K.sirt faol moddalar, foydali qazilmalarni boyitish jarayonida ishlatiladi.

Ko'piklashtirish – пенообразование – **foaming** – ko'pik hosil qilish usuli yoki jarayoni.

Ko'pikli separatsiya – пенная сепарация – **foam separation** – ko'piklar yordamida foydali qazilmalarni boyitish usuli.

Ko'pik surgich – пеногон – **foam pusher** – ko'piklarni suyuqlik yoki bo'tanadan ajratib oladigan kurak.

Laboratoriya – лаборатория – **laboratory** – ilmiy tadqiqot va o'quv tajribalari uchun jihozlangan xona.

Magnitli separatsiya – магнитная сепарация – **magnetic separator** – rudalarni magnitli va magnitsiz qismlarga ajratuvchi dastgoh.

Maydalagich – дробилка – **breaker** – rudalarni maydalash uchun ishlatiladigan mashina. Uning jag'li, konusli, juvali va boshqa turlari bor.

Maydalash – дробление – **crushing** – tog' jinslarini talab qilingan o'lchamgacha maydalash.

Maydalovchi – дробящий – **crusher attendant** – maydalagich mashinalarining ishini nazorat qilib turuvchi ishchi.

Metallsiz jins – неметаллическая порода – **barren rock** – tarkibida metall bo'lmagan tog' jinsi.

Mesh – меш – **mesh** – Elak to'qimalarining 1 dyumi (25.4 mm²) dagi ko'zlar soni.

Mineral – минерал – **mineral** – tabiiy metall birikmalari.

Namlik – влажность – **humidity dampness** – ashyodagi suvning miqdori.

Namuna – образец – **test** – 1) kimyoviy tahlil qilish uchun ashyodan olingan namuna. 2) zargarlik buyumlarini yasash uchun mo'ljallangan va tanga

zarb qilinadigan qotishma tarkibidagi oltin, kumush, platina va palladiy miqdori.

Namuna tahlili – проба образца – **assaying** – nodir metallarni tahlil qilish usuli.

Nasadka -насадка – **extension** – har xil shaklga va o'lchamga ega bo'lgan, issiqlik va massa almashuv dastgohlariga joylashtirilgan, muloqatdagi fazalar yuzasini oshirish va oqim gidrodinamikasini o'zgartirish uchun xizmat qiluvchi jismlar to'plami.

Oksidlanish -окисление – **oxidization** – moddalarning kislorod bilan birkishi. Atom va ionlarni o'z elektronlarini boshqa moddaga, oksidlovchiga berishi.

Oltmos – бриллиант – **diamond** – uglerodning allotropik ko'rinishidagi eng qattiq turi.

Ohak -известь – **lime** – ohaktoshni kuydirish jarayonida olingan mahsulot (CaO).

Ohak suti – молоко извести – **lime milk** – ohakli suvdagi suzib yuruvchi so'ndirilgan ohak Ca(OH)₂ zarrachalari.

Ohaktosh -известняк – **limestone** – asosan CaCO₃ dan tashkil topgan tog' jinsi.

SFM-(sirt faol modda) ПАВ – (поверхностно активное вещество) – surface active substance – fazalar chegara sirtida yig'ilib, fazalararo sirt taranglik kuchini kamaytirish xususiyatiga ega bo'lgan modda.

Pulsasiya – пульсация -**pulsation** – hodisaning tez-tez uzluksiz qaytarilib turishi. Hidromexanikada suyuqlik oqimining ilgarilanma qaytma harakati.

Ruda -руда – **ore** – tarkibida metall yoki metall birikmalari bo'lgan tog' jinsi.

Saralagich -сепаратор – **separator** – zarrachalarni saralash vazifasini bajaruvchi dastgoh.

Segregatsiya -сегрегация – **segregation** – qotishma kimyoviy tarkibining hamma yerda bir xil bo'lmashligi. Boyitishda qaltirama harakat qilayotgan dastgohda zarrachalarning o'lchamiga va solishtirma og'irligiga qarab qatlamlanishi, saralanishi.

Sedementasiya -седиментация -**sedimentation** – gravitatsion maydon va markazdan qochma kuch yordamida eritmadan qattiq modda zarralarining o'lchamiga qarab qatlam-qatlam bo'lib cho'kishi.

Filtratsiya – фильтрация – **filtration** – suzgichdan o'tish.

Sifon -сифон – **siphon** – naychasining uchi tubigacha yetadigan, jumragi yuqorida bo'lgan idish: bosim farqi yordamida idishdan suyuq mahsulotlarni so'rib olish uchun ishlatiladi.

Skrubber – скруббер – **scrubber** – namlash usuli bilan gazsimon aralashma tarkibidagi qattiq moddalarni ushlab qolishda qo'llaniladigan dastgoh.

Sochma – россыпь – **placer** – tug'ma konni nurashdan va suv oqimi yordamida o'z o'rnini o'zgartirishi.

Suvni tozalash – очистка воды – **water treatment** – ichishga va sanoatda ishlatishga xalaqit beradigan moddalarni suvdan chiqarib tashlash jarayoni.

Suvsizlantirish -обезвоживание – **dehydration** – moddadagi erkin bog'lanmagan suvni ajratib chiqarish jarayoni. Bu tindirish, suzish yoki moddani qizdirish yo'li bilan amalga oshiriladi.

Tukli mato – ворсистая ткань – **filter cloth** – suzish jarayonida g'ovakli to'siq vazifasini bajaruvchi mato.

Suyuq shisha — жидкое стекло — **water glass** — tiniq shishasimon qotishma, suvda 120–170 °C da yaxshi eriydi.

So'ndiruvchi -подавитель — **depressor** — moddaning kimyoviy faolligini pasaytiruvchi modda.

Taqsimlagich — распределитель — **feeder** — idish yoki lampalarda turgan sochiluvchan, oquvchan ashyolarni bir me'yorda, uzluksiz kerakli miqdorda ashyoga ishlov berilayotgan dastgohga tushirib turadigan qurilma.

Sizib o'tish orqali eritish — цинирование просачиванием — **leaching** — ruda va boyitmalardan maxsus sharoitlarda metallarni eritmaga o'tkazish jarayoni.

Tegirmon — мельница — **mill** — ashyolarning kattaligini 5 mm dan kichik o'lchamga maydalovchi mashina. Ularni shakliga va yanchish usuliga qarab shartli 5 turga bo'lish mumkin: 1) Baraban (soqqali, sterjenli, toshli, o'zi yanchar va boshqalar); 2) G'altak, juvali, xalqasimon, fraksion soqqali; 3) Bolg'ali; 4) Tanasi qimirlaydigan titrama; 5) Tizillama va airodinamik tegirmonlar.

Tegirmon suvi — мельничная вода — **discharge of mill** — mayda fraksiyalardan tarkib topgan, tegirmondan chiqayotgan suyuq bo'tana.

Titrama g'alvir — вибрационный грохот — **vibroshaker** — ilgari lanmayaytm harakat qilish hisobiga ishlaydigan g'alvir.

Titrama konveyer — вибрационный конвейер — **vibrating conveyer** — donador ashyolarni (0,5:100 m) masofaga uzatish uchun mo'ljallangan, qiyaroq qilib o'rnatilgan titrab turuvchi nov yoki quvur.

Titratma panjara — вибрационная решета — **vibratory grid** — titrama g'alvirga o'rnatilgan moslama.

Tug'ma metall — натуральный металл — **native metal** — tabiatda sof holda uchraydigan metallar (asosan oltin).

Tuproq — земля — **clay** — suvli silikatlardan tashkil topgan. U o'ta mayda cho'kma tog' jinslari bo'lib, suv bilan aralashtirilsa loy hosil bo'ladi.

To'da — куча — **embankment** — sochiluvchan ashyolar (tuproq, qum, ruda) uyumi.

Fabrika -фабрика — **plant** — takomillashtirilgan sanoat ishlab chiqarish korxonasi.

Faza — фаза — **phase** — chegara sirtlari bilan ajratilgan va tashqi kuch ta'sir qilmaganda o'zining barcha nuqtalarida bir xil fizik xossalarga ega bo'lgan sistema.

Faollashtirilgan ko'mir — активированный уголь — **activated carbon** — toshko'mir yoki pista ko'mirni havosiz qizdirib, uchuvchan moddalardan tozalangan g'ovak ko'mir.

Filtrat -фильтрат — **filtrate** — filtrdan o'tgan suyuqlik.

Flokulyant -флокулянт — **flocculant** — bir nechta mayda zarrachalarni bir-biriga biriktirib, kattaroq zarra hosil qiluvchi modda.

Flokulyasiya -флокуляция — **flocculation** — pag'a hosil qilish jarayoni.

Flotatsiya — флотация — **floatation** — har xil minerallar zarrasini suyuqlikda turli darajada namlanish xossasiga asoslanib o'tkaziladigan boyitish usuli. F.ning moyli, ko'pikli, ionli va boshqa turlari bor.

Flotatsiya mashinasi — флотационная машина — **floatation machine** — flotatsiyani amalga oshirish uchun qo'llaniladigan dastgoh. Bo'tanani

aralashtirish va uni havo pufakchalari bilan to'yintirish usuliga qarab uning: mexanik, havoli va uyg'unlashtirilgan turlari bo'ladi.

Flotoreagentlar - флотореагенты - floatation reagent – flotatsiyani amalga oshirish uchun bo'tanaga qo'shiluvchi sirt-faol moddalar. F.lar xossasi va vazifasiga qarab: yig'uvchi, faollantiruvchi, tazyiqlovchi va ko'pik hosil qiluvchilarga bo'linadi.

Foydali qazilmalar koni – месторождения полезных ископаемых – mineral deposit mine field – foydali minerallarning to'plangan joyi.

Fraksiya – фракция – fraction – bir xil o'lchamli zarrachalar guruhi.

Havo filtri – воздушный фильтр – havo suzgich – air filter – havoni changlardan tozalaydigan dastgoh.

Havo haydagich – аэратор – blower – bosimni oshirish hisobiga havo yoki boshqa gazni uzatish mashinasi.

Podshoh arog'i – царская водка – aqua regia – 1 hajm nitrat va 3 hajm xlorid kislotasining aralashmasi.

Chang tutgichlar – пылеулавители – dust separator – chang va boshqa mexanik aralashmalarni havo oqimidan tutib oluvchi dastgoh, qurilma.

Chiqindilar – хвосты – tailings – tarkibida metall miqdori kam bo'lgan keraksiz jinslar. Ular chiqindixonalarda saqlanadi. Keyinchalik uni xom ashyo sifatida ishlatish mumkin.

Cho'kma – отсадок – precipitate – cho'ktirish jarayonidan olingan qattiq mahsulot.

Cho'ktirish mashinasi – отсадочная машина – jigging – ruda tarkibidagi minerallarni solishtirma og'irligining farqi hisobiga ularni bir-biridan ajratish jarayoni. Jarayon pulsatsiyalanuvchi muhitda (suv, havo) olib boriladi.

Loyqa – шлам -slurry – 1) mis, rux va boshqa metallarni elektroliz yo'li bilan tozalashda eritmaga o'tmay, cho'kadigan kukunsimon mahsulot, odatda tarkibida nodir metallar bo'ladi. 2) kon mahsulotlarini ho'llab boyitishda xosil bo'ladigan balchiqsimon cho'kindi. 3) tindirish yoki suzishda ajratiladigan ho'l chiqindi.

Shlix – шлих – heavy concentrate – qumni yoki o'ta maydalangan tog' jinsini yuvish yo'li bilan olinadigan og'ir minerallarning boyitmasi. Qora (magnetit, oltin, platina), kulrang (kassetirit, ilmonit, rutil) shlix bo'ladi.

Nov – шлюз -sluice – qumlardan oltinni yuvib olish uchun ishlatiladigan boyitish dastgohi.

Ezish – раздавливание – squashing – qattiq moddani mexanik kuch ta'sirida bosib ezish, maydalash.

Elak – сито – sieve – sochiluvchan moddalarni o'lchamlariga qarab saralash jarayonini bajaruvchi uskuna.

Elash – просеивание – sifter – elash yordamida zarralarni o'lchamiga qarab tasniflash.

Yuzani ochish – открытие поверхности – breac-drown – reaksiyaga kirishayotgan moddani o'rab turgan nojins elementlardan tozalash.

Yanchish – измельчение – comminution – ashyo zarralarining o'lchamlari 0,09 mm. dan kichik bo'lguncha maydalashning mexanik usuli.

ASOSIY VA QO'SHIMCHA ADABIYOTLAR

1. *Mirziyoyev Sh.M.* Erkin va farovon, demokratik O'zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining lavozimiga kirishish tantanali marosimiga bag'ishlangan Oliy Majlis palatalarining qo'shma majlisidagi nutqi. -T.: "O'zbekiston" NMIU, 2016. — 56 b.
2. *Mirziyoyev Sh.M.* Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta'minlash — yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi. O'zbekiston Respublikasi Konstitutsiyasi qabul qilinganligining 24 yilligiga bag'ishlangan tantanali marosimdagi ma'ruza 2016 yil 7 dekabr. — T.: "O'zbekiston" NMIU, 2016. — 48 b.
3. *Mirziyoyev Sh.M.* Buyuk kelajagimizni mard va oliyjanob xalqimiz bilan birga quramiz. — T.: "O'zbekiston" NMIU, 2017. — 488 b.
4. *Масленицкий И.Н., Чугаев Л. В.* Металлургия благородных металлов. -М.: Металлургия, 1997.
5. *Абрамов А.А.* Технология обогащения руд цветных металлов. -М.: МГГУ, 2017.
6. *Авдохин И.А.* Технология обогащения руд благородных металлов. -М.: МГГУ, 2006.
7. *Peuker U.A., Kwade A., Teipel U., Jeckel G., M?tze T.* Mineral processing. Mineral, renewable and secondary raw material processing-current engineering challenges. Dechema. Germany, 2012. 280 p.
8. *Авдохин В.М.* Технология обогащения полезных ископаемых. Учебник в 2-х томах. -М.: МГГУ, 2017.
9. *Зеленов И.И.* Методика исследования золотосодержащих руд. -М.: Недра, 2003.
10. *Балашов К.Г.* Практика обогащения руд цветных и редких металлов. Т. 1, 2, 3, 4, 5. -М.: Металлургия, 2007.
11. *Рубиштейн Ю. В., Филлипов Ю. А.* Кинетика флотации. -М.: Недра, 2000, с. 375.
12. *Робуон Ф.* Практика флотационных фабрик. -М.: Геогортехиздат, 2009.
13. *Митрофанов С. И.* Селективная флотация. -М.: Металлургия, 2007.
14. *Митрофанов С. И., Ратников О. А.* Комбинированные методы переработки окисленных и смешанных руд.— М.: Недра, 2000.
15. *Иванов С. И., Ковалев Е. В.* Обогащение руд цветных и редких металлов. -М.: Недра, 2014.
- 16.[http:// www.rsl.ru](http://www.rsl.ru)— rossiyskaya gosudarstvennaya biblioteka.
- 17.[http:// www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)— nauchno-elektronnaya biblioteka.
- 18.[http:// www.geolge.ru](http://www.geolge.ru)
- 19.[http:// www.rambler.ru](http://www.rambler.ru)
- 20.<http://forum.sbridge.ru>
- 21.<http://mmin.1001.ru>
- 22.<http://www.norcl-ost.net>
- 23.<http://stockmail.ru>

MUNDARIJA

Kirish.....	3
-------------	---

1-BOB RUDALARNI BOYITISHGA TAYYORLASH

1.1. Rudaning granulometrik tarkibi va uni aniqlash usullari.....	4
1.2. Elash jarayoni.....	9
1.3. Maydalash jarayoni.....	16
1.4. Yanchish jarayoni.....	29
1.5. Klassifikatsiya jarayoni.....	46
1.6. Klassifikatorlarning tuzilishi va ishlash prinsipi.....	49
1.7. Boyitish jarayonlarining texnologik ko'rsatkichlari.....	53

2 BOB. RANGLI METALLAR RUDALARINI BOYITISH TEXNOLOGIYASI

2.1. Misli, mis-piritli va mis-ruxli rudalarni boyitish texnologiyasi.....	57
2.2. Mis-porfirli rudalarni boyitish texnologiyasi.....	58
2.3. Mis-piritli rudalarni boyitish texnologiyasi.....	60
2.4. Mis- ruxli rudalarni boyitish texnologiyasi.....	65
2.5. Mis-qo'rg'oshin-ruxli polimetal rudalarni boyitish texnologiyasi.....	68
2.6. Qo'rg'oshinli va qo'rg'oshin — ruxli rudalarni boyitish texnologiyasi.....	69
2.7. Molibdenli rudalarni boyitish texnologiyasi.....	75
2.8. Mis-molibdenli rudalarni boyitish texnologiyasi.....	76
2.9. Volframli rudalarni boyitish texnologiyasi.....	82
2.10. Oltinli rudalarni boyitish texnologiyasi.....	84
2.11. Qalayli rudalarni boyitish texnologiyasi.....	88
2.12. Nikelli rudalarni boyitish texnologiyasi.....	91

3-BOB. NODIR METALLARNI ISHLAB CHIQUARISH VA RIVOJLANISHI

3.1. Oltin metallurgiasining dastlabki rivojlanish bosqichlari.....	93
3.2. Nodir metallar ishlab chiqarishning hozirgi holati.....	95
3.3. Nodir metallarning iqtisodiyot sohasidagi o' mi.....	96

4-BOB. OLTIN, KUMUSH VA ULAR BIRIKMALARINING XOSSALARI

4.1. Oltinning fizik-kimyoviy xossalari.....	100
4.2. Kumushning fizik-kimyoviy xossalari.....	101

5-BOB. OLTIN VA KUMUSH QOTISHMALARI VA MINERALLARI

5.1. Oltin qotishmalari.....	104
5.2. Kumush qotishmalari.....	105
5.3. Oltin va kumushning ruda tarkibida qatnashish.....	105
5.4. Oltin minerallari.....	107
5.5. Kumush minerallari.....	108

6-BOB. RUDALARNI OLTIN VA KUMUSH AJRATIB OLISHGA TAYYORLASH

- 6.1. Oltin tarkibli rudalami maydalash va yanchish.....110
6.2. Saralash va yirik donador rudalarni dastlabki boyitish.....112

7-BOB. RUDA TARKIBIDAGI OLTINNI GRAVITATSIYA USULIDA AJRATIB OLISH

- 7.1. Tug'ma kon oltin tarkibli rudalarini gravitatsiya usulida boyitish.....114
7.2. Oltinni gidrotutishlar va to'plash stollar yordamida ajratish.....114
7.3. Oltinni boyitish stollarida ajratish.....115
7.4. Oltinni shlyuzlarda ajratish.....116
7.5. Oltinni gidrosiklonlarda ajratib olish.....118

8-BOB. OLTIN TARKIBLI RUDALARNI FLOTATSIYA USULIDA BOYITISH

- 8.1. Flotatsiya jarayonining mohiyati.....120
8.2. Flotoboyitmaga ishlov berish.....123

9-BOB. OLTIN VA KUMUSHNING AMALGAMMATSIIYASI

- 9.1. Amalgammatsiyaning nazariy asoslari.....130
9.2. Amalgammatsiya usullari.....131
9.3. Amalgammaga ishlov berish.....133
9.4. Amalgammatsiya — gravitatsiya fabrikalari.....135

10-BOB. SIANLASH JARAYONINING FIZIK-KIMYOVIY ASOSLARI

- 10.1. Sianlash jarayonining (sinilash) termodinamikasi.....136
10.2. Sianlash jarayonining kinetikasi.....141
10.3. Nodir metallar erishining elektrokimyoviy tabiati.....143
10.4. Zavod sharoitida sianlab eritish tezligiga ta'sir etuvchi omillar.....145
10.5. Sian eritmalarining gidrolizi. Himoyalovchi ishqor.....148

11 BOB. SIAN ERITMALARINING MINERALLAR BILAN O'ZARO TA'SIRI

- 11.1. Temir minerallarining ta'siri.....152
11.2. Mis minerallarining ta'siri.....156
11.3. Margumush va surma minerallarining ta'siri.....160
11.4. Rux minerallarining ta'siri.....162
11.5. Qo'rg'oshin minerallarining ta'siri.....162
11.6. Simob minerallarining ta'siri.....162
11.7. Sianli eritmalarining "toliqishi".....163

12-BOB. ZICHLAB SUYUQLIKDA ERITISH — SIAN AMALIYOTI. SIANLASH USULLARI

- 12.1. Zichlab o'tish orqali sianlash.....165
12.2. Zichlab tanlab eritish.....169
12.3. Aralashtirish orqali sianlash.....175

13-BOB. OLTIN SAQLOVCHI ERITMALARNI QOLDIQDAN AJRATISH

14-BOB. SIANLI ERITMALARDAN SEMENTASIYA USULIDA CHO'KINDI NODIR METALLARINI AJRATISH

- 14.1. Rux bilan cho'kindi jarayonining fizik-kimyoviy asoslari.....181
14.2. Rux bilan cho'kindi amaliyoti. Sianli cho'kindilarga ishlov
berish tindirish.....181

14.3. Oltin-ruxli cho'kindilarga ishlov berish	183
15-BOB. SIANLI ERITMALARDAN OLTINNI SORBSIYA USULIDA AJRATISH	
15.1. Sorbsiya usulida ajratish.....	192
15.2. Ion almashgich smolalarning xossalari.....	195
15.3. Ionitning regenerasiyasi.....	203
15.4. Oltinni tiomochevinali eritmalardan ajratish.....	209
15.5. Faollangan ko'mir yordamida sorbsiyalash.....	216
16-BOB. OLTINNI AJRALISHI QIYIN BO'LGAN RUDA VA KONSENTRATLARDAN AJRATISH	
16.1. Oltinni ajralishi qiyin ruda va boyitmalarning umumiy xususiyatlari.....	224
16.2. Mis-rudalarni qayta ishlash.....	225
16.3. Surma-oltinli rudalarni qayta ishlash.....	227
16.4. Uglerod – oltinli rudalarni qayta ishlash.....	228
16.5. Shlam – cho'kindi rudalarni qayta ishlash.....	230
16.6. Ferrootlinli rudalarni qayta ishlash.....	230
16.7. Gravitatsiya konsentratlari.....	231
17-BOB. OLTIN VA KUMUSHNI AFFINAJLASH	
17.1. Oltinning elektrolitik affinaji.....	236
17.2. Kumushning elektrolitik affinaji.....	238
18-BOB. OLTIN AJRATISH FABRIKALARINING OQAVA SUVLARINI TOZALASH	
19-BOB. SIMOB VA SIANIDLAR BILAN ISHLASHDAGI TEXNIKA XAVFSIZLIGI QOIDALARI	
19.1. Simob bilan ishlashdagi extiyot choralari.....	253
19.2. Sianidlar bilan ishlashdagi extiyot choralari.....	254
GLOSSARIY.....	257
FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR.....	265

I.K. Umarova, S.I. Aminjanova

RANGLI VA NODIR METALLAR RUDALARINI BOYITISH TEXNOLOGIYASI

Nashriyot litsenziyasi AI № 313.24.11. 2017-yil. Bosishga ruxsat etildi
2020. Bichimi 60x84 1/16. Ofset qog'ozi. Times TAD garniturası. Adadi 300
nusxa.

«GOLD PRINT NASHR» bosmaxonasida chop etildi