

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

**ISLOM KARIMOV NOMIDAGI  
TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI**

**NODIR METALLAR METALLURGIYASI**

fanidan ma‘ruzalar matni

**Toshkent – 2020**

UDK 669.21

Tuzuvchilar: **S.R. Xudoyarov, S.T. Matkarimov, S.Q. Nosirxo'jayev.**

“Nodir metallar metallurgiyasi” fanidan ma’ruzalar matni. –Toshkent: ToshDTU, 2020.-200 b.

Ushbu ma’ruzalar matni “5310300 Metallurgiya” yo’nalishi bo’yicha bakalavrlar tayyorlashda o’qitiladigan “Nodir metallar metallurgiyasi” fani dasturi asosida tuzilgan va kafedra majlisida tasdiqlangan.

«Nodir metallar metallurgiyasi» ma’ruzalar matni – o‘z ichiga quyidagi umumiy ma’lumotlarni qamrab olgan: oltin va kumush metallurgiyasi nazariyasi va amaliyoti; bu metallarni olish uchun ishlatiladigan dastgohlari; uskunalari; jarayonlarning texnologik ko‘rsatgichlari va sxemalari va boshqalar.

*Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti ilmiy-uslubiy kengashi qarori asosida chop etildi.*

Taqrizchilar:

**A.A. Abdusalomov** - t.f.n., dots., ToshKTI, “Silikat materiallar va kamyob, nodir metallar texnologiyasi” kafedrasi dotsenti

**Q.S. Qalandarov** - t.f.n., dots., ToshDTU, muhandislik geologiyasi va konchilik ishi fakulteti, “Konchilik ishi” kafedrasi dotsenti

## KIRISH

Metallurgiya sanoati juda katta ahamiyatga ega bo'lgan ishlab chiqarish turidir. Respublikamizda metallurgik ishlab chiqarish korxonalarida nodir metallardan oltin va kumush ishlab chiqarish yuqori suratlarda olib borilmoqda. Nodir metallar metallurgiyasi fani Respublikamizdagi metallurgik korxonalarining tuzilishini, ulardagi texnologiyalarni va ishlab chiqaruvchi mahsulotlarni o'rgatuvchi hisoblanib, ishlab chiqarishning ajralmas tizimidir.

Nodir metallar guruhiga sakkizta metall kiradi, bu metallarning ichidan oltin va kumush metallari halq xo'jaligida muhim o'rin tutadi. O'zbekiston Respublikasi oltin ishlab chiqarish bo'yicha dunyoda etakchi o'rinlarni egallaydi. Shu sababdan, nodir metallarni ishlab chiqarish jarayonlarining nazariyasi va amaliyotini o'rganish juda katta ahamiyatga ega.

“Nodir metallar metallurgiyasi” ma'ruzalar matni oltin saqlovchi xom ashyosining tavsifi, xom ashyoni metallurgik qayta ishlashga tayyorlash jarayonlari, oltin saqlovchi xom ashyoni tanlab eritish va eritmadan metallni ajartib olish jarayonlari bo'yicha ma'lumotlarni o'z ichiga olgan bo'limlaridan tashkil topgan.

Ushbu ma'ruzalar matni – talabalarda oltin va kumush metallurgiyasi nazariyasi va amaliyoti, bu metallarni olish uchun ishlatiladigan dastgohlari, uskunalari, jarayonlarning texnologik ko'rsatgichlari va sxemalari bo'yicha bilim, ko'nikma va malakani shakllantiradi.

# 1 – ma’ruza

## KIRISH. NODIR METALLAR METALLURGIYASINI RIVOJLANISH TARIXI

### **Reja:**

1. Metallurgiyaning dastlabki rivojlanish bosqichlari.
2. Nodir metallar ishlab chiqarishning hozirgi zamon ahvoli.
3. Nodir metallarning xalq xo’jaligidagi o’rni.

**Kalit so’zlar:** nodir metallar, oltin, kumush, platinaoidlar, oltin tarkibli ruda, oltin zahirasi.

Butun dunyoda rudadan rangli metallarni qazib olish jarayoni qimmatlashib bormoqda asosan buni oltin va kumush misolida ko’rishimiz mumkin. Bunga asosiy sabab qilib quyidag’ 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 narxining tez sur’atda 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 nafakat 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 8000-12000 yillarda qazib olinib boshlagan. O'sha davrdayoq 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 (1880y) 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 ko'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 ko'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 qazib olish miqdori sekinlik bilan o'sdi. Oxirgi yillarda oltin qazib olish miqdori dunyo bo'yicha kamaydi, lekin 1982-1999 yillarda biroz kutarilish kuzatiladi.

**1.1-jadval.** Dunyo bo'yicha oltin qazib olinishi 1991-2016 yy.

№	Oltin ishlab chiqarish	1992 y	1995 y	2000y	2015	2016
	<i>Dunyo bo'yicha:</i>	2234	2273	2584		
1	Xitoy	112	133	175	450	455
2	Avstraliya	243,5	253,5	296,4	278	270
3	Rossiya	146,1	131,9	142,7	252	250
4	AQSH	322,2	317	355	214	209
5	Kanada	161,4	152	153,8	153	170
6	Peru	18	57,7	132,6	145	150
7	JAR	614,1	522,4	428,3	145	140
8	Meksika	-	-	-	135	125
9	O'zbekiston	64,5	66	88	102	100
10	Indoneziya	46	62,9	140	97	100

**1.2-jadval.** Dunyoda oltin ishlab chiqarish, hamda o'sish va kamayish davrlari va sabablari.

Dunyoda oltin ishlab chiqarish, hamda o'sish va kamayish davrlari va sabablari					
Yil	Qazish	O'sish va kamayish sabablari	Yil	Qazish	O'sish va kamayish sabablari
1900	389,5	Anglya urushi	1942	1000	Urushdan keying eng yuqori ko'rsatgich
1901	392,7		1943	772	
1904	522,7	Alyaska sochma	1945	654	

1910	684,2	konlari ochilishi	1949	728	Kapitalistik davlatlar valyutasi doimiyligi
1915	717	1-Jahon urushi va Rossiyadagi inqilob	1959	998	
1918	579		1960	1040	
1920	501,7		1966	1285	
1925	591,8	Dollar kursining oshishi	1970	1273	Valyuta metall oltinning sifatida o'z kuchini yo'qotishi
1930	651	Dollar narxining meyorlashuvi	1972	1180	
1934	731		1975	953	
1935	785		1980	946	
1938	1010		1982	1023	
1940	1165	Urush oldi eng yuqori ko'rsatgichi	1984	1148	Oltinning narxining tez ko'tarilishi

Oltin qazib olishning tezkor suratda usish davri urushdan keyin 1970yilda Janubiy Afrika Respublikasi hissasiga to'g'ri keldi, unga asosan 1 yilda JAR 1000,3t oltin qazib olib, bu butun dunyoda qazib olingan oltinning 80%ni tashkil qildi. So'nggi yillarda JAR oltin qazib olish hajmi 450-500t gacha qisqardi. Shuningdek 2-jahon urushidan so'ng AQSH va Kanadada ham oltin qazib olish hajmi ancha qisqardi.1995-98yy.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 zahiralarining vujudga kelishiga imkon yaratdi. Jahon iqtisodiyotida ikkilamchi resurslarning qo'llanilishining tinimsiz o'sishiga olib keldi. Oltin zaxiralari taxminan quyidagicha taxsimlanadi: 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. Ayni vaqtda oltin qazib oluvchi zavodlarning zaxirasi bo'yicha, ruda tarkibidagi oltin miqdori bo'yicha, ishlab chiqarish hajmi bo'yicha va 1gramm oltin olish uchun tan narxiga oid ko'rsatgichlar quyidagi jadvalda keltirilgan.(3-Jadval).

**1.3-jadval.** 1gramm oltin olish uchun tan narxiga oid ko'rsatgichlar .

Zaxirasi, t.	Ruda tarkibidagi oltin miqdori, g/t	Oltin ishlab chiqarish hajmi t/y.	1gr.oltin olish uchun tan AQSH doll.
Juda ko'p >1000	Juda boy..... >10	Juda ko'p...>50	Yuqori foydali< 4
Ko'p.....100	Boy.....5-10	Ko'p....10-50	Foydali.....4-6
O'rtacha.10-100	O'rtacha..... .2-5	O'rtacha 5-10	O'rtacha foydali...6-10
Kam ..... 1-10	Kambag'al.0,5-2,0	Kam.....1-5	Kam foydali 10-14
Juda kam....< 1	Juda kambag'al..<0,5	Juda kam .< 1	Foydasiz.....> 14

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 ilgor, faol, samarali yutuqlaridan foydalanish zarur buladi.

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. Xozirgi 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 faqatgina 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-Jaxon urushiga qadar 60% platina zaragarlik va meditsinada ishlatildi. 2-jaxon urushidan so'ng esa shu sohalarda 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 ruteniyli ishlatiladi.

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

Platina va rodiyli qotishmalar yuqori haroratni o'lchovchi termoparalar olishda ishlatiladi(1300-1800 °C). 40% Ir va 60% Rh li qotishmalar 2000-2300 °C temperaturani o'lchashga 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'lchov 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'rni almashtirish uchun ishlatiladi.

### **Nazorat savollari**

1. Nodir metallar guruhiga qaysi metallar kiradi?
2. Asosiy oltin ishlab chiqaruvchi davlatlarga qaysilari kiradi?
3. Nima sababdan oltin xalqaro valyuta vositasi hisoblanadi?

## **2 - ma'ruza**

### **OLTIN VA KUMUSHNING FIZIK VA KIMYOVIIY XOSSALARI**

Reja:

1. Metallarning umumiy tasniflanishi.
2. Oltinning fizik va kimyoviy xossalari.
3. Kumushning fizik va kimyoviy xossalari.

**Kalit so'zlar:** fizik xossalar, kimyoviy xossalar, zichllik, atom massa, tartib raqam, krislallik panjara.

#### **2.1. Oltinning fizik xossalari.**

Oltin -oltin rang, sariq, yumshoq metall, tomonlari markazlashgan kub shakl kristallik panjaraga ega,boshqa metallardan yengil bolg'alanuvchanligi va cho'ziluvchanligi bilan ajralib turadi. Bunga ko'ra

oltindan 1/1000 mm yoki 0,0001mm zar qog'oz (folga) yasash mumkin. 1gr oltinni salkam 3 km uzunlikka cho'zish mumkin yoki oltin 0,001mmbulgan sim tortish mumkin bo'ladi. Oltinning issiqlik va tok o'tkazuvchanligi juda yuqori, bunda u faqat kumush va misdan keyingi 3-o'rinda turadi.

Oltinning muhim fizik xossalari 4-jadvalda keltirilgan.

Oltin Mendeleyev davriy sistemasining 1-guruhida joylashgan bo'lib, qolgan o'zining o'xshash metallari kabi - kumush va mis singari, ichki qavatda 1tdan s elektron bo'lsa, oxiridan oldingi qavatda 18ta elektroni mavjud (s2r6d10). Muayyan sharoitda oxiridan oldingi 18ta elektronli qavat qisman yuqotilish qobiliyatiga ega va shu sababdan mis, kumush va oltin o'zining birikmalarida nafaqat +1, balki s-elektronlarni yo'qotish evaziga mutanosib ravishda +2 va +3 shaklida uchraydi. Shuning uchun misning oksidalanish energiyasi +1 va + 2, kumush uchun esa +1 va oltin uchun esa +1 va +3 dan iboratdir.

### 2.1-jadval.Oltinning muhim fizik xossalari.

№	Xossalari	Ko'rsatgich
1	Atom massasi	196,967
2	Zichligi, g/sm	19,3
3	Atom radiusi, A	1,44
	Ionli radiusi, A	1,37
5	Erish temperaturasi, OS	1063
6	Qaynash temperaturasi, OS	2880
7	Erish issiqlik sig'imi, kol/g	15,5
8	Bug'lanish issiqlik sig'imi, kol/g	415
9	Solishtirma issiqlik sig'imi kol/g'grad	0,0306
10	Issiqlik o'tkazish sig'imi 00 dan 1000S gacha kol/sm' grad ' sek	0,744
11	Solishtirma elektr o'tkazishi 200 da om/sek	2,25'10
12	Mustahkamlik, qarshilik moduli kg/mm <sup>2</sup>	7900
13	Mustahkamlik chegarasi kg/mm <sup>2</sup>	14
14	Qattiqligi (Bryunelcha) kg/mm <sup>2</sup>	18

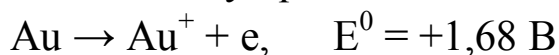
15	Qattiqligi (Mooscha) kg/mm <sup>2</sup>	2,5
----	-----------------------------------------	-----

Oltinning ajralib turadigan xususyatlaridan yana biri kompleks birikma xosil kilishga moyilligi va uning uz birikmalaridan metall xoligacha oson kaytarilishidir.

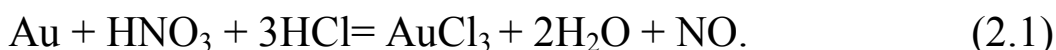
## 2.2. Oltinning kimyoviy xossalari.

Kimyoviy faol bo‘lmagan element elektronga nisbatan olganda eng nodir metallidir. Hatto yuqori temperaturalarda 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 holiga qaytarila oladi.

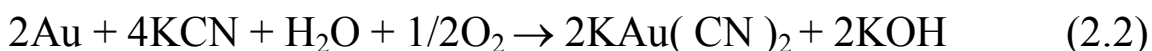
Suvli suyuq eritmalarda oltinning elektron potentsiyali:



Shuning uchun oltin ishqorlarda, kislotalarda (azot, sulfat, xlor) erimaydi. Biroq oltin kislotalar aralashmasi: xlor bilan azot, sulfat bilan marganets, sulfat bilan azotlarda eriydi. «Shoh arog‘i» deb ataluvchi, bir hissa azot va uch hissa xlor kislotasi aralashmasi, sulfat va marganets kislotasi, sulfat va azot kislotasi aralashmalarida eriy olishi mumkin. «Shoh arog‘i» eritmasida oltin quyidagi reaksiya bo‘yicha eriydi.



Shuningdek, oltin Na va K sinil tuzlarida kislorod va havo yordamida eriydi:



Oltin oksidlari Au<sub>2</sub>O va Au<sub>2</sub>O<sub>3</sub> quyidagi gidrooksidlarni qizdirish yo‘li bilan olinadi: AuOH va Au(OH)<sub>2</sub>

AuO ya'ni oltin ikki oksidi kulrang binafsha tusli poroshok 200<sup>0</sup>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:  $(\text{AuCl}_2, \text{NH}_3; \text{AuCl}_2, [\text{2NH}_3])$  va x.k.). Oltin sinil kompleks tuzlari beqaror va ular suvda yaxshi eriydilar:  $\text{Au}(\text{CN})_2^-$ ;

140-150<sup>0</sup>C da xlorli havoda qizdirilgan oltin, oltin xloridi hosil qiladi.  $\text{AuCl}_3$  va 180-190<sup>0</sup>C da  $\text{AuCl}$  hosil qiladi.

Oltin monogalogenidi turlicha tovlanuvchi sariq tusga bo'yaladi.

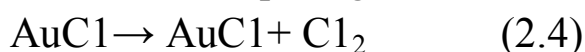
Oltin monoftoridi  $\text{AuF}$  faqat bug' holida mavjud. Oltin tragalogenidi  $\text{AuI}_3$  - suvda eriydi. Oltin ftori  $\text{AuF}$  - zangori rangda, 500<sup>0</sup>C da parchalanadi. Oltin xlor tuzlari  $\text{AuCl}$  - nina shaklidagi kristallar bo'lib qizil rangga egadir. Erish temperaturasi 288<sup>0</sup>C.

Oltin brom tuzi  $\text{AuBr}$ - to'q qo'ng'ir rangli, suvda erimaydi. Kaliy bromli eritmada oltin brom tuzi xosil bo'ladi:  $\text{K}[\text{AuBr}_4]$

Oltin yod  $\text{AuI}_3$  - tuzi to'q yashil, suvda erimaydi. Oddiy temperaturada oltin yod birikmasi  $\text{AuI}_3$  hosil bo'ladi. Oltin sinil kompleks tuzlari  $\text{K}[\text{Au}(\text{CN})_2]$ ;  $\text{Na}[\text{Au}(\text{CN})_2]$ ;  $\text{Ca}[\text{Au}(\text{CN})_2]$  suvda yaxshi eriydilar. Ular katta amaliy ahamiyatga egadirlar.

Tiomochevina eritmasida oltin erib tiokarbamid oltin tuzi hosil qiladi. Ammo bu reaksiyaning borishi uchun oksidlovchi bo'lishi shart. Shunda u  $\text{AuCl}_2 \cdot 2\text{CS}(\text{NH}_2)_2$  - hosil qiladi.

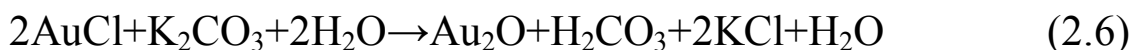
Oltin xloridi  $\text{AuCl}_3$  tiniq gikroskopik ninasimon kristal moddadir. U suvda erntganda ekvikislotaning  $\text{H}_2(\text{OAuCl}_2)$  qizil zangori eritmasi xosil buladi. Oltin xloridni 185-190<sup>0</sup>C da qizdirganda



Oltin xlor tuzi sarik-limon rangli kukun, uchmaydi va uy xaroratida buglanmaydi, suvda yaxshi parchalanadn va oltin xlorid  $3\text{AuCl} = \text{Au} + \text{AuCl}_3$  (2.5) hosil buladi.

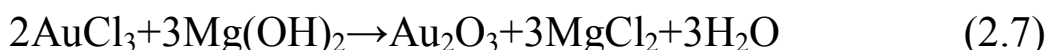
Bu reaksiya issiqda tezroq boradi. Oltin, xlor turli qaytaruvchilar oltingugurt, angidrid gazi, ko'mir bilan qalay xlori bilan, tellur gidrazin va shavel kislotasi bilan metall xoligacha qaytariladi.

Oltin kislorod bilan ko'kimtir va binafsha rang  $\text{Au}_2\text{O}$ , hamda qora rangli kukunni hosil qiladi, hosil bo'lish reaksiyasi:



Xosil bo'lgan  $\text{Au}_2\text{O}$  oltin ikki oksidi 250<sup>0</sup>C metall holiga va kislorodga parchalanib ketadi:  $(\text{Au}_2\text{O} \rightarrow \text{Au} + 1/2\text{O}_2)$ ;

Oltin oksidi quyidagi reaksiya bilan olinishi mumkin:



### 2.3. Kumushning fizik xossalari.

Kumush ham yumshoq metall bo'lib, fakat rangi «kumushsimon» oq, u ham oltin kabi tomonlari markazlashgan kub shakldagi kristall panjaraga ega, boshqa metallardan yengil bolg'alanuvchanligi va cho'ziluvchanligi bilan ajralib turadi. Issiklik va tok o'tkazuvchanligi bo'yicha barcha metallarni ortda qoldirib 1-o'rinda turadi. Kumush boshqa metallardan yuqori temperaturada qaytariluvchanligidan ko'ra uchuvchanlik holati bilan ajralib turadi.

Kumush davriy jadvalning 1-guruhida joylashgan bo'lib d element hisoblanadi va ichki qavatda 1ta s elektron bo'lsa, oxiridan oldingi qavatda 18ta elektroni mavjud (s2r6d10). Muayyan sharoitda oxiridan oldingi 18ta elektronli qavat qisman yo'qotilish qobiliyatiga ega va shu sababdan kumush o'zining birikmalarida nafaqat +1, balki s-elektronlarni yo'qotish evaziga mutanosib ravishda +2 va +3 shaklida uchraydi. Shuning bilan, kumushning oksidalanish energiyasi +1 dan iboratdir.

### 2.1-jadval. Kumushning asosiy fizik xossalari.

No	Xossalari	Ko'rsatgich
1	Atom massasi	107,87
2	Zichligi, g/sm	10,5
3	Atom radiusi, A	1,44
4	Ionli radiusi, A	1,13
5	Erish temperaturasi, 0S	960,5
6	Qaynash temperaturasi, 0S	2200
7	Erish issiqlik sig'imi, kol/g	25,4
8	Bug'lanish issiqlik sig'imi, kol/g	565
9	Solishtirma issiqlik sig'imi kol/g'grad	0,0565
10	Issiqlik o'tkazish sig'imi 00 dan 1000S gacha kol/ sm' grad ' sek	0,998
11	Solishtirma elektr o'tkazishi 200 da om/sek	1,59'10
12	Mustahkamlik, qarshilik moduli kg/mm2	7648



13	Mustahkamlik chegarasi kg/mm <sup>2</sup>	10
14	Qattiqligi (Bryunelcha) kg/mm <sup>2</sup>	25
15	Qattiqligi (Mooscha) kg/mm <sup>2</sup>	2,7

#### 2.4. Kumushnimng kimyoviy xossalari.

Kumusho'zinigfaollikbo'yichaoltinvamisoralig'idajoylashgandir.

Odatiysharoitdakislorodbilantasirlashmaydi. Kumush vodorod, azot va uglerod bilan odatiy sharoitda tasirlashmaydi. Yuqori haroratda uglerod kumush bilan kumush karbidi  $Ag_2C_2$ , fosfor bilan  $AgP$ ,  $Ag_2P_3$  va  $AgP_2$  hosil qiladi. Qizdirilgan holatda kumush oltingugurt bilan tasirlashib  $Ag_2S$  hosil qiladi. Bu birikma kumushdan oltingugurtni gaz holatda o'tkazishdan qaysiki sulfid minerallarining parchalanishidan chiqqan gaz tasirida sodir buladi. Vodorodsulfidning oxista tasirlashuvi natijasida ham kumush yuzasida qora parda hosil bo'ladi  $Ag_2S$ . Bu jarayon kumush buyumlarning vakt utishi bilan korayib kolish jarayonini izohlaydi. Shuning bilan birgalikda kumush xlor, brom va yod bilan tasirlashib mutanosib ravishda ushbu metalmas galogenlarini xosil kiladi. Bu jarayonlar oddiy sharoitda sekin kechib, namlik yoxud temperatura tasirida tezlashadi.

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

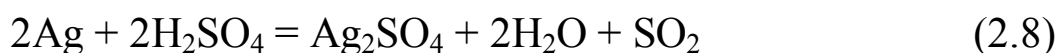
Uy sharoitida, namli havoda kumush metali sirtida yupqa 12A, qalinlikdagi kislorod pardasi hosil bo'ladi, harorat osha borishi bilan, kislorod pardasi ham qalinlashadi. Harorat  $4000C^0$  ga yetganda kislorod kumushda  $Ag_2O$  sifatida eriydi. Bosim 414 atm. bo'lganda  $AgO_2$  sistemasida  $5070C^0$  da evtektika holati kuzatiladi (evtektika shu birikmada ikki elementning bir-birida eriy olish qobiliyatidir), (masalan  $AgO_2$  - 51%). Eriyotgan kumush o'ziga kislorod yutadi, sovuganda u gaz sifatida ajralib chiqadi, kumush oksidlanadi:  $Ag_2O$ ,  $AgO$ ,  $Ag_2O_3$  lar ham ma'lum.

Suvli suyuq eritmalarda kumushning elektron potensiyali quyidagicha:  
 $Ag \rightarrow Ag^+ + e, \quad E^0 = +0,799 \text{ B.}$

Shu sababdan kumush ham oltin singari suvli eritmalargi kislotalardan vodorodni siqib chiqara olmaydi, ishqorlar bilan tasirlashmaydi. Oltindan farqli ularoq kumush kuchli kislota va kuchli oksidlovchilar masalan konsentirlangan sulfat kislota va nitrat kislota tasirida eriydi. Kumush

ham «Shox arog'ida» yaxshi eriydi, to'yingan xlorid kislotasi bilan ham reaksiyaga kirishadi.

Nitrat kislotada va konsentrlangan sulfat kislotada kumush yaxshi eriydi.



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



Kumush nitrat  $\text{AgNO}_3$  - romb shaklidagi rangsiz kristallardir.

Yuqori haroratda kumush va  $\text{HCl}$  o'rtasida muvozanatli reaksiya yuz beradi:



Ftor bilan kumushning quyidagi birikmalari mavjud:  $\text{AgF}_2$ ,  $\text{Ag}_2\text{F}$ ,  $\text{AgF}$ .

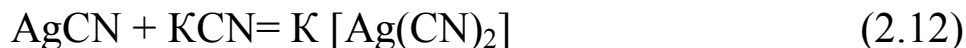
Kumush birikmalarida kumush xlorid  $\text{AgCl}$  - amaliy ahamiyatga egadir.

U oq kristallik modda, odatda kumush xlorid kumush azot tuzlari ta'sirida cho'kmaga  $\text{AgCl}$  sifatida o'tiradi. Kumush xlorid tuzi fotomateriallar tayyorlashda keng qo'llaniladi. Kumush xlorid asosan kosmik nurlanishlarda detektorlar sifatida ishlatiladi. U meditsinada ham ishlatiladi. Kumush brom birikmalari kumush yod ham fotomateriallar tayyorlashda ishlatiladi. Kumush sulfid -  $\text{Ag}_2\text{S}$  - tabiatda argentit minerali sifatida uchraydi. Oltin kabi kumush ham sinil kislotaga tuzlari bilan kompleks birikmalari hosil qiladi. Bu esa kumushni rudalar tarkibidan eritib ajratib olishda juda qo'l keladi.

$\text{AgNO}_3$  eritmasining kaliy sianid eritmasi bilan ta'siri natijasida oqishsimon kumush sianidi hosil bo'ladi:



AgCN ning ko'p bo'lishi uning yana kaliy sianidi bilan birikib kompleks sianid tuzi hosil bo'lishiga olib keladi.

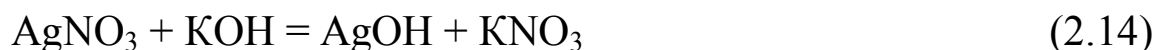


Oltin va kumush kislorod ishtirokida ishqoriy metallning sianidli tuzlarida eriydi:



Kumu oksidi  $\text{Ag}_2\text{O}$  kora jigarsimon rangda bo'lib quyidagi usulda olinadi:

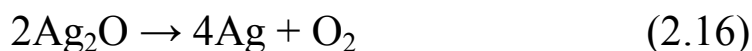
$\text{AgNO}_3$  eritmasiga ishqor eritmasi quyiladi natijada qoramtir gidrooksid cho'kmasi quyidagi reaksiya bo'yicha hosil bo'ladi.



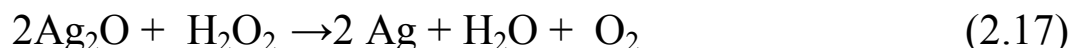
Eritmani cho'kmadan ajratib kichik chinni idishga o'tkazilib, suv bilan yuviladi va  $50-60^\circ\text{C}$  da quritiladi. Kumush oksidi quyidagi reaksiya bo'yicha hosil bo'ladi:



Kumush oksidini  $250^\circ\text{C}$  da qizdirganimizda u kumush va kislorodga parchalanadi:



Vodorod pereoksid uni uy sharoitidayok metallgacha kaytara oladi:



$\text{AgBr}$  – kumush bromidi uz xossalariga kura kumush xloridga uxshash. U ammiakli eritmalarida, tiosulfat eritmalarida, sulfitva sianit eritmalarida yaxshi eriydi va metall xoligacha oson qaytariladi.

AgI - kumushning yodli birikmasi AgCl va AgBr dan farqli o'laroq ammiakli eritmalarda erimaydi ammo CN<sup>-</sup> va S<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>2-</sup> ionlari ishtirokida amiakka nisbatan kuchliroq kompleks birikma hosil qiladi.

Kumushning qiyin eruvchi galogenlarining xarakterli tomoni shundaki ular yorug'likka sezgirlik qobiliyatiga ega bo'lib, yorug'lik ta'sirida kumush galogenlari erkin metall va galogenga parchalanadi:  $2AgI = 2Ag + I_2$ .

Kumush galogenlarining bu xususiyatlari ulardan fotomateriallar tayyorlashda asos bo'lib xizmat qiladi. Ularning yorug'lik sezgirlik xususiyati quyidagi qator bo'ylab o'sib boradi AgI < AgCl < AgBr, shu sababdan fotomahsulotlar tayyorlashda ko'pincha kumush bromidi ishlatiladi.

### Nazorat savollari

1. Oltinning fizik xossalariga nimalar kiradi?
2. Kumushning fizik xossalariga nimalar kiradi?
3. Oltin va kumushning kimyoviy xossalariga nimalar kiradi?

### 3 - ma'ruza

#### OLTIN VA KUMUSHNING RUDA VA MINERALLARI

#### Reja:

1. Ruda konlarining turlari.
2. Oltin minerallari.
3. Kumush minerallari.

**Kalit so'zlar:** ruda, mineral, tomirsimon, sochma konlar, endogen, ekzogen, sulfidli rudalar, marg'umushli rudalar, uglerod tarkibli rudalar.

Oltin konlari tomirsimon va sochma konlarga bo'linadi. Tomirsimon konlar ham o'z navbatida endogen va ekzogen konlarga bo'linadi. Bu konlar rudalari tarkibi minerallari har xilligi bilan boshqalaridan ajralib turadi, kelib chiqishiga ko'ra ular gidrotermal sinfga mansubdir. Bu konlarning kelib chiqishi turli xil chuqurliklardan olinishiga asoslangan bo'lib ular 10 metrdan 4-5 kilometr gacha cho'ziladi. Tomirsimon endogen

konlar tomirlar(jila)i, sayoz tomirli rudalardan iborat bo'lib, ularning chuqurligi 10metrdan 1000metrgacha uzunlikda bo'lishi mumkin. Bunday mustahkam va yirik tomirlarni Kolar(Hindiston)da uchrab, uzunligi 20km, chuqurligi 3,2km va tomir qalinligi 1,2km, Mazer-Lod(AQSH)da uzunligi 200km, shuningdek Enisey va O'rta Osiyo tog'larida.

Tomirsimon rudalarning mineralogik tarkibi juda murakkab. Bu rudaning asosiy tarkibini kvars egallab u rudada 10%dan 95-98%gacha yetadi. Shuning bilan birgalikda uning tarkibida kam miqdorda temir sul'fid(pirit), mis(xalkopirit), mishyak(arsenopirit), qo'rg'oshin, rux, vismut, kumush. Sulfid bo'lmagan minerallar oksid shaklida, karbonat shaklida, barit, turmalin, kaolin, gematit, magnetit, uglerod slanslari, grafit shaklida uchraydi.

Tomirsimon endogen konlar mahsulot tarkibi va hosil bo'lish sharoitiga ko'ra 2guruhga bo'linadi. Oltin-sulfidli-kvarsli ruda –kvarsruda va tomirlaridan iborat bo'lib 0,5-30% sulfide mineralidan iborat. Oltin bu rudalarda bir xil taxsimlanmagan. Oltin yirikligi mayindan to yirik bo'lak va balki erkin holda ham uchraydi. Ruda tarkibida oltin miqdori 10-50uramdan 1000 g/t gacha yetadi. Bunday konlar Kanada, AQSH, Braziliya, Avstraliya, Gana, Zimbabveda keng tarqalgan.

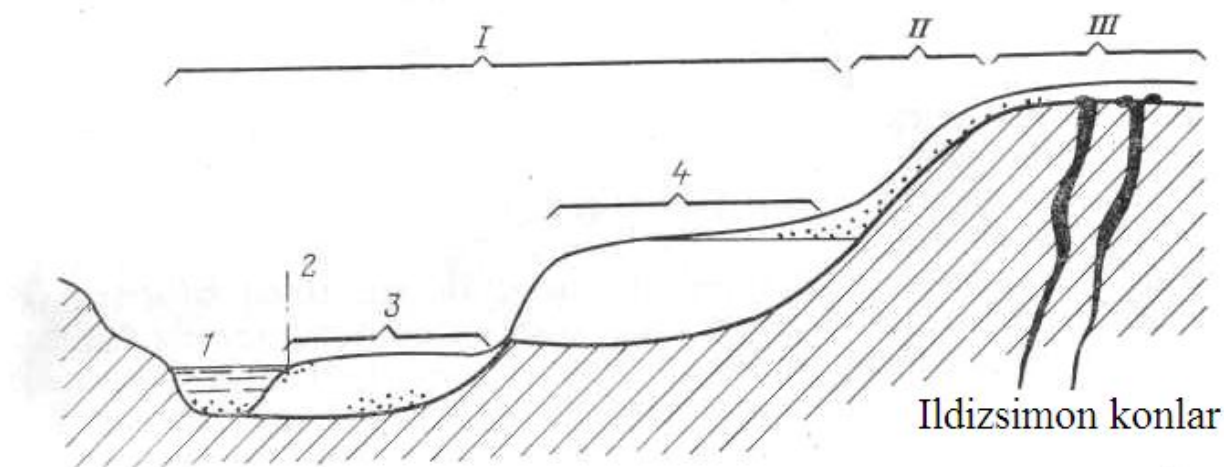
Sulfidli rudalar qatlamlardan, mayda tomirlardan tashkil topadi. Oltin rudada mayin zarra shaklida uchrab miqdori 1-2g/t dan oshmaydi. Bu rudalardan oltin yo'ldosh usulda mili, ruxli rudalarni qayta ishalsh vaqtida ajratib olinadi. Sulfidli oltintarkibli rudalar quyidagi guruxlarga bo'linadi: oltin-piritli, oltin-mishyakli, oltin-misli, oltin-surmali, oltin-uranli va oltin yarimmetalli rudalar.

Ekzogen oltin konlari – bu mis kolchedan va yarimmetalli mineral konlaridan iborat. Bu zonalar oksidli temir birikmalari bilan qoplangan bo'lib «jelezniy shlyapki» deb ataladi va ular ildizsimon oltin rudalariga boy bo'ladi va sanoatda muhim ahamiyatga ega. Bunday rudalar Ural va Qozog'istonda qayta ishlanadi.

Sochma oltin konlari – bu yumshoq oltinga boy mahsulotlar bo'lib ular tomirsimon rudalarning parchalanishi hisobiga hosil bo'lgan.

Elyuvial sochma rudalar tomirsimon rudalarning yuzaga chiqishi yoki ulardan qutulish natijasida hosil bo'ladi.

Delyuvialniy sochma konlari qiyaliklarning elyuvial harakatlanishidan hosil bo'ladi. 1-Rasm. Ular kambag'al rudalar sinfiga mansub bo'lib shuning uchun sanoat miqyosida qo'llanilmaydi.



**3.1-rasm.** Daryo bo'yi konlarining ko'ndalang kesim yuzi sxemasi: I – allyuvialniy, 1 – daryo o'zani, 2 – qiyalik, 3 – vodi, 4 – pog'onali; II delyuvial, III – elyuvial.

Allyuvial sochma konlarga pog'onali, vodiylil, qiyali va o'zanli konlarga bo'linadi. Pog'onali sochma konlar daryo o'zanlarining faoliyati natijasida hosil bo'ladi.

Og'ir fraksiya hisoblanmish sochma konlarning mineralogik tarkibi kassiteritdan, volframitdan, sheelitdan, ilmenitdan, kolumbitdan, granatomdan, rutildan, sfenomda, topazomdan, sirkoniydan iborat. Bu minerallarning rudadagi miqdori shuningdek oltinning granulometrik shakli va uning zarralari shakli boyitish jarayoniga ta'sir etadigan asosiy omillardan hisoblanadi. Sanoatda qayta ishlanadigan rudalar tarkibidagi oltin zarralarining yirikligi 0,1dan 4mm gacha bo'ladi. Oltin shaklining o'lchamiga ko'ra quyidagi guruhlariga bo'linadi: kesakli, sharsimon, yassi va silliq, cho'zinchoq(lentasimon, tayoqchali).

Oltinning passiv metalligini inobatga oladigan bo'lsak u minerallarda erkin holda uchraydi. Erkin oltinning odatiy qo'shimchalari bular kumush, mis, temir kam miqdorda mishyak, vismut, tellur, selen va boshqalar. Zarrachalarda erkin oltinning miqdori 75-90%, kumush 1-10%(bazan bu ko'rsatgich 20-40%gacha ko'tarilishi mumkin), temir va mis 1%. Mis rudalarida ba'zida oltin mis-oltin shaklida uchraydi, mi-nikel rudalarida –

palladiyli, platinali, rodiyli oltinlar uchraydi. Erkin oltin minerallari quyidagi jadvalda keltirilgan.

Minerallardan kimyoviy birlashmaga ega bo'lganlaridan bular tellurid oltini (kalaverit  $AuTe_2$ , silvanit  $AuAgTe_4$ , krennerit  $AuAgTe_2$ , petsit  $Ag_3AuTe_2$  va boshqalar), shuningdek aurostibit  $AuSb_2$ .

**3.1-jadval.** Oltin minerallari 3 guruhga bo'linadi.

Guruhlar	Minerallar	Kimyoviy formulasi	Izoh
Erkin oltin va uning qattiq eritmalari	Erkin oltin..... Elektrum..... Kuproaurid..... Amalgama..... Bismutoaurid.....	Au Au, Ag Au, Cu Hg, Au Au, Bi	15% gacha Ag 15 dan 50% gacha Ag 20% gacha Cu 34% gacha Au 4% gacha Bi
Oltinning tellurli birikmalari	Klaverit..... Sil'vinit..... Petsit ..... Nagiagit.....	$AuTe_2$ $(AuAg)Te_2$ $(AuAg)_2Te$ $Au(Pb, Sb, Fe)_8$ $(S, Te)_{11}$	Kimyoviy birikmalari beqaror.
Platina guruhi bilab birikkan oltin	Krennerit..... Platinali oltin..... Rodit..... Porpesit..... Aurosmirid.....	$Au, Te_2$ $AuPt$ $Au, Rh$ $Au, Pd$ $Au, Ir, Os$	10% gacha Pt 30-40 gacha Rh 5 dan 11% gacha Pd 5% gacha Os va 5,7% gacha Ir

Erkin oltin ruda tarkibida turli xildagi noto'g'ri shakllarda joylashgan bo'ladi: ilmoqsimon, simsimon, taram tomirli, g'ovak, tangachali, tarmoqlangan, donador va boshqalar.

Erkin oltin bo'laklarining o'lchami keng ko'lamda o'zgaruvchan bo'lib-mikraskopda ham ko'rinmaydigan maydaligdan to 10-100kg li kata

samarodkalarga bo'linadi. Oxirgi holat kamdan kam hollarda kuzatiladi. Aksariyat oltin miqdori ruda tarkibida mayin 0,5-1,0mm holda uchraydi.

Oltinning yirikligi-uning muhim texnologik xususiyatlaridan biri hisoblanadi. Oltin bo'laklarining yirikligiga ko'ra quyidagi texnologik guruhlarga bo'lishimiz mumkin:

a) yirik oltin – bo'laklar yirikligi 0,1 mm(> 100 mkm), solishtirganda yanchish natijasida ruda minerallaridan oson ajraladi va gravitatsiya usulida boyitiladi(juda yirik: 1-5mm; sof yoxud tug'ma oltin 5mm dan yirik);

b) mayin oltin – Bo'laklar o'lchami 0,1dan 0,001mm(100dan 1mkm)gacha – yanchish natijasida qisman ajraladi va yaxshi flotatsiyalanadi, sianidda yaxshi eriydi ammo gravitatsiyada qiyin ajraladi;

v) mayin zarrali — bo'laklar o'lchami 0,001 mm (< 1 mkm);

g) juda kichik oltin — bo'laklar o'lchami 0,1 mkm dan kichik.

### **3.1. Sulfidli rudalarning o'ziga xosligi.**

Yirik oltin bo'laklari yanchish jarayoni natijasida ruda minerallaridan oson ajraladi va gravitatsiya usulida boyitilganda oson ushlab qolinadi, ammo yomon flotatsiyalanadi va sianid eritmalarida sekin eriydi. Mayin oltin yanchish jarayonida sof holda kam holda uchraydi, qisman boshqa minerallar bilan birga keladi. Mayin tug'ma oltin yaxshi flotatsiyalanadi, sian eritmalarida tez eriydi, ammo gravitatsiya usulida yomon ajraladi. Mayinzarrali oltin – ko'p hollarda sulfid minerallari bilan bog'langan bo'lib yanchish natijasida kam miqdorda yuzasi ochiladi asosiy qism oltin pirit va arsenopiritda qoladi. Bunday oltin minerallari sian eritmalrida erimaydi, gravitatsiya va flotatsiya usulida u sulfidlari bilan birga ajraladi. Mayin zarrali oltin rudalari qiyin ajraluvchi rudalarga mansub bo'lib undan oltin maxsus usullarda ajratib olinadi.

Oltinning zarralarining yuzasi temir oksid va marganets, argentit ( $\text{Ag}_2\text{S}$ ), kovellin( $\text{CuS}$ ), galenit ( $\text{PbS}$ ) va boshqa minerallar bilan qoplangan. Oltin yuzasidagi qavatlar yanchish vaqtida ham hosil bo'lishi mumkin.



### 3.2. Kumush minerallari

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

Kumushning minerallaridan quyidagi birikmalar mavjud:

- 1) Kerargirit  $\text{AgCl}$  minerali oksidlangan rudalarda uchraydi.
- 2) Argentit yoki kumush yaltirog'i- $\text{Ag}_2\text{S}$  sulfidli rudalarda uchraydi, ko'pincha tarkibida  $\text{Cu}_2\text{S}$  bo'ladi.
- 3) Getit  $\text{Ag}_2\text{Te}$  minerali gidrotermal konlarida uchraydi.
- 4) Surma-kumush, margumush-kumush sulfidli minerallari:  
stefanit  $5\text{Ag}_2\text{S}$ ,  $\text{Sb}_2\text{S}_3$ , pirargirit  $3\text{Ag}_2\text{S}$ ,  $\text{As}_2\text{S}_3$ , diskrazit  $\text{As}_3\text{Sb}_2$  polimetall rudalarda ko'p tarqalgan.
- 5) Polibazit  $9(\text{Ag,Cu})(\text{Sb,As})_2\text{S}$  va kumush tarkibli tetraedrat  $3(\text{Cu,Ag})_2\text{S}$ ,  $\text{Sb}_2\text{S}_3$ .
- 6) Argentoyarizit  $\text{AgFe}_3(\text{OH})_6(\text{SO}_4)_2$  - temir tug'ma (jelezniye shlyapka) toshida bo'ladi.

Ayrim qazilmalarga ko'ra oltin konlar hosil bo'lishining so'nggi bosqichida gidrotermal eritmalardan ajralib, turli moddalar tarkibida, oralig'ida turli zarralar holida qotgan. Masalan, shu oltin, kvars, turli sulfidlar, ko'pincha pirit va arsenopirit tarkibida jamlangan.

Ayrim qulay hollarda oltin zarralar 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 halaqit beruvchi jins shaklda ishtirok etadi. Ayrim holda oltin sulfidlar bilan adashgan holda 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, eroziya, yemirilish, hamda daryo suvlari, shamol-tufonlar ta'sirida parchalanish, mayda zarra va qumlar shaklida boshqa joyga « ko'chib » to'planadilar va sochma oltin konlarini vujudga keltiradilar.

Tug'ma oltin konlari O'zbekistonning Zarafshon va Uchkuduqda - Muruntov, Daugiz tog', Amantay tog', Marjonbuloq, Toshkent viloyatidagi Qovuldi, Qizil Olma, Namangan viloyatidagi Pirmirob, Uzoqsoy kabi konlarda uchraydi.

### **Nazorat savollari**

1. Oltinning asosiy konlari qanday turlarga bo'linadi?
2. Ildizsimon konlar deganda nimalar tushuniladi?
3. Sochma konlarga qaysilari kiradi?

### **4 - ma'ruza**

## **OLTIN VA KUMUSH TARKIBLI RUDALARNI QAYTA ISHLASHGA TAYYORLASH VA BOYITISH JARAYONLARI**

### **Reja:**

1. Oltin tarkibli rudalarni boyitishga tayyorlovchi jarayonlar.
2. Oltin tarkibli rudalarni qayta ishlashga tayyorlovchi jarayonning asosiy dastgohlari.
3. Yirik ruda bo'laklarini saralash va dastlabki boyitish.

**Kalit so'zlar:** oltin va kumush tarkibli rudalar, asosiy dastgohlar, tegirmonlar, yirik bo'laklarni saralash.

Oltinli rudalardan oltin va turli qimmatbaho metallarni ajratib olishda turli xil boyitish, gidrometallurgik va pirometallurgik usullar ishlatiladi: saralash, gravitatsiya usulida boyitish, flotatsiyalash, amalgamatsiyalash, sianlash, eritish. Ko'p hollarda bu jarayonlar bir biri bilan qo'shilgan holda birlashtirilgan sxemada amalga oshiriladi. Boyitish usulini tanlashda ruda bo'laklarini o'lchamlariga, mineralogik tarkibiga bog'liq. Boyitishga tayyorlash jarayonlari quyidagilardan iborat: maydalash, yanchish, tasniflash, g'alvirlash, kuydirish.

Ko'pchilik zamonaviy oltin qazib oluvchi fabrikalarda maydalash jarayoni ikki yoki uch bosqichda amalga oshiriladi. Konlardan olingan rudalar yirik bo'lib(500mm dan 1500mm gacha), avvalo ularni oltin yuzasini oshish uchun maydalash va yanchish kerak.

#### **4.1. Maydalash va yanchish.**

Bu jarayonlarning asosiy vazifalari erkin(sof) oltin yuzalarini qisman yoki to'liq ochish va keyingi boyitish hamda gidrometallurgik jarayonlarga tayyorlab berishdir. Maydalash va yanchish jarayonlari elektr energiyani ko'p talab qiluvchi jarayonlardan bo'lib umumiy sarf xarajatlarning katta ulushini egallaydi (40-60%).

Modomiki ko'pchilik rudalardan oltin va kumushni ajratib olishning asosiy jarayoni gidrometallurgik usul bo'lsa, unda yanchish darajasi oltin va kumush minerallarini eritmalar bilan yaxshi ta'sirlashini ta'minlashi kerak. Rudalarni yanchish bosqichlarini aniqlab olish uchun ular avval tajriba sharoitida tadqiq qilib ko'riladi. Agar oltin ruda tarkibida mayin holatda joylashgan bo'lsa, shuncha mayin yanchish kerak. Ruda tarkibida oltin yirik holatda bo'lsa, yanchish jarayoni ham yirikroq holda (0,4mm 90%) amalga oshiriladi. Ko'pchilik rudalar tarkibida yirik oltin bilan birga mayda oltin uchraydi va bunday rudalar juda mayin holda yanchiladi(0,074 mm). Ba'zi hollarda rudalarni undanda mayda holda yanchishga to'g'ri keladi(0,044mm). Boyitish darajasini tanlashda iqtisodiy unumdorlikka erishishda quyidagi omillarni inobatga olish maqsadga muvofiqdir:

1. rudadan oltinni ajralish darajasi;
2. tezkor yanchishda reagentlar sarfining oshishi;
3. belgilangan o'lchamdagi rudani olish uchun qo'shimcha yanchishga ketadigan xarajatlar;
4. mayin zarrali rudalarning quyultirish va filtirlash jarayonidagi qiyinlashuvi va qo'shimcha xarajatlarni talab qilishi.

Maydalash va yanchish jarayonlari ruda tarkibi fizik xossalari asoslanib tanlanadi va o'zgartiriladi. Ruda avvaliga jag'li va konusli maydalagichlarda yirik va o'rta maydalashga jo'natiladi, so'ngra elanadi, ba'zida mayin maydalash uchun uchinchi bosqich maydalashga yuboriladi. Ikki bosqichli maydalashdan so'ng yirikligi 20 mm bo'lgan mahsulot olinadi, uch bosqichli maydalashdan so'ng esa 6mm li mahsulot olinadi.

Maydalash jarayoni deb, kelayotgan ruda o'lchamini kichraytirish jarayoniga aytiladi. Boyitish va metallurgiya korxonalariga kelayotgan tog' jinslari turli o'lchamda bo'lib, ularda qimmatli minerallar va keraksiz

jins bir-biri bilan yopishib monolit massa hosil qilgan. Rudaning 15-120 mm kattalikdagi parchalanish jarayonini maydalanish deyish mumkin. Maydalashdan so'ng rudaning ko'p qismi 5 mm dan katta bo'ladi. Minerallar yuzasini ochish va jinslarni bir-biridan mexanik ajratish uchun ularni maydalash kerak. Monolit jins bo'lakchalarining o'zaro bir-birini tortish kuchini o'zish, ezish, zarba, ishqalanish yoki shu usullarning jamlanmasi bilan amalga oshiriladi. Maydalash usuli va maydalagich turini tanlash rudaning fizik-mexanik xususiyatlariga va talab etilgan o'lchamga bog'liq bo'ladi. Korxonalarda rudalarni va boshqa yirik bo'lakli mahsulotni maydalash uchun jag'li, konusli, valli, bolg'ali maydalagichlar ishlatiladi. Rudani quruq holda maydalash kerak. Har zamonda maydalash jarayonida suv ham ishlatilib turadi (changib ketganda va loyqani yuvishda).

Maydalash jarayonida asosiy texnologik ko'rsatkich bu maydalash darajasidir .

$$i = D_{\max}/d_{\max}$$

$D_{\max}$  - maydalashdan oldingi rudaning o'lchami.

$d_{\max}$  - maydalashdan so'ng rudaning o'lchami.

#### 4.1-jadval. Maydalashning umumiy xarakteristikasi.

Bosqichi	Rudaning o'lchami, mm		K	Asosiy agregatlarning ishlatilishi
	D max	dmax		
Yirik	300-1500	100-300	3-6	Jag'li, konusli, bolg'ali maydalagich
O'rta	100-300	10-50	3-8	Jag'li, konusli maydalagich
Kichik	10-50	3-10	3-8	Qisqa konusli, valli maydalagich

Maydalashning turlari:

A) bolg'ali maydalash.

B) ezg'alab maydalash.

V) zarba ta'sirida maydalash.

G) ishqalanish ta'sirida maydalash.

Jagʻli maydalagich - parchalanish jarayonlari qoʻzgʻalmas va qoʻzgʻaluvchan jagʻlar orasida rudaning maydalanish hisobiga oladi. Maydalagichlarning tishlari silliq va mayda tishli boʻlishi mumkin.

Konusli maydalagich - ikki konus oʻrtasida ruda toʻxtovsiz maydalanadi. Ichki konus maydalagichning tuzilishiga bogʻliq boʻlmagan holda 2-40 burchak ostida oʻrnatilgan oʻzining vali atrofida aylanadi.

Valli maydalagich - oʻrta va mayda maydalash uchun ishlatiladi. Yuklanayotgan material aylanayotgan vallar yordamida qabul qilinib maydalaniladi va maydalagich ostida boʻshatiladi.

Bolgʻali maydalagich - ruda boʻlaklarini aylanayotgan bolgʻalar yordamida maydalashga asoslangan.

Jagʻli maydalagich 4 xil boʻladi:

1. Vertikal shaklli osma jagʻli maydalagich.
2. Gorizontal shaklli osma jagʻli maydalagich.
3. Murakkab harakatiga ega boʻlgan osma jagʻli, ya'ni eksentrik valli maydalagich.
4. Konussimon maydalagich .

Konusli maydalagichlar boyitish fabrikalarida va metallurgiyada eng keng ishlatiladigan maydalagich turi hisoblanadi. Bu maydalagich yirik (KKD), oʻrta(KSD) mayda(KMD) maydalagich turlariga boʻlinadi. Bu maydalagich jagʻli maydalagichlariga nisbatan qoʻyidagi afzalliklarga ega:

Tegirmonni tanlash dastlabki mahsulotni yirikligi va fizik xossalari (qattiqligi, qovushqoqligi, zichligi). Kerakli yanchish darajasi va yuzasini ochish, yanchilgan mahsulotning granulometrik tarkibi kerakli ishlab chiqarish unumdorligiga bogʻliq boʻladi.

Yanchish darajasi quyidagi asosiy faktorlarga bogʻliq: yanchish uchun sarflangan qoʻshimcha xarajat, asosiy metallni ajratib olish darajasi, reagent sarfining oshib borishi.

Xom ashyoni yanchish koʻpgina sanoat tarmoqlarida keng tarqatilgan texnologik jarayon hisoblanadi. Rangli metallurgiyada flotatsiya va gravitatsiya usullarida boyitish uchun rudani tayyorlash bosqichi sifatida ishlatiladi. Yanchish jarayonlari mahsulotning xossasi va yanchish darajasiga bogʻliq holda u yoki bu konstruksiyali tegirmon tanlanadi. Tegirmonning asosiy turlari: barabanli, titrama, halqasimon. Barabanli koʻrinishdagi tegirmon keng qoʻllaniladi.

Foydali qazilmalarni yanchish jarayonlarini boyitish fabrikalarida bir yoki bir nechta bosqichda bo'ladi. Yanchish jarayoni ochiq va yopiq shaklda borishi mumkin. Bu jarayon tegirmonlarda amalga oshiriladi.

Yanchish jarayoni qattiq materiallarga fizikaviy ta'sir ettirib uni ezish yanchishdan iboratdir. Yanchish jarayonlarining maydalash jarayonlaridan farqi shundaki bunda material 5mm dan katta bo'lmagan o'lchamda chiqadi. Yopiq shaklda ishlagan tegirmonning samaradorligi yuqori bo'ladi va yanchilgan mahsulotning bir xil o'lchamga chiqishiga yordam beradi. Tegirmonlarning samaradorligi aylanma yuklamaga bog'liq. Aylanma yuklama yopiq shaklli jarayon bu tegirmonlarning unumdorligini oshiradi. Tegirmonlar ikki xil bo'ladi.

1. Mexanik tegirmonlar .

2. Aerodinamik tegirmonlar.

Tegirmon ichida materialni ezadigan jismlar bo'lsa, buni mexanik tegirmon deyiladi va aksincha tegirmon ichida materialni ezadigan jism bo'lmasa, buni aerodinamik tegirmon deyiladi. Materialni ezadigan jismlarga metall sterjenlar, sharlar, toshlar va boshqalar kiradi. Tegirmon - har xil xom ashyolarning kattaligini 5mm gacha kichik o'lchamga maydalovchi mashina-mexanizimlardir.

Tegirmonlarning shakli va yanchish usullariga karab shartli ravishda 5 turga bo'lish mumkin.

1. Baraban ( soqqali, sterjenli, toshli, o'ziyanchar ).

2. G'altak, juvali, halkasimon, fraksion soqqali.

3. Bolg'ali.

4. Korpusi qo'zg'almas titrama.

5. Aerodinamik tizilama.

Barabanli tegirmonlarning texnik va iqtisodiy samarali ishlashi yanchish rejimiga bog'liq bo'lishi bilan bir qatorda butana zichligi va tegirmonning to'ldirilishi darajasiga ham bog'liq bo'ladi. Tegirmonni ishlashiga yanchayotgan materialning xususiyati tegirmonning himoya qatlamini dastlabki va oxirgi yanchilayotgan mahsulotning o'lchami uning yanchilishi, tegirmonning konstruktiv xususiyatlari ham jiddiy ta'sir etadi. Yanchayotgan material sifatida po'lat sharlar, sterjen va ruda bo'laklari ishlatiladi. Tegirmonni ichki katlamini yemirilishdan saqlash uchun

himoya qatlami olinadi. Yanchayotgan materialning turiga qarab soqqali, sterjenli, o'zi yanchar va yarim o'zi yanchar tegirmonlari ishlatiladi.

Yanchish ko'p hollarda ikki bosqichda olib boriladi.

1-bosqich. O'zi yanchar tegirmonlar.

2-bosqich. Soqqali yoki sterjenli tegirmonlar ishlatiladi.

Yanchish rejimi 3 xil bo'ladi:

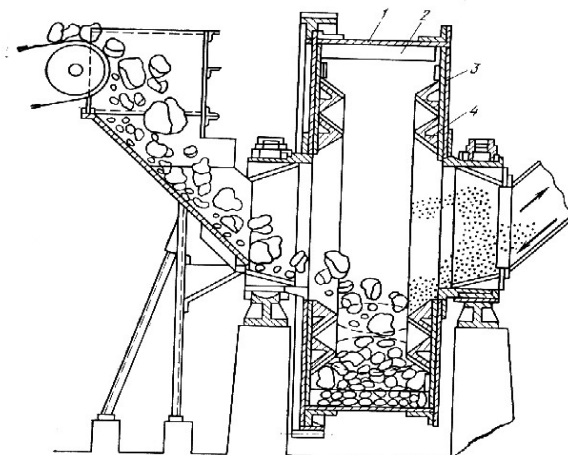
Kaskadli, sharsharasimon, aralash.

Tegirmonlarning ishlash unumdorligi qo'yidagi omillarga bog'liq:

1. Dastlabki rudaning qattikligi va yirikligiga.
2. Butananing zichligi.
3. Tegirmonning to'ldirilish darajasi.
4. Soqqalarning o'lchami va ularning sifati, miqdori.
5. Barabanning ichki hajmi va chiqarish tuynuklari o'lchami.

Rudaning yirikligi va qattiqligi oshgan sari tegirmonning zo'riqishiga va ishlab chiqarish unumdorligining pasayishiga olib keladi. Shuning uchun tegirmonni ruda va yanchish materiallari bilan to'ldirilish darajasi 35-40% dan oshmasligi kerak.

Maydalangan ruda suvli muhitda ishlovchi sharli va sterjinli tegirmonlarga tushadi. Rudalar asosan ikki bosqichda yanchiladi. Hozirgi vaqtda MDH va chet el oltin ishlab chiqaruvchi zavodlari ham rudalarni tayyorlashda o'zi yanchar tegirmonlardan keng foydalanilmoqda. Rudalarni yanchish havoda va suvli muhitda maxsus tegirmonlarda amalga oshiriladi. Bo'laklarning yanchilish darajasi sharli tegirmonlarga qaraganda pastroq, tegirmonning o'zi yanchilish diametri 5,5-10m.



**4.1-rasm.** Quruq muhitda ishlovchi aerofol tegirmon.

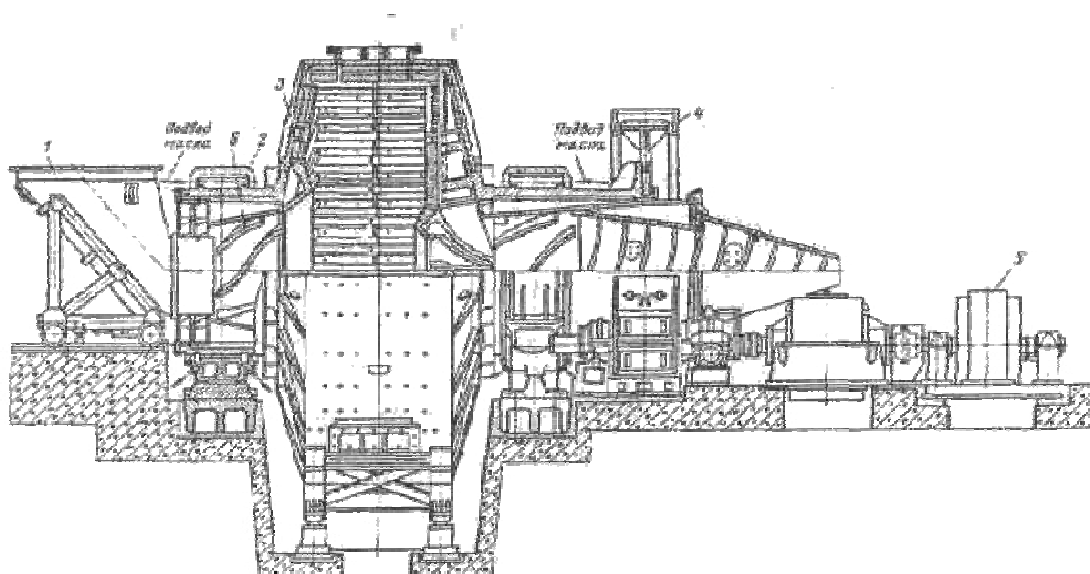
Quruq muhitda yanchish uchun Aerofol tegirmonlar qo'llaniladi. Unda poydevorga o'rnatilgan qisqa baraban -1 mavjud. Baraban ichida bir biridan ma'lum masofada joylashgan to'sin balkalar bo'lib ular baraban aylanish vaqtida rudalarni ko'tarishga ixtisoslashgan. Ruda yuqoridan to'kilishi bilan astdagi rudani ezadi shuningdek tushish vaqtida polkaga urilib eziladi va yirik rudalar chayqalib urilib eziladi. Yon tomonda qopqoqlar 3 mavjud, ular uchburchak aylanalarga – 4 mustahkamlangan bo'lib rudalarni markazga yo'naltirishga mo'ljallangan. Tegirmonning aylanish tezligining eng yuqori ko'rsatgichi 80-85% ni tashkil qiladi.

Aerofol tegirmonlarda rudani yanchish sharli tegirmonga qaragan olingan mahsulotning bir xil bo'lishida ko'proq afzallikka ega. Aerofol tegirmonda yanchilgan ruda oson filtirlanadi va oson cho'kadi. Bu tegirmonlarda yanchilgan rudaning gidrometallurgik uslubda qayta ishlalishi natijasida sian reagenlar sarfi 35%ga qisqaradi, oltinni ajratib olish esa 4% ga o'sadi. Ammo bu uchun ruda juda quruq bo'lmag'I agar namlik 1,5-2%dan oshsa jarayonning samaradorligi pasayadi. Shuningdek bu jarayonda kata miqdorda chang chiqishi ishni murakkablashtiradi, shu sababli yanchishning suvli muhitda olib borilishi kengroq tarqalgan.

**4.1. Suvli muhitda o'zi yanchar tegirmonlar.** Bu tegirmonlar qisqa barabanli, konussimon qopqoqqa ega, Barabanlari sapfa qurilmasi orqali podshipniklar asosida aylanadi. Yanchilgan ruda tegirmondan setkalar yordamida bo'shatiladi. Tegirmon «Kaskad» mexanizmi- yopiq siklda ishlab klassifikator yoki gidrosiklon bilan birga o'rnatilgan.

Ruda shag'alli o'ziyanchar jarayon suvli muhitda amalga oshiriladi. Bunda ruda setkadan beriladi. Yirik tosh,ruda bo'laklari yanchuvchi vsita bo'lib xizmat qiladi va shu orqali yanchish bosqichi aniqlanadi.





**4.2-rasm.** Suvli muhitda ishlovchi o'zi yanchar tegirmon:

- 1 – chiqarib yuklaydigan varonka; 2 - podshipnik; 3 – tegirmon korpusi;  
4 – tishli uzatma; 5 – elektr dvigatel; 6 – pul'pa beradigan spiral.

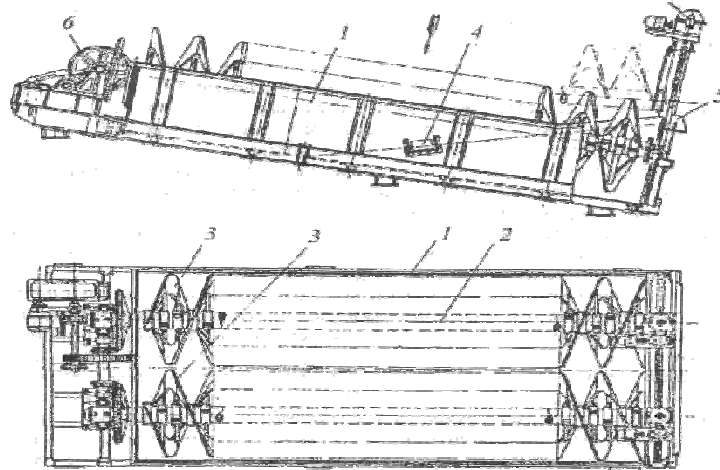
Birinchi bosqich yanchishga o'lchami 300+100mm bo'lgan toshlar qo'llaniladi, ikkinchi bosqichga -100+25mm li tosh ishlatilib, elesh jarayonida g'alvirlardan foydalanamiz. Tegirmonlarning ish unumdorligini oshirish va ruda shag'al chiqindilarini yo'qotish uchun ko'p hollarda qo'shimcha shar (7-8% ) qo'shishdan foydalaniladi.

Oltin tarkibli rudalarni qayta ishalshda odatiy usullarga qaraganda o'zi yanchar tegirmonlarda qayta ishlash bir qancha afzalliklarga ega:

1. Rudalarni o'rta va mayin maydalashga hojat qolmaydi.
2. Yanchishga sarflanadigan po'lat(sharlar, sterjinlar) sarfi kamayadi.
3. Bu usulda yanchish natijasida keying jarayonlarda reagentlar sarfi kamayadi.
4. Elektr energiya sarfi kamayadi.
5. Mehnat unumdorligi oshadi.
6. Oltin ajatib olish darajasi oshadi.

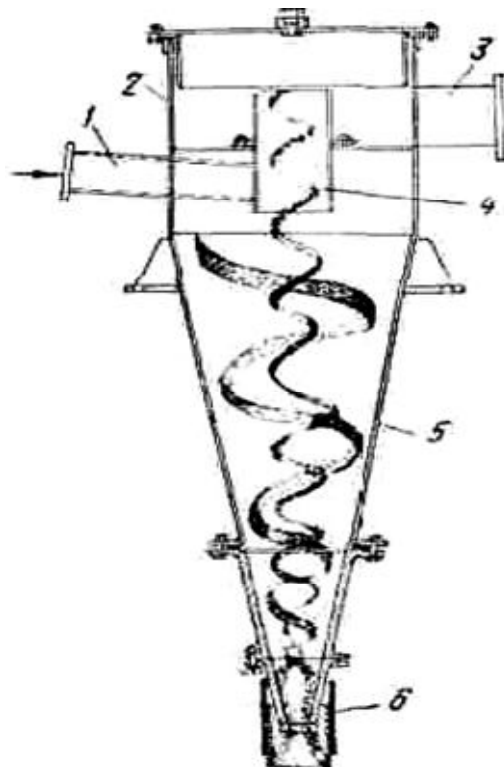
**3.** Yanchilgan mahsulotlarni sinflarga ajratuvchi qurilmalar zavodlarda ko'p joyni egallaydi. So'nggi vaqtlarda ko'pchilik oltin ishlab chiqaruvchi fabrikalarda sinflarga ajratuvchi qurilmalar sifatida qo'llaniladigan spiralli, reykali, kosali klassifikatorlar o'rniga turli konstruksiyadagi gidrosiklonlarni qo'llash keng tarqaldi.

Oltinli rudalar gidrometallurgik qayta ishlashdan yoki flatatsiyalashdan oldin shlam oltinga birlashtiriladi(обесшламливание), agar shlamda oltin kam bo'lsa texnologik jarayonga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Oltinli zarralarni, minerallarni shlamlarni birlashtirish uchun gidrasiklon yoki quyultirgichlar ishlatiladi.



**4.3-rasm.** Ikki spirally klassifikator.

1-tog'ora; 2-val; 3-spiral; 4-ta'minlovchi bunker; 5- sliv bunker; 6-uzatma; 7- ko'tarish qurilmasi.



**4.4-rasm.** Gidrosiklon.

## Nazorat savollari

1. Rudalarni boyitishga tayyorlarga nimalar kiradi?
2. Maydalash tegirmonlarini qanday turlari bor?
3. Yanchish tegirmonlarining qanday turlari bor?

## 5 - ma'ruza

### RUDALARDAN OLTINNI AJRATISHNING GRAVITATSION USULI

#### Reja:

1. Oltinni cho'ktirish mashinalarida ajratib olish.
2. Oltinni shlyuzlarda boyitish.
3. Oltinni konsentratsion stollarda boyitish.

**Kalit so'zlar:** cho'ktirish mashinalari, shlyuzlar, konsentratsion boyitish, izotermik, yiriklik darajasi, izobarik.

Nodir metallar boshqa metallardan yuqori zichligi bilan ajralib turadi va u bilan birga kelgan minerallar ham zichligi yuqori bo'ladi. Shu sababdan tug'ma holdagi nodir metallarni ajratishda gravitatsiya usulida boyitish samara beradi. Ko'pchilik oltin tarkibli rudalar tarkibida ma'lum miqdorda sof oltin (+1)mm, uchrab nafaqat flatatsiyada yomon ajraladi balki gidrometallurgiyada ham yomon ajraladi. Shu sababdan rudalarni boshlang'ich gravitatsiya usulida boyitib yirikllari ajratib olinadi, ularning chiqindiga chiqishini oldini oladi va tezroq sotish maqsadida tayyor mahsulot olinadi.

Zamonaviy amaliyotda ildizsimon konlar rudalaridan oltin ajratib olish uchun gravitatsiya usulida boyitishda quyidagi asosiy dastgohlar qo'llaniladi: cho'ktirish mashinalari, shlyuzlar, konsentratsion stol, barabanli konsentratorlar, qisqa konusli gidrosiklonlar.

**5.1. Cho'ktirish mashinalarida oltin ajratib olish.** Cho'ktirish mashinasida boyitish mineral zarralarning zichligi hisobiga tebranuvchi oqimda ajralishiga(cho'kishiga) asoslangan.

Gravitatsiya usulida boyitish ruda bo'lakchalarining zichligi va yirikligi hamda formasiga asoslangan.

Minerallar zichligiga ko'ra qo'yidagi turga bo'linadi:

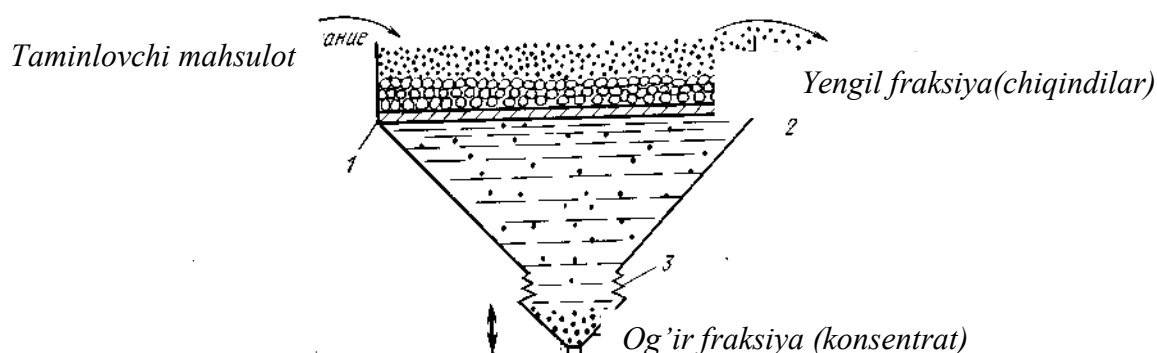
1. Og'ir - zichligi 4000 kg/m<sup>3</sup> dan ortiq tug'ma oltin;
2. O'rta - zichligi 2700-4000 kg/m<sup>3</sup>;
3. Engil - zichligi 2700 kg/m<sup>3</sup> gacha.

Gravitatsion ajratib olish natijasida olingan mineral zarrachalar guruhi fraksiya deyiladi. Yuzaga chiqqan zarrachalar engil fraksiya, cho'kkanlari og'ir fraksiya, muallaq holdagisi esa qiyin fraksiya deyiladi.

Gravitatsion boyitish - konchilikda foydali qazilmalarni boyitish usullaridan biri minerallar zichligi orasidagi farq hisobiga amalga oshiriladi. Gravitatsion boyitishning cho'ktirib ajratish boyitish stollarida ajratish suv qyunlarida (gidrotsiklon) boyitish va boshqa turlari mavjud. Gravitatsion boyitish har xil muhitlarda borishi mumkin. Suvli boyitishda suv, og'ir suspenziyalarda, pnevmatik boyitishda havo bilan bu jarayon davom etadi.

Fraksiya - toifa, bo'lak, guruh, sinf-aralashmaning o'rtacha xossalaridan farq qiluvchi xossaga ega bo'lgan va undan ajratib olingan qismiga aytiladi.

Fraksion analiz - zichliklari har xil bo'lgan fraksiyalar cho'ktirib saralash ma'dantosh tarkibidagi javharlarning zichligi va solishtirma og'irlikliklarining farqi hisobiga ularni bir- biridan ajratish jarayoni pulsatsiyalanuvchi muhit suv va havoda olib boriladi. Cho'ktirib saralash gravitatsion boyitishning eng ko'p tarqalgan turidir.



**5.1-rasm.** Cho'ktirish mashinasi.

Yanchilgan ruda (5.1-rasm) bo'tana shaklida cho'ktirish mashinasining setkasiga beriladi. Mayda mahsulotni boyitish vaqtida setka ustiga boshlang'ich sun'iy to'shag to'shaladi. Sun'iy toshagnining zichligi

og'ir fraksiya zichligidan past, yengil fraksiya zichligidan yuqori bo'lishi shart. Oltinli rudalarni boyitish vaqtida sun'iy to'shak sifatida metal o'qlardan yoki gematit rudalaridan foydalaniladi. To'shak bo'laklarining yirikligi boyitiluvchi mahsulot yirikligidan 3-6 marta kata bo'lishi kerak. Pul'pa materiallari to'shag ustida setgaga tomon harakatlanadi. Qattiq zarralar cho'kish kuchi ta'sirida tez to'shakka cho'kadi, ammo ularning cho'kish tezligi har xil. Bu og'ir zarralarda yengilga qaraganda tezroq. Suvning yuqoriga ko'tarilishida bo'sh tog' jinslari yuqoriga harakatlanadi og'ir oltinli zarralar esa ko'tarilmay cho'kib qoladi. Pasayib boruvchi oqimda oltin setga tomonga harakatlanishga ulguradi va yengil fraksiyani orqada qoldiradi. Diafragmalar yordamida doimiy suv pulsatsiyasi ta'minlanadi, natijada mahsulotlar zichligiga ko'ra qatlamlarga ajraladi: oltin va boshqa o'gir fraksiyalar to'shag orasidan o'tadi va setga ostiga bo'shatiladi, yengil zarra va bo'sh tog' jinslari to'shag ustki qatlamida qoladi va slivnoy parog deb ataluvchi og'izdan bo'shatiladi. Cho'ktirish mashinasiga suv mahsulot bilan birga beriladi, shuningdek ma'lum miqdorda suv setga(g'alvir) ostidan qo'shimcha berilishi mumkin.

Boyitishning uzluksiz siklida ishlaydigan cho'ktirish mashinasining tushagida minerallar uch qavat qilinib joylashtiriladi: ustki qavatida zichligi kichik zarrachalar, o'rta zichlikka ega bo'lgan zarrachalar o'rta qavatda, zichligi katta bo'lgan zarrachalar quyi qavatda joylashgan.

Ikkinchi sex sharoitida ishlaydigan OMR-1A cho'ktirish mashinasidagi to'shak balandligi setka tekisligidan 160mm balandlikda joylashadi. OMR-1A to'shagida minerallardan aniq ajralishi qo'yidagilarga bog'liq:

1. Dastlabki mahsulot to'shak sirtiga to'g'ri berilishiga.
2. Yengil fraksiyadan bo'shatilishiga.
3. Og'ir fraksiyasidan cho'ktirish kamerasiga yuklanishiga.
4. Yengil zarrachalarda to'shak ustiga chiqishiga bog'liq.

Dastlabki mahsulot to'shakning butun yuzasi bo'yicha tekis taqsimlanishi kerak. Bo'tana oqimi yengil fraksiyasidan tarqalishiga yetarli bo'lishi va og'ir fraksiya zarrachalarini yuvib yubormasligi kerak. Oqim tezligi kamayganda yengil fraksiyalar yig'ilib qolib cho'kish jarayonning to'xtalishiga olib keladi.

OMR-1A havo kameralariga ega. Mashina korpusi alohida joylashgan uchta kameradan iborat. Cho'ktirish rejimiga pulsatsiya chastotasi va havo bosimning ta'siri katta havo bosimi ortganda oqim tezligi va tebranish amplitudasi ortadi. Qiya tekislikda suv oqimida boyitish - suv oqimining dinamik ta'siri ostida rudazarrachalarining harakatlanish xarakteriga qarab farqlanishiga asoslanadi. Mineral zarralarining ajralishi qiya tekislikda chuqurligi kichik bo'lgan suspenziya oqimi harakatlanishi asosida amalga oshiriladi.

Cho'tirish mashinalarining asosiy yutug'lari quyidagilar: tasniflanmagan mahsulotlarni ham qayta ishlash imkonining mavjudligi; yuqori ishlab chiqarish unumdorligi; pulpaning suyuq:quyuq fazasi past holida ham ishlay olish imkonining mavjudligi.

## **5.2. Oltinni shlyuzlarda boyitish.**

Sochma kon (oltin, volfram, qalay va kamyob metallar) rudalarini boyitishda shlyo'z deb ataluvchi dastgohdan foydalaniladi.

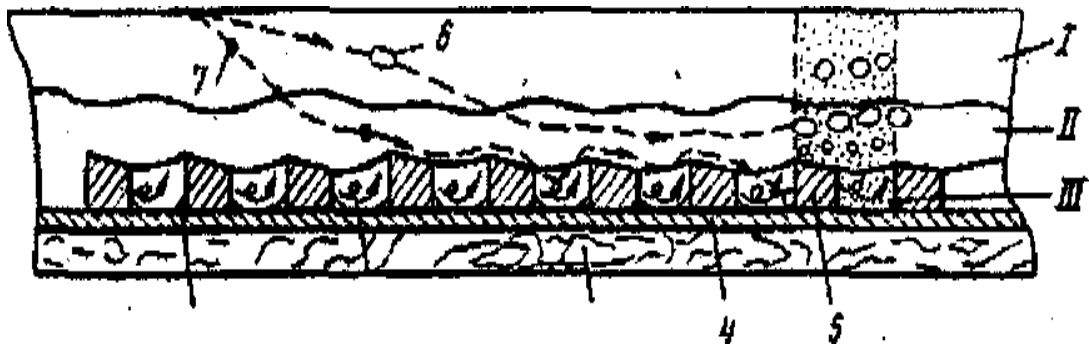
Shlyuz - to'g'ri burchak shakldagi qiya tarnovchadan iborat bo'lib, uning tubiga trafaret yoki juni o'siq, mato (kigiz, tuki o'siq, movut, g'adir-budir rezina va h.k.) to'shaladi.

Shuningdek, metal trafaretlar ham ishlatiladi. Ular suvning uyurma (girdob) oqimini hosil qiladi, g'adir-budir materialdan tayyorlangan qoplamalar esa shlyo'zning tubi bo'ylab harakatlanayotgan zarrachalarga qarshilikni oshiradi va quyi qatlamlarda suv harakatini pasaytiradi.

Trafaret va qoplamalar shlyo'zlar ishining sifat ko'rsatkichlarini belgilovchi muhim omil hisoblanadi.

Trafaretlarning balandligi suv oqimi chuqurligidan katta bo'lmasligi kerak, o'z navbatida u boyitilayotgan mahsulot yirikligiga harab tanlanadi. Odatda oqim chuqurligi boyitilayotgan mahsulotning eng katta zarrachasi o'lchamidan 2-3 marta katta bo'lishi kerak.

Bo'tana shlyo'z bo'ylab harakatlanganda minerallar aralashmasidagi zarrachalar zichligi va yirikligiga harab ajraladi.



5.2-rasm. Bo'tananing yuzasi.

1-bo'shliq,; 2-uyurma oqimlar; 3-shlyo'z tubi; 4-mat; 5-trafaret; 6-yirik yengil zarracha va uning yo'li; 7-mayda og'ir zarracha va uning yo'li.

I - muallaq holdagi zarrachalar qatlami;

II - birlamchi konsentratsiyalash qatlami;

III - oxirgi konsentratsiyalash qatlami;

Avval shlyo'z tubiga og'ir minerallar cho'kadi; ular trafaretlar orasida to'planadi va g'adir-budir yuzada ushlab qolinadi. Yirik mayda toshlar hamda yengil zarrachalar suv oqimi bilan shlyo'zdan chiqib ketadi.

Vaqt o'tishi bilan trafaretlar orasi va junli qoplama uyalari (ko'zlari) da og'ir mineral zarrachalari yig'iladi. Yig'ilib-yig'ilib oxiri uyalar to'ladi va shlyo'zga mahsulot berish to'xtatiladi. Cho'kkan mahsulot shlix deyiladi. Shlix ajratib olinadi.

Cho'kmani ajratib olish operatsiyasi chayish deyiladi. Avval yuqori qatlamda qolgan yengil zarrachalarni ajratib olish uchun shlyo'zga suv beriladi. Keyin suv berish to'xtatiladi va trafaretni ajratib olishga kirishiladi, bunda to'plangan mahsulot suv bilan yaxshilab yuvib tushiriladi. Bu mahsulot yog'och yoki metall kurakchalar yordamida shlyuz tubi bo'ylab yuqoriga ko'tarib beriladi (bo'sh tog' jinslarini ajratish uchun). Yirik bo'laklar qo'l bilan olib chiqindilar to'planadigan maydonga jo'natiladi. Shlyuz tubida qolgan homaki konsentrat alohida idishga yuvib tushiriladi va shlyuz yaqinida joylashgan tozalash dastgohlariga uchun yuboriladi.

Junli matoni yuvish maxsus idishda amalga oshiriladi. Shlyo'zlarda cho'kmani ajratib olish ancha qiyin, ko'p mehnat sarflanadigan operatsiya hisoblanib, hozirgi ishlab chiharilayotgan zamonaviy shlyuzlarda bu jarayon avtomatlashtirilgan.

Shlyuzlarning asosiy texnologik ko'rsatkichlari: qattiq zarrachalarning

bo'tanadagi miqdori (bo'tananing zichligi), oqimning chuqurligi, shlyo'zning qiyalik burchagi, shlyuz tubining turi, shlyuzning kengligi. Ular boyitilayotgan mahsulotning xossalriga harab tanlanadi.

Bu ko'rsatkichlar ishlab chiharish unumdorligi, ajralish va boyitmaning sifati kabi boyitish ko'rsatkichlarini belgilaydi.

### 5.1-jadval. Avtomatik shlyo'zlarning texnik harakteristikasi

Parametrlar	SHA-1M	34-KS	346-KS
Yuzaning o'lchami, mm: o'zunligi, kengligi	1800 x900	1800x 1800	1800 x1800
Yuzaning umumiy maydoni, m <sup>2</sup>	8	16	16
Yuzalar soni	5	5	5
Shlyo'zda boyitishda yuzaning qiyalik burchagi, gradus	9x45	9x45	4x12x45
Boyitiluvchi mahsulotning yirikligi, mm	0,3 gacha		
Elektrodrigatel quvvati, kVt	1,7	1,7	0,4
"Gabarit o'lchamlari, mm: o'zunligi, kengigi, balandligi	1650x 1345 x3320	2840x 2250x 3320	2810x 2205 x3540
Og'irligi, t	2,5	2,28	1,41

Chuqur to'ldiriluvchi shlyuzlar qalinligi 40-50 mm li taxtadan to'g'ri burchak kesimli qilib tayyorlangan tarnovchadan iborat. Shlyo'zlarning o'zunligi 150-180 m, kengligi 0,9-1,8 m, chuqurligi (balandligi) esa 0,75 dan -9 m gacha bo'ladi. Shlyo'zning qiyalik burchagi 2-3°. Shlyuz tubiga trafaret to'shaladi. Ko'pincha, trafaretlar orasida cho'kuvchi mayda og'ir minerallarni ushlab qolish uchun butun shlyuz tubi bo'ylab trafaret ostidan junli mato joylashtiriladi.

Mayda zarrachali mahsulotni boyitish uchun sayoz to'ldiriluvchi shlyuzlardan foydalaniladi. Bunday shlyuzlar tubiga kigiz, dag'al tukli movut, karderoy, velvet kabi qoplamalar to'shaladi.

Shlyuzlarning solishtirma ishlab chiqarish quvvati mahsulotning yirikligi, boyitmaning chiqishi va junli qoplamaning turiga qarab 2 dan 30 t/m<sup>2</sup> sutkani tashkil qiladi.

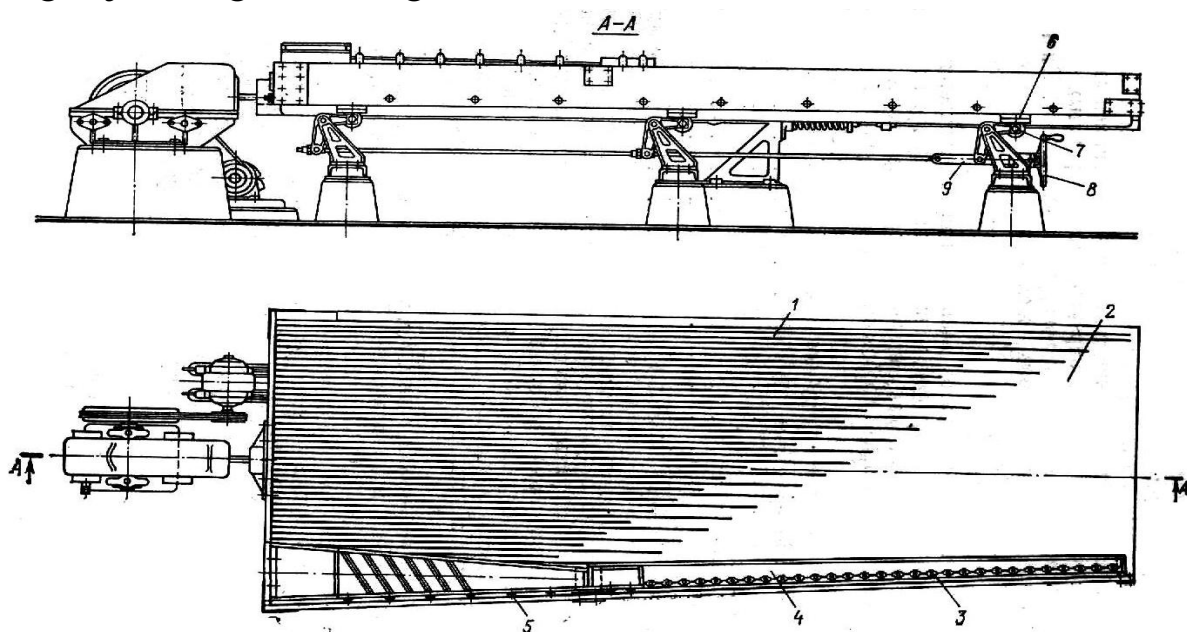


Shlyuzlarda boyitishga sarflanadigan suvning hajmi mayda mahsulotni boyitishda va qiyalik burchagi katta bo'lganda sarflanadigan suv miqdori har  $1 \text{ m}^3$  ruda uchun  $3-10 \text{ m}^3$ , 200-300 mm yiriklikdagi rudani boyitishda esa  $1 \text{ m}^3$  ruda uchun  $100 \text{ m}^3$  gacha suv sarflanadi.

### 5.3. Oltinni konsentratsion stollarda boyitish.

Cho'ktirish mashinasidan olingan graviokonsentrat qo'shimcha boyitish uchun yuvish jarayoniga jonatiladi(перечистке). Bu vazifani bajarishda konsentratsion stollardan foydalaniladi.

Stollarda boyitish – mineral zarralarning suvli oqimda zichliklar farqi evaziga ajralishiga asoslangan.



**5.3-rasm.** Konsentratsion stol SKM-1. 1-tayanch plastinkasi; 2- rolikli tayanch; 3- maxovik qurulmasi; 4- vint; 5- rifli; 6- deka; 7- suv berilishini nazorat qiluvchi harakatlanuvchi plankasi; 8- yuvilgan suv hovuzchasi; 9- yuklash bo'lmasi.

SKM-1A konsentratsion stoli sosna daraxtidan tayyorlangan doska va uning ustidan qoplangan rezinadan iborat tekislikdir. Qiya tekislik deka deyiladi. Stolning tebranish chastotasi 275-300 ayl/min, deka qadami 15-20mm. Bo'tana stolning yuklanish qismiga beriladi va dekaning qiyalik burchagiga bog'liq tezlik bilan oqib tushadi. Suspenziya oqimining harakatlanishi natijasida og'ir minerallar riflilar yordamida ushlab qolinadi, yengil zarrachalar esa o'z harakatini davom etiradi. Boyitish

stollari gravitatsiya usulida boyitishning asosiy dastgohlarida biridir. Boyitish stoli qo'yidagi qismlardan iborat.

1. Forma yoki stanina - stolining tayanch tagligi bo'lib xizmat qiladi.
2. Dekka - boyitish stolining qiya tekisligi - ishchi organ.
3. Yassi - qobirg'alar ( narifleniya ).
4. Harakatga keltiruvchi mexanizm.
5. Xom ashyo bo'tana qabul qilish qutisi eng tepada joylashadi.
6. Romb shaklidagi suv taqsimlagich.

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

Stol ilgari lama bo'ylama harakat bilan tebranadi. Suv bilan bo'tana yuvib turiladi. O'lchami 0-2mm bo'lgan ruda zarralari, bunday stollarda yaxshi sarflanadi. Zichligi katta bo'lgan zarralari, qobirg'alar orasidan, stol chetiga surilib pastga to'kilib og'ir material boyitmani tashkil etadi. Yengil qum zarralari suv bilan tez ko'tarilib, yuvilib, stol boshi va o'rta qismida pastga tushib to'planib chiqit va oraliq mahsulot sifatida to'planadi. Stol oxirida eng og'ir, o'rta og'ir va og'irroq zarralar ilonizsimon birin ketin oqim bilan ajratilib chiqish kuzatiladi. Stoldagi har bir zarracha bo'ylama kuch, og'irlik kuchi, enlama kuch, suv yuvish kuchi ta'sir etadi. Natijaviy kuch rombning diagonalini

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

#### **5.4. Og'ir muhitda boyitish jarayoni nazariyasi.**

Og'ir muhitda boyitish jarayoni zarrachalar aralashmasini zichligi bo'yicha gravitatsiya yoki markazdan qochma maydonda ajratishga asoslangan bo'lib, muhitning zichligi ajratilayotgan zarrachalar zichliklari oralig'ida bo'lishi kerak. Zichligi muhit zichligidan kichik bo'lgan

minerallar muhit yuzasiga suzib chiqadi, og'irlari esa cho'kadi. Og'ir muhit sifatida og'ir organik suyuqliklar, og'ir tuzlarning suvli eritmaları va og'ir aralashmalar – ya'ni og'ir minerallarning o'ta mayda zarrachalarining suv bilan aralashmasi qo'llanilishi mumkin.

Tuzlar aralashmasi va og'ir organik suyuqliklar narxining qimmatligi va ish faoliyatini qayta tiklashning qiyinligi tufayli sanoatda qo'llanilmaydi. Og'ir aralashmalarda boyitish keng qo'llaniladi.

Aralashmaning barqarorligi uning asosiy xususiyatlaridan bo'lib, boyitish jarayonida mineral zarralarning ajralish tozaligiga ta'sir qiladi. Aralashmaning barqarorligi deganda vaqt birligida qatlam bo'yicha berilgan zichligini saqlab turish qobiliyati tushuniladi.

Aralashmaning barqarorligi qattiq zarrachalarning cho'kish tezligi bilan aniqlanadi va og'ir suyuqlikning zarrachalari o'lchamiga, haroratiga va uning zichligiga bog'liq.

Aralashmaning barqarorligiga og'ir suyuqlikning tarkibini to'g'ri tanlash, aralashmani mexanik aralashtirish va unga normallashtiruvchi moddalar qo'shish orqali erishiladi.

Aralashmaning barqarorligini oshirish uchun unga tuproq, juda mayda zarrachali og'irlatgichlar, yoki suyuq shisha, oltingugurt alyuminatlar (0,001-0,5%) qo'shiladi.

Aralashmaning qovushqoqligiga ta'sir etuvchi omillar – og'ir muhit zarrachalarining o'lchami (qumoqlilik tarkibi) va ularning aralashmadagi hajmiy konsentratsiyasi. Og'ir muhit zarrachalarining o'lchami qancha katta bo'lsa, uning qovushqoqligi shuncha kamayadi.

Og'ir muhit aralashmasini tayyorlash quyidagicha olib boriladi: aralashma zarrachalarini maydalash, yanchish, tasniflash va maxsus aralashtirgichda suv bilan aralashtirish hamda og'ir muhitda saralash uskunasiga yuborish.

Og'ir muhit aralashmasini uzoq muddat ishlatish uning tarkibini boyitilayotgan mahsulot zarrachalari bilan ifloslanishiga olib keladi. Aralashmaning dastlabki xususiyatini tiklash uchun regeneratsiya qilinadi va jarayonga qaytariladi. Regeneratsiya jarayonida aralashmani boyitish mahsulotlaridan ajratiladi va zarrachalar yuzasidan aralashmani yuvib tushuriladi. Agar og'ir muhit aralashmasi magnit xususiyatiga ega bo'lsa,

boyitish stolida yoki flotatsiya mashinasida tozalanadi.

Foydali qazilmalarni moddiy tarkibining har xilligi va aralashmaning fizika-mexanik xossalari, yuqori sifatli ajralishga ega bo'lish zaruriyati va boshqa omillar ko'p turdagi og'ir muhit saralagichlarini yaratishga sabab bo'ldi. Ular quyidagi asosiy belgilari bilan farqlanadi:

- 1) qo'llaniladigan og'ir muhit aralashmasi bilan: suv aralashmali va havo aralashmali;
- 2) minerallarning ajralish sharoiti bilan: statik va markazdan qochma;
- 3) og'ir fraktsiyani bo'shatish usuli bilan: gidravlik va mexanik;
- 4) ajraladigan boyitish mahsulotlari soni bilan: ikki mahsulotli va uch mahsulotli.

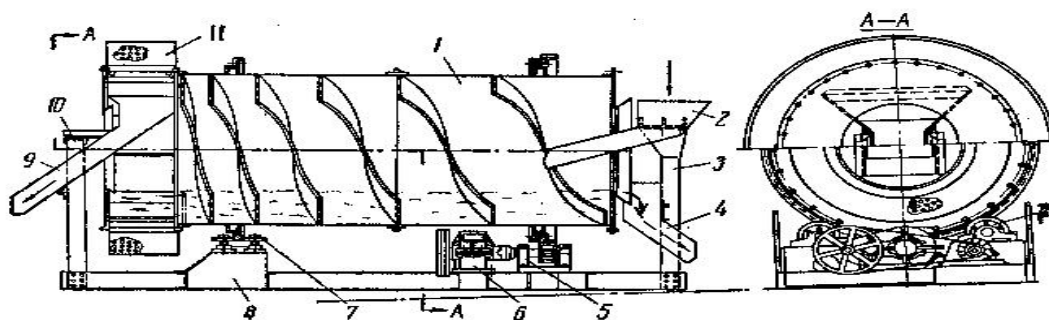
Yirik donador (o'lchami 6 mm dan katta) mahsulotlarni boyitishda statik sharoitda ajratish asosida ishlaydigan saralagichlar qo'llaniladi.

Mayda donador (o'lchami 6-1 mm) mahsulotlarni boyitishda dinamik sharoitda ajratish asosida ishlaydigan saralagichlar – siklon va sentrifugal qo'llaniladi.

Mahsulotlarni spiral orqali bo'shatadigan barabanli saralagich rangli va qora metall rudalarini va nometall foydali qazilmalarni boyitishda qo'llaniladi.

Saralagichning barabani tashqi joylashgan roliklarda turadi va yurituvchi yordamida bir daqiqada 3; 4 va 6 marta tezlikda aylanadi.

Barabanga yon tomonda joylashgan qopqoqlarning biri orqali aralashma yuklanadi. Bosh mahsulot yuklanadigan va yengil zarralar bo'shatiladigan tomon tuynugi diametri og'ir fraktsiya bo'shatiladigan tomon tuynugi diametridan kata bo'ladi.



**5.4-rasm.** Mahsulotni spiral yordamida bo'shatuvchi barabanli saralagich.

1 - baraban; 2 –mahsulotni yuklash uchun tuynuk; 3 - mahsulotni yuklash tuynugini ushlab turuvchi tirgak; 4 - yengil mahsulotni bo'shatuvchi ariqcha; 5 - kichik harakatlantiruvchi shesterna bo'g'ini; 6 - reduktor; 7 - tayanch gildiraklar; 8 - saralagich ramasi; 9 – og'ir mahsulotni bo'shatuvchi ariqcha; 10 – og'ir mahsulotni bo'shatuvchi ariqchani tayanch bo'g'ini; 11 - elevator; 12 – spiral.

Barabanning ichki yuzasida qo'sh spiral mahkamlangan bo'lib, cho'kkan mahsulotni elevator qurilmasi tomon tashishga xizmat qiladi.

Mahsulotlarni spiral orqali bo'shatadigan barabanli saralagichlar uch xil o'lchamda ishlab chiqariladi:  $D = 1800$ ,  $D = 2500$  va  $D = 3000$  mm.

Barabanning uzunligi uning diametridan ikki barobar uzun. Ishlab chiqarish unumdorligi boyitilayotgan mahsulot yirikligiga va saralagichning o'lchamiga qarab 20 dan 250 t/soat gacha bo'lishi mumkin.

### **Nazorat savollari**

1. Oltinni gravitatsion boyitishga qanday usullar kiradi?
2. Cho'ktirish mashinalarining ishlash prinsiplari qanday?
3. Konsentratsion stolda boyitishning afzalligini nimada?

### **6 - ma'ruza**

## **OLTIN SAQLOVCHI RUDALARNI SIANLASH JARAYONINING FIZIK-KIMYOVIY ASOSLARI**

### **Reja:**

1. Sianlash jarayonining umumiy xossalari.
2. Sianlash jarayonining kimyoviy tezligi.
3. Sianlash jarayoniga ta'sir etuvchi omillar.

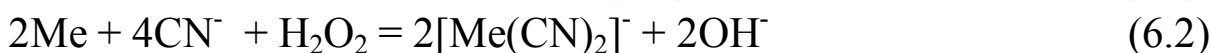
**Kalit so'zlar:** siyanlash jarayoni, kimyoviy tezlik, kation, anion, oksid-gaz bo'lim chegarasi, diffuziya.

Yuqorida o'tilgan mavzularda biz oltinni gravitatsiya usulida boyitish va amalgamatsiya usulida ajratib olishni ko'rib chiqqan edik. Bu usullarda oltinni ajratib olish yirik o'lchamli oltin zarrachalari uchun yuqori natija

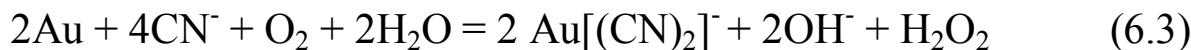
beradi, lekin yirik zarrachalar bilan birga oltin rudalarida kichik o'lchamli oltin zarrachalari ham uchraydi. Bunday kichik zarrachalarni amalda gravitatsiya va amalgamatsiya usulida ajratib olib bo'lmaydi, shu sababli oltin zarrachalari chiqindi tarkibida qolib ketadi.

Kichik o'lchamli oltin zarrachalarini ajratib olishni asosiy usullaridan biri bu sianlash jarayonidir. Sianlash jarayonining asosiy mohiyati - nodir metallarni ishqoriy va ishqoriy yer metallari bilan hosil qilgan tuzlar va kislorod yordamida eritishdan iborat.

Sianlash jarayonida oltin va kumush kislorod yordamida  $Me^{+1}$  holigacha oksidlanadi va eritmaga kompleks anion ko'rinishda o'tadi. Jarayonning umumiy kimyoviy ko'rinishi quyidagi 2 ta ketma-ket reaksiya orqali boradi:



Oltin bilan ko'pincha birinchi reaksiya amalga oshadi, ya'ni:



Kumush uchun esa ikkinchi reaksiya boradi:

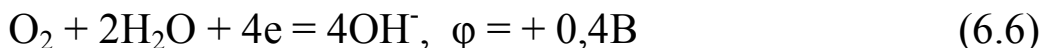


Sianlash jarayoni bu elektrokimyoviy jarayondir:

Oltinning erishiga asosiy sabab uning kompleks ion hosil qilishidir  $Au(CN)_2$  (kumush uchun  $Ag(CN)_2$ ). Oltin va kumush juda yuqori erkin energiyaga ega bo'lib ular sian eritmalari ishtirokida kompleks ion hosil qilishi mumkin.  $Au(CN)_2$  ionini hosil bo'lish erkin energiyasi  $\sim 277,875$  kDj ga teng, kumush uchun esa  $Ag(CN)_2 \sim 289,100$  kDj ga teng. Oltin kompleksi sian ionlarining metall yuzasida diffuziyasi sababli hosil bo'ladi. Ular suv malekulalarini siqib chiqarib metal bilan ta'sirlashadi va natijada oltin anion kompleks hosil bo'ladi va oltin eritmaga o'tadi:



Shunday qilib oltin ionining yo'qotilishi valent elektronning erkinlashishi oltinning elektronlarini berilishi bilan izohlanib u mikroelementda galvanik tok hosil qiladi va anodga aylanadi. Katod bo'limida kislorodning qaytarilishi kuzatiladi va natijada ma'lum miqdorda vodorod pereoksid hosil bo'ladi.



Yuqorida keltirilgan reaksiyalar orasida sekin boradigani bu kislorodni qaytarilishidir. Kumush yordamida bu jarayon ham tezlashadi. Bu jarayonning mohiyati shundan iboratki molekula holidagi kislorod parchalanib (dissotsiyalanib) atom holida o'tadi. Atom holidagi kislorod kumush bilan reaksiyaga kirishib oksid parda hosil qiladi. Natijada kumush kislorod molekulalarini dissotsiyalanishini tezlashtiradi va gidrooksid ionlari hosil bo'lishiga olib keladi.

Sianlash jarayonida sian eritmasining 0,02-0,05 % li eritmasi ishlatiladi. Oltin kompleks holda erib eritmaga o'tadi, bunda asosiy komponentlardan biri kisloroddir. Kislorod o'rniga boshqa oksidlovchilar ishlatish mumkin. Masalan: Natriy peroksid, Bariy peroksid va ozon.

Yuqorida keltirilgan moddalar birining kamayishi jarayonni sekinlashishiga olib keladi. Kislorod va sian konsentratsiyasini oshib ketishi salbiy natija beradi, chunki kislorod va sian eritmasi eritma tarkibidagi qo'shimcha metallarni eritishga olib keladi va bu esa oltin ajratib olishni qiyinlashtiradi.

Sianlash jarayoni olib borish temperaturasi 20-45<sup>0</sup>Cda olib boriladi.

Undan yuqorida sian moddasining bug'lanishi yuzaga keladi.

**2.** Metallni eritishga qaratilgan kislodning diffuziyasi avvalo diffuziyaning gaz holatdan suyuq holatga o'tishiga bog'liqdir. Gaz va suyuqlik fazalari orasida chegara bo'lib bu chegara 2 qatlamdan iborat - gaz va suyuq, qaysiki gazning eritmaga o'tishiga qarshilik ko'rsatadi. Diffuziyaning 1-qatlami ikki tomon qatlamning konsentratsiya farqi

hisobiga kelib chiqadi. Suyuqlik chegarasidagi qatlam diffuziyasi gazlar yuzasidagi konsentratsiya farqi sababli bo'lib, suyuqlikning barcha massasi bo'lgan chegara qatlamidan tashqaridir. Gazning gaz holatdan suyuq holatga o'tishi gazning suyuqlikda erishining birinchi bosqichini asoslaydi. Bunday holat almashinishi chegara qatlamining parda qarshiligiga va diffuziya tezligiga bog'liq.

Kislorodning erishi o'zida qiyin eruvchi gaz shaklida namoyon bo'ladi qarshilik suyuqlik chegara qatlamida aniqlanadi.

Kislorodning suvda yoki kuchsiz sian tuzlarida erishi harakatlanuvchi kuch gazning chegara qatlamida diffuziyasini chaqiradi, unga mutanosib ravishda kislorodning gaz va suyuqlik yuzasidagi konsentratsiya farqi asosiga:

$$R'_{\text{д}} = K_{\text{г}}(P_{\text{г}} - P_{\text{ж}}),$$

Bunda  $K_{\text{г}}$  – gaz qatlami pardasi diffuziya koeffitsenti;  $P_{\text{г}}$  – gaz fazasidagi gaz konsentratsiyasi, yoki gazning partsial bosimi, at;  $P_{\text{ж}}$  – gazning chegara qatlamidagi kislorod konsentratsiyasi, yoki kislorodning partsial bosimi, at.

Shu kuch bilan bog'liq suyuq qatlamning diffuziya chaqiruvchisi,

$$R''_{\text{д}} = K_{\text{ж}}(C_{\text{г}} - C_{\text{ж}}),$$

Bunda  $K_{\text{ж}}$  – suyuq qatlam pardasi diffuziya koeffitsenti;  $C_{\text{г}}$  – suyuqlik qatlami chegarasidagi erigan kislorod konsentratsiyasi,  $\text{g}/\text{sm}^3$ ;  $C_{\text{ж}}$  – bu ham, suyuqlik fazasi ichida.

Qachonki diffuziyaning harakatlanuvchi kuchi gaz va suyuq chegara qatlamida rteng bo'lsa, unda  $R'_{\text{д}} = R''_{\text{д}}$ , yoki

$$K_{\text{г}}(P_{\text{г}} - P_{\text{ж}}) = R''_{\text{д}} = K_{\text{ж}}(C_{\text{г}} - C_{\text{ж}}).$$

Kislorodning havodan  $18^{\circ}\text{C}$  da va umumiy bosimi 1at bo'lganda suvga yutilishidagi sharoitni qaraymiz. Suvning kislorod bilan to'yinishi atmosferadagi toza kislorodning konsentratsiyasi oxirgi eritmadagisi  $0,0000457 \text{ g}/\text{sm}^3$  gateng. Shubxasiz kislorodning konsentratsiyasi  $0,0000457 \text{ g}/\text{sm}^3$  dan 0 gacha bo'lishi mumkin.



Havoning umumiy bosimi 1 at teng bo'lsa, kislorodning portsiyal bosimi  $P_r=0,2096$  at teng bo'ladi. Shartli ravishda qabul qilamiz  $K_r = K_{\kappa}$ , va olamiz:

$$P_{\kappa} = 0,2096 - (C_r - C_{\kappa}).$$

Bunda ko'proq ahamiyat  $(C_r - C_{\kappa})$  ga qaratilib u 0,0000457 ga yetishi mumkin,  $P_r$ ni qiymatini  $P_{\kappa}$ qiymatiga teng deb qabul qilishimiz mumkin. Shunday qilib kislorodning eritmadagi konsentratsiyasini hal qiluvchi omil bosim hisoblanib, Genri ( $C_{\kappa} = kP$ ) qonuniga asosan kislorod konsentratsiyasi uning atmosferadagi portsiyal bosimiga to'g'ri proportsionaldir.

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. Qaysiki tajribada disk yuzasi ( $R=2.0$  sm.) o'zgarmas saqlangani holda, sinil konsentratsiyasi o'zgarishi kichik bo'lgani uchun e'tiborga olinmadi, kinetik egri chiziqlari to'g'ri funksiyadan iborat bo'ladi.

Bu jarayonning solishtirma erish tezligini hisoblashga imkon berdi:

Q

$$\text{Ya'ni} \quad V = \frac{Q}{S \cdot \tau},$$

Bunda: Q - kumushning eritmaga utish miqdori, mol/l;

S - disk yuzasi  $\text{sm}^2$  ;

$\tau$  - erish davomi sekund.

Keyingi kumushning sinil konsentratsiyasiga bog'liq holda eritmaga o'tish o'zgarishi va undagi  $25^{\circ}\text{C}$  da porsial bosim tasvirlangan ( $\omega = 1100$  ayl/min).

Bu natijalardan ko'rinib turibdiki kumushning erish tezligi, faqat sinil eritmasini past konsentratsiyasiga bog'liq 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.

Darhaqiqat, kumush diskning erishi porsial bosimga uncha bog'liq bo'lmaydi. Buni yanada yaxshiroq kuzatish uchun, kumush disk erish tezligining uning aylanish tezligiga va harorat o'zgarishiga bog'liqligini ko'rib chiqaylik. Tajribalar natijasi shuni ko'rsatdiki, kumushning erish tezligi, diskning aylanishining kvadrat ildiz ostiga bog'lik 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.

Sanoat sharoitida oltinni sinil tuzlarida eritish o'ta murakkab holatda kechadi. Tajribada qo'llangan oltin metali shakli faqat tajriba 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 jarayonining samarali borishi deb qarash mumkin.

Bunda erigan kislorodning diffuziyasining ishonchli borishini ta'minlash kerak. Eng omilkor sharoit uchun CN va O<sub>2</sub> larning diffuziya tezligi barobar bo'lishi kerak.

Sinil CN konsentratsiyasini o'ta ko'payishi, erish jarayonini oshirmaydi. Tajribalar shuni 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 ushlab oson bo'lsa, kislorod uchun bu ish

murakkabdir. Tabiiy sharoitda, sanoatda ishlatiladigan ruda tarkibiga tez oksidlanadigan minerallar qatnashishi mumkin. Bu holda kislarodning anchagina qismi, yon-atrof reaksiyalarning borishiga befoyda sarf bo'lib ketadi. Agarda eritmani aralashtirish yetarli bo'lmasa, undagi kislarod, shu sharoitdagi harorat va partsial bosimga nisbatan oz miqdorda bo'ladi.

Oltin va kumushning sinil erimasida 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 porsial 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 bilan oshib boradi. Turli rudalar bilan olib borilgan tajribalar, kislorodning porsial 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 tugidiradi. 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 yuza qismi, diffuziya yuz beruvchi yuzaga bog'lik 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 ishdir. Bunday o'ta mayda zarrali rudalarni yanchishda ko'p elektrto energiya 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 soqqa 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 (Q:S nisbati), uning diffuziya koeffitsiyentiga bog'liq. O'ta mayda mikron ruda zarralari -loyqa (quyqa)ni hosil qiladi. Loyqa esa amorf shaklda bo'lib undagi oltin juda yomon eriydi.

Loyqalar ikki bosqichli bo'ladi. 1-chi bosqichdagi loyqalar kaolinlashgan ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \times 2\text{SiO}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$ )larga va ular loyli rudalarni hosil qiladilar. Loyqa bilan aralashgan oltin rudalarini yana bir ikkilamchi turi -jo'shli rudalardir. Bu rudalarda sariq rang ko'p bo'lib, u asosan temir 3-oksidi :  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \times n\text{H}_2\text{O}$  holida bo'ladi. Qadimda bunday rudali joylarni jo'shli yoki jo'shali deyilgan. Masalan: Toshkent viloyatining Angren shahri 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 yer 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 ham ogirlashtiradi. 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 borligiga ham bog'liq bo'ladi. Odatda sof tug'ma oltin, kumush hamroxi missinil eritmalarida yaxshi eriydi. Shu boisdan uning mavjud bo'lishi oltinni sinillab eritishda birmuncha qiyinchiliklar 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 ishqor konsentratsiyasini oshirishga to'g'ri keladi.

Telluridlarning sinil eritmasida oltin bilan o'zaro reaksiyasi quyidagacha bo'ladi:



Agarda ruda tarkibida tug'ma sof platina bo'lsa u erimay, to'giri 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 instruksiyalaridan olib foydalanish mumkin.

Oltin rudalarini tanlab eritishda ishlatilayotgan ishqoriy metall sinillari aslida zaxarli bo'lgan sinil kislotasi HCN ning sinil tuzlari va kuchli ishqorlari (KOH, NaOH, Ca(OH)<sub>2</sub>)lardir. Shuning uchun ular suvda eritlganda ular yengil dissotsiyalanadi va sinil ionlari CN gidrolizlanib ishqor ionlari OH ga yo'l ochadi:



### Nazorat savollari

1. Oltin tarkibli rudalarni sianlash jarayonining nazariyasiga nimalar kiradi?
2. Sianlashning asisiy fizik-kimyoviy xossalriga nimalar kiradi?
3. Sianlash jarayoniga ta'sir etuvchi omillarga nimalar kiradi?

## 7 - ma'ruza

### SIANLASH JARAYONINING AMALIYOTI VA DASTGOHLARI

#### Reja:

1. Sizdirib o'tkazish orqali sianlash.
2. Sizdirib o'tkazish orqali sianlashda kerak bo'ladigan dastgohlar.
3. Sizdirib o'tkazish orqali sianlash jarayoni kamchiliklari.

**Kalit so'zlar:** sizdirib o'tkazish, Darsi formulasi, sizdirib o'tkazish tezligi, sinil eritmasi, uyunning balandligi.

Rudani sizdirib tanlab eritish nisbatan yirik yanchilib, o'zidan suyuq eritmani tez o'tkazib yuboradigan, oltin zarralariga sinil eritmasi borishiga imkon bera oladigan hollarda amalga oshiriladi. Bunday usul bir necha qatlam ruda tarkibidan eritmani sizdirib o'tkazish bilan amalga oshirishga imkon beradi. Sizdirib o'tkazib eritishda rudani tayyorlash katta ahamiyatga ega. Sizdirish tezligi sm va soatlar bilan o'lchanadi. Soatiga 5sm sizib o'tish yaxshi ko'rsatgich hisoblanadi. Sizdirib eritish tezligi umumiy holda quyidagi formula bilan o'lchanadi (Darsi formulasi).

$$\vartheta = K * S * P / \mu * h$$

Bunda :  $\vartheta$  - sizib o'tish tezligi.

S - yuklash balandligi kesma yuzasi.

K - ruda to'sham singish konstantasi

P - to'shamdagi o'tish bosim o'zgarishi

$\mu$  - eritma qovushqoqligi

h - yuklangan ruda balandligi

bu yerda K-materiallarning singdirish konstantasi o'zgaruvchan kattalik bo'lgani uchun bu formuladan foydalanishda qiyinchilik tug'diradi.

Eritma singib o'tishi uchun ayrim holda har bir bo'lakning singdirish kattaligi ham ahamiyatlidir (yoriqlar, kapilyar kanalchalar va h.k.). shu bilan birga har bir bo'laklarning o'zaro joylashuvi ham etiborli bo'lishi

kerak. Chunki har bir zarraning o'zaro joylashuvi ham eritmaning sizib o'tishida ahamiyat kasb etadi. Ruda zarralari soqqa shaklda, kub, rombik 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'rinishda 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. Rombik shakl rudalar uchun g'ovaklik 26%, material zichligi 2,7, bunda g'ovaklar bo'shligiga ketadigan eritma miqdori:

$$\mu_c = 26 * 100 / 74 * 2.7 = 13,1\%$$

qattik xom-ashyoga nisbatan 13,1% hajmda eritma lozim bo'ladi. Agar xom-ashyo kub shaklida bo'lsa, g'ovaklik 47,5 % olinsa

$$\mu_c = 47,5 * 100 / 52,5 * 2,7 = 38,5\%$$

erituvchining ruda g'ovaklari va kanal tirqishlariga, yoriqlariga singish, diffuziyasi shu jarayonning samaradorligini belgilaydi. Rudaning gidrofil yoki gidrofob sirt yuzasi ham rol uynaydi. Shu boisdan ayrim holda mineral sirtini yuvadigan gidrofilga aylantiradigan sirt faol reagentlar qo'llash ham zarur bo'ladi. Gidrofil kobiliyatli reagentlar sizib eritish jarayoniga ijobiy yordam beradi. Bu usuldagi tanlab eritish rudaning fizik - kimyoviy xossasi bilan birga undagi oraliq gazlarning eritmalarda erishiga ham bog'liqdir. Kanal, kopilyar, yoriqlardagi gazlarning erishi, eritma sizishini ma'lum darajada tezlashtiruvchi omillardandir.

Sizdirib o'tkazish orqali sianlash jarayoni quyidagi turlarga bo'linadi:

- 1) chanlarda tanlab eritish;
- 2) uyumda tanlab eritish;
- 3) yer ostida tanlab eritish;

Nodir metallar metallurgiyasida birinchi ikki usul qo'llaniladi, yer ostida tanlab eritish esa qo'llanilmaydi.

Sizdirib eritish (perkolyatsiya) sinil eritmalarining ruda tarkibidagi va erkin oltin bilan aloqada bo'lib, uning eritmaga o'tishi va ruda balandligi bo'ylab pastga sizib o'tishiga asoslangan. Bu usulda maydalab yanchilgan ruda tosh suzish uchun suzgi yotqizilgan changa jolashtirilib, unga sinil eritmasi beriladi. Eritma suzib, suzgichdan o'tib, drenajli chuqurga oqib tushadi. Keyin chandagi ruda oldingi eritmadan suyuqroq konsentratsiyali eritma yuborib, so'ng esa suv bilan yuviladi. Oltinli eritma undagi metallni cho'ktirib olish uchun maxsus sexga yuboriladi. Oltindan xoli bo'lgan ruda yoki qum channing tagligidagi maxsus tuynukdan bo'shatilib, transportga yuklab tashlama joyga yuboriladi. Sizdirib eritish sodda va arzon usuldir. Unda oddiy dastgoh va uskunalar qo'llaniladi, unda bo'tanani aralashirib berish uchun aralashtirgich mexanizmlardan qo'llaniladi.

Chanlar yog'och yoki yupqa po'lat tunukalardan yasaladi. Yog'och chanlar arzon va qulay, ammo ular uzoq ishlamaydi va tirqishlaridan eritma oqib ketish xavfi bor. Temir chanlar qalinligi 5-10 mm. po'lat yassi tunukalardan yasaladi. O'rta korxonalarda chanlar hajmi 75-100 t. va yirik korxonalarda 800 t. qum sig'imli bo'ladi. Chuqurligi rudaning eritmani o'tkazish qobiliyatiga asosan tanlab olinadi. Chuqurligi 2,5-4 metrgacha olinadi. Ruda xossasiga asosan diametr shu xom-ashyoning eritmani o'tkazish, singdira olish qobiliyatiga asosan tanlanadi. Odatda chan tagligi filtrlovchi taglikdan iborat yotqizma bo'ladi. Bu taglik parallel yotqizilgan yog'och g'o'la va to'sinlardan iborat bo'ladi. Bu taglikka perpendikulyar g'o'lalar o'rnatib, ustki to'sin yog'ochlar bilan teriladi. Bu to'sinlarning diametri kichikroq oraliqlari bir-biriga yaqin teriladi. To'sinlarning ustki qavatiga tiqilgan aylana shakldaki g'o'la to'shama yotqiziladi. Uning chekkalari, chan devorlariga zichlab qapishtiriladi. Ba'zida holat tagidagi to'sinlar o'rniga ko'plab teshiklar teshilgan yog'ochlar o'rnatiladi. Ishlatib bo'lingan qum yoki rudani to'kish uchun, chan tagida bo'shatish tuynuklari o'rnatiladi. Ularning qopqog'i cho'yandan bo'lib, ish paytida zich berkitib turadi. Eritmani chiqarish uchun filtr tagidan devorga tutashgan joyidan po'lat kranlar o'rnatiladi. Ularning diametri 25-75 mm bo'ladi. Chanlar tayanch to'sinlar ustiga qo'yiladi. To'sinlar og'ir yuk ko'tarishga mo'ljallangani uchun oralig'i 50 sm dan o'rnatiladi. Bu to'sinlar o'z navbatida beton poydevor yoki temir asoslarga



maxkamlangan bo'ladi. Asos yoki poydevorlar balandligi chandagi xom-ashyoni ishlatib bo'lingach bo'shatilib, ko'priklarga yuklatishga mo'ljallab olinadi. Sizdirish tezligi zarralarning o'lchami, shakli, ularning bir xilliligi, yotqizish uslubi, hamda yuklash balandligi bo'yicha, bosim va harorat orqali belgilanadi. Xom-ashyoning mineralogik tarkibi ham sizish tezligiga ta'sir ko'rsatadi. Zarralar g'ovakligi ham sizish tezligiga ta'sir ko'rsatadi. Shu sababdan yirik donali xom-ashyo mayda donali xom-ashyodan ko'ra tez sizib o'tkazadi. Agar zarralar bir to'r bo'lsa, sizish tezligi ildamliroq bo'ladi. Eritma xom-ashyodan tezroq bo'shaydi. Eritmaning chan tubiga o'rnatilgan suzish qatlamidan suzib o'tishi ham jarayonning samaradorligiga yaxshi ta'sir ko'rsatadi. Xom-ashyoda loyqa bo'lishi har qanday omilkor urinishlarda ham, oltinning erish tezligini susaytiradi. Loyqa ko'payib ketgan hollarda bu usul bilan eritish masalasi texnologiyadan olib qo'yilishgacha borib yetadi. Shu boisdan rudalardan turli usullarda masalan bo'tana va boshqa idishlarda eritib olish qo'llaniladi. Loyqasi olingan ruda g'ovak bo'lib, u changga tushirilganda uning oralig'idan sinil eritmasi yaxshi sizadi. Qum yoki ruda xom-ashyosi bilan to'ldirilganda butun hajm bo'ylab bir xil tekis taqsimlangan xom-ashyo samarali eriydi. Xom-ashyoni yuklashda uni turli usulda yotqizish taxlab chiqish mumkin. Tuqiluvchi xom-ashyolarni yuklashda lentali trasportarlardan foydalaniladi. Xom-ashyoni chandan bo'shatib olishda maxsus bushatgich aravachalardan foydalaniladi. Ular trasportyor lentalarining ichki tomonidagi relslarga o'rnatilgan bo'ladi. Qumlarni suv bilan yanchishda va tasniflashda gidravlik transportlardan foydalaniladi. Tasniflash spiral klassifikatorlardan olingan xom-ashyo suv bilan aralashgani uchun uni o'zi oqar usulda maxsus tarnovlar yordamida chanlarga yuklash mumkin.

Qumlar changi o'tirib cho'ksa, ortiqcha suvlar yon atrofidagi tarnovlardan oqib tushadi.

Xom-ashyo bilan to'lgan chan ichidagi namlik chan tagidagi suzgich yotqizmalardan o'tib, suvsizlantiriladi. Tanlab eritishga yuborilgan sinil eritmasi yuqoridan pastga qarab yoki pasdan yuqoriga, ayrim hollarda esa aralashtirishga yuborilishi mumkin. Yuklangan xom-ashyo tomonidan

yutiladigan eritma miqdori quyidagi tenglama orqali topilishi mumkin. Ya'ni bir (1) tonna xom-ashyo uchun sarf bo'ladigan eritma miqdori:

$$Q = \theta / (100 - \theta) * D$$

bunda:

D – zichlik.

$\theta$  - g'ovaklik, % .

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'rtachasida 0,05-0,08 % NaCN, va so'ngi kuchsiz eritmasida 0,03-0,05 % NaCN bo'ladi. Butun xom-ashyo bo'ylab eritma singib o'tish vaqti o'rtacha 1,5 soatni tashkil etadi. Eritma konsentratsiyasi va vaqti bu yerdagi xom-ashyo turi, oltin miqdori, xom-ashyodagi qo'shimchalarga bog'liq holda tayyorlanadi. Chanlarga eritmalar portsiya bilan, aslida esa uzluksiz quyilishi kerak. Xom-ashyoni tanlab eritish davriy (porsiyali) holdi olib borilsa, eritma quyidagicha quyiladi. Birinchi gal, quruq xom-ashyoga nisbatan 25-50 % eritma quyiladi. Qum yoki boshqa xom-ashyo ustida eritma balandligi 50-70 mm ga yetsa, eritmada xom-ashyo 6-24 soat davomida eritiladi. Bu vaqt davomida ko'pgina yoki barcha oltin miqdori eritmaga o'tadi. Agar eritish davomiyligi uzoq cho'zilib ketsa, erigan kislorod kamayib ketishi mumkin. Omilkor eritish vaqti tajriba yo'li bilan aniqlanadi. Eritma vaqti yetganda chan ichidan filtrga va undan drenaj hovuzchaga to'planib, oltinni cho'ktirib ajratib olishga yuboriladi. Asosiy eritma oqib bo'lgach, yuklangan xom-ashyo 6-12 soat shamollantiriladi. 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 yuqolgan va tashlama to'plash (otvalga) ketgan suvdan oshib ketmasligi kerak. Aks hola jarayonda eritma miqdori oshib ketadi. Ayrim holdi vakuum suzgich (filtr) ishlatiladi. Vakuum suzgich ishlatilsa oltin ajratib olish jadallashadi. O'ta mayda zarralarni tanlab eritish jarayonlarida vakuum suzgichlar ishlatiladi. Ammo bu holda suzgich loyqa bilan to'yinib qoladi.

Sinil eritmasi bilan oltini eritilgan ashyo turli usullar bilan chan ichidan bo'shatib olinadi.

Qumni quritib tushirib olish.

Quritib mexanik usulda bo'shatib olish.

Gidravlik usulda bo'shatish.

Sizdirib o'tkazish orqali tanlab eritish –qiyin bo'lmagan va arzon sianlash usulidir. Aralashtirish yo'li bilan sianlashga qaraganda sizdirib sianlash usuli dastgohlarning soddaligi va kam elektr energiya sarf qilishi bilan ajralib turadi. Bu jarayonning kamchiliklari shundaki oltin ajratib olish darajasining pastligi 70-80%, dastgohlarning qo'polligi, qayta ishlash jarayonining ko'p vaqt talab qilishidir. Hozirgi vaqtda bu usul kambag'al rudalarni qayta ishlashda va mayin yanchilga rudalarda o'zini qoplamaydigan vaqtlarda qo'llaniladi.

### **Nazorat savollari**

1. Sizdirib sianlash jarayoniga qanday usullar kiradi?
2. Sizdirib sianlash qanday dastgohlarda olib boriladi?
3. Sizdirib sianlash jarayonining kamchiligi nimada?

### **8 - ma'ruza**

## **OLTIN SAQLOVCHI RUDALARNI UYUMDA TANLAB ERITISH**

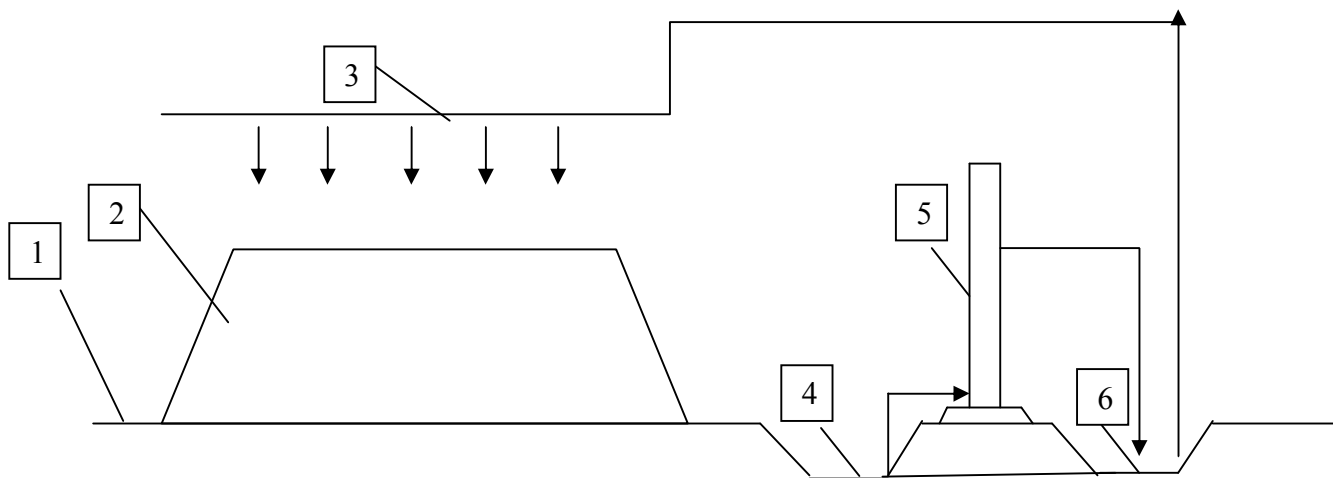
### **Reja:**

1. Uyumda tanlab eritish jarayonining mohiyati.
2. Tanlab eritish jarayoniga rudalarni tayyorlash.
3. Uyumda tanlab eritish jarayonining ijobiy va salbiy tomonlari.
4. Uyumda tanlab eritish amaliyoti.

**Kalit so'zlar:** uyumda tanlab eritish, sizib o'tish tezligiga ta'sir etuvchi omillar, uyumni taxlash, uyum asosi (maydon).

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.



**8.1-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 qurilma.

Xuddi sizdirib eritishdagi kabi uyumda tanlab eritish jarayonida ham granula holdagi sianni yaxshi o'tkazadigan rudalar qulaydir. Odatda uyumda tanlab eritishda maydalash jarayonidan keyin olingan ruda ya'ni diametri 5-20 mm bo'lgan rudalar ishlatiladi. Ko'p hollarda maydalanmagan diametri 100mmgacha bo'lgan rudalar ishlatiladi. Ruda tarkibida gil tuproqni 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 maydonni beton qavati bilan qoplanadi yoki sun'iy plenklar bilan qoplanadi. Eritgan oltin saqlagan 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 ruda tarkibiga bog'liq bo'lib 1 kunda uyumni 1 m<sup>2</sup> yuzasiga 0,15- 3 m<sup>3</sup> eritma berilishi mumkin. Eritmaning konsentratsiyasi

0,05- 0,1% bo'lib, muhiti ishqoriy pH 10-11. Ishqor sifatida ko'pincha o'yuvchi natriy qo'shiladi, chunki oxak eritma sepadigan qurilmaga tiqilishi mumkin. Uyum ostidan oqib keladigan oltin saqlagan 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 ishqor xususiyati 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 kungachani tashkil qiladi. Oltin va kumushning ajralishi 50-70 %ni tashkil qiladi.

Uyumda tanlab eritish chiqindilarni qayta ishlaganligi, glinali va balansdan tashqari rudalarni, shuningdek flotatsiya jarayoni chiqindilarini qayta ishlaganligi sababli rivojlanmoqda.

Shuning uchun ham uyumda tanlab eritish uchun ruda tayyorlashning birlashtirish(okomkovaniye) va g'ovaklashtirish(aglomeratsiya) jaroyonlari muhim bosqich sanaladi. G'ovaklashtirib biriktirish jarayoniga barcha yanchilgan ruda mahsulotlari yoxud faqat tasniflangan mayin shlamli fraksiya jo'natiladi.

Birlashirilgan mahsulot olish uchun qo'shiladigan mahsulotlar quyidagi talablarga javob berishi lozim:

- Biriktiruvchi mahsulot miqdori(Portland sement), rudaga qo'shiladi;
- Suv va sian eritmasi miqdori;
- Ushlab turish vaqti.

Uyum ustidan quyib turish mustahkamligi xom-ashyoning minerologik tarkibiga bog'liq, asosan natriy ionlarining kalsiy ionlari bilan ion-almashinuviga bog'liq. Mayda zarralarni kattalari bilan birlashtirish ustidan eritma berishni mustahkamlaydi. Glinali rudalar oxaktosh va portlandsement yordamida birlashtiriladi. Kam glina saqlagan mayin yanchilgan chiqindi mahsulotlar uchun birlashtiruvchi sifatida faqat portlandsement qo'llaniladi. Birlashtirish vaqtida namlik darajasi 12%, ruxsat etilgan ko'rsatgich 8...16%gachadir. Namlikning yuqori bo'lishi

biriktiruvchi qo'shimchalarning xususiyatlarini yo'qqa chiqaradi va ustidan sepishni izdan chiqaradi. Oltin-kumush tarkibli rudalarni g'ovaklashtirishning 3ta usuli mavjud: lentali, barabanli(quvurli) va kosasimon.

Uyum maydonini tashkil qilishda o'sha tub erning tuzilishi, yuzasi, yer osti yer usti, ichimlik suvi holati, ob havo sharoiti, elektr energiya va transport kommunikatsiya tizimi, qayta ishlanadigan 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 3ga bo'linadi: qayta qo'llaniladigan, doimiy o'suvchi (ko'tariluvchi, balandlashuvchi), damba ostida tanlab eritiluvchi maydon. Maydonlarning o'lchami tanlab eritish davomiligi 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 1 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: 1 qatlamli, ikkiqatlamli, 2pastro'tkazuvchanli ekran, uch qatlamli, 3 ta pastro'tkazuvchanlikka ega ekran.

Maydon qoplamasi sifatida turli xildagi mahsulotlar ishlatilishi mumkin. O'suvchi maydonlar uchun yuqori mustahkamlikka ega polietilen, gipalon, polivinilxlorid, gil, doimiy qo'llaniluvchi maydonlar qoplamasi sifatida asphalt, sintetik yoki gil himoyalovchilio ishlatiladi. Asoslarning yuza qoplamasini tanlashda geomembranaga yetadigani yo'qdir, u maxsus qayta ishlangan yerdir (grunt). Shuni aytish lozimki geomembranalrning takibi 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 ekpulatatsiya xarakterlari: ekran qalinligi, yerlarni tayyorlash(aralashish, jiplashish, namlik, shimish).

Uyumda tanlab eritishning asosiy jarayonlaridan biri bu uyumni taxlash jarayonidir. Uyum 1 yoki bir necha qavatlardan tashkil topgan bo'lishi mumkin. Uyumning balandligi asosning mustahkamliligiga bog'liq. Uyumning asosiy vazifasi mahsulotlarning bir xilda taxsimlanishidadir.

Uyumda tanlab eritish shtabel inshoati 3 turga bo'linadi:

Birinchi usul - uyum saralanmagan rudadan tayyorlanadi, ko'p kremniyli rudalar uchun qo'llaniladi. Uyumlar 1...2m balandlikka samasval-buldozerlar bilan chiqariladi, 10 metrgacha bo'lgan balandlikka o'ziyukortar gredorlar yordamida yuklanadi;

Ikkinchi usul mexanik kuch ta'sirida yanchilgan mayin mahsulotda 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 ishalandigan ruda hajmiga va jarayonning samaradorligiga bog'liq. Ayrim hollarda uyum balandligi 40...60m gacha bo'lishi mumkin. Uyumni qavatma qavat eritish jarayoni kenga tarqalgan bo'lib bunda har bir qavat alohida eritiladi.

Maydonning yuqori qismi va yon tomonlari eritmani parlanish hisobiga uchib ketmasligi uchun izolyatsiya qilish lozim. Qiyaliklar yer qatlami va salafan qoplamalar bilan himoyalanaadi. Salafan 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 4m bo'lan ochiq usuldagi uyumlarni sianid eritmasi bilan sug'orishda ypiq tartibli sug'orishdan foydalaniladi. Kollektorlar yohud forsunkalar(eritmani tomchilatib sepib beruvchi qurilmalar), ta'sirlashmaydiga materiallar(qum, yer, ruda) bilan, suvo'tkazmaydigan salafanlar bilan himoyalangan. Sug'orish quyidagicha bo'lishi mumkun: 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, filtirlovchi mahsulot va yig'uv quvurlari, uyum ichida maydon qiyaligi, rudaning o'tkazuvchanligi va eritma hajmi. Ruda o'zining 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 arigi 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, qaysiki eritma qabul qiluvchi hovuzga yig'iladi;

- haydash qudug'i eritmasi filtr orqali drenaj ga 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 yiguvchi 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 shuni ko'rsatdiki eng ko'p tarqalgan usul bu sementatsiya va faollangan(aktivlangan) ko'mirda sorbsiyalashdir.

Uyumda tanlab eritish tugagandan so'ng chiqindi uyumda qoldiq sianid va og'ir metallar uchraydi. Bu massa va eritmalar zararsizlantirilishi lozim. Sianli eritmalarini zararsizlantirish uchun maxsus usullar qo'llaniladi: kimyoviy oksidlash va biologik tozalash.



Kimyoviy oksidlash gipoxlorit, vadorod qo'shoksidi, kaliy permanganate, ozon, SO<sub>2</sub> gazlari va havo yordamida olib boriladi.

Uyumda tanlab eritish texnologiyani oddiyligi va iqtisodiy kamxarjligi bilan boshqa jarayonlardan farq qiladi. Shuning uchun ham oltin va kumushning 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, lekin juda ham boy ruda uchun emas.

Ko'p afzalliklarga qaramasdan uyumda tanlab eritishning kamchiliklari ham mavjud: kimyoviy reagentlarning ko'p sarf bo'lishi, ko'p yer maydonining sarf bo'lishi, xarajatlarning ko'pligi.

Murakkab tarkibli(sulfidli) rudalar va chiqindilar uchun uyumda tanlab eritish kam samarali. Sianidli eritmada uyumda eritish olib borish iqlimi mo'tadil maskanlar uchun foydalidir chunki eritish 6-8 oy va ba'zida yil talab qilishi mumkin. Shimoliy rayonlarda issiq havoi faqatgina 3oy davom etadi bu esa sianidli eritmada uyumda tanlab eritish uchun samarasizdir.

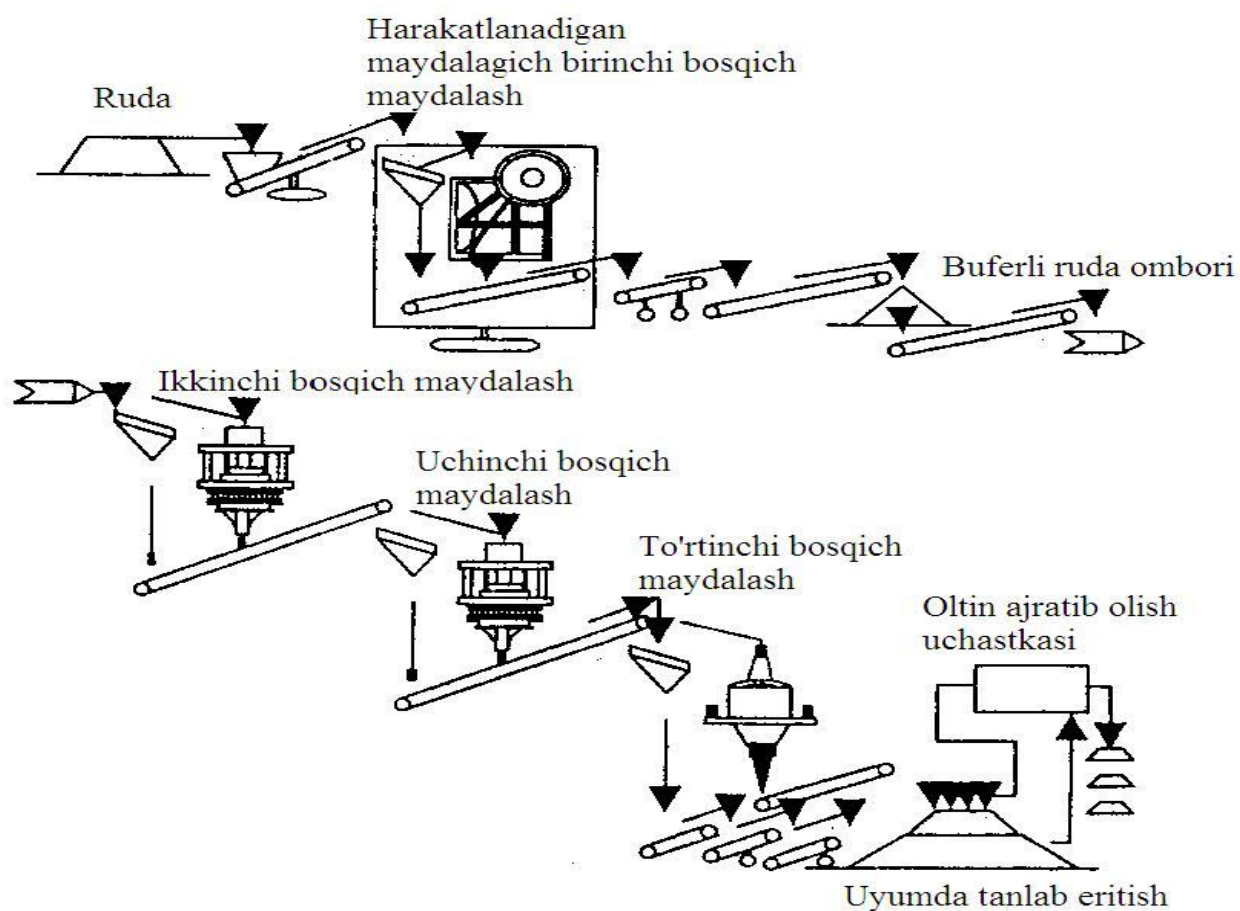
Rossiyalik bir guruh olimlar uyumda tanlab eritishning alternativ usulini ishlab chiqishdi, bu sulfat-xlorid kislotali marganes ikki oksid ishtirokidagi tanlab eritish. Jarayon juda tez amalga oshirilib bir necha kun davom etadi. Jarayonning mohiyati shundaki sulfat-xlorid kislotali muhitda marganets ikki oksidining gidratlanishi hisobiga 3 va 4 valentli marganets xlorid komplekslarini 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 xavflilikning kamayishi;
- Atrof muhitni himoya qilish bilan bog'liq xarajatlarning tejalishi;
- Jarayonning yuqori tezligi;
- Nodir metallarni ajralishining yuqorililigi;
- Murakkab tarkibliu sulfid-margumushli rudalardan oltinni to'g'ridan to'g'ri ajratib olinishi.

O'zbekistonda bu usul bilan Kumusti konlari qayta ishlanadi. Sulfat kislota sarfining yuqoriliga qaramasdan (1g oltin uchun 50kg H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)

rudani qayta ishlash samaralidir. Ba'zi alohida olingan rudalarda sulfat kislorta sarfi 1gr oltin uchun 20...208kg, marganets ikki oksidi 4...128kg. Ruda tarkibidagi oltin miqdori 2,8...7,5g/t bo'lganda oltinning ajralishi 80...94%, eritmadagi oltin miqdori 1,0...4,8mg/l. Tanlab eritish jarayoni davomiyligi 13...48soat.

Oltinni uyumda tanlab eritish sexi (UTES) ilgari «Zarafshan - Nyumont» korxonasi NKMK 25 yillik faoliyati natijasida Muruntovning balansdan tashqari yig'ilib qolgan rudasini qayta ishlash uchun 1992 bunyod ishga krishilgan. 1,4g/t oltin biriktirgan 220 mln.t ruda qayta ishlashga mo'ljallangan (Oltinni ajralishi50%). Loyiha uchun 225 million AQSH dollari sarflangan. 1995yil dastlab oltin eritib olin boshlagan. Bunda 2 200 000 m<sup>3</sup> hajmdagi tuproq ishlari; 15 300 m<sup>3</sup> beton; 88 000 m quvur ; 121 000 m elektr kabel liniyalari o'tkazildi. Sexning loyihaviy ruda bo'yicha ish unumdorligi 13,8 mln. t/y i/ch yillarga muvofiq oltin 7-12 t. yetadi. Oltinni uyumda tanlab eritish sexining soddalashtirilgan sxemasi 11 rasmda keltirilgan. Sanoan operatsiyalari quyidagicha amalga oshiriladi: Ruda D10L markali uchta buldozerda D992 markali frontal yuklaydigan mashinalarda yuklanib «Nordberg 1560» markali jag'li maydalagichning qabul qilish bunkeriga uzatiladi va -150 mm kattaligacha maydalanadi . Jag'li maydalagich tebranuvchi kolosnik elaklari bilan uyg'un ravishda ishlab konveyer orqali keyingi jaroyonga uzatiladi.



**8.2-rasm.** Oltinni uyumda tanlab eritish sexining soddalashtirilgan sxemasi.

Birinchi bosqich maydalashdan soʻng ruda massasi konveyerlar majmuyi orqali ruda omboriga (uzliksiz ishlashni taminlash uchun) joʻnatiladi. U yerdan 2- bosqich maydalashga (standart konusli maydalagich «Nordberg MR-1000»), undan keyin 3- bosqich maydalash uchun (ikkita qisqa kokonusli maydalagich «Nordberg MR-1000»), uzatiladi va ruda ketma - ketlikda 13 mm.gacha maydalanadi. Maydalagichlar ochiq siklda ishlaydi va ularga oldidan mayda fraksiyani ajratish uchun «banan» tipidagi «Nordberg»firmasida ishlab chiqarilgan yuqori samarali elaklar oʻrnatilgan. 4- bosqich maydalash 16 ta vertikal valli rotor tipidagi maydalagichda, ochiq siklda 14 ta «banan» tipidagi «Nordberg» elakda bajariladi. Bu yerda ruda -3,25 mm (94 %) kattaligigacha yanchiladi. Toʻrt bosqichli maydalashdan keyin ruda 30 ta oʻziyurar kanveyerlar va bitta uyum hosil qilgich - shtabellar (staker)

sistemi orqali eni 80 m va balandligi 10 m qilib tanlab eritish maydoniga shakllantiriladi.

Uyumning loyihaviy balandligi 80 m. ( har biri 10 m. 8 ta qatlam) Konveyer orqali yanchilgan rudaga sement, oxak va suv qo'shiladi. Sement mayda bo'lakchalarni bog'lab, yiriklashtirib erituvchini filtrlanish tezligini oshiradi, chang hosil bo'lishini kamaytiradi. Uyumni mustahkamligini oshiradi. Oxak eritmaning pH ni rostlashga ishlatiladi chunki, natriy sianid kislotali muhitda parchalanadi.

Erituvchi, quvrlar sistemi orqali ruda materiali qatlamining yuqori maydonidan tomchilatib sepkichda soatiga 7  $\text{lm}^2$  miqdorida sarflanadi. Tomchilatib sug'orish, suvning bug'lanib yo'qotilishini, uyumning butun yuzasi bo'ylab teng tarqalishini oldini oladi. Erituvchi uyumdan sizib o'tib, rudadagi oltinni eritadi, uyum tagidagi ikkita kanal orqali yig'uvchi hovuzga to'planadi va unda oltinning konsentratsiyasi uni samarali ajratish darajasiga yetmagunicha eritma qayta-qayta tanlab eritish uchun uyum tepasiga qaytariladi. To'yingan eritma undagi cho'kindilarni ajratish uchun filtrlavchi elementlardan o'tkaziladi. Shundan so'ng kislorodni yo'qotish uchun ikkita vakuumli deaeratsiyalanadi. Shundan so'ng eritmaga rux kukuni va qo'rg'oshin nitrat qo'shiladi, natijada oltin va boshqa metallar rux bilan birikib cho'kadi. Hosil bo'lgan cho'kma to'rtta filtr-pressda yig'iladi, eritma esa uyumda tanlab eritish jarayoniga qaytariladi va sikl qaytarila veradi. Cho'kma asosiy metallarni oksidlash uchun ikkita pechda 650 °C kuydiriladi. Qizdirilgan cho'kma flyus bilan aralashtiriladi (bura aralashmasi, selitra va kremnezem) undan keyin yoyli suyuqlantiruvchi pechda suyuqlantiriladi.

Suyuqlanish vaqtida oksidlangan metallar shlakka o'tadi, oltin zarrachalari bir-biri bilan birikib, og'irlik kuchi ta'sirida cho'kadi, suyuqlantiruvchi tigl tubiga yig'iladi.

Suyuqlantirish tugagunidan so'ng tigldan (kovush) dastlab shlak , so'ngra oltin quyib olinadi. Suyuqlantirib olingan oltin qo'yimasida 10 % gacha kumush, 5 % gacha mis, 3-4 % qo'rg'oshin, 2-3 % boshqa aralashmalar bo'ladi. Qotishmani affina qilish va tayyor mahsulotda oltinni 99,99 % ga yetkazish 2-GMZ da amalga oshiriladi. Affinaj

jarayonida yig'ilgan kumush qo'shimcha mahsulot sifatida ajratilib sotiladi.

“UTES”ning faoliyatini tahlil qilish shuni ko'rsatadiki, uning ish unumdorligi loyihaviy quvvatiga bir muncha yaqinlashgan (11-jadval). Umuman olganda uyumda tanlab eritish ekologik maqbul, texnologik jihatidan, chiqitsiz, silliq yopiq jarayondir.

### **8.1-jadval.** Oltin i/ch dinamikasi «UTES» Zarafshon shahri.

Ko'rsatkichlar	1995	1996	1997	1998
Tanlab eritiladigan ruda, t	4205	11222	13 285	13 542
Oltin miqdori, g/t	1.78	1,81	1,72	1,76
Oltin i/ch, t	761	9535	13 683	11 724

### **Nazorat savollari**

1. Uyumda tanlab eritish jarayonining mohiyati.
2. Tanlab eritish jarayoniga rudalarni tayyorlash.
3. Uyumda tanlab eritish jarayonining ijobiy va salbiy tomonlari.

### **9 - ma'ruza**

### **SIANLASH JARAYONIGA UNSUR ELEMENTLARNING TA'SIRI**

#### **Reja:**

1. Sanoat sharoitida sianlash tezligiga ta'sir qiladigan omillar.
2. Sianlash tezligiga temir minerallarining ta'siri.
3. Sianlash tezligiga mis, qo'rg'oshin va rux minerallarining ta'siri.
4. Simob, mish'yak, surma birikmalari bilan sian eritmalarining ta'sirlashuvi.

**Kalit so'zlar:** sianlash tezligiga ta'sir etuvchi omillar, diffuziya tezligi, unsur elementlar.

Sanoat sharoitida oltinni sian tuzlarida eritish o'ta murakkab holatda kechadi. Tajribada qo'llangan oltin metali shakli faqat tajriba

sharoitlaridagina bo'ladi. Amaliyotda ishlatiladigan sian eritmalari toza bo'lmay, unda turli-tuman qo'shimchalar bo'lib, u reaksiyalarga katta ta'sir ko'rsatadi. Amaliyotda 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 mumkin.

Bunda erigan kislorodning diffuziyasining ishonchli borishini ta'minlash kerak. Eng qulay sharoit uchun CN va O<sub>2</sub> larning diffuziya tezligi barobar bo'lishi kerak.

Aralashtirish tezligining oshishi bilan diffuziya tezligi ham oshadi.

Sian CN konsentratsiyasini o'ta ko'payishi, erish jarayonini oshirmaydi. Tajribalar ko'rsatadiki kislorodning portsial 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 kp'rsatgichlariga mos keladi. Agar sinil eritmasining kerakli konsentratsiyasini saqlab turish oson bo'lsa, kislorod uchun bu jarayon murakkabdir. Tabiiy sharoitda, sanoatda ishlatiladigan ruda tarkibiga tez oksidlanadigan minerallar qatnashishi mumkin. Bu holda kislorodning anchagina qismi, yon-atrof reaksiyalarning borishiga befoyda sarf bo'lib ketadi. Agarda eritmani aralashtirish yetarli bo'lmasa, undagi kislorod, shu sharoitdagi hororat va partsial bosimga nisbatan oz miqdorda bo'ladi.

Shuni ham aytish kerakki, jarayon samarasini oshirishning asosiy yo'llaridan biri, eritmada erigan kislorod konsentratsiyasini oshirishdir. Kislorodning erishi esa, eritma ustidagi portsial bosimga to'g'ri proporsional bo'lganligi sababli, eritmada ham sinil, ham oltin erish tezligini oshib borishiga olib keladi. Turli rudalar bilan olib borilgan tajribalar, kislorodning portsial 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 holda, qishda esa 15-20°C atrofida olib borishga harakat qiladilar.

Diffuziya tezligi kimyoviy reaksiyalarning jadalligiga, mineral yuza qismi, ya'ni diffuziya yuz beruvchi yuzaga bog'lik 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 erishi 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 jarayondir. Bunday o'ta mayda zarrali rudalarni yanchishda ko'p elektr energiya 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. 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 (Q:S nisbati), uning diffuziya koeffitsiyentiga bog'liq. O'ta mayda mikron ruda zarralari -loyqa (quyqa)ni hosil qiladi. Loyqa esa amorf shaklda bo'lib undagi oltin juda yomon eriydi.

Loyqalar ikki bosqichli bo'ladi. 1-chi bosqichdagi loyqalar kaolinlashgan  $\text{Al}_2\text{O}_3 \times 2\text{SiO}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$ larga va ular loyli rudalarni hosil qiladilar. Loyqa bilan aralashgan oltin rudalarini yana bir ikkilamchi turi - jo'shli (oxristiye) rudalardir. Bu rudalarda sariq rang ko'p bo'lib, u asosan temir 3-oksidi :  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \times n\text{H}_2\text{O}$  holida bo'ladi. Bu rudalarda loyqa bo'lishligi keyingi jarayonlar: quyultirish, filtrlash ishlarini ham

og'irlashtiradi. Shu sababdan loyqali rudalar qiyin boyitiladigan rudalarga kiradi. Oltinning eritmaga o'tishi shuningdek, ruda tarkibidagi nodir metallarning ligaturluk tarkibiga (qaysi shakli qancha miqdor, uning kimyoviy birikmalari, kabilar....) va undagi elektr o'tkazuvchi minerallar borligiga ham bog'liq bo'ladi. Odatda sof tug'ma oltin, kumush hamroxi missinil eritmalarida yaxshi eriydi. Shu boisdan uning mavjud bo'lishi oltinni sinillab eritishda birmuncha qiyinchiliklar 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 ishqor konsentratsiyasini oshirishga to'g'ri keladi.

Telluridlarning sian eritmasida oltin bilan o'zaro reaksiyasi quyidagacha 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 qattik eritma hosil qilgan bo'lsa, ortiqcha sian sarf qilish bilan sekin eriydi. Gravitatsiya va amalgamatsiya chiqindisi sianlab eritiladigan bo'lsa, bo'tana tarkibidagi yana bir unsur simob bo'ladi. Simob kam eriydi. Oltin rudalarini tanlab eritishda ishlatilayotgan ishqoriy metall sianlari aslida zaxarli bo'lgan sinil kislotasi HCN ning sinil tuzlari va kuchli ishqorlari (KOH, NaOH, Ca(OH)<sub>2</sub>)lardir. Shuning uchun ular suvda eritilganda ular yengil dissotsiyalanadi va sian ionlari CN gidrolizlanib ishqor ionlari OH ga yo'l ochadi:



Oltin rudalarida inert minerallar, ya'ni sinil eritmasi bilan reaksiyaga kirishmaydigan kvars, silikatlar, temir oksidlaridan tashqari, sinil eritmalarini 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 ham kamayadi. Shuning uchun rudalarning moddaviy tarkibi, sinillab eritib oltin ajratib olish texnologiyasini belgilaydigan faktorlardandir.



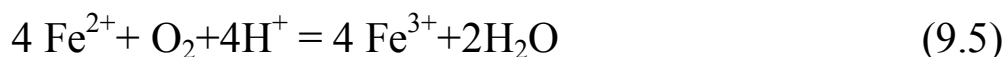
Rudalar tarkibidagi mis, surma, margumush va temir minerallari eng ko'p ta'sir ko'rsatadigan salbiy qo'shimchalardir.

Temir minerallarining ta'siri:

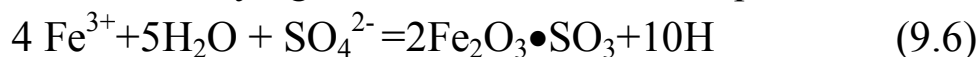
Bunday minerallari oltin rudalarining doimiy hamrohidir. Temirning oksidli minerallari gematit  $\text{-Fe}_2\text{O}_3$  . magnetit -  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , getit  $\text{-FeOOH}$ , siderit  $\text{-FeCO}_3$  va boshqalar siniml moddalari bilan o'zaro reaksiyaga kirishmaydilar. Ammo, bunga o'laroq, aksincha temirning sulfidli minerallari: pirit  $\text{-FeS}_2$ , markazit  $\text{FeS}_2$  va perotin  $\text{Fe1-XS}$  (x-0 dan to 0,2 gacha), bu 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  $\text{FeS}$  temir sulfid va sof oltingugurt hosil bo'ladi.  $\text{FeS}$  o'z navbatida temir sulfat hosil bo'lishiga olib keladi:



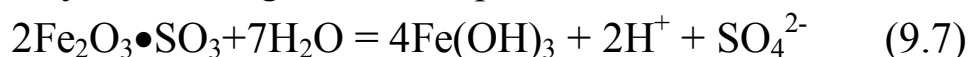
Bu o'z navbatida oksidlanadi:



Bu esa erimaydigan asosli cho'kma hosil qiladi:



Keyin u temir gidrat hosil qiladi:



bunda pH konsentratsiyasi orta borsa 30 va 31 – reaksiya o'ngga suriladi.

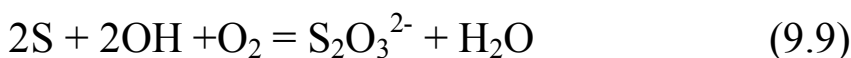
Aslida bu reaksiyalar rudalarni qazib olishdan boshlab, tashish jarayonlarida davom etadi. Shu boisdan bunday rudalar qazib olingandan

to sinillab eritilishigacha ajralish mahsulotlari oltingugurt elementar xolda, temir zakisi va okisi temir asosi va gidrooksidi 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 kismi endi tiosulfat hosil qilishga sarf bo'ladi:



Himoya ishqori yetarlicha bo'lmasa, parchalanish hosilasi  $N^+$  va  $CN^-$  endi sinil kislota bug'larini hosil qiladi:

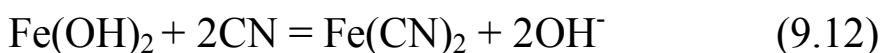


Bu sinil kislotasining ortiqcha sarf bo'lishiga, sex havosini zaxarlanishiga olib keladi.

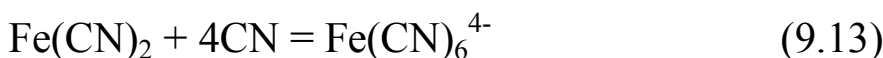
Ishqorli sinil eritmalaridagi temir oksid birikmasi temir gidrooksidiga aylanadi:



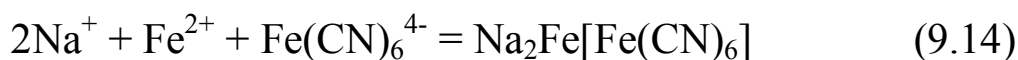
Qaysiki eritmada  $CN^-$



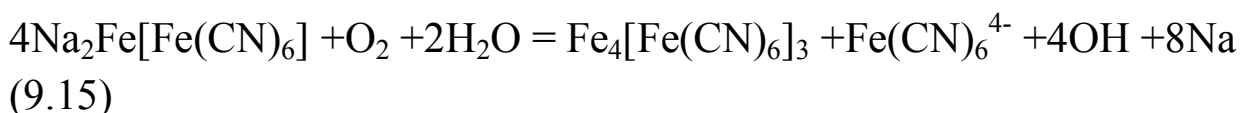
Bu  $Fe(OH)_2$  oq cho'kma sinilning ortiqcha konsentratsiyali sharoitida temir sinil rodanit tuzini hosil qilish bilan eriydi:



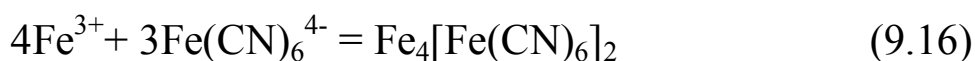
Agar sinil konsentratsiyasi yetarli bo'lmasa, eritmada  $Fe^{2+}$  ionlari suzib yuradi. Bu sharoitda esa eritmada temir sinil rodanit tuzi hosil bo'ladi:



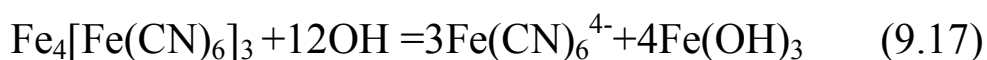
Erigan kislorod yordamida oksidlangan bu tuz esa, mayda tiniq ko'k tusli cho'kma, berlin lazuri deb ataluvchi temir oksidining tiosinil rodanit tuzini hosil qiladi:  $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$  bu tuz eritmasi dorichilikda "sinka" nomi bilan mashxur surkash preparatoridir. Reaksiya quyidagicha kechadi:



Berlin lazuri yana boshqa bir yo'l bilan, ya'ni temir okis kationlari (ximoya 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 yetishmayotganidan darak beradi. Bu texnologiyani boshqaruvchi muxandislari yaxshi bilishlari kerak. Bu sharoitda, sinil tuzlarining sarf bulishining oldini olish va sinil kislotasi bug'lari hosil bo'lmasligini ta'minlash uchun eritmaga oxak yuklamoq zarur. Ishkoriy 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 9.4 va 9.5 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 buyicha sinil ionlarini "yutadi":

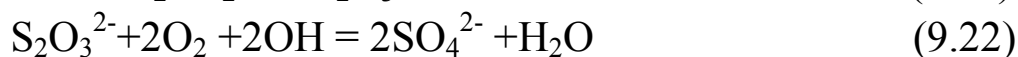


Bundan tashqari sinil ishqorlarida quyidagi sulfidlar o'zaro reaksiyaga kirishadilar:



Temir gidrooksidi, temir sinil tuzlariga aylanadi va yana sinil ko'pligi paytida eriydi. Rodanit birikmalari eritmada to'plana boradi;

$\text{S}^{2-}$  anionlari qisman CNS,  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ,  $\text{SO}_4$ ; 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 -  $\text{S}_n^{2-}$ , politionatlar -  $\text{S}_x\text{O}_6^{2-}$  va boshqalarga qarab bilsa bo'ladi.

Bu jarayonlarning sodir bo'lishi sinil tuzlari va eritmaları texnologiyasi murakkab kimyoviy o'zgarishlar bilan borishini ko'rsatadi. Bu ionlarning ayrimlari, masalan: CNS,  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ,  $\text{SO}_4$ ,  $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$  oltinning erishiga deyarli kuchli ta'sir etmaydi.  $\text{SO}_3^{2-}$  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:

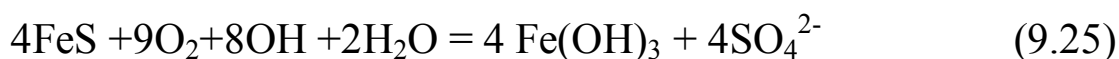
Sinil eritmalarida erigan kislorod konsentratsiyasini 7-8 mg/l o'rniga 2-3 mg/l gacha kamaytirib, erigan ishqoriy metallar sulfidlarini ko'paytiradi.

Sinilning sarf bo'lishi oshadi. Uni bekorchi sinil va rodanitemir tuzlariga o'tkazishga sarf bo'ladi.

Bu qiyinchiliklarni bartaraf etish uchun quyidagi usullarni qo'llash lozim:

1. Sinillab eritish oldidan butanani ishqorda aeratsiya yo'li bilan aralashtirish.
2. Sinillashni muntazam aeratsiyalash.
3. Sinil butanasiga glet (PbO) yoki suvda eruvchan qo'rgoshin 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 - aeratsiya intinsivlashishida kislorodning eritmada ortishi va oltinning erishi tezlashib, sinil tuzlari sarfi kamayadi. Kislorod konsentratsiyasi oshsa, 48 reaksiyaga ko'ra rodanit tuzlari hosil bo'lishi va CN sarfi kamayadi.

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 % pisobida 23°C.

1.	Azurit	- $2\text{CuCO}_3 \times \text{Cu}(\text{OH})_2$	-94,5
2.	Malaxit	- $\text{CuCO}_3 \times \text{Cu}(\text{OH})_2$	-90,2
3.	Kuprit	- $\text{Cu}_2\text{O}$	-85,5
4.	Xrizokolla	- $\text{CuSiO}_3$	-11,8
5.	Xalkozin	- $\text{Cu}_2\text{S}$	-90,2
6.	Xalkopirit	- $\text{CuFeS}_2$	-5,6
7.	Bornit	- $\text{Cu}_6\text{FeS}_4$	-70,0
8.	Enargit	- $3\text{CuS} \times \text{As}_2\text{S}_3$	-65,8
9.	Tetraedrit	- $4\text{Cu}_2\text{S} \times \text{Sb}_2\text{S}_3$	-21,9

Ko'rinib turibdiki mis sinil tuzlarida yaxshi eriydi. Harorat oshsa, erish ham yanada oshadi. Eritmada misning umumiy ko'rinishi:  $\text{Na}_n\text{Cu}(\text{CN})_{n+1}$ ; bunda  $n = 1, 2, 3$ ,

Formula asosida o'tib, kompleks tuz hosil qiladi.

Kompleks anionlari orasida quyidagi tenglama vujudga keladi:



Ularning holatlari dissotsiatsiya konstantalari bilan aniqlanadi:

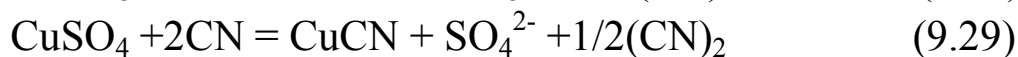
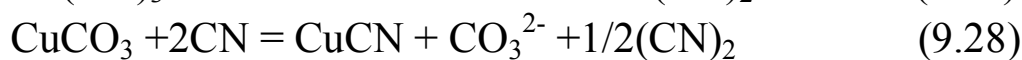
$$K_D^{\text{Cu}(\text{CN})_2^-} = \frac{[\text{Cu}^+] \cdot [\text{CN}]^2}{[\text{Cu}(\text{CN})_2^-]} = 1 \cdot 10^{-24}$$

$$K_D^{\text{Cu}(\text{CN})_3^{2-}} = \frac{[\text{Cu}^+] \cdot [\text{CN}]^3}{[\text{Cu}(\text{CN})_3^{2-}]} = 2,5 \cdot 10^{-29}$$

$$K_D^{\text{Cu}(\text{CN})_4^{3-}} = \frac{[\text{Cu}^+] \cdot [\text{CN}]^4}{[\text{Cu}(\text{CN})_4^{3-}]} = 5 \cdot 10^{-31}$$

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 khpayishi mumkinligi ma'lum.

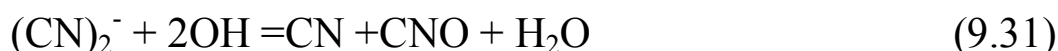
Yana bu mis oksid minerallaridan o'ziga xos xususiyatlari shu ekanki (gidratlar, karbonatlar, sulfatlar), misning CN ionlari hisobiga to bir valentli holigacha kaytarilishidir, qaysiki o'z  $(\text{CN})_2^-$  ditsian hosil qilib eriydi:



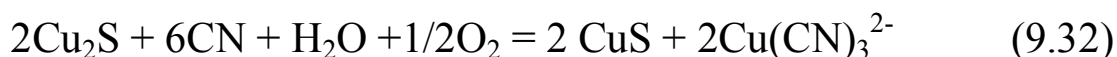
Misning oddiy sinil tuzi CuCN sinil ko'p bo'lganda tezda eriydi:



Ditsianesa gidrooksil ionlari bilan o'zaro reaksiyaga kirishib, SN sinil ionlari va CNO sianit ionlari hosil qiladi:



Xalkozin  $\text{Cu}_2\text{S}$  sinil eritmalari bilan reaksiyaga kirishsa, oralik mahsuloti sifatida  $\text{CuS}$  kovelin hosil bo'ladi:



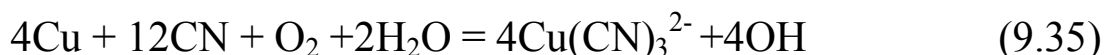
Keyin elementar S ajralib eriydi:



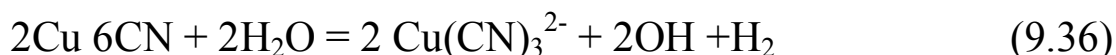
S esa CN ionlari ishtirokida rodanit ionlar hosil qiladi. Anionlar, ayrim tadqiqotlar ko'rsatishicha  $\text{Cu}(\text{CN})_3$  va CNS ionlari ishtirokida hosil bo'ladi:



Mis sinil eritmalarida xuddi nodir metallardagidek eriydi:



ammo nodir metallardan farkli o'laroq, mis metall oddiy suvda, kislorod oz bo'lsada eritmaga o'ta oladi:



oz bo'lsada, oltin rudalarida uchraydigan mis 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 xam olib keladi. Misli rudalardan oltinni ajratib olishda maxsus usullarni qo'llashga tug'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 holatni tushuntirib berish uchun 2 ta nazariya ilgari surilgan : birinchi nazariya soxiblari 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 yetmas ekan. Bu tadqiqotlar 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 holga 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 qosil qilib, sinil eritmasidan uning yuzasini to'sib ko'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. Elektrokimyoviy tortishish kuchiga asosan, adsorbsiya 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  $\text{AgCu}(\text{CN})_2$ . Adsorbsiyalangan yupqa mis kompleks ionlari nodir metallar yuzasini yupqa parda bo'lib qoplaydi va sinil ionlari o'tishiga, oltinning erishiga xalaqit beradi va to'sqinlik qiladi. Oltinning 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  $\text{CuCN}$  mis sinil kompleks tuzining fazoviy xarakterdagi pardasi ham katta rol o'ynaydi. Bu fazoviy pardaning hosil bo'lishida misli eritmalarda  $\text{Cu}(\text{CN})_3^{2-}$  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  $\text{CuCN}$  pardasi hosil bo'lishiga olib keladi:





Bu reaksiyalarning konstantalari  $2,6 \cdot 10^{16}$  va  $3,1 \cdot 10^{12}$  ga tengdir.

Bunday tenglik konstantalari 62 va 63 reaksiyalar o'ng tomonga kuchli intilganidan darak beradi.

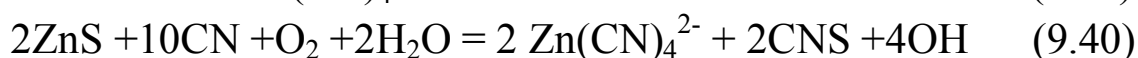
Radiaktiv izotoplarning protsizion usulini qo'llash bilan M.D.Ivanovskiy sinil mis eritmalarida oltin va kumush metallari yuzasida yupqa mis pardasi borligini isbotladi.

Tajribalar shuni ko'rsatdiki eritmada sinil konsentratsiyasi oshsa oltin va kumush yuzasida mis pardasi kamayadi, oltin va kumushning eritmaga o'tishining tezlashuvi kuzatiladi.

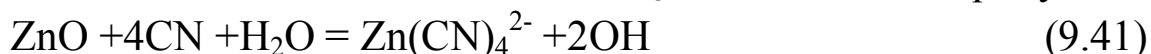
Rux minerallari ta'siri

Rux minerallari oltin rudalarida kam uchraydi va ular sinillash jarayoniga uncha katta ta'sir ko'rsatmaydi.

S falerit minerali sinil bilan sekin reaksiyaga kirishadi:



Nisbatan sinkit ZnO va smitsonit ZnCO<sub>3</sub> minerallari tezroq eriydi.



Qo'rg'oshin minerallari. Oltin rudalarida ko'proq uchraydi. 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 eritmalariga glyot (PbO) va oksidlangan qo'rg'oshin rudalari qo'shib olib boriladi

Sinil eritmalarida ruda minerallarining erishi sinil eritmasining sarf bo'lishiga olib kelishidan tashkari 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 eritmadagi faol modda va minerallar bilan o'zaro to'qnashuvida paydo bo'ladi. Pardalarning erish jarayonini to'sib qo'yishi ularning qalinligi va g'ovakligiga bog'liqdir. 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 o'z 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'siq parda hosil bo'lishiga olib keladi. Unga aks o'laroq temir sinil ionlari, metall yuzasida yupqa va g'ovak parda hosil qilib, Sinil ionlarining oltin yuzasiga o'tib eritishi, mis kabi uncha zararli emas. To'liq parda zarariga nisbatan :

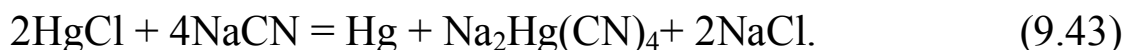
Temir -rux -mis tartibida bo'ladi. Eritmadagi surma va margumush ham qalin parda hosil qiladi. Eritmada margumush, surma, mis minerallari bo'lishi sinil tuzi eritish qobiliyatini susaytirib, uni "toliqtiradi" . eritmaga himoya ishqori ta'sir etganida xim uning eritish qobiliyati susayadi, u "toliqadi".

Kurish mumkinki, eritmada oxak eritmasi oshishi bilan, oltinning erishi tezligi kamayadi. Himoya ishqori sifatida NaOH qo'shish xam shunday natija beradi. Buning sababi NaOH ta'sirida ham metall yuzasida yupqa parda hosil bo'ladi.

Sian eritmalarida metall xolidagi simob qiyin eriydi, uning birikmalari esa oson ta'sirlashadi. Simob birikmalari sianlanganda oltin bilan birga eritmaga o'tadi. Simob oksidi kuyidagi reaksiya buyicha oson eritmaga utadi:

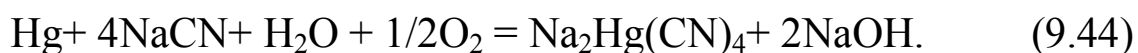


Simobning xlorli birikmasi sian eritmasi bilan qayta ishlanganda simobning yarmisi metall holigacha qaytariladi:



Bundan shunday xulosaga kelsa bo'ladiki, metall holidagi simob eritmaga qiyin o'tadi, oksid holidagi birikmalari esa oson ta'sirlashadi.

Metall holdagi simob sekinlik bilan quyidagi reaksiya bo'yicha sian eritmasida eriydi:



Eritmaga o'tgan simob, sulfid holdagi minerallar bilan ta'sirlashib simob sulfidni hosil qilib cho'kadi, bu esa kerakli komponentlarni erishini osonlashtiradi.

Glyot shaklidagi qo'rgo'shinning nitrat birikmalari tuzlari sianlash jarayonini yaxshilash uchun qo'shiladi.

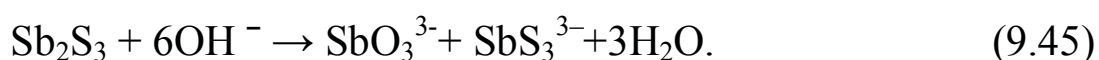
Qo'rg'oshin eritmadan  $\text{Na}_2\text{S}$  ni yo'qotib,  $\text{Ag}_2\text{S}$  shaklidagi kumushni eritmada erishini osonlashtiradi, ammo mustahkam kumush tuzlari birikmalari bo'lgan hollarda yordam bermaydi. Eritmaga o'tgan simob eritmadagi oltingugurtning eriydigan  $\text{HgS}$  shakldagi cho'kma sifatida cho'ktiradi.

Oltin va kumush rudalarida qo'rg'oshin tez-tez uchrab turadi, oksid holatda sianid tuzlarida erimaydi, ammo uzoq ta'sirlashish natijasida rodanit tuzlarini ( $\text{NaCNS}$ ) hosil qiladi.

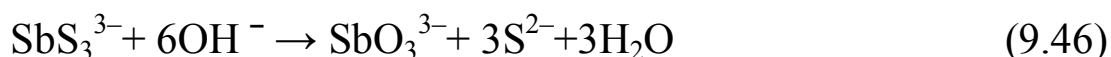
Mishyak va surma minerallari oltin rudalarida ko'pincha uchrab qayta ishlash jarayonini qiyinlashtiradi. Mishyak oltin saqlagan rudalar tarkibida ko'pincha sulfid holda ya'ni, arsenopirit, auripigment va realgar ko'rinishida uchraydi. Kam hollarda lellingit ( $\text{FeAs}_2$ ) va skorodit ( $\text{FeAsO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) holda ham uchraydi. Surma esa oltin saqlagan rudalarda odatda antimonit ko'rinishida ( $\text{Sb}_2\text{S}_3$ ) va oksid ko'rinishida ( $\text{Sb}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Sb}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Sb}_2\text{O}_4$ ) uchraydi.

Ko'p hollarda arsenopirit sianlash jarayonida qiyinchilik tug'dirmasada, ammo oltin rudalari tarkibida kam miqdorda bo'lsa ham antimonite, aurepigment va realgarning bo'lishi sianid sarfining ko'p miqdorda oshishiga va oltin ajratib olishni pasayishiga olib keladi.

Antimonit va auripigmentlar sianidlar bilan reaksiyaga kirishmasada ishqorlarda oson eriydi va quyidagi tuzlarini hosil qiladi, masalan:



Hosil bo'lgan tuzlar yana ishqorlar bilan ta'sirlashib,  $\text{SbO}_3^{3-}$  va  $\text{S}^{2-}$  ionlarini beradi:



Qisman rodanit va tuzlarga parchalanib turadi:

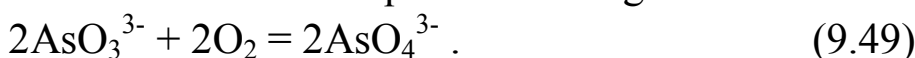


Bir qancha surma va mishyak sulfidlari oltingugurt ishqorlari bilan ta'sirlashadi:

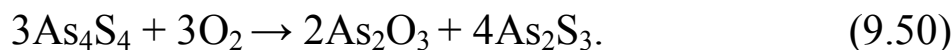


Ergan kislorod ta'sirida  $\text{S}^{2-}$  anionlari sekinlik bilan tiosulfat, sulfat va rodanit tuzlariga aylanadi.

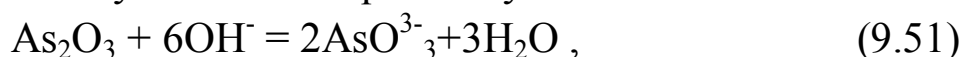
3. Arsenitlar kam miqdorda arsenatgacha oksidlanadi:



Realgarning parchalanishi natijasida uning mish'yak angidridi hosil bo'lib oksidlanishiga olib keladi  $\text{As}_2\text{O}_3$ :



Mish'yak oksidi ishqorda eriydi:



Ko'p hollarda arsenopirit sianlash jarayonini qiyinlashtirmaydi lekin, kam miqdorda bo'lsa ham antimonit, auripigment va realgarsian sarfini oshiradi va asosiysi oltin ajratib olishini pasaytiradi.

Antimonit va auripigment to'g'ridan to'g'ri sian eritmasi bilan ta'sirlashmay, ishqor eritmasida oson eriydi va tio tuzlar, oksibirikmalarni hosil qiladi. Mishyak oksidi esa ishkorda eriydi.

Bu reaksiyalarning borishi natijasida sian eritmalarida mishyak va surma sulfidlarining parchalanish mahsulotlari yig'iladi. Buning oqibatida oltin yuzasida yupqa lekin mustahkam qavat hosil bo'ladi. Qavatning hosil bo'lishi oltin yuzasi bilan sian eritmasi va kislorodning ta'sirlashuvini sekinlashtiradi.

Yuqoridagi holatlar oltin rudasi tarkibida antimonit, auripigment va realgar bo'lganda asosiy qiyinchiliklarni keltirib chiqaradigan holatlar edi. Surma va mish'yak minerallarini ta'sirini kamaytirish uchun shunday sharoitda olib borish kerakki bularning ta'sirini kamaytirsin.

Kinetikani o'rganish oqibatida shunday xulosaga kelindiki, surma va mishyak minerallarini eritmaga o'tishi ishqor konsentratsiyasiga bog'liq

ekan. Eritmaning rN muxitini ko'tarish yoki pasaytirish bilan minerallarni erish tezligini boshqarib tursa bo'ldi.

Eritmaning pH muhitini pasayishi oqibatida minerallarning parchalanishi sekinlashadi.

Bu muhim holat surmali va mish'yakli oltin tarkibli rudalarni sianlash jarayonida muhim rol o'ynaydi va bunada himoya ishqorining konsentratsiyasi past bo'ladi. Surma va mish'yak sulfidlarining parchalanishi natijasida ishqor konsentratsiyasining pasayishi oltin ajratib olish darajasini oshishiga olib keladi. Ishqor konsentratsiyasining pasayishin natijasida oltinning ajralishi oshadi bunga sabab esa sian eritmalarida surma va mish'yak minerallarining sekin parchalanishidir. Arsenopirit bu minerallardan faarqli o'laroq ishqorlar bilan ta'sirlashmaydi. Shuning uchun uning ruda tarkibida uchrashi oltinni sianlash jarayoni ajralishiga ta'sir ko'rsatmaydi.

Surma va mish'yak minerallarining jarayonga salbiy ta'sirini oldini olishga qaratilgan chora tadbir sifatida, zarali tioarsenit tuzlarining o'rniga zararsiz bo'lgan rodanit tuzlari hosil bo'lishini tezlashtirish. Odatiy sharoitda bu sianlash jarayonlari juda sekin kechadi. Jayonning tezlashishi uchun qo'rg'oshinning nitrat tuzlarini qo'shish talab qilinadi. Mexanizmning tezlashishiga sabab qo'rg'oshin ionlari  $S^{2-}$ ,  $SbS_3^{3-}$  va  $AsS_3^{3-}$  sulfidlari bilan qo'rg'oshin sulfidning erimaydigan birikmalarini hosil qiladi:



Kislorod ta'sirida qo'rg'oshin sulfidi sian eritmalarida eriydi va  $CNS^-$  va  $PbO_2^{2-}$  ionlarini beradi:



Hosil bo'lgan plyumbit ioni yangi miqdorda  $S^{2-}$ ,  $SbS_3^{3-}$  va  $AsS_3^{3-}$  ionlarni cho'ktiradi.



va boshqalar ularning to'liq  $CNS^-$  ioniga o'tguncha.

$Sb_2S_3$  va  $As_2S_3$  mavjud bo'lgan oltin rudalariga sianlash vaqtida  $Pb(NO_3)_2$  ning qo'shilishi ko'p miqdorda samara beradi. Ko'pincha

qimmat hisoblangan  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  o'rniga ancha arzon bo'lgan glyot qo'llaniladi.

### **Nazorat savollari**

1. Sanoat sharoitida sianlash tezligiga ta'sir qiladigan omillar nimalar kiradi?
2. Sianlash tezligiga temir minerallarining ta'siri qanday?
3. Sianlash tezligiga mis, qo'rg'oshin va rux minerallarining ta'siri qanday?

### **10 - ma'ruza**

#### **SIANLI BO'TANANI QUYUQLASHTIRISH VA FILTRLASH**

##### **Reja:**

1. Oltineritilgan eritmalarni chiqitlarga tozalash.
2. Davriy va uzluksiz dekantatsiya.
3. Suzish usullari.

**Kalit so'zlar:** davriy dekantatsiya, uzluksiz dekantatsiya, filtrlash, suyuq-qattiq nisbatligi, ters oqim usuli.

Tanlab eritish natijasida eritma xamda chikitlardan iborat butana xosil buladi. Sorbsiyali tanlab eritishdan farkli ularok, avvalgi, yoki boshkacha aytganda klassik texnologiyalarga asosan oltinli eritmani tashlamadan ajratish oltinli eritmani chikit tashlamadan ajratish uchun tindirish va suzish (filtrlash) zarur buladi.

Davriy dekantatsiya.

Nodir metallar erigan butanani aralashtirib, dekantatsiyalash uchun maxsus chanlarga xaydab, uni tindirishga kuyiladi. Kattik va solishtirma ogirligi katta zarrachalar idish tubiga tula boshlaydi, tingan eritma esa, sifon kurilmasi (surib oluvchi) orkali kattik butana-cho'kma ustidan boshka idishga surib olinadi. CHan tubiga chukkan butanada xali eritma kup, u S : K = 1:1 buladi. Bu eritmalarni ajratish uchun chukkan butanaga ozrok sinil eritmasi kushib aralashtiriladi. Bu ish barcha erigan oltinni yuvib olguncha davom ettiriladi. Oltinga boy bulgan eritma uni cho'kmaga

tushirish uchun junatiladi. Ikkinchi, uchinchi yuvishdan chikkan oltinga kamyob eritmalar, keyingi yuvish ishlarida kaytadan ishlatishga yuboriladi. SHu yusinda kayta- kayta, karam-karshi okim sifatida ishlatilgan eritmaning xajmini saklagan xolda oltinga boy eritmalar xosil kiladi. Bu kurib chikilgan usul davriy bulib, kup mexnat talab kiladi. Xozirgi kunda bunday usul ishlab chikarish xom-ashyosi kam, tarkibida oltini kup bulgan kichik korxonalarda ishlatilishi mumkin. Ba'zida aralashtirish va aralashtirib, sung dekantatsiya kilish bir dastgoxning uzida olib borish mumkin. Bu usulni ishlatishda Angren va Chodak oltin saralash fabrikalari misol bulishi mumkin.

Ters okim usulida uzluksiz dekantatsiyalash.

Agarda, ruda tarkibida loyixali material bulmasa bu usulni nisbatan kattarok korxonalarda ishlatish mumkin. Bunda tanlab eritilgan butana, bir-necha agitatorlarda aralashtirilib, bir-necha kuyultirgichlarda tindirilib dekantatsiyalanadi. Sunggi kuyultirgichdagi, dekantatsiyalanib chukkan cho'kma tashlama chikit xisoblanib, tashlama joylarga tashlanadi. Toza suv shu eng sunggi kuyultirgichga kuyiladi. Sunggi kuyultirgichdan oldingi, kuyultirgich slivi birin-ketin uzidan oldingi orkali, yanchish tegirmoniga kuyiladi. Yanchish tegirmonidagi butana birinchi kuyultirgichga, birinchi kuyultirgichdagi sliv eritmadagi oltin cho'kmaga tushirishga yuboriladi.

Kuyultirgichlarda butanani tezrok samarali chuktirish uchun, xozir poliakrilamid PAA kabi flokulyantlar ishlatiladi.

Bu usuldagi tindirish AQSHning Karlin, Avstraliyaning Moline ishlatilmokda.

Kup kavatli aralashtirgich obkashlari (yaruslar) kuyultirgichlar xam ishlatilmokda. Meksikaning Teyoltita, AQSHning Tetgen fabrikasida uch yarusli, Ruminiyada esa besh yarusli kuyultirgichlar ishlatilmokda.

Suzish usullari.

Gidrometallurgiya jarayonida, kattik fazadan, suyuk fazani govak metallar yordamida, yoki boshka metallar yordamida ajratish suzish-filtrlash deyiladi. Bu usul suzish dastgoxlarida amalga oshiriladi.

Bunda suyuk va quyuq fazalar bir-biridan mato orkali, vakuumsurgich bilan ta'minlangan kurilma bilan ajratilgan.

Vakuumsurgichlar orkali, eritma kurulma ichiga govak mato govak turlarida utadi, kattik kek deb ataluvchi kismi mato sirtida utolmay kapishib koladi. SHunday yul bilan butana suyuk filtrat va kuyuk kek matolariga ayriladi. Suzish dastgoxlarining ba'zilari davriy, ba'zilari uzluksiz ishlaydi.

Birinchi turdagi suzish dastgoxlari kuzgalmas bulib, ikkinchi turdagi dastgoxlarning ishchi kislmlari uzluksiz xarakatda buladi. Birinchi tur suzgichlarning barcha maydonlarida jarayon bir xil kechadi. Ya'ni butana berish, kekni yuvish, filtratni dastgoxdan olib chikish. Uzluksiz ishlaydigan suzish dastgoxlarining ayrim ishchi kislmlari butanani kabul kilsa, boshka kismi suyuklikni suradi. YAna bir kismi esa kapishgan cho'kma-kekni "puflab" bushatadi va keyingi vazifani bajarishga utadi. Suzish jarayoni gidrodinamik jarayondir. Suzish tezligi suzish tusigining ikki yonidagi bosimlar ayirmasiga tugri proporsional va suyuklikka kursatilayotgan karshilikka teskari proporsional.

Xozirgi kunda sanoat mikyosida ishlatilayotgan suzish uchun muljallangan dastgoxlarinng turlari kup va xilma-xildir.

Bunday dastgoxlarni shartli ravishda kuyidagi turlarga bulim mumkin.

1. butana ustunining gidrodinamik bosimi bilan ishlaydigan suzgilar.
2. Vakuum suzgichlar.
3. Suzishga muljallangan butananing ortikcha bosimi xisobiga ishlovchi suzgichlar.

Gidrodinamik kuch xisobiga ishlaydigan birinchi turdagi suzgichlar xisobda bulib, u asosan eritmani sunggi tindirish jarayoni uchun foydalaniladi. Ularning eng soddalaridan biri, suzishgi imkon beradigan tubli idishdir (chan). Uning suzish tubigan yirik donador tum tushaladi. Bunday suzish tubidagi kum iflolsansa, chikitlarga talsa, uni almashtiriladi. Bu dastgox kul kuchi xam talab kiladi.

Vakuum –suzgichlar: ularning davriy va uzluksiz ishlaydigan turlari mavjud. Davriy ravishda ishlaydigan vakuum suzgichlaridan biri nutch-suzgichdir. Uning tagi yassi bulib, vakuum orkali xavo suriladi. Taglik ostida tusik orkali surish vakuum urnatilgan. Bu dastgoxning suzish yuzi



tagligi  $1\text{m}^2$  dan  $6\text{m}^2$  ga etadi. Cho'kmaning kalinligi 50-100 mm buladi. Ishchi vakuum 500-700 mm simob utuniga teng. Kupincha bunday chanlar agdarilma usulda ishlaydi va bu bilan uni bushatish osonlashadi. Bu suzgichlar ishlatishda oson bulganligi uchun kupgina korxonalarda kullaniladi. Uning kamchiligi oz maxsuldorligi va kul bilan bushatilishga xam urin boligida. Ramli vakuum suzgilar xozir xam oltin saralash fabrikalarida ishlatilmokda. Bu suzgilar bir nechta suzish matoga uralgan. Ramlarning yonma-yon kuyilishida changa urnatilgan buladi. Bu suzgi temir naylari yumshok rezina nay orkali vakuumga ulangan. Ustki temir naylar orkali suzilgan filtrat surib olinadi. Ramlar tortilgan suzish matolariga uralgan. Ramalar soni 24 ta dona bulib, piramidal taglik ustida urnatilganlar. Ramli vakuum suzgichlar 2-5 soatcha buladi. Cho'kma keklarda kolgan namlik 25-35%, maxsuldorligi  $3,0 \times 1,5\text{ m}$ . Rama yuzasi  $1,5 - 3,5\text{ t}$  kuruk maxsulotga teng.  $1\text{m}^2$  yuzasidan  $0,7 - 0,4\text{ t}$  maxsulot olinadi (kek).

Uzluksiz ishlaydigan vakuum suzgilar: bu filtrlarning turlariga barabanli suzgi filtrlar kiradi.

Barabanli suzgilar:

A) ustki yuzada suzish

B) suzish yuzasida ichki qismida bo'ladi.

G) diskli

Bunda barcha jarayonni avtomatlashtirish mumkin. Bu suzgi barabani minutiga 3-12 marta aylanadi.

YUzada chukkan cho'kmadan iborat. Aylanayotgan baraban orkali suzgi eritma surilidi. Eritmasi surilgach, baraban aylanish borasida cho'kma yuvishga va kuritilish zonasiga utadi. Kurilgan cho'kma surib, kirib tushiriladi. Vakuum-suzgilarda 1-2 ta resiver urnatiladi. Bu resiverlar orkali vakuum-nasos moslangan kuvur-naylar orkali taksimlovchi kurilmaga boglangan.

Filtrat eritma va yuvish suvlari resiverda tuplanib, markazga intilma nasoslar orkali chikarilib yuboriladi. Bunday barabanli vakuum-suzgalarni maxsuldorligicha, suzilishga berilgan mineral zarralarning fizik-kimyoviy xususiyati va katta kichik ulchamlariga byuoglikdir. Butana  $S : Q = 1,5 : 1$  bulib. Sutkasiga  $1\text{ t/m}^2$  dan oshmaydi.

Diskli (lappakli) vakuum-suzgilar odatda keng kullamda ishlatiladi.

Bunday dastgoxlar ixcham, shlatilishda kulay, ular tagligidagi jom idish bir-ikki bulimga bulinib, xar bir bulimidagi suzish uskunalari xar xil ashyo butanalarini suzish mumkin.

Shu boisdan kek chanlarda repulatsiyalanadi(ya'ni butana yumshatiladi). Buning uchun kek maxsus chanlarda suv yoki maxsus eritma bilan yuviladi aralashtiriladi.

### **Nazorat savollari**

1. Oltineritilganeritmalarnichiqitlardantozalashdan maqsad nima?
2. Davriy va uzluksiz dekantatsiya deganda nima tushiniladi?
3. Suzish usullari qanday jarayonlar kiradi?

### **11- ma'ruza**

## **SIANLI ERITMALARDAN OLTINNI RUX KUKUNI BILAN CHO'KTIRISH**

### **Reja:**

1. Oltinni rux bilan cho'ktirishni fizik kimyoviy asoslari.
2. Qo'shimchalarning cho'ktirish jarayoniga tasiri.
3. Jarayonning amaliyotda qo'llanilishi.

**Kalit so'zlar:** rux kukuni bilan cho'ktirish, sementatsiya, tiklanish jarayoni, uch komponentli faza, monovariantli.

Sian eritmalaridan oltin va kumushni quyidagi usullar bilan ajratib olish mumkin:

- 1) Rux bilan chuktirish;
- 2) Alyuminiy bilan chuktirish;
- 3) Ionalmashtirish smolasi yordamida sorbsiyalash;
- 4) Faollangan ko'mir yordamida sorbsiyalash;
- 5) Ekstraksiya.

Sianlash jarayonining rivojlanib boshlanayotgan paytda sian eritmalaridan nodir metallarni cho'ktirishni asosiy usuli bu sementatsiya usulida cho'ktirish edi. Hozirgi kunda esa oltinni sian eritmalaridan ajratib

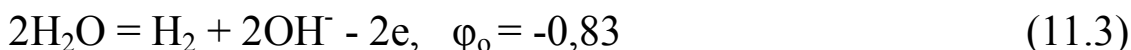
olish ionalmashunuvchi qatronlar va faollangan ko'mirga asoslangan sorbsiya usuli keng qo'llanilmoqda. Alyuminiy bilan cho'ktirish kumushni cho'ktirishga asoslangan edi. Ekstraksiya usuli hozirgi kunda o'rganilmoqda.

Oltinni rux bilan cho'ktirishni fizik kimyoviy asoslari.

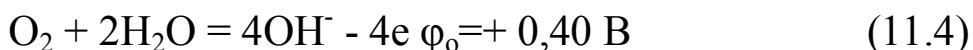
Sian eritmalarida metallar kuchlanishlar qatorida ruxning potentsiali (-1,26 V) oltin (-0,54 V) va kumushning (-0,31 V) potentsialiga ko'ra manfiydir. Shuning uchun rux metali sian eritmalaridan nodir metallarni osongina siqib chiqaradi:



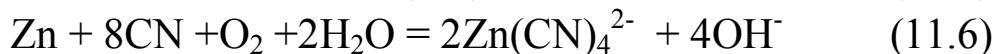
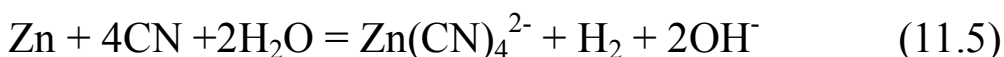
Asosiy reaksiyalar bir qatorda sementatsiya jarayonida qo'shimcha reaksiyalar ham boradi. Rux kuchli qaytaruvchi bo'lganligi sababli suv molekularini qaytarib gaz holdagi vodorod hosil qiladi.



Nodir metallarni cho'ktirishda kelayotgan sian eritmalarida hamma vaqt erigan kislorod ishtirok etadi. Yuqori oksidlanish potentsialini hosil qilgan kislorod rux ishtirokida qaytariladi va gidroksil ionlarini hosil qiladi.



Shuning uchun ham ruxning ma'lum bir qismi sementatsiya jarayonida bexuda sarf buladi:



Nazariy jihatdan reaksiya (a) ga ko'ra 1g, Au uchun 0,19 g Zn sarf bo'ladi. Amalda esa 10 barobar ortiqdir.

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 natija beradi, 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 oltin sian anionlarini rux yuzasida diffuziya tezligini oshiradi, shu bilan birga oltinni qaytadan erishini va ruxni sarfini kamaytiradi.

Nodir metallarni cho'ktirishda jarayon uchun quyidagi sharoitlar qulaydir:

- 1) Eritmalarni dastlabki kislorodsizlantirish (deaeratsiya);
- 2) Yuqori sifatli yuzaga ega bo'lgan rux metalini ishlatish;
- 3) Ruxni qo'rg'oshinlash;
- 4) Sian va ishqorni kerakli lekin juda ham yuqori bo'lmagan konsentratsiyasini ishlatish;
- 5) Jarayonni tindirib olib boorish.

Sementatsiya jarayonida ko'p hollarda eritma tarkibidagi qo'shimcha metallar zararli ta'sir ko'rsatadi. Ularning ta'siri shundan iboratki rux yuzasida zich parda hosil qilib cho'kish jarayonini sekinlashtiradi, ayrim hollarda umuman to'xtatib qo'yadi.

Eritmada sulfidlarni 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 osongina siqib chiqariladi va uning yuzasini qoplaydi.

Sementatsiya jarayoniga shuningdek kolloid kremniy kislotasi  $H_2SiO_3$  ham salbiy ta'sir ko'rsatadi, u ohaktosh bilan birikib  $CaSiO_3$  ni hosil qiladi u esa jarayonni sekinlashtiradi.

Qo'rg'oshin eritmada galenit ioni shaklida uchrasa, kalsiy plyumbit  $\text{CaPbO}_2$  hosil qilib rux aktivligini susaytirishga olib keladi.

Mis sianid eritmalarida anion holida uchrab ruxni oson siqib chiqara oladi:



Va uni yuzasini qoplaydi.

Mis 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'kishi qiyin boradi.

Rux bilan cho'ktirish amaliyoti.

Sinil eritmalarini tindirish.

Cho'ktirish oldidan eritma tip-tiniq bo'lishi kerak aks holda rux, oltin va kumush zarrachalari ustiga to'g'ridan-to'g'ri aloqada bo'la 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'sik orqali so'rish vakuum o'rnatilgan. Bu dastgohning suzish yuzi tagligi  $1\text{m}^2$  dan  $6\text{m}^2$  gacha yetadi. Cho'kmaning qalinligi 50-100 mm bo'ladi. Ishchi vakuum 500-700mm simob utuniga 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 o'z maxsuldorligi va qo'l bilan bo'shatilishga ham o'rin bo'ladi. Ramli vakuum suzgichlar hozir ham oltin saralash fabrikalarida ishlatilmoqda. Bu suzgichlar bir nechta suzish matoga o'ralgan. Ramlarning yonma-yon quyilishida changga o'rnatilgan bo'ladi. Bu suzgi temir naylari yumshoq rezina nay orqali

vakuumba ulangan. Ustki temir naylar orqali suzilgan filtrat surib olinadi. Ramlar tortilgan suzish matolariga o'ralgan. Ramalar soni 24 dona bo'lib, piramida taglik ustida o'rnatilganlar. Ramli vakuum suzgichlar 2-5 soatcha bo'ladi. Cho'kma keklarda qolgan namlik 25-35%, maxsuldorligi 3,0 x 1,5 m. Rama yuzasi 1,5 - 3,5 t quruq maxsulotga teng. 1m<sup>2</sup> yuzasidan 0,7 - 0,4 t maxsulot olinadi (kek).

Uzluksiz ishlaydigan vakuum suzgilar: bu filtrlarning turlariga barabanli suzgi filtrlar kiradi.

Barabanli suzgichlar:

- A) ustki yuzada suzish;
- B) suzish yuzasida ichki qismida bo'ladi;
- G) diskli.

Bunda barcha jarayonni avtomatlashtirish mumkin. Bu suzgich barabani minutiga 3-12 marta aylanadi.

Yuzada cho'kkan cho'kmadan iborat. Aylanayotgan baraban orqali suzgich eritma suriladi. Eritmasi surilgach, baraban aylanish borasida cho'kma yuvishga va quritilish zonasiga o'tadi. Qurilgan cho'kma surib, qirib tushiriladi. Vakuum-suzgichlarda 1-2 ta resiver o'rnatiladi. Bu resirverlar orqali vakuum-nasos moslangan quvur-naylar orqali taxsimlovchi qurilmaga bog'langan.

Filtrat eritma va yuvish suvlari resiverda to'planib, markazga intilma nasoslar orqali chiqarilib yuboriladi. Bunday barabanli vakuum-suzgalarni mahsuldorligicha, suzilishga berilgan mineral zarralarning fizik-kimyoviy xususiyati va katta kichik o'lchamlariga bog'likdir. Butana S : Q = 1,5 : 1 bo'lib. Sutkasiga 1 t/m<sup>2</sup> dan oshmaydi.

Diskli (lappakli) vakuum-suzgilar odatda keng ko'llamda ishlatiladi.

Bunday dastgohlar ixcham, shlatilishda qulay, ular tagligidagi jom idish bir-ikki bo'limga bo'linib, har bir bo'limidagi suzish uskunalari har xil ashyo butanalarini suzish mumkin. Vertikal o'rnatilgan - yuvish oson emas.

Shu boisdan kek chanlarda repulatsiyalanadi(ya'ni butana yumshatiladi). Buning uchun kek maxsus chanlarda suv yoki maxsus eritma bilan yuviladi aralashtiriladi.

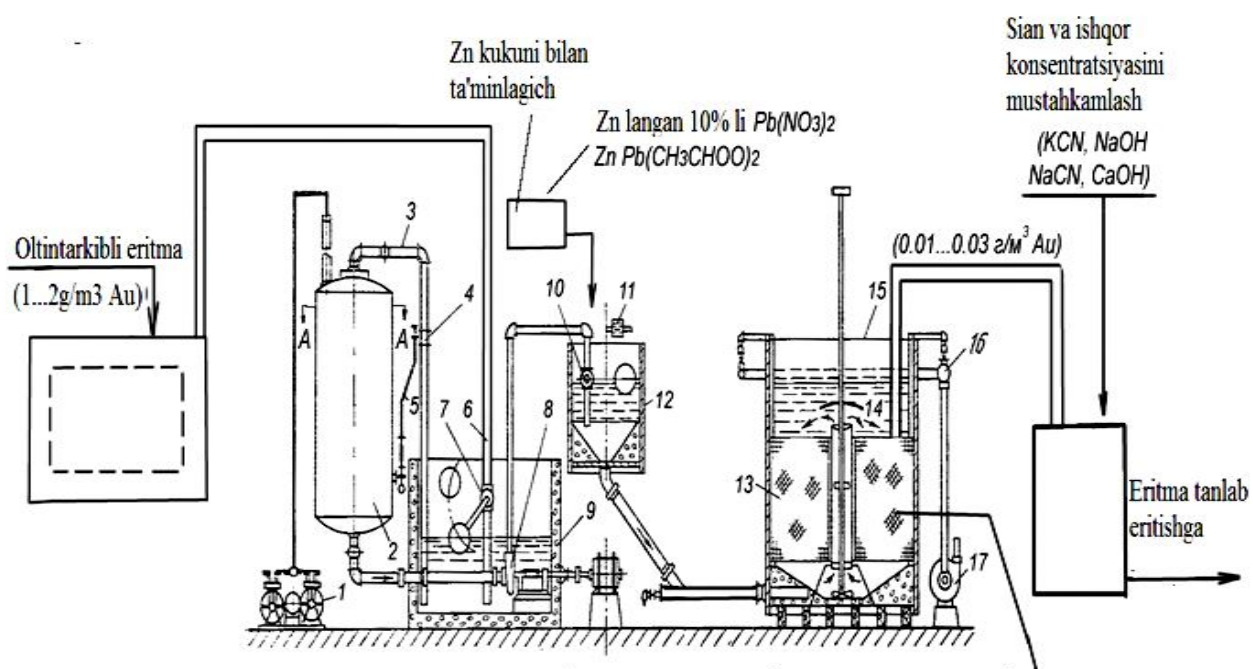
Sianli eritmalardan oltinni cho'ktirish jarayoni rux kukuni yordamida amalga oshiriladi. Jarayon quyidagicha amalga oshiriladi, tindirilgan oltintarkibli sianidli eritma kislorodsizlantirishga yuboriladi, rux kukuni va nordon qo'rg'oshin tuzi bilan aralashtiriladi va oltinruxli cho'kmani ajratish uchun filtirlanadi. 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 filtirlash vaqtida filitir yuzasida qoladi.

Jarayonning dastgohlar ketma-ketligi 10-rasmda keltirilgan.

Tindirilgan oltintarkibli 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...725mm simob ustunida siyraklashtirish olib boriladi.

Dearatorning pastki qismida paplovok o'rnatilgan bo'lib u dastak bilan, qopqoq 4 bilan, va 3- ta'minlovchi quvur bilan bog'langan. Bu qismlar yordamida eritmaning (600mm) doimiyliги ushlab turiladi.

Vakkum reserverdan(dearator-kislorodsizlantiruvchi qurulma) eritmadagi kislorod konsentratsiyasi 0,5-1mg/l holida chiqib ketadi. Kislorodsizlantirish jarayoni rux sarfini kamaytirishga, oltinni cho'kish jarayonini tezlashtirishga va to'liq borishiga, oltin cho'kmalar sifatini oshirishga olib keladi.



**11.1-rasm.** Sementatsiya jarayonning dastgohlar ketma-ketligi va texnologiyasi:

1 – vakuum-nasos; 2 – vakuum riserver(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-rom; 14 – deflektor; 15 – cho'ktirish chani.

Resiverdan kislorodsizlangan eritma 8-nasoslar yordamida quyultirgichga kelib tushadi. Eritmani quyultirgichga berishda  $0,01...0,003$  bilan bog'langan poplovok 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 yuklangan rux kukunlari aralashtiriladi. Rux kukunlarini uzatish uchun turli xildagi ta'minlagichlar qo'llaniladi: quvurli, lentali va titrama. Quyultirgichdan oltinli eritma vakuum ramali suzgich bilan bog'langan cho'ktirish chaniga yuboriladi.

Chan markazida keng quvur o'rnatilgan, o'qda val qotirilgan uning pastki qismida propeller, o'rta qismida esa cho'yandan yasalgan parrak o'rnatilgan. Val minutiga 130 marta aylanadi. Aralashtirish natijada rux kukuni chan hajmi bo'ylab teng taxsimlanadi. Dastgohlar radius bo'ylab



vakuum rom, vakuum filtr va tindirgichlar bir xil 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 romga so'riladi qattiq mahsulot esa matodan o'tmay filtr mato ustida kek shaklida qoladi.

Xozir bu usul jaxonda kupgina zavodlarda kullanilmokda. Shu jumladan oltinni rux kukuni bilan cho'ktirish Uzbekistonning Namangan viloyati, Chodak oltin fabrikasida kullaniladi. Buning uchun uta tindirilgan eritma deaeratsiyalanadi. Rux kukuni ma'lum miqdorda doza bilan uzluksiz to'kilib aralashtiriladi. Sungra cho'kma suzib, oltinsiz eritmada ajraladi. Suzish uchun vakuum ramali, filtr-pres, kubsimon yoki simli filtrlarda ishlatish mumkin.

Bu usulda ishlatilgan rux kukuni, toza nav 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, oltin konsentratsiyasiga qarab 15÷50 g. gacha sarf buladi. Rux kukuni rux, ko'pigiga qaraganda bir necha afzalliklarga ega:

1. kukun, ko'pikdan ko'ra arzon;
2. kukun, ko'pikdan 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. dastgoxlar ixchamroq;
8. avtomatlashtirish imkoni mavjud.

### **Nazorat savollari**

1. Oltinni rux bilan cho'ktirishni fizik kimyoviy asoslariga nimalar kiradi?
2. Qo'shimchalarning cho'ktirish jarayoniga tasirini qanday aniqlash mumkin?
3. Jarayon amaliyotda qanday qo'llaniladi?

## 12 - ma'ruza

# OLTIN VA KUMUSHNI IONALMASHUV QATRONLARI BILAN SORBSION TANLAB ERITISH

### Reja:

1. Sorbsiya jarayonining qonuniyatlari.
2. Sorbsiyalash izotermalari, qo'shimchalarning jarayonga tasiri.
3. Sian eritmalaridan oltinni anionitga sorbsiyalanishi jarayoni tezligi.

**Kalit so'zlar:** sorbsion tanlab eritish, qatron, ionit, kuchli va kuchsiz anionitlar, tortiluvchanlik.

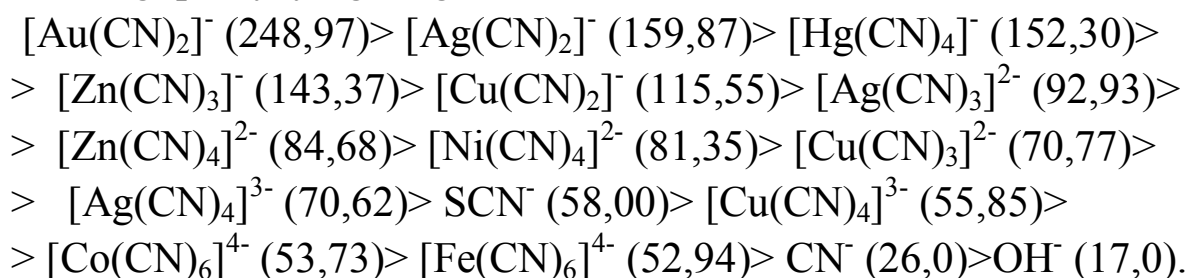
Kuchli va kuchsiz asosli anionitlarning sian eritmalaridan komplekslarni shimishi quyidagi ketma-ketlikka asoslangan:  $[\text{Au}(\text{CN})_2]^- > [\text{Ag}(\text{CN})_2]^- > [\text{Cu}(\text{CN})_2]^- > [\text{Zn}(\text{CN})_4]^{2-} > [\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-} > [\text{Cu}(\text{CN})_3]^{2-} > \text{SCN}^- > [\text{Co}(\text{CN})_6]^{4-} > [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-} > \text{CN}^- > \text{OH}^-$

Anionitlar bir zaryadli ionlarga juda o'xshash bo'ladi, ular chiziqli tuzulishga ega  $[\text{Au}(\text{CN})_2]$ ,  $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$ ,  $\text{SCN}^-$ , va yuqori qutblangandir. Bir valentli anionning qatronga o'xshashiga sabab qutblanish kuchi ta'siridadir, u ionlar o'qi chizig'i bo'ylab yo'llangan bo'lib ularning ko'p deformatsiyalanishiga olib keladi va kation guruh qatronga zich yaqinlashib ular orasidagi mustahkam aloqani hosil qiladi. Eng yuqori yaqinlik ionlardan  $[\text{Au}(\text{CN})_2]^-$ , bo'lib u qatrongan kumush, mis va boshqa metallar anionlarini o'rnini egallaydi.

Anionning kam tortiluvchanligi ikki va uch zaryadga ega anionlarga nisbatan kam  $[\text{Pt}(\text{CN})_4]^{2-}$ ,  $[\text{Pd}(\text{CN})_4]^{2-}$ ,  $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$ ,  $[\text{Co}(\text{CN})_6]^{3-}$ ,  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ , shuningdek yuqori qutblangan anionlar uchun ham. Bu katta valentli anionlarning «og'irlik markazida bo'lishi» hisobiga zaryad neytrallanishi natijasida kation guruh qatronga aylanishiga olib kelib, bu ularning o'rtasida ko'proq o'rtacha masofasini borligini izohlaydi va bir zaryadli nodir metal anionlariga qaraganda past mustahkamlikka ega bo'ladi.

Kuchli asosli anionitlar ionlanish darajasi yuqoriligi sababli oltin va kumushga nisbatan tanlovchanligi yuqori emas, ammo qo'shimchalarga nisbatan tanlovchanligi yuqori.

Kuchsiz asosli anionitlar ishqoriy muhitda ionlanish funksiyasi past darajada, kuchli asoslga qaraganda qatron bir-biridan katta oraliqda bo'ladi. Bu esa kuchsiz asosli anionitni oltin va kumushga nisbatan hajmini kamayishga olib keladi va kation guruh qatronni mustahkamlashga olib keladi. Agar sian eritmalaridagi anionlarni gramm-ekvivalentda kamayishi bo'yicha joylashtirsak, bunda tajribaga asosan qatronning yig'uvchanligi pasayayotganligini ko'rishimiz mumkin:



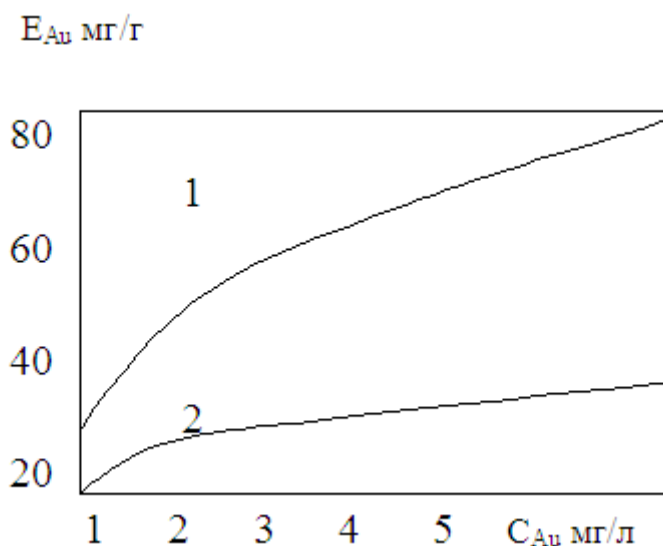
Bu holat amaliyotda oltinni qatronidagi boshqa anionlarni kumush, mis, temir va erkin sian ionlarni siqib chiqara oladi.

Ionalmashinuvchi jarayonlari muvozanatlarini grafik rasm shaklida ifodalash amaliyotda qulaylik yaratadi. Izotermalar doimiy temperaturada qarama qarshi ionlarning konsentratsiya bog'liqligini ifodalaydi.

Sian eritmaları bilan anionitlar ta'sirlashganda oltin smola fazasi tarkibiga utadi.

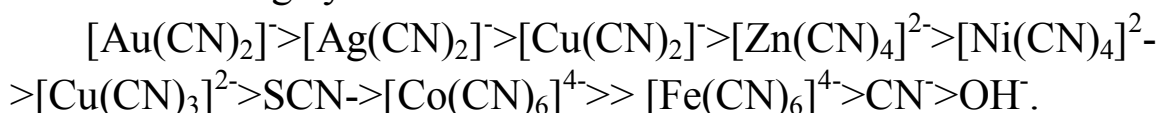
Xuddi shunday kumush xam ta'sirlashadi. Bundan tashqari eritmada qo'shimcha metallar bo'lgani uchun anionitga ular ham sorbsiyalanadi.

Bu kushimcha reaksiyalarning borishi natijasida ionitning ma'lum bir aktiv qismi qo'shimchalar bilan to'lib qoladi va uning oqibatida smolaning oltinga nisbatan hajmi kamayadi. Shuning uchun ham qo'shimchalari bo'lgan eritmalaridan oltinni sorbsiyalash darajasi qo'shimchalari bo'lmagan eritmalaridan oltinni sorbsiyalash darajasidan past bo'ladi. Bu jarayonni quyidagicha tasvirlash mumkin:



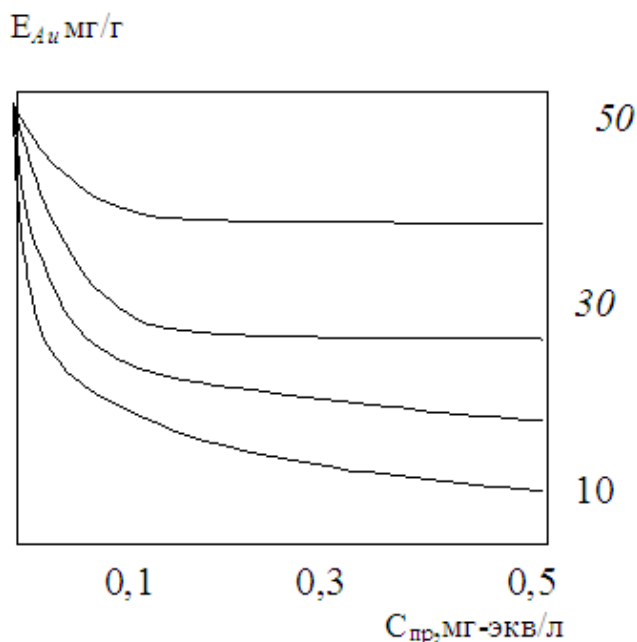
**12.1-rasm.** 1- holat kushimchasi bulmagan eritmalardan oltinni sorbsiyalash darajasi, 2- xolat kushimchasi bulgan eritmalardan oltinni sorbsiyalash darajasi.

Sian eritmaları tarkibidagi qoʻshimcha anionlar anionitga har xil darajada sorbsiyalanadi. Koʻp izlanishlar natijasida shuni koʻrsatdiki anionitlar koʻpincha quyida keltirilgan ketma-ketlik boʻyicha metall anionlarini oʻziga yutadi:



Bu qatordagi anionlarining ketma-ketlikni aniqlab beradigan kattalik bu ionning gidratlanish energiyasidir. Ionning gidratlanish energiyasi kamayishi bilan anionning anionitga boʻlgan xossasi oshadi. Gidratlanish energiyasi ionning zaryadi va radiusi bilan aniqlanadi. Zaryadning kamayishi va ion radiusining oshishi bilan gidratlanish energiyasi kamayadi. Bundan kurinib turibdiki 2 zaryadli rux va nikel kompleksi va 4 zaryadli temir kompleksiga bilan taqqoslaganda 1 zaryadli oltin kompleksining selektivligi yuqori buladi. Kumush va mis komplekslari berilgan qatorda zaryadlari boʻyicha joylashishi toʻgʻri kelmaydi. Bu metallar eritmada yuqori kordinatsion sonli komplekslarni hosil qiladi  $[\text{Ag}(\text{CN})_3]^{2-}$ ,  $[\text{Cu}(\text{CN})_4]^{3-}$ . Bu esa qatron tarkibiga koʻp miqdorda sian ionlarining yutilishi natijasida yuzaga keladi. Quyidagi rasmda oltin saqlagan eritmada oltinni AM-2B markali qatronga sorbsiyalashda

anionitni ishchi hajmiga temir, rux, mis, nikel komplekslarini konsentratsiyasini ta'siri ko'rsatilgan:



12.2-rasm. Qo'shimcha metallar konsentratsiyasining anionit hajmiga ta'siri.

Rasmda qo'rinib turibdiki kushimcha metallarning konsentratsiyasi ortishi bilan anionit hajmi kamayib boraveradi, bu esa oltinni sorbsiyasi kamaytiradi.

Kelayotgan eritmada oltinning konsentratsiyasi 2-10 mg/l bo'ladi, chiqadigan ya'ni chiqindiga yuboriladigan eritmada oltinning konsentratsiyasi 0,02-0,03 mg/l bo'lishi kerak. Shuning uchun xam ishlatiladigan anionit yukori ishchi xajmiga ega bulishi kerak. Anionitlarning yana bir muhim xarakteristikasi bu uning selektivligidir. Olib borilgan ilmiy ishlar shuni ko'rsatadiki aralash asosli anionitlarni selektivligi kuchli asosli anionitlarga nisbatan ancha yuqori. Anionitning selektivligi qancha yuqori bo'lsa uning ishchi hajmi ham shuncha yuqori bo'ladi.

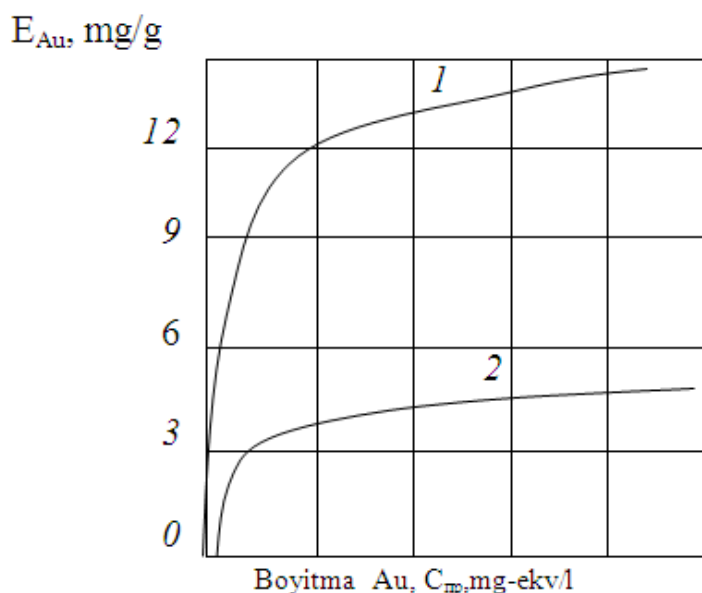
Bifunksional xossaga ega bo'lgan anionitlar ichida AM-2B markali anionit yuqori ishchi hajmga va selektivlikka egadir.

Amaliyotda sorbsiyalash jarayonini tezligi uncha ham yuqori emas, qatron va oltin saqlagan eritma o'trasidagi ta'sir bir necha o'n soatlab vaqt davomida boradi. Birinchi o'rinda ionitga kam yutiladigan anionlar

yutiladi (temir, mis, kumush). Jarayon vaqtining uzayishi davomida bu anionlar yutilish darajasi yuqori bo'lgan anionlar bilan siqib chiqariladi (oltin, rux, nikel). Shuning uchun ham anionit tuyinish vaqtida uning ishchi hajmi oltinga, ruxga va nikelga nisbatan ortib boradi.

Ionalmashinuv jarayoni tezligi ionlarning difuziyasi tezligiga bog'liq bo'lib, bu ionlarning suyuqlik qavatida erish tezligiga va ionitga birikishi bilan izohlanadi. Ba'zi hollarda ikki holatda ham jarayonni nazorat qilishi mumkin.

Sian anionlarini sorbsiyalash jarayoni tezligi ko'p hollarda anionitning ichki difuziyasi tezligi bilan aniqlanadi, geliy kinetikasi. Bu esa anionitlarning o'lchamining  $[Au(CN)_2]^-$  kichiklashishi bilan sorbsiyalash ham tezlashishini ko'rsatadi (12.3-rasm).

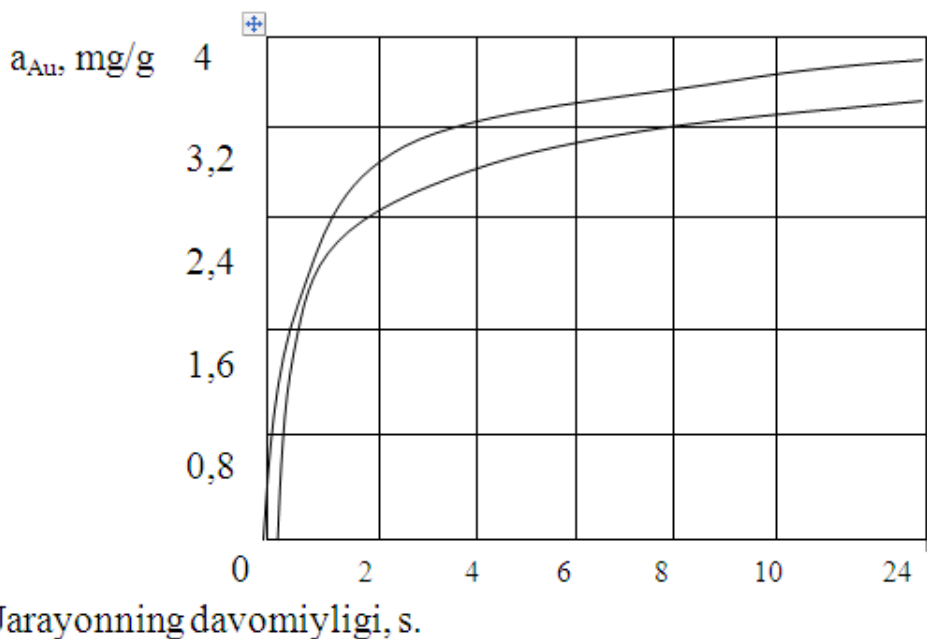


**12.3-rasm.** Turli xil qatronlarda oltinni sorbsiyalash: 1 - AM-2B qatroni; 2 - AM geliyli tuzulish.

Ya'nikim AM-2B anionitlari yordamida sorbsiyalash jarayoni AM geliy tuzulishli anionitlarga qaraganda tez va ishonchli amalga oshadi. Bunga asosiy sabab AM-2B qatronining oltin va kumushga nisbatan yuqori tanlovchanlikka ega ekanligi, mexanik va kimyoviy jihatdan mustahkamligi va shuningdek oltinga nisbatan hajmi yuqoriligidir.

Sianli eritmalardan oltinni boshqa anionitlar bilan sorbsiyalanish tezligi 13.4-rasmda tasvirlangan. Oltinni ajralish jarayoni boshlanishida tez amalga oshadi: 1-soat ta'sirlashishda umumiy ajralishning 50-60%

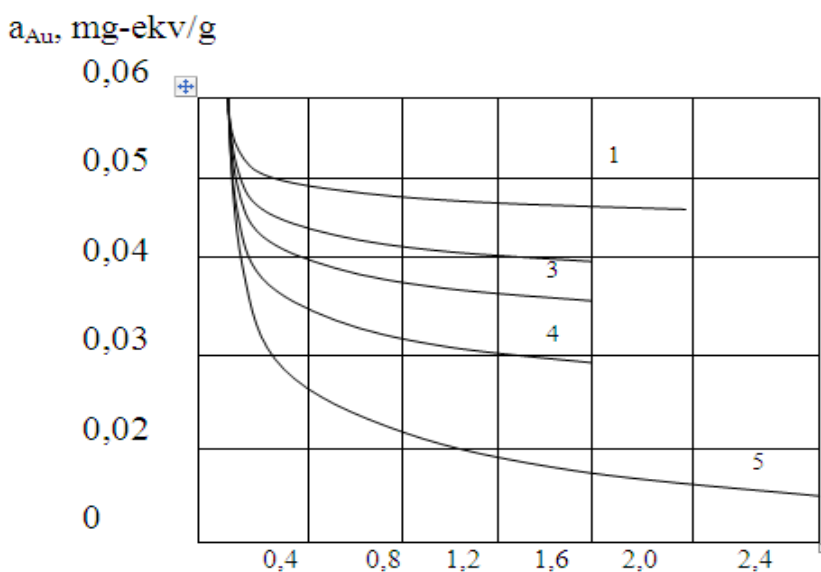
ajralib chiqadi, 2-4 soat mobaynida 70-80% ajralsa, undan so'ng jarayon zudlik bilan sekinlashadi. Eng yaxshi qatronlardan yana biri AP-2 dir.



12.4-rasm. Sian eritmalaridan oltinni qatronlarga sorbsiyalash tezligi. 1 - AP-2-p; 2- AN-18-4p.

Oltinni sian eritmalaridan sorbsiyalashda anionitni oltinga nisbatan hajmi sian eritmalaridagi nodir bo'lmagan qo'shimcha metallar miqdoriga bog'liq bo'ladi.

Eritmadagi oltin miqdori 2,5 mg/l bo'lganda anionitga qo'shimcha metallar ishtirokida sorbsiyalanish jarayoniga ta'siri 21-rasmda keltirilgan.



12.5-rasm. Qo'shimcha metallar konsentratsiyasining AM anioniti hajmiga ta'siri ( $C_{Au} = 0,013 \text{ mg-ekv/g} = 2,5 \text{ mg/l}$ ): 1 — Fe ; 2 — Cu; 3 — Co; 4 — Ni; 5 — Zn.

Jarayonga ta'sir etuvchi metallardan biri bu rux anionlari, shuningdek ko'p miqdorda nikel, kobalt, mis va temir anionlaridir. Anionitni oltinga nisbatan hajmida qo'shimcha anionlarning konsentratsiyasi muhim rol o'ynaydi. Eritmada oltin anioni  $[\text{Au}(\text{CN})_2]^-$  ko'p bo'lsa qatronning oltinga nisbatan hajmi oshadi, aksincha eritmada qo'shimcha metallar konsentratsiyasi ko'p bo'lsa anionning oltinga nisbatan hajmi qisqaradi.

### **Nazorat savollari**

1. Sorbsiya jarayonining qonuniyatlariga nimalar kiradi?
2. Sorbsiyalash izotermalari, qo'shimchalarning jarayonga tasiri nimada?
3. Sian eritmalaridan oltinni anionitga sorbsiyalanishi jarayoni tezligi nimalarga bog'liq?

### **13 - ma'ruza**

#### **SORBSION TANLAB ERITISHNING TEXNOLOGIK SXEMALARI, ASOSIY PARAMETRLARI VA DASTGOHLARI**

##### **Reja:**

1. Sorbsiyali tanlab eritish amaliyoti.
2. Sorbsiyalashda ishlatiladigan dastgohlar.
3. Sorbsiyalashda ishlatiladigan pachuklarning texnologik xarakteristikasi.

**Kalit so'zlar:** sorbsion tanlab eritish amaliyoti, tanlab eritish dastgohlari, sorbsiyali sianlash.

Sianlash jarayonlarida ionalmashinuvchi qatronlar quydagi usullarda qo'laniladi:

1. Tindirilgan eritmalaridan oltin va kumushni eritmada sorbsiyalash;
2. Sianlangan eritmada oltin va kumushni sorbsiyalash;
3. Sorbsiyali sianlash - sianlash va sorbsiyalash jarayonini birgalikda olib borish(oltin va kumushni tanlab eritish vaqtida sorbsiyalash).



Birinchi usul oddiy va sodda. Tindirilgan sinil eritmalariga qatron ionitlar ta'sir ettirib olinadi. Xuddi rux bilan cho'ktirishdagidek, bunda rux o'rniga qatron ishlatiladi. Shu yo'sin xomaki oltin metali olish jarayoni ham soddalashadi. Bu jarayon qatronlar narxining qimmatligi va regeneratsiya jarayonining qiyinligi sababli iqtisodiy jihatdan samarasizdir va boshqa arzonroq va osonroq usullar bilan raqobatlasha olmaydi.

Ikkinchi usulga ko'ra, sorbsiyaga tindirilgan eritma emas, balki agitator yoki pachuklarda tanlab eritilgan bo'tanaga ionit qatron ta'sir ettiriladi. Ikkinchi usulning avzaligi qimatbaho filtirlarning qo'llanilmasligi, kamchiligi esa jarayonning uzoq vaqt davom etishi, dastgohlarning ko'p joy egallashi va ko'p kapital xarajatlarning sarflanishi.

Aralashtirish davomida nodir metallar bo'tanadan, qatronga sorbsiya yo'li bilan yutiladi. Sorbsiya tugatishi bilan oltinini olingan bo'tana tashlanma hovuz (otvallarga) yuboriladi.

Qatronni bo'tanadan ajratib olishda yanchilgan ruda va qatron o'chamlari farqi asosiy rol o'ynaydi. Masalan: qatron yanchilgan ruda zarrasiga qaraganda bir necha barobar katta o'lchamga ega. Ionit 0,5-2,0 mm, zarrachalar esa 0,074 mm ya'ni

$$e = \frac{0,5-2,0}{0,074} = 7 : 27$$

barobar katta, demak ionit qatronni bo'tanadan bemalol g'alvirlash yo'li bilan ajratish oson.

Shu sababdan qatron ham bo'tanani maxsus to'rdan o'tkaziladi, elak-to'r o'lchami zarrachada katta va yangitdan kichikroq yasalgan bo'ladi. Qatronning zarralari to'r ustida (elak-to'r) tutilib qoladi.

Bo'tana esa to'rdan o'tib tashlama hovuzlarga oqiziladi. Shunday qilib, qatronni oddiy g'alvirlash yo'li bilan bo'tanadan ajratilib, o'ta qimmatli jarayon suzish (filtrlash) dan voz kechiladi. Bo'tanada nodir metallarni ajratib olishning asosiy maksadi ham, ushbu bo'tananing filtrlashdan ko'ra, galvirlashga almashtirishga asoslangan.

Uchinchi usulda tanlab eritish va sorbsiyalash bilan birga qo'shib olib boriladi. Tanlab eritish paytida ionitlar, to'g'ridan-to'g'ri bo'tanadagi oltin va kumush zarralari bilan aloqada bo'lishi kerak. Bu usulda ham tanlab

eritilgan bo'tana suzish jarayonini chetlab o'tadi. Jarayonning afzalliklari quyidagilar: a) oltinni eritmadan ajratishda ko'p elektr energiya talab qiluvchi va qimmatbaho filtirlarning qo'lanilmasligi; b) sianlash jarayonida oltin va kumushni erish jarayoni davomiyligi kam; v) Sorbsiyalash jarayoni dastgohlarining ixchamli va kapital xarajatlarning kamligi; g) oltining ajralishi yuqori darajada (98-99 %) va yuqori sifatda olinishi.

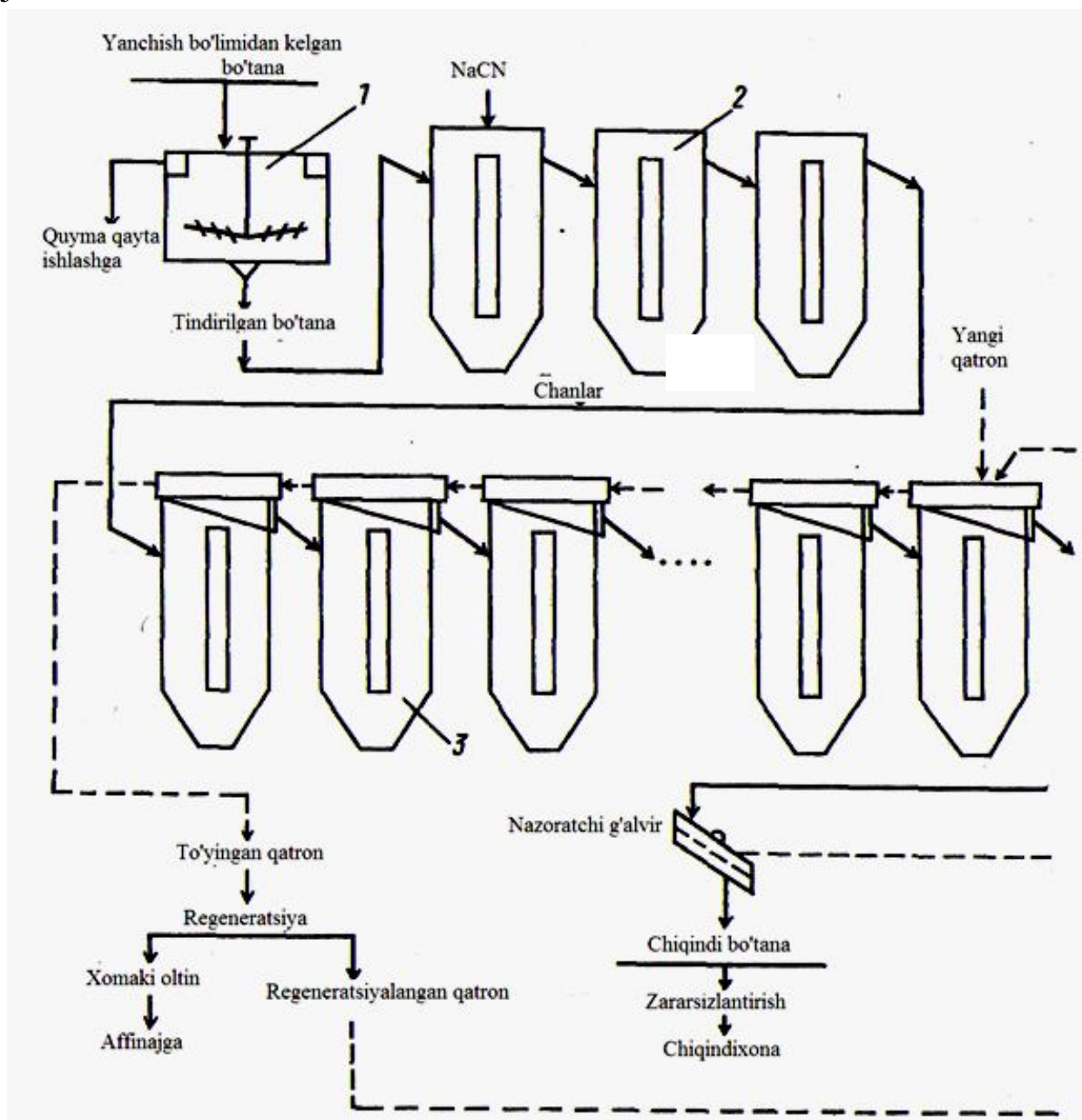
Sorbsiyali sianlash jarayoni mayin yanchilgan rudali tizimda olib borilib unda eritishga keladigan yanchilgan mahsulot o'lchami -0.15 mm, miqdori 80-90 % dabo'ladi. Agar ruda zarralarining o'lchami undan katta bo'lsa qatronni ruda bilan ezilishi hisobiga yo'qotilishi oshishi mumkin. Sorbsiya jarayonida ruda bo'laklari ma'lum miqdorda katta bo'lsa, shunga mos yirikroq 0,6—1,5 mm qatronlar qo'llaniladi. Bu bo'tanadan qatronni oson ajratish imkonini beradi, chunki elak teshiglari olchami 0,4-0,45mm undan yirik qatron esa setka ustida qoladi va bo'tanadan ajraladi bo'tana esa keyingi pachukka o'tadi.

Boshlang'ich sianlash jarayonida oltining 60-80% eritma tarkibiga o'tadi. Oltining qolgan qismi sorbsiyalash jarayoni natijasida eritamga o'tib so'ng sorbsiyalanadi dastlabgi sianlash jarayonini olib borish anioning oltin va kumushga bo'lgan ishchi hajmining oshishiga olib keladi.

Sorbsiyalash jarayoni bir necha dastgohlardan (8-12) tashkil topgan bo'lib ular butanani katrondan ajratish uchun setkalar va xavo yordamida ishlovchi aralashtirgich qurilmalari bilan jihozlangan, qarama-qarshi oqimda ishlaganda yuqori samara beruvchi dastgoxlardan birlashmasidan iborat.

Dastlabki sianlashdan o'tgan pulpa birinchi sorbsiyalash dastgohiga keladi va barcha dastgohlardan anionit bilan qarama-qarshi harakatda o'tadi. Shu bilan birga sianlash jarayonida erimay qolgan oltin va kumushning erishi va oltinning sorbsiyalanishi davom etadi. Oxirgi dastgohdan pulpa chiqadi, kam miqdorda oltin va kumush pachuk setkalaridagi kamchiliklar sababli butanada katron bilan qolgan bo'ladi. Shuning uchun butana nazoratchi g'alvirda katron ajratib olinadi va qolgan bo'tana sianidlardan tozadanib chiqindi saqlanadigan joyga tashlanadi. Oxirgi dastgohdan regeneratsiyadan o'tgan kayta tiklangan katron va

yokotilganlarini urnini tuldirish uchun kushimcha yangi katron kushilib sungra sorbsiya zanjirining oxirgi pachugidan yuklanadi. To‘yingan katron yoki anionit birinchi dastgohdan chiqariladi va regeneratsiya jarayoniga jo‘natiladi.



**13.1-rasm.** Oltin tarkibli rudalarni sorbsiali sianlash jarayoni texnologik sxemasi: 1 — quyultirgich; 2 — dastlabki sianlash pachuklari; 3 — sorbsiyalash pachuklari; havo yordamida aralashtirgichli agitator yoki pachuk sharoitlari quyidagicha: munosabat Q:S = 1...2 : 1, erish jarayoni davgomiyligi 3—6 s, NaCN va CaO konsentratsiyasi (oksidlangan-kvarsli rudalar uchun 0,03-0,05% NaCN va 0,01-0,02% CaO).

Sorbsiya yo'li 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 tuyungan qatron birinchi pachuklan (reaktor) bo'shatiladi (chiqadi). Bir-birining oqimiga qarama-qarshi (protivotochnaya) yuborilgan bo'tana va qatron o'zaro yaxshi aralashib (to'qnashib), qatronning nodir metallar bilan oz fursatda to'yintiradi.

Sian va ishqor sorbsiya jarayonida sarf bo'ladi shu sababli erituvchilarni konsentratsiyasi mustahkamlanib erkin NaCN 0,03-0,05% va himoya ishqori 0,005-0,01 CaO ga yetkaziladi. Bu jarayon sorbsiyali tanlab eritishning 3- yoki 4-bosqichida amalga oshirililadi.

Sorbsiyali sianlash jarayonida asosiy ko'rsatgichlardan biri bu qatronning dastgoh bo'ylab oqimidir.

Sorbsiya jarayoni davomiyligi bo'tananing sorbsiya dastgohlarida bo'lish vaqti bilan belgilanib, oltinning rudadan eritmaga to'liq erib o'tishi va anionitga shimilish vaqtini o'z ichiga oladi. Sorbsiyali tanlab eritish jarayonlari tajribalar natijasida aniqlanadi. Agar rudalar oksidli-kvarsli va sulfidli-kvarsli bo'lsa unda erish jarayoni 6-12soat davom etadi, ko'pincha bu ko'rsatgich rudalar xossalriga va jarayonning o'tkazilish sharoitiga bog'liq bo'ladi (oltinning rudada joylashishiga, zichligi va qovushqoqligi, erituvchilar konsentratsiyasiga). Sulfidli ruda va boyitmalarni sianlash vaqtida sorbsiyalash jarayoni davomiyligi 12-18 soatgacha o'sishi mumkin.

Bo'tananing «kaskadda» bo'lish vaqti va bo'tanadan oltinni qatronga shimilish vaqti quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$T_{sv} = V/\Pi,$$

$T_{sv}$  – sorbsiyali tanlab eritish jarayoni davomiyligi, s ;  $V$  – kaskaddagi barcha sorbsiya dastgohlari hajmi,  $m^3$ ;  $\Pi$  – dastgohning ishlab chiqarish unumdorligi(bo'tana oqimi),  $m^3/s$  .

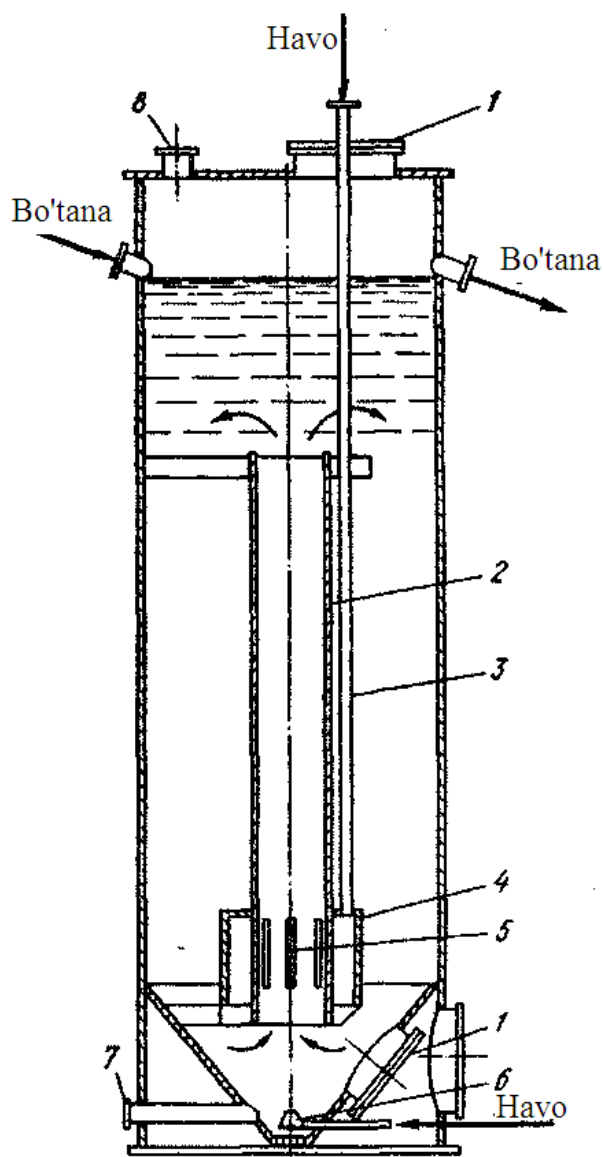
Bo'tananing bir sorbsiya pachugida bo'lish vaqti quyidagi formuladan aniqlanadi,

$$s: t_{sv} = T_{sv}/N,$$

bunda N—kaskaddagi dastgohlar soni. Amaliyotda 1 sorbsiya pachugida bo'tana o'rtacha 0,5-2 soat bo'ladi, oksid-kvarsli rudalar uchun 1soatni tashkil qiladi. Har bir dastgohda bo'tananing qisqa vaqtda erib o'tishi kinetic jihatdan samaralidir va sorbsiya jarayoni kinetikasini qoniqtiradi.

Sorbsiyali tanlab eritish dastgohlari.

Dastlabki sianlash jarayoni uchun pnevmatik yo'l bilan bo'tanani aralashtiruvchi «pachuk»lar qo'llaniladi (13.2-rasm).



**13.2-rasm.** Sianlash va zararsizlantirish pachugi. a) sirkulyatorning yuqoridan mahkamlanishi; b) — havoni taxsomlab beruvchi quvur kesmasi; v — sirkulyatorning pastdan mahkamlanishi.

Pachuk po'latdan yasalgan silindrsimon chan -1dan iborat bo'lib, u poydevorga halqasimon tayanch va konussimon tub bilan o'rnatilgan.

Pachukning konussimon qismi gorizontal yuzasi 60° qiyalikda o'rnatilgan. Konussimon tubda pachukni ta'mirlash uchun qopqoq(lyuk)**2** va avariya holatda bo'shatish uchun qisqa turba **4**(patrubok) joylashgan. Channing diametrini balandligiga nisbati 1:35 ni tashkil qiladi. Sirkulyator pachukka plankasimon(yassi qattiq jism) yordamida o'rnatiladi.

Bo'tana va qatronni yaxshi aralashishini ta'minlash uchun pachuk pastki qismi markazida o'qqa aerolift (havo yordamida ko'tarib tushurib aralastiruvchi «lift» shaklidagi qurulma) quvuri **3** (sirkulyator) o'rnatilgan bo'lib uning diametri channing 0,1 diametrini egallaydi. Sirkulyator balandligi pachuk o'lchamlariga bog'liq bo'lib uning 1/2 dan 2/3 qismini tashkil qiladi.

Aeroliftda bo'tana oqimining tezligi 1,5-2,5 m/s ni tashkil qilib mutanosib ravishda soatiga 10-15 marta qisqa aylanma harakat qiladi.

Sirkulyatorga beriladigan havo bosimi 2-4 at atrofida bo'ladi.

Pachuk pastki qismida dispergator qurilmasi **5** joylashgan.

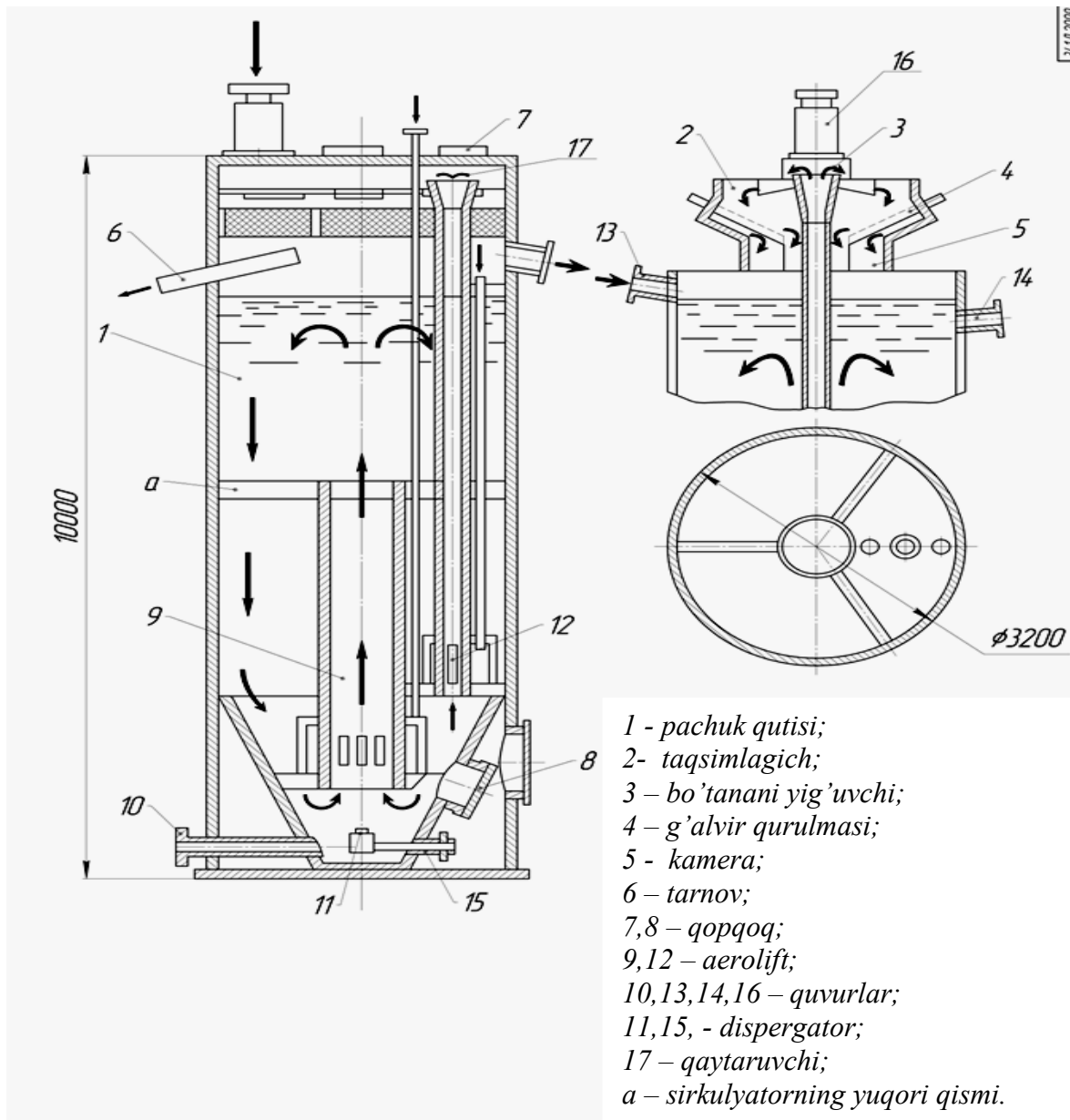
Pachuk **9**- qopqoq orqali yopiladi, unda quyidagi qisqa trubalar o'rnatilgan: havo almashtirish uchun **10**-qisqa quvur, eritma berish uchun **11** quvur, reagent berish uchun 12-quvur va sirkulyatorga siqilgan havo berish uchun **13** quvur.

Pachuklarning barchasi bir xil darajada o'rnatilgan bo'lib, bir pachukdan bo'tana ikkinchisiga o'z-o'zidan o'tadi. Dastgohdan bo'tana **7** quvur orqali kirib, **8** quvur orqali chiqadi.

### 13.1-jadval. Sianlash va zarasizlantirish pachukining xossalari.

Pachuk ko'rsatgichlari.	Pachuk o'lchamlari, m.						
	1x3	2,2x7	2,6x10	3,2x10	3,4x12	4x17	5,6x22
Ishchi hajmi, m <sup>3</sup>	2	25	50	75	100	200	500
O'lchami, mm:							
diametri	1000	2200	2600	3200	3400	4000	5600
balandligi	3000	7000	10000	10000	12000	17000	22000
Balandlikning diametrga mutanosibli	3,0	3,2	3,85	3,1	3,5	4,25	3,9

Sorbsiyali tanlab eritish havoli aralashtirgichli «pachuk» larda amalga oshiriladi.



**13.3-rasm.** Sorbsiyalash jarayoni pachigi: a - sirkulyatorning yuqoridan mahkamlanishi; b - — sirkulyatorning pastdan mahkamlanishi; v – yuqoridan va pastdan mahkamlanish.

Sorbsiyalash pachugi sianlash pachugidan farqli o'laroq, bo'tanadan qatronni ajratish uchun setkasimon g'alvir(drenajniy)dan va bo'tana va qatronni tashlab berish uchun aeroliftdan iborat. Setka qurilmasi pachuk korpusi -1 ga qotirilgan bo'tanani taxsimlab berish 2 qurilmasidan iborat. Ular o'zi bilan birga bo'tana yig'gich -3, uning tubiga bo'tana va qatronni

setga ustiga taxsimlab beruvchi **4**-tirqich mavjud, u romga mahkamlangan. Drenaj elaklari yoki setkalari matodan, po'lat simlardan tayyorlangan bo'lib, diametri 0,25-0,35mm qilinib X18H9T yoki X18H10T markali zanglamaydigan polatdan yasaladi, ularning teshiglari orasi o'lchami 0,4mm.

Setkalarining ish unumdorligi  $1\text{m}^2$  setka yuzasi uchun glinali rudalarda  $25\text{m}^3/\text{s}$ , oksidli rudalar uchun esa  $50\text{m}^3/\text{s}$  ni tashkil qiladi. Setkalarining yaxshi ishlashi uchun bo'tanadan har xil cho'p- xas- shepalardan g'alvirlab tozalangan bo'lishi shart.

Setka ostida setkadan o'tgan bo'tanani yig'ish lotkasi **5** o'rnatilgan, uning o'zi bo'tanani keying pachukka tashlab berish vazifasini ham bajaradi. Bo'tanadan ajralgan 0,4mm li qatron setka ustida sakrab qayta pachukka tushadi, qisman esa kistada **6** (jelob) yig'iladi va o'z-o'zidan oldingi pachukka o'tadi. Pachukdan chiqariladigan qatron qo'zg'aluvchan eshkak ajratuvchi harakati holati yordamida nazorat qilib turiladi.

Qatron pachukka  $15^0$  qiyalikda **13** quvur orqali beriladi, bo'tana esa **14** quvurdan beriladi. Setka qurulmasining yuqori qopqoq qismida 2ta ogiz bilan jihozlangan bo'lib ular **7** tuynug aeroliftlarni ta'miralash va mantaj ishlari uchundir, shuningdek **16** havo almashtiruvchi quvurlardan iborat. Aerolift ostida havo almashinish natijasida bo'tanani yo'qotilmasligi uchun **17** qaytaruvchi o'rnatilgan.

Qatron bilan aralashgan bo'tanani setka ustiga tashlab berish uchun **12** aerolift xizmat qiladi u pachuk korpusiga plastinkalar bilan qotirilgan. Pachuk pastki qismida bo'tanani tiqilib qolishini oldini olish uchun dispergator **11,15** qurulmasi va ta'mirlash uchun **8** tuynuk o'rnatilgan.

Bo'tanani tashlab berish uchun sarflanadigan havo sarfi bir qancha ko'rsatgichlarga bog'liq bo'lib (bo'tana zichligi, ko'tarish balandligiga, havo bosimiga)  $1-2\text{ m}^3/\text{m}^3$  ni tashkil qiladi. Aeroliftlardagi havoning bosimi 2at dan oshmaydi. Havoning sarfi va bosimi sorbsiya va sianlash pachuklarida bir xilda kechadi. Pachukdagi bo'tana me'yori bo'tanaga va aeroliftga bog'liq bo'lib, aksariyat hollarda pachukdan 0,8-1m pastda bo'ladi.

Pulpa me'yorini ta'minlashda har bir pachukda aeroliftda siqilgan havo berish orqali tartibga solinadi. Bo'tana me'yorining kamayishi bilan



nazoratchi klapan havo berishni kamaytiradi va natijada bo'tana chiqarilishi sekinlashtiriladi.

**13.2-jadval.** Sorbsiyali tanlab eritish pachugining texnik xarakteristikalarini.

Pachuk ko'rsatgichlari	Pachuk o'lchamlari, m.							
	2,2x7	2,6x1	3,2x1	3,4x1	3,6x1	4x17	4,6x1	5,6x22
Ishchi hajmi, m <sup>3</sup> .	25	50	75	100	150	200	300	500
O'lchamlari, mm:								
Diametr	2200	2600	3200	3400	3600	4000	4600	5600
Balandlik	7000	10000	10000	12000	16000	17000	19000	22000
Balandlikning diametrga mutanosibli.	3,2	3,85	3,1	3,5	4,45	4,25	4,1	3,9

Sorbsiyalovchi pachukning kamchiliklariga quyidagilar kiradi: 1) bir vaqtda yuklanadigan qatron miqdorining ko'pligi; 2) sorbsiya bosqichining ko'pligi va dastgohlarning ko'p joy egallashi; 3) Bo'tana va qatronni aralashtirish va tashlab berish uchun havoning ko'p sarf bo'lishi; 4) qatronning setkalar orqali ko'p bora qayta pachukka tashlanishi hisobidan ko'p sarf bo'lishi; 5) qatron va bo'tananing dastgohdan ta'sirlashishga ulgurmay o'tib ketishi.

### Nazorat savollari

1. Sorbsiyali tanlab eritish amaliyoti qanday jarayonlarda boradi?
2. Sorbsiyalashda ishlatiladigan dastgohlar turlari qanday?
3. Sorbsiyalashda ishlatiladigan pachuklarning texnologik xarakteristikasiga nimalar kiradi?

## 14 - ma'ruza

### TO'YINGAN ANIONITDAN NODIR METALLARNI DESORBSIYALASH ANIONITNI REGENERATSIYALASH

#### Reja:

1. Rodanit tuzlari yordamida anionitdan oltinni desorbsiyalash.
2. Tiomochevina yordamida anionitdan oltinni desorbsiyalash.
3. Kislotali va ishqorli qayta ishlash. Tiomochevinani desorbsiyalash.

**Kalit so'zlar:** tiomochevina, desorbsiyalash, regeneratsiyalash, rodanit tuzlar, tiklovchi moddalar.

Sian eritmalaridan nodir metallarni sorbsiyalash jarayoni natijasida oltin, kumush va boshqa metallarni sianli anionlarni o'ziga saqlagan to'yingan qatron olinadi. To'yingan qatron metall anionlaridan boshqa rodanid, sianid va gidroksid anionlarini ham o'z ichiga oladi. To'yingan qatron regeneratsiya jarayoniga yuboriladi. Regeneratsiya jarayoniga yuborishdan maqsad qatronga sorbsiyalangan oltin va kumush anionlarini desorbsiyalash va qatron aktivligini qayta tiklashdan iborat.

Ionitni regeneratsiyalash – sorbsiyalash texnologiyasining eng murakkab va eng mas'uliyatli qismidir. U turli erituvchilar ishtirokida oltin va qo'shimchalarni desorbsiyalashdan iborat. Desorbsiya jarayoni dinamik sharoitda olib borilib erituvchi eritmani qatron bo'ylab o'tkazishga asoslanib, vertical kalonnlarda olib boriladi. Dinamik usulda qayta ishlash kam elyuent(eritma) sarfi bilan yuqori desorbsiyalash darajasiga erishish imkonini beradi.

Qatrandan sorbsiyalangan anionlarni desorbsiyalash oltin va kumushga nisbatan yuqori selektivlikka ega bo'lgan eritmalar yordamida olib boriladi.

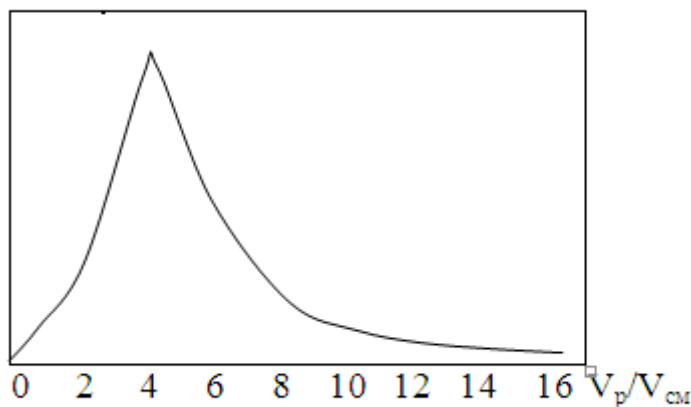
Desorbsiya jarayonida bir qancha eritmalaridan foydalanilishi mumkin. Ilmiy tadqiqot va izlanishlar shuni ko'rsatadiki, nodir metallar anionlarini desorbsiyalashda rodanid qoldig'ini saqlagan tuzlar samarali natija berishi aniqlandi. Oltinni to'liq va tez desorbsiyalashda 10-25g/l NaOH saqlagan

ammoniy rodanidning konsentrlangan 3-5n li eritmasi 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 bu qatronning rodanid ko'rinishiga o'tishidir. Bunday qatronning ishlatishi texnik va iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofik bo'lmaydi. Natijada qatrontan rodanid ionini desorbsiyalashga va boshqa ko'rinishga o'tishga to'g'ri keladi. Rodanid ionlarini desorbsiyalashda bir qator qiyinchiliklarni keltirib chiqaradi.

Qatron bu jarayonda rodanid ko'rinishida o'tadi. Qatrontan rodanid tuzlari yordamida oltinni desorbsiyalash grafigi quyidagicha:

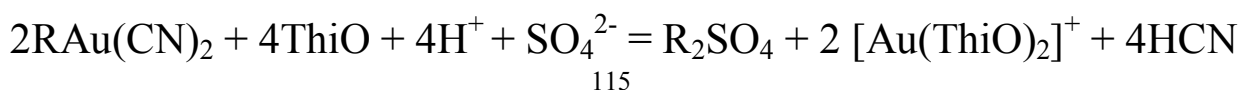


**14.1-rasm.**Qatrontan rodanid tuzlari yordamida oltinni desorbsiyalash grafigi.

Ko'rsatilgan kamchiliklardan bilish mumkinki rodanid tuzlarini ishlatilishi bir qator qiyinchiliklarni keltirib chiqaradi.

Elyuirovaniya jarayonini yaxshi olib boorish uchun erituvchi eritmani to'g'ri tanlash, uning yuqori konsentratsiyasi, eritma berish tezligining cheklanganligi, haroratning oshishi muhim ahamiyatga ega.

Disianli ionlarni desorbsiyalashda samarali desorbent sifatida tiomochevinani kuchli kislotali eritmalarini ishlatish mumkin. Kislotali sharoitda  $[\text{Au}(\text{CN})_2]$  bilan tiomochevina ta'sirlashganda sian ionini siqib chiqaradi va oltinni oltingugurtni erkin elektronlari bilan bog'laydi:



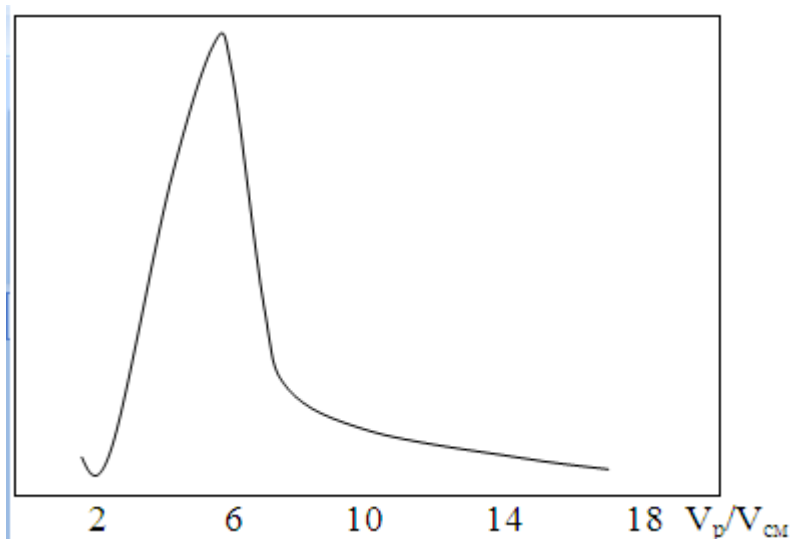
Natijada musbat zaryadli kompleks hosil bo'ladi, bu kompleksni esa anionit saqlab qola olmaydi. Chunki anionit ham musbat zaryadli. Bu vaqtda qatron xlorli yoki sulfatli ko'rinishga o'tadi, sian ionini esa sianid kislotaga aylanadi. Jarayon quyidagi reaksiya bo'yicha boradi.

Oltinni desorbsiyalash jarayonini oxirigacha borishi tiomochevina konsentratsiyasini oshishi bilan boradi va uning maksimum oltin ajratish konsentratsiyasi 9,1 %. Bu jarayonga xlorid kislotaning ham konsentratsiyasi ham ta'sir qiladi. Ya'ni uning kerakli bo'lgan konsentratsiyasi 1,9-2,3 % bo'lib, 10% ko'tarilganda tiomochevina oltingugurtni chiqarib parchalanadi.

Amaliyotda oltinni desorbsiyalashda tiomochevinaning 90 g/l li va sulfat kislotaning 20-30 g/l li eritmasidan foydalaniladi. AM-2B markali anionitdan oltinni desorbsiyalash grafigi quyidagicha ko'rinishga ega:

Bundan ko'rinib turibdiki 1 hajm qatronga 10 hajm eritma sarf bo'lyapti, lekin oltinning asosiy qismi 4-6 hajmlarda ajratib olinyapti. Oltin ionlaridan boshqa tiomochevina eritmasiga kumush, mis, nikel eriydi, rux va temir qiyin eriydi, kobalt esa erimaydi.

Tiomochevinani kislotali eritmasi 50-60<sup>0</sup>C gacha qizdirilganda desorbsiya jarayoni tez boradi, undan yuqori temperaturada anionit chidamsiz bo'ladi. Regeneratsiya jarayonida imkon qadar nodir metallarni ham qo'shimchalarni ham to'liq desorbsiyalashi kerak.



**14.2-rasm.** Qo'shimchalar ishtirokida desorbsiyalash.

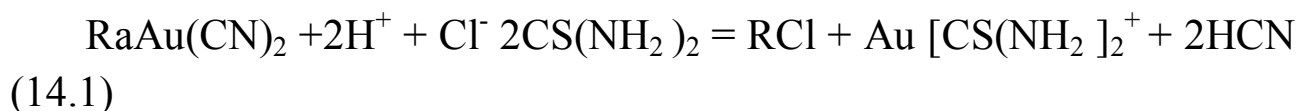
Chunki qatronda qolgan qoldiqlar sorbsiya jarayonida ishlatilganda jarayonni kinetikasini yomonlashtiradi, qatronni ishchi hajmini kamaytiradi, natijada erigan oltin ionlari eritma bilan chiqindiga chiqib ketadi. Amaliy natijalar shuni k'rsatadiki regeneratsiya jarayonidan keyin anionitda qoladigan komponentlar miqdori quyidagicha bo'lishi mumkin: oltin -0,1 - 0,3 mg/g, qo'shimchalar -3-5 mg/g dan oshmasligi kerak.

Qatronni tiomachevina eritmasi yordamida qayta ishlash jarayoni ikki bosqichda amalga oshiriladi. 1-bosqich tiomachevina sorbsiyasi deb nomlanib, qatron orqali 1-1,5 hajmda qayta ishlangan tiomachevina eritmasi o'tkaziladi; chiquvchi elyuatda tiomachevina va oltin bo'lmaydi shu sababdan u chiqindiga tashlanadi. 2-bosqich oltinni desorbsiyasi deb nomlanib, to'yingan tiomachevinali qatrandan qolgan tiomachevina eritmasi (4-5 hajm) o'tkaziladi va natijada qatron to'liq desorbsiyalanadi. Olingan oltintarkibli eritma regenerat xom-ashyosi deb nomlanib, oltinni cho'ktirishga jo'natiladi.

Jarayonni ikki bosqichda olib borish, birinchidan, olingan regenerat xom-ashyosida oltin miqdorining oshishiga olib keladi va uni keyingi bosqich qayta ishlashlarini osonlashtiradi, ikkinchidan, tiomachevina eritmasini qayta-qayta ishlanishi natijasida qo'shimcha metallarning yo'qotilishiga olib keladi.

Ammo, hammadan ham avval sorbsiyalarni qayta ishlashda, undagi metallni eritib olishda, tiomochevinaning xlorit kislotadagi eritmasi yaxshi natija berar ekan,  $[HCl+CS(NH_2)_2]$  va ammoniy rodanid tiomochevina eritmasidir.  $[NaOH^+ NH_4CNS]$ . Tiomochevina (tiokarbomid)li desorbsiyasi shundan iboratki, bu modda oltin bilan mustaxkam bog'langan oltin kation kompleks birikmasi hosil bo'ladi:

$Au[CS(NH_2)_2]_2^+$  buni ionalmashuvchi qatron (smola) tutib turolmaydi va u eritmaga o'tadi.



Ion almashuv  $Cl^-$  ion orqali bo'ladi va tiomochevina (tiokarbomid) yuqotilishi faqat mexanik yo'qotilishdan iborat bo'ladi. Qatron (smola) bu holda xom-ashyo xlorit shakliga o'tadi. Omilkor tarkib tiomochevina

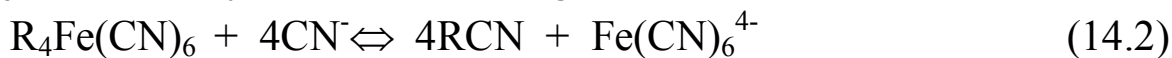
eritmasida, tiomochevina 8-9% xlorid kislota 2-2,5% bo'lishi kerak xlorid kislota o'rnida, sulfat kislota ishlatsa ham bo'ladi. Masalaning yana bir mohiyati shundaki, tiomochevina qatron tarkibidagi oltinnigina eritib oladi. Endi uning tarkibidan, kumush, mis, rux, qo'rg'oshin, surma, margumushni eritib chiqarish, qatronni avvalgi asli holiga qaytarish kerak. Qatron tarkibidagi qo'shimcha moddalarni eritib chiqarish uchun, xlor va sulfat kislotalar bilan rux, nikel, sianid ajratib olish mumkin. Ishqor NaOH esa rux, NaCN, NH<sub>4</sub>CNS, NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> - eritmaları temir kabilarni desorbsiyali etishda ishlatiladi. Eng qiyin desorbsiya bo'ladigan modda temirdir. Fe(CN)<sub>6</sub><sup>4-</sup> doimo sinil eritmalarida ishtirok etib, anionit bilan juda mustaxkam birikma hosil qiladi. Bu modda juda og'ir elyuirovaniye - erish jarayoniga uchraydi. Kislota muxitida, qatron fazasida, temirning erimaydigan berlin lazuri deb atalgan kompleks tuzi Fe<sub>4</sub> [Fe(CN)<sub>6</sub>]<sub>3</sub> yoki berlin yashili Fe<sub>4</sub>Fe<sub>3</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>]<sub>6</sub> (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 azot tuzi bo'ladi.

### **To'yingan qatronlarni qum-gil, shepa va charim bo'laklaridan tozalash.**

Sorbsiya jarayonidan jo'natilgan qatron o'zi bilan mayin shlamli il atalmish loylar bilan birga keladi. Loyqalar eritmalar bilan ta'sirlashadi va ularni zararlaydi. Shuning bilan birga regeneratsiyaga qatron bilan birga shepa va charim bo'laklari keladi. Qatrandan shepa, loyqa va charim bo'laklarini tozalashda kallonnadan foydalanib yuqoridan texnik suv bilan yuvish olib boriladi.

Sorbsiya bo'linmasidan qatron quvur orqali kalonna yuqorisiga tashlab beriladi. Kalonna pastki qismidan 30-35m<sup>3</sup>/s hajmda texnik suv beriladi. Yengil bo'laklar(loyqa va qatron) suv oqimi bilan yuqoriga harakatlanadi, og'irroq bo'lgan(shepa va charim) bo'lakalar kalonna tubiga cho'kadi. Shepa va charim sliv quvuri orqali setka ustiga tashlanadi va sianlash va 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'z yordamida loyqaga tekshiriladi.

**Qatronlarni sianli qayta ishlash.** Qatronlarni sianli qayta ishlash jarayoni qatrontan temir va mis metallarini tozalash uchun amalga oshiriladi. Bunda sian eritmasi konsentratsiyasi 40-45g/l. Temir va mis ion ajralish reaksiyasi asosida eritmaga o'tadi:

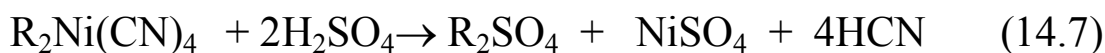
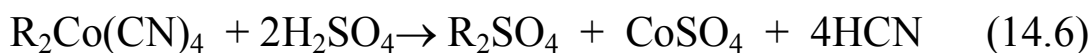
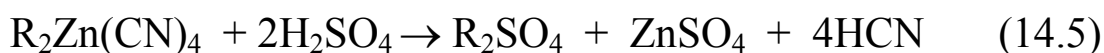
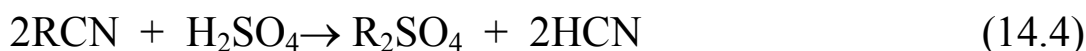


Temir va mis bilan bir vaqtda eritmaga kobalt va rux ham desorbsiyalanadi, juda oz miqdorda oltin va kumush ham o'tadi.

Qatron sianli qayta ishlovdan so'ng NaCN dan yuvishga jo'natiladi. Jarayon davomiyligi 6 soatdan kam emas, qatron eritma muvozanati 1:3; eritmani berilish tezligi  $14 \div 14,5 m^3/s$ .

**Qatronni natriy siandan 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 ( $55-60^\circ C$ ) ichimlik suvi bilan olib borilib qatronta natriy sianid to 0,1 g/l qolguncha davom ettiriladi. Qaynoq suv va qatron munosabati 3:1 dir. Yuvilgan suv qatronni sianli qayta ishlash uchun eritma tayyorlashga jo'natiladi, yuvilgan qatron esa kislotali qayta ishlashga tushadi.

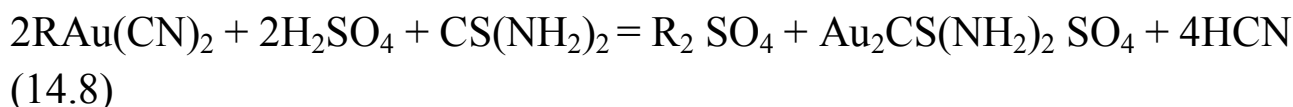
**Qatronni kislotali qayta ishlash.** Kislotali qayta ishlash jarayoni qo'shimcha metall sianid komplekslari ( bu rux, kobalt, nikel komplekslari) ni anionitdan tozalash va qatronni sianid shakldan sulfat shaklga ion almashinish reaksiyalari orqali o'tkazish maqsadidadir:



Kislotali qayta ishlashda  $H_2SO_4$  miqdori 40-50 g/l ni tashkil qiladi. Kislotali qayta ishlashning tugashi  $H_2SO_4$  miqdorining 10g/l gacha kamayishi bilan belgiladi. Chiquvchi eritma tindirishga jo'natiladi. Tindirishdan hosil bo'lgan tingan mahsulot sorbsiyaning chiqindi yig'iladigan bo'limiga kelib tushadi; 0,5mm qatronli bo'tana kalonna pastki qismidan zumfga quyiladi va nasos orqali sorbsiyaga haydaladi.

Kislotali qayta ishlash jarayoni kamida 6soat davom etadi; qatron va eritma mutanosibligi 1:2,3÷2,8 hajm, eritma sarfi – 15÷16 m<sup>3</sup>/s. Sulfat kislotali qayta ishlashdan so'ng qatron H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> tadan ichimlik suvi bilan yuviladi, qatron : suv mutanosibligi 1:1,2÷1,4. Suv sarfi soatiga 7m<sup>3</sup>. Yuvish jarayoni davomiyligi kamida 6 soat. Olingan shepa va charimlar quritilib so'ng yoqishga jo'natiladi va zola olinadi, u tarkibida oltin saqlaganligi uchun eritishga yuboriladi.

**Oltinni desorbsiyalash.** Desorbsiya jarayoninig maqsadi oltin va kumushni qatronidan ajratish va uni regenerat xom-ashyosiga o'tkazishdan iborat. Oltinni desorbsiyalash jaratyoni regeneratsion kalonnalarda olib borilib, eritma sifatida 70-90g/l CS(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub> va 15 ÷20 g/l H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> qo'llaniladi. Desorbsiya jarayoni kamida 6 soat davom etadi; qatron:eritma mutanosibligi 1:(3,0÷ 3,5); olinadigan regenerat xom-ashyosi hajmi soatiga 14 ÷16 m<sup>3</sup>/s. Oltinni desorbsiyasi quyidagi reaksiya bo'ylab amalga oshiriladi:



Desorbsiyalovchi eritma regeneratsion kalonnaga beriladi so'ngra eritma 55<sup>0</sup>C da bug' bilan qayta ishlanadi.

**Tiokarbamid dan yuvish.** Jarayonning maqsadi qatronni tiokarbamid dan yuvish va tiomachevina CS(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub> eritmasini desorbsiyaga qaytarishdan iborat. Yuvish qaynoq (55÷60<sup>0</sup>C) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> eritmasi bilan 40÷50 g/l konsentratsiyada olib boriladi. Jarayon davomiyligi 6-soat, qatron:eritma mutanosibligi 1:1,5; eritma sarfi soatiga 7,0÷7,5 m<sup>3</sup>/s.

Tiokarbamidga yuvilgan qatron sulfat kislotaga yuvish uchun jo'natiladi.

**Sulfat kislotadan yuvish.** Jarayonning maqsadi qatronni qoldiq tiokarbamidga va sulfat kislotaga yuvish. Yuvish qaynoq (55÷60<sup>0</sup>C) suvda amalga oshiriladi. Jarayon davomiyligi 6-soat, qatron/suv mutanosibligi 1:1,5; eritma sarfi soatiga 7,0÷7,5 m<sup>3</sup>/s. Yuvilgan qatron ishqorli qayta ishlashga jo'natiladi.



**Ishqorli qayta ishlash.** Jarayonning maqsadi qatrondan tiosulfat, sulfatlarni va oltingugurtni, ruxni yo'qotish va qatronni 15-20 g/l konsentratsiyali NaOH ishtirokida  $\text{OH}^-$  formaga o'tkazib olish. Jarayon davomiyligi kamida 5-soat, eritma sarfi soatiga  $15\div 16 \text{ m}^3/\text{s}$ . Ishqorli eritma qatron bilan birga aralashtirishga jo'natiladi. Qatron/eritma hajmi mutanosibligi 1:2,5.

**Ishqordan yuvish.** NaOH dan yuvish jarayoni qaynoq ( $55\div 60^\circ\text{C}$ ) ichimlik suvi bilan amalga oshiriladi. Jarayon davomiyligi kamida 5-soat. Qatron:eritma hajmi mutanosibligi 1:2,5; suv sarfi hajmi soatiga  $15\div 16 \text{ m}^3/\text{s}$  dir.

Qayta ishlangan eritma idishga jo'natilib, u yerda uning konsentratsiyasi mustahkamlanib bug'da qizdiriladi va qatronni ishqorli qayta ishlashda qo'llaniladi. Yuvilgan qatron hajmi o'lchangandan 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 jarayoning umumiy davomiyligi barcha yuvish jarayonlari bilan birgalikda 200-250soatni tashkil qilib shundan 75-90soatini oltinni desorbsiyalash tashkil qiladi.

### **Nazorat savollari**

1. Regeneratsiya jarayonini o'tkazishdan maqsad nima?
2. Regeneratsiya bosqichlarini sanab bering?
3. Regeneratsiya jarayoni qaysi reagentlar yordamida amalga oshiriladi?

### **15 - ma'ruza**

## **OLTIN VA KUMUSHNI KISLOTALI TIOMOCHEVINA ERITMALARIDAN AJRATIB OLISH**

### **Reja:**

1. Jarayonning umumiy tasnifi.
2. Tiomachevinali eritmalardan oltinni cho'ktirish usullari.
3. Jarayonning afzallik va kamchiliklari.

**Kalit so'zlar:** kislotali tiomochevina eritmalari, oltin va kumushni cho'ktirish, alyuminiy kukuni.

Oltinni desorbsiyalash natijasida regenerat xom-ashyosi olinib uning tarkibida oltin miqdori litirida 0,5-2g/l ni tashkil qiladi. Qoshimcha metallar sifatida regenerat xom-ashyosida mis, temir va boshqa metallar uchraydi.

Tiomachevinali eritmalardan oltin va kumushni cho'ktirishning bir necha usullari mavjud: sementatsiyalash, ishqorda cho'ktirish, anod ishtirokida elektrolizlash. Birinchi usul nodir metallarni ulardan faolroq bo'lgan metallar bilan (rux, qo'rg'oshin va alyuminiy bilan) TM eritmalaridan ajratish.

Tiomochevinali eritmalardan oltin va kumush bir qancha usullar yordamida cho'ktiriladi. Bularga quyidagi usullar kiradi:

1) Qo'rg'oshin yordamida cho'ktirish. Jarayonning moxiyati shundan iboratki qo'rg'oshinning oksidalanish energiyasi oltinnikidan kam bo'lgani uchun oltinni siqib chiqaradi. Eritmaga qo'rg'oshin kukuni aralashtirilganda quyidagi reaksiya sodir bo'ladi:



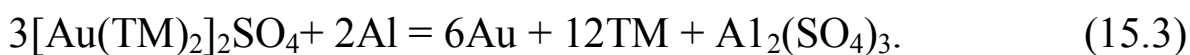
Kumushning cho'kishi ham xuddi shu reaksiya bo'yicha boradi. Qo'rg'oshin kukunlarining sarfi 1g oltinga 20-30g qo'rg'oshin qo'shiladi. Bu jarayonning kamchiligi eritmaning qo'rg'oshin bilan ifloslanishidir. Bu esa TM eritmasini qayta ishlashga yo'l qo'ymaydi va shu bilan bir qatorda TMni sulfat kislotali eritmalari uchun qo'rg'oshin samarasizdir.

2) Rux yordamida cho'ktirish. Dastlab eritma soda yordamida muhiti pH = 6-7 bo'lgunga qadar neytrallanadi, keyin esa 1 g oltinga 3-4 g miqdorda rux kukuni qo'shiladi. Eritma 2-3 soat davomida aralashtiriladi. Oltin quyidagi reaksiya bo'yicha cho'kadi:



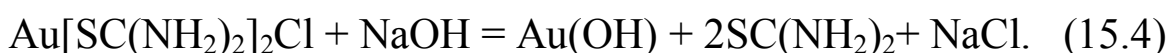
Oltin va kumushni cho'ktirgandan keyin eritmaga soda qo'shiladi va muhit pH 9-10 gacha yetkaziladi. Soda qo'shishdan maqsad ruxni bir qismini giroksid ko'rinishida cho'ktirish. Filtrlangan cho'kma tarkibida 6-10 %gacha oltin bo'ladi va u sulfat va xlorid kilota bilan qayta ishlanadi. Eritma desorbsiya jarayoniga qaytariladi. Jarayonning kamchiligi cho'kmaning past sifatli tarkibi, reagentlarning ko'p sarf bo'lishi (soda, rux kukuni, kislota) va qaytadigan eritmaning rux, soda, natriy xlorid tuzlari bilan ifloslanishi.

3) Alyuminiy bilan cho'ktirish. Jarayonda alyuminiy kukuni 95 % gacha 0,074 mm kattalikda yanchilgan bo'ladi. Cho'ktirish quyidagi reaktyiya buyicha boradi:



Reaksiyada alyuminiyning sarfi 1g oltinga 3g alyuminiy sarf bo'ladi. Reaksiyaning davomiyligi 20° C da 4 soatni tashkil qiladi. Cho'kma tarkibida oltinning konsentratsiyasi 25%gacha bo'ladi. Eritmada qolgan oltinning miqdori 2-5 ml/g ga teng. Cho'kma tarkibidagi alyuminiy ajratish uchun natriy ishqorining 5%li eritmasi bilan 3 soat davomida qayta ishlanadi natijada cho'kmadagi oltin miqdori 85%gacha yetadi. Jarayonning kamchiligi cho'kmaning past sifatli tarkibi, reagentlarning ko'p sarf bo'lishi (alyuminiy kukuni, kislota) va qaytadigan eritmaning alyuminiy sulfat tuzlari bilan ifloslanishidir.

4. Oltinni ishqorli cho'ktirish. Bu usulda boshlang'ich 4-6 soat davomida siqilgan havo bilan ishlov berilib eritmadagi HCN yo'qotiladi, aks holda ishqor ishtirokida u NaCN hosil qilib oltinni to'liq cho'kishiga qarshilik ko'rsatadi. Eritmani 40-50°C gacha qizdirib 40% li NaOH muhit pH 10-12 bo'lguncha beriladi. Bu bilan oltin gidrooksid hosil bo'lishi quyidagi reaksiya bo'ylab amalga oshiriladi:



Kumushning cho'kishi ham xuddi shu kabidir. Cho'ktirish jarayoni davomiyligi 2-4soat. Cho'kma gidrooksidlar tarkibida 10-15% oltin

saqlagan bo'lib, ular filtr-preslarda filtrlanib so'ng qaynoq suv bilan yuviladi, siqilgan havo bilan ishlov beriladi va oltingugurtni yo'qotish maqsadida 300<sup>0</sup>Cda kuyduriladi. Olingan kuyundi qo'shimchalardan tozalash uchun sulfat kislotada eritiladi, olingan 30-45% oltin boyitmasi affinajga jo'natiladi. Jarayonning kamchiliklari: cho'kmalarning yomon filtrlanishi, qo'shimcha sulfat kislotada sarfi va past sifatli cho'kmalar olinishi.

5. Faollangan ko'mir yordamida oltinni cho'ktirish. Oltinni ko'mir bilan sorbsiyalashda ko'mirning tanlovchanligi oltinga nisbatan yuqori bo'lib, qo'shimchalari ko'p eritmalardan oltinni sorbsiyalash uchun afzalroqdir. Qarama qarshi kechuvchi 4-5 bosqichli jarayonda oltin to'liq ajralib ko'mirli cho'kmada oltin miqdori 15-20% ni tashkil qiladi. Ular yoqiladi va zola olinib qora metall olish uchun eritiladi. Jarayonning kamchiligi: ko'mirni yoqish jarayonining qiyinligi, va tiomachevina eritmasining yo'qotilishi.

6. Bu usulda oltin tarkibli eritma, o'zida erimaydigan va oltinni elektr ion zaryadiga mos ravishda ion almashib "yutadigan" organik modda, e k s t r a g e n t bilan aralastiriladi. Ekstraksiya natijasida 2 xil mahsulot olinadi. Bulardan biri, oltinli, organik faza (ekstrakt) va oltinsiz, ammo boshqa elementlar bo'lishi mumkin bo'lgan eritma (rafinat) olinadi. Rafinat (eritma) tarkibida oltin qolmagan va boshqa kerakli elementlar bo'lmasa, chiqindi sifatida chiqindi saqlanadigan joyga yuborilishi mumkin. Oltini bor bo'lgan organik faza-ekstrakt, undan oltinni olish uchun reekstraksiya qilinadi.

Oltinni ekstraktdan eritib oluvchi eritma reekstrakt deyiladi. Oltini olingan ekstragent kayta ishlatiladi.

Nodir metallar sinil eritmalarida kompleks anionlar shaklida buladi.

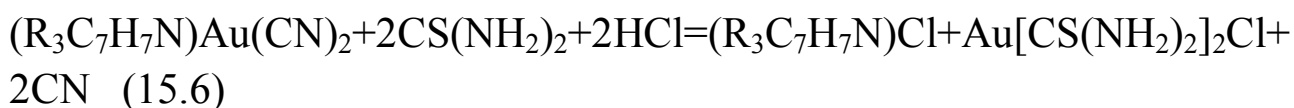
Shuning uchun ularni ekstraksiya etishga anion almashuvchi organik moddalar ishlatiladi. bunday ekstragentlik xossasiga turtlamchi ammoniy tuzlaridan -trialkilbenzinammoniy xlorid, kiskacha TABAX ishlatiladi.

Ekstraksiya quyidagi reaksiya bo'yicha boradi:

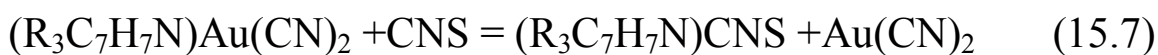


Kumush hamda mis va rux anion komplekslari ekstraksiyasi ham yuqoridagi reaksiyaga o'xshash bo'ladi. Ekstraksiya yaxshi borishi uchun oltinli eritma hamda ekstragent qarshi oqim usulida yuboriladi.

Ekstragent tarkibidagi oltin tiomochevina moddasining nordon kislotali eritmasida olib borilishi mumkin. Reekstragent tarkibi 8%  $\text{CS}(\text{NH}_2)_2$  tiomochevina, 5-10%  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , yoki 20-35 % rodanit natriy eritmasi bo'lishi mumkin. Birinchi galda oltin mustaxkam kationli kompleks tuz hosil qiladi:



ikkinchi galda anionlar almashinuvi kuzatilishi mumkin:



Reekstragent konsentratsiyasini o'zgartirish bilan oltinni boshqa va kumushni yana bir boshqa reekstraktga to'plash mumkin.

Reekstraksiya jarayonida organik fazani regeneratsiyalab, uni yana ekstraksiyada ishlatish mumkin.

Oltin bilan ko'proq to'yingan reekstrakt erimaydigan anod bilan elektroliz qilinishi mumkin. Elektroliz davomida katodda ajralgan nodir metallar miqdori 90-95% bo'lib, unga oltinning 98-99% qismi, eritmadan ajratib olinishi mumkin.

7. Oltin va kumushni elektroliz usulida cho'ktirish. Oltinning cho'ktrishning ikkinchi usuli elektroliz usuli bilan oltinli eritmasi anod bilan cho'ktirishdir. Anodlar grafitdan tayyorlanadi, katodlar esa titan yoki zanglamas po'latdan tayyorlanadi, tovar regenerat elektrolit vazifasini bajaradi. Elektroliz jarayonini 25-30 A/m<sup>2</sup> tok zichligida olib boriladi. Vannadagi kuchlanish 1Vga yaqin.

Oltinni elektrolizlanishi natijasida quyidagi reaksiyalar sodir bo'lishi mumkin:

Katod uglerodgrafitdan tayyorlangan |  $[\text{Au}(\text{TM})_2]_2\text{SO}_4$ , TM,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  qo'shimchalari | Ti (anod).

Katodda quyidagi asosiy qaytarilish reaksiyalar boradi:



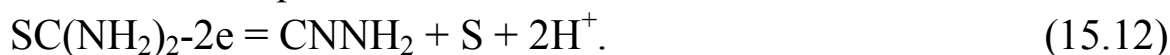


Boshqa qo'shimchalar mis, qo'rg'oshin va qo'shimchalar ham shunday qaytarilishi mumkin.

Anodda esa quyidagi reaksiyalar sodir bo'ladi va  $\text{H}^+$  ioni hosil bo'ladi:



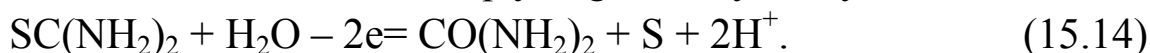
Bundan tashqari anoda TM oksidlanadi:



Vaqt o'tishi bilan sianid suv bilan bog'lanadi va tiomachevinaga o'tadi:



Anodda tiomachevina quyidagi reaksiya bo'yicha oksidlanadi:



Elektroliz davomida sezilarli darajada tiomochevinaning anodda oksidlanishi kuchayadi. Natijada bu qimmatli reagentning sarf qiymati oshib ketadi. Bundan tashqari hosil bo'lgan elementar oltingugurt katod cho'kmasida mexanik aralashib qolib, oltin cho'kmaning katod oltinning sifatini buzadi. Bu holni bartaraf etish uchun katod atrofini, anoddan g'ovak to'siq bilan, yoki yaxshisi ionit membrana bilan to'sgan yaxshi bo'ladi. (membrana ionalmashuvchi katronlardan yasalgan yupqa pardadir). Kation pardalar faqat kationlarnigina o'tkazadi, anionlilarni esa anionlar o'tkazadi. Elektroliz muddati 24 soat bo'lganda oltinning 98% qismi eritmaga 60% ortig'i cho'kadi.

Elektrolizyordagi ionitni muallaq holatda tutib turish va ajralib chiqishi mumkin bo'lgan sinil kislotasini uzluksiz haydash uchun, elektrolizyor orqali surilgan havo yuboriladi. Katodga o'tirgan oltin zarralari ionitlar zarbasidan shikastlanmasligi uchun, katod suzgi mato bilan g'alvirlab qo'yiladi. O'zgarmas tok ta'siridan, qatrandan yuvilgan oltin va kumush 60-90% li nodir metallar cho'kmasining asosiy qo'shimcha aralashmasi, tiomochevinadan katod atrofida oksidlangan elementar oltingugurtdir. Anod va katod tevarak-atrofini ionitli (membrana) parda bilan to'sib quyish natijasida bir muncha toza cho'kindi olsa bo'ladi.

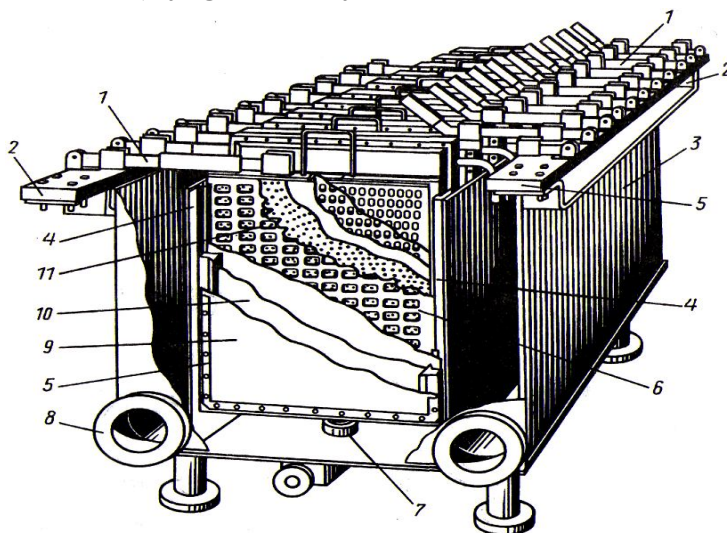
Elektrolyuirlash jarayonida tok zichligi 8-10 A/m<sup>2</sup>, vannadagi tok kuchlanishi 2-3 B.ga teng, elektrolit harorati 50-60<sup>0</sup>C, oksidlanish

energiyasi 0,3-0,4 B ga teng. Oltinning asosiy qismi elektrolizning 2-3 soatida cho'kadi. Oltin cho'kmadagi konsentratsiyasi 100-120 mg/l ga yetgandan so'ng, 10-20mg/l qolgani uchun jarayon davomiyligi 6-12soatgacha cho'zilishi mumkin. Oltinning katod cho'kmasidagi miqdori 70-85%ni tashkil qiladi, kumush 10-25%, mis 0,5—5%, rux 0,1-0,2%, temir esa 0,1—0,4%. Nodir bo'lmagan qo'shimcha metallar elektrolitda qolib desorbsiya jarayoniga qaytadi. Oltin va kumushni olish uchun tokning chiqishi 30% ni tashkil qiladi. Tok zichligini 15-20A/m<sup>2</sup> gacha ko'tarish maqsadga muvofiq bo'lib bu qo'shimcha misning cho'kish darajasini ko'taradi, ammo tok sarfi kamayadi.

Ishlatib bo'lingan elektrolit ya'ni kislota konsentratsiyalash bilan boyitilib, keyingi ionit to'yinmalaridan oltinni ajratib olish uchun takror ishlatiladi. Regeneratsiyalangan (kayta tiklangan, tozalangan) qatron sorbsiyaga takror ishlatish uchun jo'natiladi.

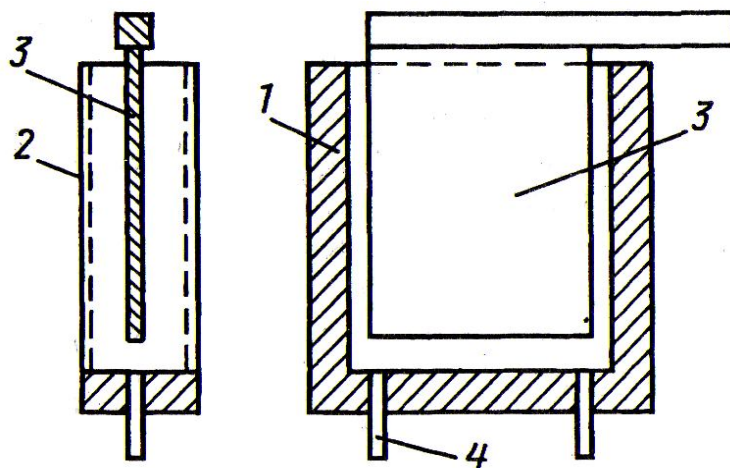
Ajralib chiqayotgan sinil kislota, ishqor bilan to'ldirilgan kislotali yutgichlarga, damlangan havo bilan haydab turiladi. Hosil bo'lgan sinil eritmasi xom-ashyoni tanlab eritish uchun ishlatilishi mumkin.

Nodir metallarni tiomachevinali eritmalardan elektrolitik cho'ktirish usulida ajratishda elektrolizyorlar qo'llaniladi. Elektrolizyor EU-1, katod uglerodligrafitdan anod esa platinadan tayyorlangan (rasm- 29), qutidan iborat bo'lib 11anod va 10ta katoddan tashkil topgan. Anolit va katolit vannaga alohida (kallektor) yig'uvchi yordamida beriladi.



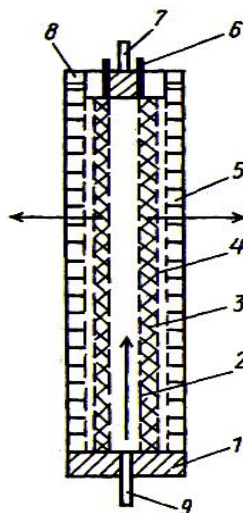
**15.1-rasm.** Cho'ktiruvchi elektrolizyor EU-1 ning tashqi ko'rinishi:

1—tokyetkazuvchi; 2—yo'g'on elektr sim(shina); 3 — quti; 4 — yo'naltirgich; 5 — planka-metall taxtacha; 6 —katod; 7 — shtuser; 8 — katolit va anolitni chiqarish uchun qisqa quvurlar; 9 — membrana; 10 — anod; 11 — viniplast to'r.



**15.2-rasm.** Anod bo'linmasi: 1—ramasi; 2—membrane; 3—anod; 4— shtuser.

Anod bo'linmasi o'zida rama 1 izolyatsiyalangan mahsulot bilan qoplangan unga ikki tomondan ionalmashinuvchi mebranalar 2 qotilgan. Kamera ichiga platinadan yasalgan teshiksimon anod qo'yiladi. Membranalarning kationionlisi qo'llanilib ular suv o'tkazishga, kimyoviy va mexanik mustahkamdir. Anolit bo'linmaga vanna tubida o'rnatilgan tahsimlovchi yordamida beriladi, u ham o'z navbatida 4 shtuser bilan bog'langan.



**15.3-rasm.** Katod bo'linmasining kesimi: 1 —quti; 2 —tok o'tkazuvchi devor; 3 — uglerodligrafrit; 4 — to'r; 5 — qisqich; 6 —



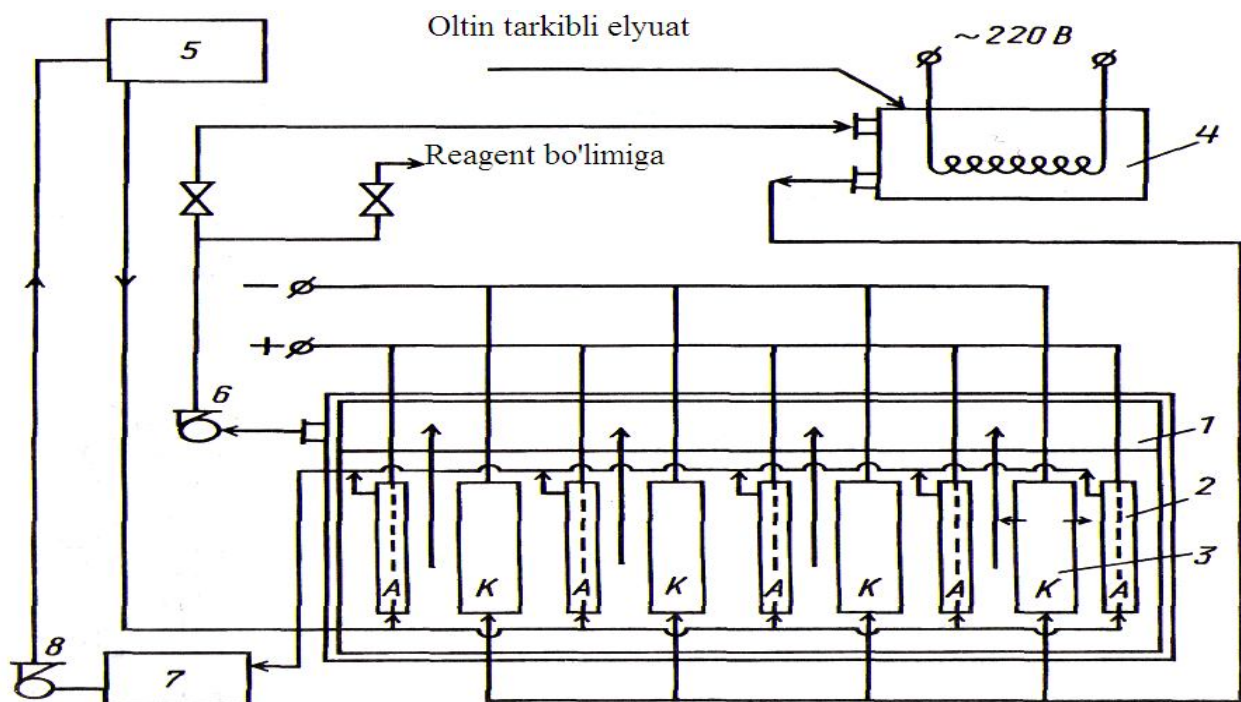
planka-metall taxtacha tok o'tkazuvchi; 7 — dastak; 8 — yuqori qulf; 9 — shtuser.

Katod bo'linmasi tok o'tkazmaydigan quti 1 dan tashkil topgan bo'lib va ikki tok o'tkazuvchi perforli devor 2, ichkaridan uglerodli grafit mahsuloti 3 vinaplast o'lchami 4-5mm bo'lgan to'r 4 bilan 5 qisqich va 8 qulf bilan mahkamlangan uskunalardan iborat. Qutiga tok o'tkazish uchun 6-planka va 7 ruchkadan iborat.

Katod bo'linmasini katolit bilan vanna tubida joylashgan 9 shtuser bilan bog'langan taxsimlagich ta'minlaydi.

TM elyuatlaridan oltin va kumushni cho'ktirish elektroliz dastgohlar ketma-ketligi 31-rasmda tasvirlangan.

Regenerat xom-ashyosidan nodir metallarni cho'ktirish uchun elektroliz qilish grafitli katodlarda va davriy tizimda tok o'tuvchi quyidagi jarayonlarga bog'liq: regenerat miqdoriga, elektroliz davomiyligiga, 40-50°C bosim bilan berilishiga, elektroliz vannasiga o'z-o'zidan yo'nalishiga katod bo'linmasiga. Grafitdan eritmaning o'tkazilishi natijasida oltin va kumushning cho'kishi kuzatiladi, eritma vannadan sliv kistasi orqali bo'shatiladi va aerolift yoki nasos yordamida bochkaga qaytariladi.



15.4-rasm. TM elyuatlaridan oltin va kumushni cho'ktirish elektroliz dastgohlar ketma-ketligi: 1 — elektroliz vannasi; 2 — anod bo'linmasi; 3

— katod bo'linmasi; 4 — oltintarkibli elyuat saqlanadigan elektrisitgichli idish; 5 — anolit idishi; 6 — qayta ishlangan elyuat uchun nasos; 7 — qayta ishlangan anolitni yig'gich idish; 8 — qayta ishlangan anolit uchun nasos.

Eritma vanna bo'ylab toki uning tarkibidagi oltin va kumush belgilangan miqdorda cho'kmaguncha doimiy aylanma harakatda bo'ladi. Katod bo'linmasi grafit mahsulot olinmasdan avval TM eritmasidan tozalash uchun suv bilan yuvilib so'ng quritiladi.

Cho'ktiruvchi elektrolizyori EU-1 ning texnologik xarakteri:

Katod bo'linmalar soni, dona.....	10
Anod bo'linmalar soni, dona.....	11
Katod va anod bo'linmalari orasidagi masofa, mm kamida.....	8
Katod bo'linmasi o'lchami, mm .....	330x450x5
Katodning geometrik yuzasi, mm.....	254x374x2
Katod bo'linmasi ishchi foydali yuzasi, mm .....	20—25
Elektrolizyori ish unumdorligi, m <sup>3</sup> /kunlik.....	20—25
Eritmadan oltinni ajralish darajasi, %.....	97,0
Elektrolizyordagi qarshilik, B.....	3-4
Elektrolizyori orqali o'tadigan elektr toki, A.....	1000
Eritma harorati, °C.....	40—50
Katolitning aylanish tezligi, m <sup>3</sup> /s.....	8—10
Uglerodgrafitli mahsulotning birdaniga yuklanadigan miqdori, g	1,0—1,5
Anolitdagi sulfat kislotasi konsentratsiyasi, g/l.....	5—50
Anolitdagi TM miqdori, g/l kamida.. TMванолите, г/л, ...	0,5
Anolit aylanma tezligi, m <sup>3</sup> /s.....	0,15-0,2
Elektrolizyori o'lchamlari, mm.....	805x955x1320
Ishchi holatdagi elektrolizyori og'irligi, kg.....	308

Elektrolyuirlash usuli ixchamligi, nisbatan boy katod cho'kma olish mumkinligi sababdan usul boshqa usullarga qaraganda ko'p ishlatiladi. Navoiy kon metallurgiya zavodlarida ham shu usul qo'llanilmoqda. Quyida to'yingan anolitning qayta ishlatish uchun oltin va boshqa

metallardan tozalab, katodni tiklab qayta ishlatishga tayyorlash sxemasi ko'rsatilgan:

Bu regeneratsiya usuli bilan anionit AP-2, AM-2B kabilarni tozalash amalda ishlatilmoqda. Bu sxema bo'yicha sinil, rux Ni bo'lsa sulfat:azot kislotalari bilan; Au, Ag va Su tiomochevinaning  $\text{HCl} + \text{H}_2\text{SO}_4$  da eritmasi bilan temirni ammoniy azotning ishqoriy eritmalari bilan desorbsiyalash ishlari ko'rsatilgan. Elyuirlash eritmasi 50-55 % gacha isitiladi, bu haroratda eritma hajmi bir xil bo'lib saqlanib, ionitlar «bag'ri» dagi metallarning barchasi to'la yulib olib chiqishga yaxshi imkon yaratadi. Regeneratsiya natijasida to'yingan anionitdan 98% Au, 97% Ag, 91% Cu, 97% Zn, 96,7 % Ni, 75-80 % Fe kabi va agar bor bo'lsa Pt, Os, Ir, Ta kabi metallarni ajratib olishga imkon beradi.

Nodir metallar va qo'shimcha metallarning ionitlardan bunday ajratib olinishi, ionitning tarkibini nodir metallari ajratishlik hajmiy "qobiliyat"ini, kinematik xususiyatini har bir regeneratsiya davri davomida tiklab, qayta ishlatishga imkon yaratadi.

### **Nazorat savollari**

1. Jarayonning umumiy tasnifiga nimalar kiradi?
2. Tiomachevinali eritmalardan oltinni cho'ktirishning qanday usullari mavjud?
3. Jarayonning afzallik va kamchiliklari nimalardan iborat?

### **16 – ma'ruza**

#### **OLTIN AJRATIB OLISH ZAVODLARINING SIANLI CHIQUINDILARINI ZARASIZLANTIRISH USULLARI**

#### **Reja:**

1. Jarayonning umumiy xususiyatlari.
2. Jarayonning kimyoviy asosi.
3. Jarayon amaliyoti.

**Kalit so'zlar:** sianli chiqindilar, zararsizlantirish, chiqindi suvlar, aylanma suvlar, chiqindixona.

Rangli metallar ishlab chiqarish suvni eng ko'p istemol qiladigan sohalardan biri bo'lib hisoblanadi. Suv bo'tanani tayyorlash uchun, pirometallurgik agaregatlarni sovutish uchun, gazlarni tozalashda cho'kmalarni yuvishda, bug' olishda ko'p ishlatiladi. Shu sababli suvlar zararli birikma ya'ni: metallar bilan, fluor, xlor kabi birikmalar bilan zaralanadi. Suv isroflanishini oldini olish uchun ularni qayta-qayta ishlatish maqsadga muvofiqdir. Shu maqsadda zavod sharoitida aylanuvchi suv sxemasi ishlab chiqilgan. Masalan: Quyultirishdagi so'nggi olingan suv, yanchishga qaytarib beriladi.

Chiqindi suvlar tarkibida bir qancha qimmatbaho foydali komponentlar rux, kadmiy, molibden, reniy va boshqa metallar bo'lib ular ham suv bilan birga yo'qotiladi. Hozirgi vaqtda aylanma suv miqdori 68%ni tashkil qiladi. Dunyoda 130 sanoat ishlab chiqarish korxonasi 62tasi aylanma suvdan foydalanib uning miqdori 97%ni tashkil qiladi, 22 tasi esa butunlay o'zidan chiqindi suv chiqarmaydi.

Chiqindi suvlarni zararsizlantirishda « suv yuzasini turli xildagi zarali chiqindi suvlardan saqlash qoidalari» ga amal qilish lozim bo'lib, zararli narsalarning ruxsat etilgan oxirgi konsentratsiyasi mavjud REOK(PDK) bo'lib undan oshirmaslik talab qilinadi.

Chiqindi suvlardagi zararli komponentlar miqdori OICHF da qo'llaniladigan texnologik sxemaga bog'liq bo'lib, rudalar tarkibiga va jarayonlar har xilligiga bo'g'liqdir. Ko'p hollarda bu ko'rsatgichning ko'tarilib ketishiga olib keladi. Sianid va rodanit ionlari konsentratsiyasi(CN<sup>-</sup> va CNS<sup>-</sup>) 200-500, rux 100-200, margumush 20-40, mis 40-50 mg/l bo'ladi. Shu sababdan chiqindilar tashlanishidan oldin zararsizlantiriladi.

Chiqindi suvlarni zararsizlantirishning tuli xil usullari mavjud.

Ko'pchilik xorijiy zavodlarda chiqindi suvlar sianidning gaz holatidagi kuchli kislotaga o'tkazilishi bilan kechadi. Buning uchun suvdan nordon sulfat kislotasi bilan qayta ishlanadi yoki oltingugurt bilan pH 2,8-3,5 muhitda qayta ishlanadi. Sinil kislotasi bug'lari ushlab qolinadi va vertikal kalonnlarda ishqor bilan qayta ishlanadi. Olingan sianli eritma

jarayonga qaytariladi. Jarayonning afzalligi sianidning ma'lum qismini qayta tiklash imkoni mavjudligidir.

**16.1-jadval.** Suv havzalarida bazibir zararli kampanentlarning ruxsat etilgan oxirgi konsentratsiyasi REOK(PDK), mg/l.

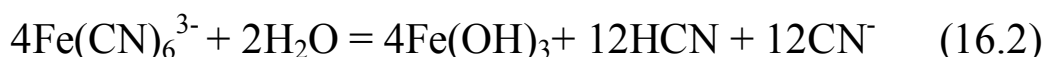
№	Birikma nomlari	Ichimlik suvida	Baliqchilik suvlarida
1	Sianidlar	0,1	0,05
2	Rodanidlar	0,1	-
3	Temir	0,5	0,05
4	Rux	1,0	0,01
5	Mis	1,0	0,01
6	Nikel	0,1	0,01
7	Kobalt	1,0	0,01
8	Qo'rg'oshin	0,1	0,1
9	Mishyak	0,05	0,01
10	Simob	0,005	0,001
11	Xlor	-	-
12	Tiomachevina	0,03	-
13	Butil ksantogenat	0,001	0,03
14	Sasna yog'i	-	0,1

Kamchiligi rodanit va sianidlarning to'liq eritmadan zararsizlanmasligi. Shu sababdan qo'shimcha tozalash usullarini qo'llashga zarurat tug'uladi.

Ba'zi bir OICHF da oqava suvlarni tozalashda temir sulfat tuzlari qo'llaniladi. Bu usul eritmadagi CN<sup>-</sup> ionlarni zaharli bo'lmagan Fe(CN)<sub>6</sub><sup>4-</sup> ionlariga yoki suvda erimaydigan oddiy Fe(CN)<sub>2</sub> shaklga o'tkazishga asoslangan.

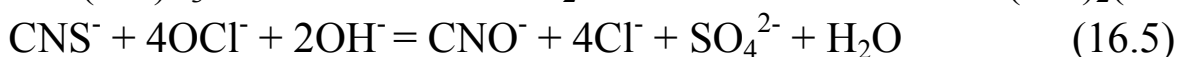
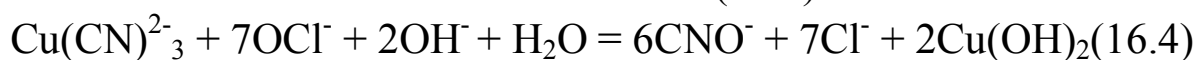


Ammo ular sekinlik bilan zaharli sinil kislotasini hosil bo'lishiga olib keladi, bu esa jarayonning asosiy kamchiligi hisoblanadi:



Shu sababdan bu usulning qo'llanilishi cheklangan.

Eng samarali usullardan biri bu chiqindi suvlardagi sianit tuzlarini natriy gipoxlorat  $\text{NaOCl}$ , kalsiy gipoxlorat  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  va xlorli ohak  $\text{CaOCl}_2$  bilan oksidlab zarasizlantirishdir. Natijada oddiy va kompleks sianid va rodanit birikmalari zaharsiz bo'lgan birikma  $\text{CNO}^-$  shaklida oksidlanadi:



Hosil bo'lgan sianat gidrolizga uchraydi:



Shuning bilan birgalikda flotoreagentlar ham zararsizlanadi. Bu usul amaliyotda  $\text{OICHF}$  da keng miqyosida qo'llaniladi. Zarasizlantiruvchi vosita sifatida ko'p hollarda arzon hisoblangan xlorli ohak qo'llaniladi, u xlor tuzi va xlorid kislotasi aralashmasi hisoblanadi. Zarasizlantirish jarayonini nafaqat eritmaga nisbatan balki, bo'tanada ham olib boorish mumkin, ammo ikkinchi holatda reagent  $\text{OCl}^-$  ionlari sarfi bo'tanadagi sulfidlar bilan ta'sirlashish hisobiga ortiqcha sarf hosil bo'lishiga olib keladi. Sianli birikmalarni oksidlash uchun xlor ham qo'llanilishi mumkin. Uning ta'siri xuddi gipoxlorat va xlorli oxak kabidir:



Amaliyotda xlorni qo'llash zarasizlantirish uchun emas balki xlorli oxak olish uchundir. Xlorli oxak olish uchun gaz holdagi xlor oxaktosh bilan qayta ishlanadi:



Yaxshi zarasizlantiruvchilardan biri bu ozondir. Chiqindi sularni 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'pin elektr energiya sarf qilishi usulni qo'llanilishini cheklaydi.

Undan tashqari hozirgi vaqtda OICHF oqava suvlarini tozalashda biologic(bakterialogik) usuldan keng qo'llanilmoqda. 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 sharoitida va anaerob sharoitida ham sodir bo'lishi mumkin.

3. Boyitish fabrikalarining sanoat oqava suvlarini biokimyoviy tozalash sutkalik va yillik hajmi katta bo'lganida uni tozalashni texnik jihatdan amalga oshirish tabiiy oksidlovchi suv havzalarida amalga oshirish mumkin chunki bu yerda suv saqlanganida mikroorganizmlar ta'sirida tabiiy tozalanish jarayoni ketadi. Oksidlovchi suv havzalarida mikroskopik mayda o'simliklar dunyosi juda xilma - xil. Ochiq suv havzalarida biologik oksidlash jarayoni ko'plab turli xildagi bakteriyalar sodda va yuqori uyushgan ko'rinishdagi munosabatlar ta'sirida kechadi. Bu havzalardagi bakteriyalar miqdori oqava suv tarkibidagi organik va noorganik moddalar turiga bog'liq bo'lib 1 g quruq biomassa tarkibida 10<sup>6</sup> dan 10<sup>14</sup> gacha hujayra bo'lishi mumkin.

Bu bakteriyalar turi 5 - 10 dan hato 100 gacha yetishi mumkin. Suv tozalash inshootlariga ularning ishlash sharoitiga qarab geterotrof, va avtotrof mikroorganizmlar joylashtiriladi. Suv tubi cho'kindi qatlamidan ajratib olingan olingan mikroorganizmlar asosan *Bacterium liguefaciens*,

Bacterium album, Pseudomonas fluorescens va Bacillus brevis turiga mansub bo'ladi.

Balchiq (il) tarkibidagi 50 - 80% bakterialar Rseudomonas, turiga ma'nsub bo'lib ular 20 turdan ortiq organik moddalarni oksidlash xususiyatiga ega.

Bacterium mikroorganizmlari oqava suvdagi neft mahsulotlari va fenollarni yaxshi o'zlashtiradi. Uglevodlar, fenollar va spirtlar Bacillus mikroorganizm turi ishtirokida oksidlanadi. Balchiqda oltingugurtni o'zlashtiruvchi bakterialardan Thiobacterium va Thiotrix sulfidlarni giposulfidlarni va vodorodsulfidni oksidlash xususiyatiga ega bakterialar mavjud.

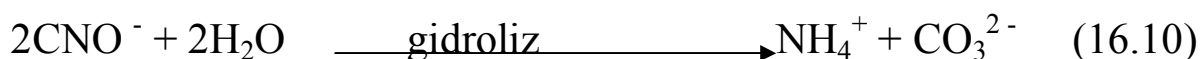
MHD laridagi boyitish fabrikalarining chiqit ombor xonalari tatqiqoti shuni ko'rsatdiki T. Ferrooxidans bakteriasining mavjudligi birinchi navbatda chiqit xonalarning muhitini belgilaydi. Tindirgichlardagi suvda yoz mavsumida T.thioparus va T.denitrificans miqdori 100 marotabagacha oshib 100 h/ml, ga yetishi oksidlanish jarayoning jadallashganidan darak beradi.

Cho'kish jarayonlarida muhitning kislarodga to'yinishi katta ahamiyatga ega. Anaerob zonasida organik moddalarni mikrobiolog parchalanish natijasida quyi malekulyar 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. Muhitda sulfatredutsirlovchi mikroorganizmlarning ishtiroki metallarni sulfidlar holida cho'kishiga imkon yaratadi. Ko'plab boyitish fabrikalarida floto reagent sifatida NaCN, KCN tuzlari mis va ruxni taziqlovchisi sifatida ishlatiladi. Odatda boyitish fabrika oqava suvlarida sianit tuzlarining ishlatilish sababli mis - rux sianitlar komplekslari ayrim holarda erkin sianitlar mavjud bo'ladi. Shuning uchun ham bu oqava suvlarni tozalashda metallardan va sianitlardan tozalash imkoniyatlari ko'riladi. Sionidlar miqdori 10 - 11 ml/l, oshishi belgilangan mi'yoriy miqdordan ("PDK") yuqoriligini ko'rsatadi. Hozirda oqava suvlarni sionidlardan tozalashning mikroorganizmlar ishtirokida amalga oshirilishi keng yo'lga qo'yilgan.



Bunda 23 dan ortiq *Pseudomonas fluorescens* Bact album, *Bacillus brevis*, *Bact. Lique faciens* kabi aktiv shtamlari ishlatiladi.

Bu mikroorganizmlarning hayot faoliyatida organik uglerodning va azotning bo'lishi zaruriy shart sharot sanaladi. Mikroorganizmlarning sionidlarni parchalashdagi biokimyoviy jarayonlar - azotning, sionid ionini amoniygacha o'zgartiradi. Muhitda boshqa yengil o'zlashtiriluvchi azot ma'nbasining borligi mikrobiologik sionidlar parchalanishining tormizlaydi organik uglerodning borligi zaruriy shartdir. Bu jarayondagi eng yaxshi ko'rsatkichlar oziqa sifatida saxarozalar va natiriy atsetat tuzlari ishlatilganda kuzatiladi. Sianidlarning mikrobiologik parchalanishi quyidagi reaksiyalar shaklida sodir bo'ladi



Hozirgi vaqtda xrom biriktiruvchi oqava suvlarni biologik tozalash usulari yaratilgan. Bu usullarning asosida havo kislarodi yo'q bo'lgan zonada maxsus mikroorganizmlar mikroflorasi ta'sirida  $\text{Cr}^{6+}$  qaytarilishi jarayoni yotadi.

### Nazorat savollari

1. Sianli chiqindilarni zararsizlantirish jarayonlarining umumiy xususiyatlariga nimalar kiradi?
2. Jarayonning kimyoviy asoslariga nimalar kiradi?
3. Sianli chiqindilarni zararsizlantirish uchun qanday reagentlardan foydalaniladi?.

## 17 - ma'ruza

# OLTINNI QAYSAR RUDA VA BOYITMALARDAN AJRATIB OLISH USULLARI

### **Reja:**

1. Oltin ajratish qiyin bo'lgan ruda va boyitmalar.
2. Mayda dona (melkovkraplenniy) oltinli rudalarni qayta ishlash.
3. Misli oltin rudalarini qayta ishlash.
4. Uglerod - oltin tarkibli rudalarni qayta ishlash.

**Kalit so'zlar:** qaysar ruda, mayda donali oltinli ruda, misli oltin rudalari, uglerod-oltin tarkibli rudalar.

Oltin ajratib olinishni oson bo'lgan rudalar kamayib bormoqda. Hozirgi zamon texnikasida asosan murakkab tarkibli oltin rudalari qayta ishlanmoqda. Bu texnologik sxemalarga gravitatsiya, magnit, elektr, amalgamatsiya, flotatsiya kabi jarayonlar yordamchi tarkib sifatida kiritilmoqda. Hatto pirometallurgiya va gidrometallurgiya jarayon tarkiblari: kuydirish, yuqori haroratda eritish yoki tanlab eritish keng ishlatilmoqda. Tarkibi murakkab bo'lib, unga qo'shimcha ishlov berishni talab qiladigan texnologiyali rudalar qiyin ajraluvchi rudalar (uporniy) deyiladi. Quyida 15-jadvalda ayrim oltin tarkibli rudalarni tanlab eritish texnologik ko'rsatgichlari berilgan. Bu jadvalda A, B, V, G va D guruxlariga kiritilgan rudalar tavsifi berilgan.

**17.1-jadval.** Turli guruh rudalarining tanlab eritish texnologiya ko'rsatgichlari.

T/r	Ko'rsatgichlar	Rudalar guruxi				
		A Kvars-li	B Loyli	V Sulfidli	G uglerodli	D Surma- li
1	Xom-ashyoda 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	Chiqindidagi Au miqdori, g/t	-0,074	-0,074	-0,075	-0,074	-0,074
4	Sianlash jarayoni davomiyligi, s.	8	8	24	8	24
5	Quyultirgichlar diametri, m	0,3	0,4	5,5	5,5	7,5
6	Sianlash chiqindilaridagi Au miqdori, g/t	0,3	0,4	5,4	5,8	8,2
7	Filtirlash solishtirma maydoni, $m^2/(t \times kun)$ .	0,21	6,25	-	-	-
8	Qattiqligi	50	50	50	50	50
9	Namligi	2-2,5	2,5-3,5	2,0-3,0	3,0-4,0	2,5-3,0
11	Eng yirik ruda diametri, mm	300- 1500	300- 1000	300-900	300-800	300-700
12	Yanchish oldi diametri, mm	100-300	20-30	10-20	20-40	10-30
13	Zichligi, $g/sm^3$ , $t/m^3$	2,3-3,5	2,0-3,0	3,0-4,0	2-3	3-3,5
14	Qattiqligi	2,6	2,7	2,6	2,7	2,6

Bu yerda:

A - guruh rudalari tanlab eritishda oson kechadi.

B - eritmaga Au tez o'tadi. Filtrlash jarayoni qiyinlashtiradi. 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 va oltin to'liq 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 rudalardan surma minerallari ko'p. Surma sinilda eriydi, oltin yuzasini qoplab, uning erishini sekinlashtiradi.

Bu shakldagi rudalardan oltinni ajratib olish sxemalari murakkab bo'lib, quyidagi jarayonlarni o'z ichiga oladi, gravitatsiyali boyitish, flotatsiyalash, kuydirish, bakteriyalar yordamida oksidlash, tanlab eritish va quyish va boshqalar.

Oltintarkibli ruda va boyitmalarning odatiy sharoitda sianlash yo'li bilan qayta ishlab bo'linmasligi, ularni oltin ajralish darajasini pasayishiga olib keladi yoki sarf xarajatlarning oshib ketishiga olib keladi va bunday rudalar murakkab tarkibli yoki qiyin ajraluvchi rudalar deb nomlanadi.

16-Jadvalda bir necha OICHF sianlash jarayoni natijalari keltirilgan. Ma'lumotlardan ma'lumki sianlash jarayoni uchun yaxshi sharoit faqatgina kvarsli rudalar uchundir. Bu rudalarni sianlash tez kechib, chiqindilar tarkibida oltin miqdori kam va ular yaxshi filtirlanishi bilan boshqalaridan ajralib turadi. Loy-gilli rudalarni sianlashda ham oltin ajralish darajasi yuqori, ammo, sianli bo'tanalarning tarkibidagi loyqa ularni filtirlanishini qiyinlashtiradi va unda temir gidrooksidining uchrashi bu kabi rudalarni qiyin ajraluvchi rudalarga kirishiga asos bo'ladi.

Sulfidli rudalar esa unda sulfidlarning oltin yuzasini qoplan olganligi ularni murakkab tarkibligiga rudalarga mansub qiladi. Yanchish jarayonida uning yuzasi kam miqdorda ochiladi, shu sababdan u sianlash jaryonida past darajada eriydi.

Uglerodli rudalarning sianlash jarayoni natijasida oltinni erishi bilan birga ularning tabiiy sorbent ko'mirga shimilishi kuzatiladi va natijada ko'p miqdordagi oltin sianlash chiqindilariga o'tib ketadi.

**17.2-jadval.** Oltintarkibli murakkab tarkibli rudalar.

Ruda turlari	Sianlash jarayonini murakkablashtiruvchi xossalari.
Mayda donali oltinli rudalar	Oltinni kvars va sulfidda mayda dona shaklda uchrashi (pirit, arsenopirit va h.), yanchish jarayonida oltin yuzasini ochilishi qiyinligi.
Misli	Sianidning ko'p sarflanishi, oltin yuzasida parda qoplanishi, eritishning sekinlashishi, sian eritmalarining tez charchashi.
Surmali	Oltin yuzasida mustahkam parda hosil bo'lishi, eritishni tezda sekinlashtiradi.
Glinali-loyqali	Sianli bo'tanalarni yomon filtrlanishi sorbsiya jarayonini qiyinlashishiga olib keladi.
Temirli	Oltin yuzasidagi pardada temir oksid pardalar bo'lib, oltinni erishini qiyinlashtiradi.

Bu ma'lumotlardan shu ma'lum bo'ladiki rudalarning murakkabligi turli xil sabablarga ko'ra bo'lishi mumkin. Bu kabi rudalarni qayta ishlanish usullari ham turlichadir.

Agar bir rudada bir necha murakkabliklar uchrasa uning tarkibidagi oltinni to'liq ajratib olish uchun birlashtirilgan bir necha usullar ishlatilishi mumkin.

2. Mayda dona (melkovkraplenный) oltinli rudani qayta ishlash.

Mayda dona (тонковкрапленный) donadorli oltin rudalari qiyin texnologiyalidir. Bu xildagi rudalar 2 turga bo'linadi: 1. Kvars bilan bog'langan oltin rudalari. 2. Sulfidlar bilan birikkan oltin rudalari. Kvars rudalarini tanlab eritishga moslab uni o'ta mayda 0,074 mm gacha

yanchiladi. Shu boisdan bunday rudalar uch bosqichli yanchish sxemasi bo'yicha yanchiladi. Bunda 2 va 3 bosqichli oldidan sinflarga ajratiladi. Bunday yanchilgan rudalar o'lchami 90-95% ning 0,04 mm bo'ladi yoki 70% sinf 0,074 mm bo'ladi. Ammo NKMK da bu maqsadga bor yo'g'i ikki bosqichli yanchishda erishilmoqda. Bunda 300 mm va undan mayda rudalar avval diametri 7 metr bo'lgan, uzunligi 5000 mm bo'lgan yarim o'ziyanchar (polusamoizmelcheniye), so'ng -klassifikatsiyalanib, qumlari esa uzunligi 7000 mm va diametri 5000 mm. soqqali tegirmonlarda 0,705 - 0,074 mm sinfga yanchilmoqda.

Birinchi bosqichda yarim o'ziyanchar (soqqalar talabdan 50% qo'shiladi.) tegirmonni qo'llash bilan, hamda ruda o'ta mayda bo'lmaganidan, o'ta qimmatli yanchish oldi olinadi.

Ikkinchi B - kategoriyadagi rudalar mayda va emulsion qoplamali bo'lib, sulfidlar va asosan pirit va arsenopiritlar bilan qoplangan - birikkan bo'ladi.

Bunday rudalar flotatsiya usuli bilan boyitilib, oltin va sof oltinlar boyitmaga o'tkaziladi. Boyitmadagi oltinlar turli yo'llar bilan ajratib olinadi.

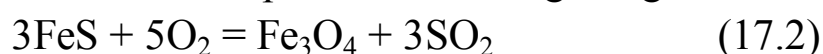
Agar oltin zarra o'ta kichik bo'lmasa, flotokonsentrat qayta yanchilib, tanlab eritishga (sianlashga) o'tkaziladi.

Bu usulni qo'llash bilan barcha xom-ashyodagi rudani o'ta mayda yanchishdan chetlab, bor yo'g'i 2-3 % chiqqan flotokonsentrat qayta yanchiladi. Ba'zan rudadagi oltin o'ta mayda bo'ladiki, uni bir necha bor qayta-qayta yanchilganda ham oltin yuzasi ochilmaydi, bunday hollarda oltin yuza qismi kuydirish usuli bilan ochiladi. Oksidlantiruvchi kuydirish jarayonida sulfid boyitmalari kuyib, ulardagi oltin yuzasi ochiladi, boyitma zarrasi sinil eritmasi yetib boradigan g'ovakli kuyindiga aylangan bo'ladi. Navbatdagi kuyindini sinillab eritib, eritmaga oltin o'tkaziladi.

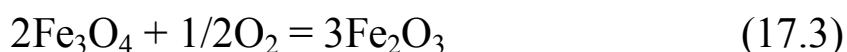
Piritning oksidlanishi 450-500<sup>0</sup> C da boshlanadi. Jarayon oraliqda pirrotin hosil qilish bilan kechadi:



O'z navbatida pirrotin FeS<sub>2</sub> magnetitga oksidlanadi:



keyin bu magnetit, gematitgacha oksidlanadi:



harorat  $600^\circ\text{C}$  ga yetganda, pirit oksidlanib u pirotinga o'tadi:



Keyin bu ham gematitga oksidlanadi.

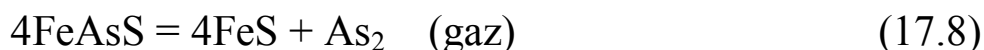
Oksidlab kuydirish jarayoni ko'p ko'rsatgichlarga bog'lik, bulardan eng asosiysi - haroratdir.

Kuydirish maromiga yetmasa ( $500^\circ\text{C}$ ) da kuyindi tarkibida  $\text{FeS}_2$  pirit ko'p qoladi va u oltinnin pirit tarkibida erimay qolib yo'qotilishiga olib keladi. Harorat yuqori bo'lsa oksidlab kuydirish to'liq va tez kechadi, ammo harorat o'ta oshib  $900-950^\circ\text{C}$  ga yetsa, pirit va magnetit erish holatiga yaqinlashib qoladi. Bunda kuyindi yopishib – qotishmaga aylanadi, u yaxshi erimay, sinillashda oltin yo'qolishiga olib keladi. Kuydirishda gazli fazadagi kislorod konsentratsiyasi ham katta ahamiyatga ega bo'ladi. Kislorod konsentratsiyasi kam bo'lsa, kuyindi to'liq bo'lmaydi. Bu holda ham oltin erimay qolib yo'qolishi mumkin. Agar kislorod o'ta ko'payib ketsa, harorat tez  $900-950^\circ\text{C}$  da ko'tariladi, orada ko'p boyitma yaxshi oksidlanmaydi, qotishmaga o'tib qoladi. Qotishma esa yuqorida aytilganidek sinilda yomon eriydi. Kuyundi erigan qotishmaga aylanib yomon eriydi. Kuyundi yaxshi kuygan kuyindi bo'lgani uchun pech ichidagi boyitma to'xtovsiz arashtirilib turilishi kerak.

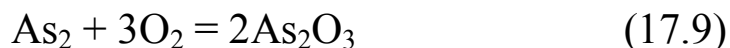
Arsenopirit minerali  $450^\circ\text{C}$  da tez oksidalana boshlaydi o'rta jarayonda pirrotin va magnetit hosil bo'ladi:



harorat  $600^\circ\text{C}$  ga yetganda oksidlangan arsenopirit dissotsiyalanadi:



gaz holdidagi margumush margumush uch oksidigacha oksidlanadi: pirrotin esa gematitga oksidlanadi:



Hosil bo'lgan margumush uch oksidi yengil uchuvchandir. Harorat  $450^\circ\text{C}$  da bug'  $\text{As}_2\text{O}_3$  bosimi 1 atm shu boisdan oksidlangan  $2\text{As}_2\text{O}_3$  gaz

holatiga o'tadi. Ammo kislorod ko'p bo'lsa uch oksid, besh oksidga aylanadi:



Ko'rib o'tilgan sulfid oltin boyitmasini oksidlab kuydirib, so'ng sinil eritmasiga o'tkazish keng tarqalgan. Ammo u birdan-bir usul emas.

Ko'pincha oltin sulfid konsentratlari mis eritish pechlariga yuboriladi. Bunda u mis boyitmasi bilan qo'shib eritiladi.

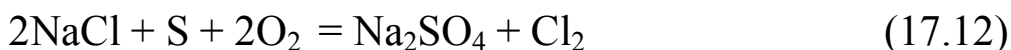
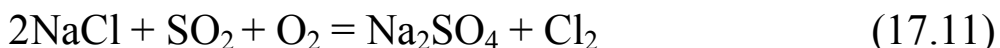
Ammo oltin margumush boyitmasi pechlarda eritishdan oldin kuydirishga qo'shilgani yaxshi. Bunda zaxarli  $\text{As}_2\text{O}_3$  ajratib olinadi.

Oltin piritli boyitmalar ham sulfat kislota olish maqsadida kuydirilishi mumkin. Sulfidli boyitmalardan oltinni to'liq ajratib olish uchun oksidlab-xlorlab kuydirish, xloridli haydash, avtoklavlarda eritish kabi yangi jarayonlarni keltirib chiqaradi.

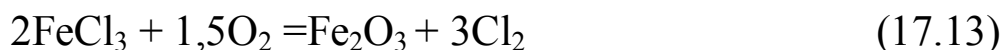
Oksidli - xlorlab kuydirish.

Bu usul mayda dispersli oltin minirallarini keyingi sinillab eritish uchun o'tkaziladi. Bunda xom-ashyo va boyitma 5-20% NaCl bilan aralashtirilib, 500-600<sup>0</sup>C da oksidlovchi atmosferada kuydiriladi.

Buning mexanizimi shunday: kuydirishda hosil bo'lgan oltingugurt  $\text{SO}_2$  gazi va oltingugurt S-bug'lari, kislorodli muhitda  $\text{As}_2\text{O}_3$  bilan reaksiyaga kirishadi va bunda erkin xlor gazi ajraladi. Reaksiya quyidagicha ifodalaniladi:



Kimyoviy faol bo'lgan xlor temir sulfitlariva oksidtlari bilan reaksiyaga kirishib  $\text{FeCl}_2$  va  $\text{FeCl}_3$  hosil qiladi. Keyin bu temir xlor tuzlari havo kislorodi bilan parchalanadi:



Ajralib chiqqan erkin xlor gazi yana qaytadan reaksiyaga kirishadi. Hosil bo'lgan g'ovak gematit  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  o'z strukturasi ga ko'ra sinil eritmasining yanchib borishiga va oltinning to'liq erishiga imkon beradi.

Boyitmadagi og'ir rangli metallar ham xloritlarga aylanadi. Agarda boyitmada oltingugurt ko'p bo'ulsa u oddiy kuydirilib, so'ng xloridlovchi



kuydirishga quyiladi. Shu bilan NaCl ning ortiqcha isrof bo'lishi oldi olinadi.

Xlorlab uchirib haydash-xloridovozgonka.

Bu usul B.N.Lebedev tomonidan kiritilgan avvaldagiga o'xshash boyitma NaCl bilan aralashtirilib, oksidlovchi atmosferada kuydiriladi. Uning avvaldan farqi, metall holdagi oltinni hajmi xlorli gaz holiga o'tkazib uni uchirib haydash va tutib olish. Bu usul faqat 950-1000<sup>0</sup>C bajariladi. Oltin bilan birga Ag, Cu, Pb, Zn va boshqa metall xloridlari ham qaytariladi. Mexanizm reaksiyasi xuddi oksidlab - xlorlash kabidir.

NaCl sarfi xom-ashyoga nisbatan 10-20% ni tashkil etadi. Hamma shart-sharoit yaxshi bo'lganda kuyib uchirmaga (vozgonka) 99% Au, 98%Ag, 96% Cu, 90% Zn o'tadi. Kuyindidagi oltin 2 g/t dan oshmaydi.

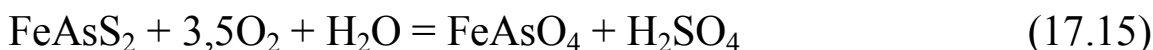
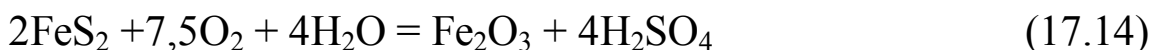
Kuyib uchirmalarni qayta ishlash uchun uni suvda eritiladi eritmaga As<sub>2</sub>Cl<sub>3</sub>, FeCl<sub>3</sub>, CuCl<sub>2</sub>, PbCl<sub>2</sub> va ZnCl<sub>2</sub> larni o'tkaziladi. Oltin kumush bilan erimaydigan cho'kmaga AgCl bo'lib tushadi. Cho'kma quritilib, qora metall olish uchun pechlarda eritiladi. Og'ir rangli metallar bo'lsa eritmadan ajratib olinadi. Xloridlab uchirish universal usul bo'lib oltinni har qanday boyitmalardan ajratib olish mumkin.

Kamchiligi - dastgohlar to'plash og'irligi va uchirmalarni ushlab olish murakkabligidir.

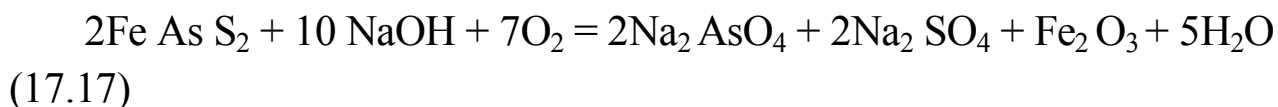
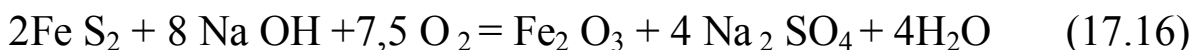
Avtoklavlarda eritish.

Eritmalarni yuqori haroratda 100-200<sup>0</sup>C da eritib ishlov berishdir. Kislorod bosimi (1-2 atm) bo'lishi kerak.

Avtoklavlarda eritilganda quyidagi kimyoviy jarayonlar yuz beradi:



Ishqoriy natriy eritmasida konsentrat tarkibidagi pirit va arsenopiritlar erish jarayonida:



Eritmaga oltingugurt sulfididan tashqari margumush ham o'tadi. Bu tanlab eritishni osonlashtiradi. Eritmani oxak bilan ishlov berib NaOH ni ajratib regeneratsiyalash mumkin:



Hosil bo'lgan natriy arsenatni kimyoviy va yog'och ishlab chiqarish sanoatida ishlatish mumkin.

2008- yilda Navoiy kon-metallurgiya kombinatida (NKMK) ishlab chiqarish jarayoniga biogidrometallurgik texnologiya BIOX uchinchi gidrometallurgik zavodida (GMZ-3) Uchquduqdagi Ko'kpatas va Daugiztov konlarining oltinmishyakli sulfid minerallarini qayta ishlashga moslashgan qurilma ishga tushdi.

Metallar biotexnologiyasi - bu mikroorganizmlar, yoki ularning metabolitlari yordamida, metallarni rudalardan, tog' jinslaridan, konsentratlardan, yoki eritmalardan ajratib olishni o'rganadigan fan. Uning asosiy qismlari:

1. Biogidrometallurgiya yoki metallarni bakterial tanlab eritish va oksidlash.
2. Rudalarni boyitish.
3. Eritmalardan metallarni biosorbsiyalash .

Bakterial tanlab eritish usullari- mineral xom-ashyoni qayta ishlash soxasidagi ilmiy-texnik taraqqiyotning eng zamonaviy eng progressiv yo'nalishlaridan biri bo'lib xom-ashyodan kompleks ravishda foydalanish, hamda atrof -muhit himoyasining effektivligini oshishini ta'minlaydi.

Moddalar almashinuvidagi bakteriyalar roli oldindan ma'lum bo'lib ularning ishtiroki faqatgina tabiatdagi har xil organik birikmalarni parchalashga yo'naltirilgan deb qaralardi. Hozirgi vaqtda aniqlangan 2500 xildan ortiq mikroorganizmlar turlari ko'plab anorganik moddalarni parchalab va sintezlabgina qolmay, yerning geokimyovik jarayonlarida faol ishtirok etishadi. S.N. Vinogradskiy tomonidan xemosintez jarayoni ixtiro qilinib - bu mikroorganizmlar tomonidan karbonat angidridining avtotrof iste'mol etilishi, anorganik moddalarning oksidlanishi, mikroorganizmlarning geoximik jarayonlardagi faoliyatini o'rganadigan tadqiqotlarni olib borishga keng yo'l ochib berdi.

Misli oltin rudalarini qayta ishlash.

Mis rudalarida-doimo oltin uchrab turadi. Oltin rudalarida mis bo'lishi ham, sinil tuzlarining ortiqcha sarf bo'lishiga olib keladi. Ammo oltin

bilan bir qatorda bunday rudalaridan 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 boshqalar) ko'rinishida bo'lsa- bunday rudalarni gidrometallurgiya sxemalari bilan qayta ishlash lozim. Bunda ruda sulfat kislota yordamida eritiladi, so'ng eritmani temir qirundilari yordamida mis sementatsiya usulida cho'ktiriladi. Tanlab eritish chiqindisi sinillab eritishga yuboriladi. Undan oltin sorbsiya usulida ionitlar yordamida ajratib olinadi. Agar oksidli minerallar ko'payib ketsa eritma sifatida  $H_2SO_4$  ammiak-karbonat  $(NH_2)_2CO_3$  eritmasi ishlatiladi.

Boshqa usullardan yana biri V.Ya.Mostovich usulidir. Bu gidrometalurgiya va flotatsiya usullarini bog'lab olib borishdir. Ruda maydalab yanchilgach  $H_2SO_4$  bilan eritiladi. Hosil bo'lgan bo'tanaga temir ta'sir ettiriladi. Temir bukmasi yaxshi natija beradi (gubchatoye jelezo). Hosil bo'lgan cho'kmadagi mis metali, oltin bilan birga flotatsiyalanadi. Sulfid minerallar mis va oltin jami birgalikda oltin-mis boyitmasini tashkil etadi. Flotatsiya chiqindisi - sinil tuzida tanlab eritiladi yoki chiqndi saqlanadigan joyga tashlanadi. Bu usulning afzalligi shundaki mis oksidlari va mis sulfidlari ham konsentratga o'tadi. Shu boisdan bu usul oksid-sulfidli va mis-oltin aralash rudalarini boyitib ajratib olishda katta axamiyatga ega. Mis oksidli minerallari hozirgi kunda asosan flotatsiya yo'li bilan qayta ishlanadi. Yaxshi tanlab olingan texnologiya va reagenlar rejimi mis va oltin ajratib olishni samarali qilishga kafolat bermoqda.

Agar oltin rudasidagi mis kam bo'lib uni ajratib olish iqtisodiy samara bermasa, u holda rudani konsentratsiyali sinil tuzi eritmasida oxista eritib misning zararini kamaytirish lozim bo'ladi.

Sinil konsentratsiyasi (0,02-0,03%) bo'ladi. Bunda mis sinil tuzi bilan reaksiyaga uncha tez kirishmaydi. Misning asosiy ko'p qismi sinillab eritish chiqindisiga qoldiriladi.

Mis tarkibli oltin rudalarini ammiakli sinillash usuli ham mavjuddir.

Bunda sinillab eritiladigan rudaga oz miqdorda ammiakli eritma qo'shiladi. Masalan ammoniy xlorid -NH<sub>4</sub>Cl. Bunda kam eriydigan mis ammiak kompleks tuzlari hosil bo'ladi:



Bu reaksiya natijasida sinil eritmasi misdan soqit bo'ladi. Sinil tuzi ham kam sarflanadi.

Surma va margumushli oltin rudalarini qayta ishlash.

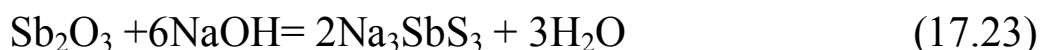
Surma rudalari -sinillab eritishda o'ziga xos murakkabliklar tug'diradi. Surma va margumush minerallari NaCN ko'p sarf bo'lishiga, oltinning erishini tez pasaytiruvchilardandir. Surma minerallari kam va mayda dispers oltin zarralari bo'lmagan rudalarni sinil tuzlari eritmasida eritib ajratish uchun ishlatsa bo'ladi. Bunda ham sinil tuzi sarhisobi va oltin erish texnologiyasini ustalik bilan olib borish kerak bo'ladi. Mis mineralidagidek surma rudalari oltinlari ham ishqor va sinil tuzlarining kam miqdorli konsentratsiyasida eritish bilan bajariladi (0,02% NaCN). Surma minerali eritmadagi temir gidrooksidlari tomonidan sorbsiyalanishi mumkin. Bunda temir gidrooksid moddalari surma ruda tarkibida 1-2% bo'lsa ham sinillab eritib olishda yaxshi natijalar beradi.

Ammo surma sulfidlari ko'p bo'lgan minerallarni flotatsiyalab surmani aloxida boyitma sifatida ajratish yaxshi samara beradi. Boyitma mis eritish zavodlariga jo'natiladi. Flotatsiyaning chiqindilaridan oltin sinillab sorbsiya usulida olinadi. Agar rudada surma haddan ziyod ko'p bo'lsa unda flotayiya usuli bilan oltin surma boyitmasi olinadi. Boyitmada surma 50-60 % yetishi kerak. Surma zavodida boyitmadan surma metali olinib oltin qo'shimcha mahsulot sifatida maxsus texnologiyaga jo'natiladi.

Agar oltin mayda-donador holida bo'lib surma sulfid ko'p bo'lsa bunday flotokonsentrat tanlab eritishga (sinillashga) yuboriladi. Surma - oltin boyitma kuydirib ishlov beriladi. Surma boyitmalardan gidrometallurgiya yo'li bilan ham ajratib olish mumkin, bunda surma Na<sub>2</sub>S, NaOH eritmalarida eritiladi.

Tanlab eritish yo'li bilan surma tiotuzlari sifatida eritmaga o'tkaziladi:





Margumush minerallaridan sinillab eritishda auripigment va realgar ancha qiyinchilik tug'diradi. Arsenopirit tanlab eritishda katta xavf tug'dirmaydi. Shuning uchun arsenopirit mineralli margumush rudalari yanchish jarayonidan so'ng tanlab eritilishga yuborilishi mumkin.

Agar mayda dispers bulib arsenopiritda qatnashsa uni yuqoridagidek kuydirib, ishlov beriladi.

Uglerodli - oltin rudalarini qayta ishlash (boyitish).

Uglerod-oltin rudalarini qayta ishlashning murakkabligi shundaki, erigan oltinni uglerod sorbsiyalash qobiliyatiga ega.

Bunday rudalarni tanlab eritganda, oltin erib eritmaga o'tishi bilan bir qatorda erigan oltinning uglerod (ko'mir) sirtiga sorbsiyalanib singish ya'ni erishning aks holi kuzatiladi. Shu boisdan chiqindiga tashlangan tashlamalarida nodir metallarning yo'qolishi ortadi.

Ayrim rudalarda uglerod oltinni sorbsiyalab ishni mushkullashtirsa ayrim uglerod minerallari kuchsiz sorbsiyalovchi bo'lib ularning xavfi uncha katta emas.

Bunday rudalarning qiyin texnologik (uporniy) xususiyati faqat amaliyotda sinab ko'rilgandagina bilinadi.

Uglerod faolligi kam bo'lgan rudalar odatdagidek sinil eritmalari yordamida tanlab eritish orqali borishi mumkin, bunday rudalarda oltinning eritmaga o'tish kinetikasi (tezligi) - erish va adsorbsiyalanish tezligiga bog'lik bo'ladi. Adsorbsiya tezligi eritmada nodir metallar konsentratsiyasiga to'g'ri proporsionaldir. Avval oltin kam bo'lganda erish tezligi adsorbsiyadan ortiqdir. So'ngra eritmada oltin ko'payishi bilan uning konsentratsiyasi ortadi va adsorbsiya ham tezlashadi. Ma'lumki bir vaqtdan so'ng bu ikki kattalikning tezligi tezlashadi. Sinillashning davom etishi bilan oltin 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 davomiyligi to'gr'i keladi. Ko'pgina amaliyotda 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 zarra oltinlar ko'mirga adsorbsiyalanib qoladi. Demak yanchilgan materiallarning o'lchami -0,83 mm bo'lishi kerak, shunday qilib ko'mir oltin rudalarini to'g'ri sinillashda, yanchishdagi optimal - omilkor o'lchamni to'g'ri topa bilish kerak ekan. Bunda rudaning sinil eritmasi bilan bog'lanish vaqti ham ahamiyatga egadir.

Eritishning yana bir samarali usuli uglerod-ko'mir oltin rudasini bir necha bosqichda eritmani yangilab eritishdir. Bu eritmada oltin konsentratsiyasi kam bo'lsa adsorbsiya ham sekin boradi degan qoidaga asoslanadi. Eritmani yangilab turish oltinkonsentratsiyasini ma'lum bir meyorda ushlab turishga imkon beradi.

Oltin va kumush kam adsorbsiyalanib buning hisobiga chiqindilar bilan yo'qolishi kamayadi.

Ba'zan organik erituvchilar  $\alpha$ -gidroksilanid kabilarni qo'llash bilan ham uning ko'mirda adsorbsiyalanishini kamaytirish hisobiga erish miqdorini oshiradi.

Sorbsiya-usulida eritish ham oltin erish va ajratib olish jarayonini samarali kechadi. Ko'mirning faollik qobiliyati -sirt faol moddalarda kerosin, flotomoy bilan ishlov berib ham kamaytirish mumkin.

Bu usulda ko'mir sirtida par-da-to'siq hosil bo'ladi va eritmada-gi oltin bilan aloqada bo'la olmaydi. Ammo bu unchalik samara berganicha yo'q . Yana bir usul - desorbsiyani qo'llash. Bunda oltinni adsorbsiyalagan ko'mir desorbsiyalanadi va oltin undan «tortib» olinadi. Yaxshi ammo qimmat desorbent - ammiakdir. Ya'ni oltinni sorbsiyalagan ko'mir - shu ammiak bilan yuviladi.

Oltin ko'mir rudalarini flotatsiya usulida boyitish ishlov berish mumkin. Bu 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 junatish yoki flotatsiya chikitini sinillab eritishdir. Yoki eritmani kuydirib, ogarok - kuyindi olib uni sinillab eritish lozim. Flotatsiya chiqiti sinillab eritiladi. Ko'mir oltin rudasiga bunday ishlov berish - universal usullardandir.

## Nazorat savollari

1. Oltin ajratish qiyin bo'lgan ruda va boyitmalarga nimalar kiradi?
2. Mayda dona oltinli rudalarni qayta ishlashning usullari qanday?
3. Misli oltin rudalarini qayta ishlashning usullari qanday?

## 18 – ma'ruza

### OLTIN TARKIBLI QAYSAR RUDALARNI FLOTATSION BOYITISH

#### Reja:

1. Flotatsiyon boyitishning nazariyasi va usullari.
2. Flotatsiya usulida boyitishda ishlatiladigan reagentlar tasnifi.
3. Flotatsiya jarayoni dastgohlari.

**Kalit so'zlar:** flotatsion boyitish, reagentlar, mineral zarrachalari, flotatsion tizim, dispers sistema.

Dunyoning ko'pchilik mamlakatlarida rangli metall rudalarini boyitishning asosiy usuli sifatida flotatsiya jarayonidan foydalaniladi va bu jarayonda maxsus konstruksiyaga ega bo'lgan flotatsion mashina yoki flotamashina nomini olgan qurilmalardan foydalaniladi.

Foydali qazilmalarni flotatsiya usuli bilan boyitish (keyinchalik oddiy qilib flotatsiya deb yuritamiz) minerallar sirtlarining xossalari har xilligiga asoslangan.

Mineral zarrachalarning o'lchamlari qancha kichik bo'lsa, ularning solishtirma sirt yuzasi ( $\text{sm}^2/\text{g}$ ) shuncha katta bo'ladi va sirt xossalarining farqi oshib boradi. Flotatsiya jarayonida qatnashayotgan moddalar majmuasiga «flotatsion tizim» deb harasak, bu sistema ko'p jinsli, ko'p fazali, ko'p a'zoli va dispers sistemadir, chunki flotatsiya jarayonida har xil kattalikdagi, xossalari turlicha bo'lgan qattiq zarrachalar, suyuqlik (suv), gazlar (havo), suvda eriydigan va erimaydigan reagentlar qatnashadi.

Qisqacha qilib, hozirgi zamon flotatsiya jarayoniga quyidagicha ta'rif berishimiz mumkin: flotatsiya – suvli suspenziyada muallaq harakatlanayotgan mayda, qattiq zarrachalar ichidagi kerakli minerallarni

shu tizimga yuborilgan havo pufakchalariga yopishib, pufakchalar bilan yuqoriga suzib chiqish va ko'pik tarkibida to'planish qobiliyatiga asoslangan minerallarni saralash usulidir.

Flotatsiyaning samarasini ta'minlash uchun suspenziyaga kerakli zarrachani havo pufakchasiga tanlanib, mustahkam yopishishini oshiruvchi har xil moddalar – flotoreagentlar qo'shiladi. Flotatsiya hodisasi, mexanizmi va tabiatida asosan molekulalararo tortishish kuchi yotadi.

Flotatsion tizimda qatnashayotgan har bir faza molekulasining sirtqi qatlamlarining ahamiyati katta ekanligini e'tiborga olish kerak. Jism (zarracha) ichida turgan molekulalar o'ziga o'xshagan molekulalar qurshovida bo'lib, energetik kompensatsiyalangan bo'ladi (erkin energiyasi nolga teng bo'ladi). Ulardan farqliroq, chekadagi qatlamda (sirtida) joylashgan molekulalar, ularni ustida turgan molekula bo'lmaganligi sababli, ular energetik kompensatsiya-lanmagan, ya'ni ularda erkin sirt energiyasi bo'ladi. Bu energiya, ( $1\text{sm}^2$  yuzaga nisbatan) solishtirma erkin sirt energiyasi deb ataladi va  $\text{J}/\text{sm}^2$  bilan o'lchanadi.

Molekulalararo ta'sirlanish kuchining o'lchami qilib, ularni qutblanganligi (polyarnost) qabul qilingan. O'z navbatida qutblanganlik – erkin sirt energiyasiga ( $\sigma$ ), dielektrik doimiyligiga, dipol momentiga, yashirin bog'lanish issiqligiga, molekulyar bosimga va boshqa molekulyar xossalarga bog'liq bo'ladi.

Bu xossalarning qiymatlari fazaning qutblanganligi oshib borgan sari oshib boradi. Suyuqliklar ichida – yuqori qutblangan suv, keyin – spirtlar, organik kislotalar, murakkab efirlar va aminlar turadi.

Eng past qutblanganlari (appolyar) – to'yingan uglevodorodlardir (geptan, geksan va boshqalar).

Qutblanganlik oshib borgan sari ularning kompleks hosil qilishga va salvatlanishga moyilligi oshib boradi.

Qattiq jismlar ichida yuqori qutblangan moddalarga ionli durlar (masalan,  $\text{Na}^+\text{Cl}^-$ ,  $\text{Ca}^+\text{SO}_4^-$  va boshqalar) va oksidlangan minerallar, karbonatlar, sulfatlar, oksidlar va kvarts kiradi.

Past qutblanganlarga – organik birikmalarning durlari (parafin), havo fazasi, grafit, oltingugurt, ko'mir va sulfidli minerallar kiradi.

Chegara sirt tashkil qiluvchi fazalarning biri boshqasidan (masalan,



qattiq faza suyuq fazaga tegib tursa) erkin sirt energiyasi bilan farq qiladi. Ularning ayirmasi, shu chegara sirt energiyasi deb aytiladi (masalan,  $\sigma_{\text{suv-havo}}$ ,  $\sigma_{\text{mineral-suv}}$  va boshqalar).

Qattiq jismni biror suyuqlik bilan namlanishi va uning sirtida tarqalishi ularning qutblanganliklarining farqiga bog'liq. Qutblanganlik farqi qancha kichik bo'lsa qattiq modda shu suyuqlik bilan yaxshi namlanadi, aksincha, qutblanganlik farqi katta bo'lsa qattiq modda namlanmaydi, suyuqlik uning yuzasida tomchi bo'lib turaveradi.

Suv kvartsni yaxshi namlaydi, chunki ikkalasi ham yaxshi qutblangan. Parafin, ko'mir, grafit yuzasida suv tomchi bo'lib turadi, chunki suv kuchli qutblangan, parafin, ko'mir, grafit esa kuchsiz qutblangan. Ularning qutblanganliklari ayirmasi katta. Aksincha, uglevodorodlar, yog'lar kuchsiz qutblanganliklari sababli, parafinga o'xshagan moddalarni yaxshi namlaydi. Masalan: suv bilan havoning qutblanganlik farqi  $72,75 \cdot 10^{-3} \text{ J/m}^2$ , havo bilan geksan (uglevodorodli yog') ning qutblanganligi esa  $18,41 \cdot 10^{-3} \text{ J/m}^2$ , ya'ni 4 marta kichik. Suv bilan geksanning qutblanganligi esa  $50 \cdot 10^{-3} \text{ J/m}^2$

Suv – havo va suv – uglevodorodniki kichik bo'lganligi flotatsiya jarayoni uchun katta ahamiyatga ega. Flotatsiya jarayonining mexanizmini tushunish uchun termodinamikaning ikkinchi qonuniga murojaat qilish kerak. Unda o'ralgan har qanday sistema o'zicha muvozanat holatga o'tish uchun intiladi. Masalan, issiqlik issiqroq jismdan sovuqroq jismga o'tadi; suv baland joydan past joyga oqadi va hokazo. Demak, termodinamikaning ikkinchi qonuni o'z-o'zidan yuz beradigan hodisalar yo'nalishi haqida fikr yuritishga imkon beradi.

Tashqaridan energiya sarflanmay boradigan jarayonlarga o'z-o'zidan boradigan jarayonlar deyiladi. Flotatsiya o'z-o'zidan yuz beradigan hodisalarga mansub bo'lib, flotatsiya jarayoni amalga oshirilganda tizim erkin energiyasining kamayishi kuzatiladi. Masalan: kvarts yuzasiga suv tomchisi tomizilsa, u yoyilib ketadi, havoni siqib chiharadi. Bunga sabab, kvarts bilan havoning qutblanganlik darajalari farqi katta, kvarts bilan suvning qutblanganlik darajasi esa kichik. Suv tomchisini parafin yuzasiga tomizilsa, u tomchi holda qoladi, chunki ularning qutblanganlik darajalarining farqi katta, parafin-havoniki esa kichik. Buni quyidagicha

yoziishi mumkin:

$$\sigma_{\text{kvarts-suv}} < \sigma_{\text{kvarts-havo}}$$

$$\sigma_{\text{parafin-havo}} < \sigma_{\text{parafin-suv}}$$

Demak, bu erda, yuza erkin energiyasi kamayishi bilan boradigan jarayonlar yuz beradi. Shu sababdan, suvli muhitda parafin zarrachasi havo pufakchalariga yopishib yuqoriga suzib chiqadi. Bu esa flotatsiya sodir bo'lganligini ko'rsatadi.

Flotatsiya jarayoni, suv va minerallarni kuchli aralashtirish va unga har xil usullar bilan havo pufakchalarini yuborish bilan olib boriladi. Bunda suvda namlanmaydigan zarrachalar (minerallar) havo pufakchalariga yopishib yuqoriga suzib chiqadi va ko'pik hosil qiladi. Ko'pik kurak yordamida tinimsiz boshqa idishga o'tkazilib turiladi. Ko'pik so'ndirilgandan so'ng – boyitma (kontsentrat) deb ataluvchi mahsulot olinadi.

Suvda namlanadigan zarrachalar (gidrofil) ko'pikka o'tmay, flotokamerada qoladi va kamera mahsuloti yoki chiqindi deb ataladi. Ba'zida buni teskarisi ham sodir bo'lishi mumkin, bu teskari flotatsiya deb yuritiladi.

Rudada bir nechta foydali komponent bo'lsa (masalan, rux, qo'rg'oshin, mis, molibden) oldin kollektiv boyitma olinib, so'ngra kollektiv boyitma qayta flotatsiyalanib, foydali komponentlar alohida-alohida boyitmalarga ajratiladi va bu jarayon selektiv flotatsiya deb ataladi.

Boyitishning flotatsiya usuli metallurgiyada, kimyo sanoatida, qurilish sanoatida, geologiyada, meditsinada, biologiyada, qishloq xo'jaligida ishlatish mumkin.

2. Flotatsiya jarayonida turli xil reagentlar ishlatiladi. Reagentlarni ishlatishdan maqsad, flotatsiya jarayoni ko'rsatkichlarini minerallarning xossalarini o'zgartirish bilan yaxshilash hisoblanadi. Flotatsiya jarayoni reagentlari organik va noorganik birikmalar, shuniingdek, ularning eritmalari va aralashmalari bo'lishi mumkin. Flotatsiya reagentlari ularning flotatsiya jarayonidagi o'rniga qarab qo'yidagi guruhlariga bo'lish mumkin:

1. To'plovchi - suv yoki havo bilan biroz muddat ta'sirlashgan to'plovchi oltin yuzasiga o'rnatiladi. To'plovchining qatlam zichligi suvda kislorod konsentratsiyasining oshishi bilan tez o'sadi. To'plovchi sifatida ksantogenat ishlatiladi.

2. Ko'pik hosil qiluvchi - ko'pik hosil qiluvchi sifatida T-66 moyi ishlatiladi. Ko'pik hosil qiluvchining asosiy vazifasi havoni mayda pufakchalarga bo'lib, ko'pikni zichligini oshirish hisoblanadi.

3. Tazyiqlanovchi (depressor) - bunday reagentlarga suyuq shisha va boshqa reagentlar kiradi. Bu reagentlarning asosiy vazifasi ko'pikli mahsulot tarkibiga keraksiz minerallarni o'tishini to'xtatish va bu minerallarni flotatsiyalanishini kamaytirish hisoblanadi. Flotatsiya bo'tanasi tarkibida sianid, ishqor, natriy sulfid, mis kuporosi kabi birikmalar uchraydi. Bular oltinni flotatsiyalanish qobiliyatini kamaytiradi. Bunday birikmalarni oltinga ta'sirini kamaytirish uchun tazyiqlovchi reagentlar ishlatiladi.

4. Faollashtiruvchi (aktivator) - faollashtiruvchi reagent sifatida mis kuporosi, nigroin, opolyar yog'i ishlatiladi. Bu reagent oltintarkibli sulfidlarni faollashtirish qobiliyatini oshiradi va to'plovchi flotatsiyalanayotgan oltin yuzasiga o'rnatilishga yordam beradi.

5. Muhit sozlovchi - bunday reagent sifatida to'plovchi, tazyiqlovchi, faollashtiruvchi reagentlarni minerallar bilan o'zaro ta'sirlashish jarayoniga ta'sir qiladigan reagentlar kiradi. Kislotali muhitda betaraf muhitga qaraganda sof oltinning flotatsiyalanishi kam bo'ladi. Oltin va oltin tarkibli sulfidlarni flotatsiyalash pH 7,5 ÷ 8,5 atrofida bo'ladi. Muhit sozlovchi sifatida soda ishlatiladi.

Reagentlarga quyidagi talablar qo'yiladi:

- tanlab olish qobiliyati yuqori;
- sifatning standarti, arzonligi ishlatishda qulayligi;

Flotatsiya jarayonini sxemasi va borishi rudalarni mineral tarkibiga bog'liq bo'ladi. Deyarli barcha rudalarni boyitishda bosqichli flotatsiya ishlatiladi. Bosqichli flotatsiyani ishlashi boyitma tarkibiga oltin o'tishini ko'paytiradi. Flotatsiya shuningdek, sianlash jarayoniga xalaqit beradigan komponentlarni (uglerodli birikmalar, mis, surma, mishyak minerallari) ruda tarkibidan ajratish uchun ishlatiladi.

3. Flotatsiya mashinasida flotatsiya jarayonlarini amalga oshirish uchun qo'llaniladigan dastgoh. Bo'tanani aralashtirish uni havo pufakchalari bilan to'yintirish usuliga qarab mexanik havoli va uyg'unlashtiruvchi turlari bo'ladi. Mexanik flotatsiya mashinasida aeratsiya va butanani aralashtirish kamerada impellerli aerator yordamida amalga oshiriladi. Aerator flotatsiya uchun zarur bo'lgan havoni atmosferadan oladi. Flotatsiya jarayonlari uchun ko'proq ishlatiladi. Bunday mashinalar kameraning hajmi 0,14-0,25 m<sup>3</sup> gacha bo'ladi. Flotatsiya mashinasi kvadrat shaklidagi ikkita bo'lib birlashgan kameradan iborat.

1. Shimuvchi.
2. To'g'ri oqimi.

Har xil kameraga aerator bo'linmasi o'rnatiladi. Aerator bo'linmasi vertikal valga o'rnatilgan impellerdan iborat. Impeller esa oltita kurakli egrilikdan iborat val vertikal quvur ichida aylanadi. Yuqorigi uchi germetik ravishda korpus bilan birlashtiriladi. Pastki uchi esa impeller ustki stakani ko'rinishda kengaytiriladi. Unga 60<sup>0</sup> burchak bilan o'rnatilgan yo'naltiruvchi kuraklardan iborat bo'lgan impeller ustki diskdan o'rnatilgan bo'ladi. Impeller usti stakanining yon tomonlaridan uchta tuynuk bo'lib, biri qisqa quvur bilan birlashish uchun ikkita bir-biriga qarama-qarshi bo'lgan tuynuklar oraliq mahsulotni chiqarish uchun ishlatiladi. Oraliq mahsulotni chiqarish kerak bo'lmasa bitta tuynuk tiqin bilan ikkinchisi esa shiber bilan berkitiladi. Bu tuynuk tiqin yordamida ochib yopiladi. Flotomashinaga dastlabki bo'tana qabul qilish cho'ntagi orqali tushadi. U yerda quvur orqali kamera markazi joylashgan aeratorga yuboriladi. Bo'tanani kamera ichiga qayta aylanish uchun impeller diski ustida bir necha aylana teshiklar mavjud. Impeller aylanganda bo'tana ko'raklar yordamida markazdan atrofga tarqaladi. Natijada impellerning markaziy qismidan biroz siyraklashish yuz beradi.

Hozirgi vaqtda sanoatda bir necha yuzlab har xil konstruktsiyaga ega bo'lgan flotomashinalar ishlatilmoqda. Flotomashinalarni asosan bo'tanani aeratsiyalash usuliga qarab tasniflash qabul qilingan. Flotomashinalarning turlari 9-jadvalda keltirilgan.

Bundan tashhari, flotamashinalarni bo'tananing mashinalarda harakat yo'nalishiga qarab tasniflash mumkin. Ular uch turga bo'linadi: kareta shaklidagi mashinalar, umumiy sathli va kamerali flotamashinalar.

Kareta shaklidagi mashinalar yaxlit bo'lib, uzunasiga cho'zilgan. Flotatsiyaga tayyorlangan bo'tana mashinani bir tomonidan beriladi va u qarama-qarshi tomonga harakat qiladi, chiqindi ikkinchi tomonidan chiqib ketadi. Ko'pik esa karetaning uzunasi bo'yicha hamma yeridan, uning ikkala qirg'og'i (borti) ga o'rnatilgan novga tushiriladi. Bo'tanani sathi kameraning hamma yerida bir xil bo'ladi.

Umumiy sathli mashinalarni, kareтали mashinalardan farqi - uzun kareta to'siq bilan bo'linma (otsek) larga bo'lingan, har bir bo'linmada aerotsiyalovchi qurilmalar o'rnatilgan.

Kamerali turdagi mashinalar, juftlangan yoki alohida kameralardan iborat bo'lib, maxsus qurilmali tuynuklar yordamida bo'tana birinchisidan ikkinchisiga o'tishi va har bir kameradagi bo'tana sathini ko'tarishi yoki pasaytirishi mumkin.

Kareтали mashinalar - pnevmatik, kompressorli va elektroflotatsiya mashinalariga bo'linadi.

Kamerali mashinalarni - pnevmatik va mexaniq turlari mavjud.

**18.1-jadval.** Flotatsiya mashinalarning tasniflanishi.

No	Turi	Bo'tana aeratsiyalash usuli	Konstruktiv jiqati	Mashinalar
I	Mexaniq	Bo'tanani impeller aylanishidan so'rilgap havo yordamida	1.Parrakli impeller. 2.Rotorli impeller	«Mexanobr» MFU-63, «Gumbol'd», «Minamet», «FaGerGren»
II	Penovmatik	Bo'tanaga havo purkash yo'li bilan	1.Aerolift. 2.Bo'tanani ko'pik qatlamiga	Chuqur «Mexanobr», ko'pikni saralagich

			berish. 3.Kalonna turidagi kamerali. 4.havoni mayda teshikchalar orqali berish.	kalonnali «Apatit».
III	Penovmomexamik	I va II usullar birgalikda	1.Barmoqli aerator. 2.qaltirama aerator. 3.Bo'tanani devor oldi qatlamini parchalovchi qurilma	«Mexanobr» barmoqli aerator bilan titratuvchi (vibratorli) aerator, uchli aerator
IV	Bo'tanada bosimni kamaytiruvchi	Eritmadan gazlarni ajratish yo'li bilan	1.Bo'tanani ustida vakuum hosil qilish. 2.Bo'tanani bosim ostida havo bilan to'yintirish va bosimni kamaytirish	Vakuumli, kompressorli
V	Elektroflotatsiya	Suvni elektrolizlash	-	Elektroflotatsion

### Nazorat savollari

1. Flotatsiyon boyitishning nazariyasi va usullariga nimalar kiradi?
2. Flotatsiya usulida boyitishda ishlatiladigan reagentlar qaysilar?
3. Flotatsiya jarayonida qanday dastgohlar ishlatiladi?

## 19 – ma‘ruza

### SUL’FIDLI RUDALARNI TANLAB ERITISH JARAYONIGA TAYYORLASH

#### **Reja:**

1. Mayda donadorli sul’fidli oltin rudalarini qayta ishlashga tayyorlash.
2. Sul’fidli rudalarni flotatsion boyitish.
3. Sul’fidli rudalarni oksidlovchi kuydirish.

**Kalit so‘zlar:** sul’fidli rudalar, mayda donador oltin tarkibli rudalar, oksidlovchi kuydirish, flotatsion boyitish, arsenoperit.

Mayda donador oltin rudalari qiyin texnologiyalidir. Bu xildagi rudalar 2 turga bo‘linadi: 1. Kvars bilan bog‘langan oltin rudalari. 2. Sulfidlar bilan birikkan oltin rudalari. Kvars rudalarini tanlab eritishga moslab uni o‘ta mayda 0,074 mm gacha yanchiladi. Shu boisdan bunday rudalar uch bosqichli yanchish sxemasi bo‘yicha yanchiladi. Bunda 2 va 3 bosqichli oldidan sinflarga ajratiladi. Bunday yanchilgan rudalar o‘lchami 90-95% ning 0,04 mm bo‘ladi yoki 70% sinf 0,074 mm bo‘ladi. Ammo NKMK da bu maqsadga bor yo‘g‘i ikki bosqichli yanchishda erishilmoqda. Bunda 300 mm va undan mayda rudalar avval diametri 7 metr bo‘lgan, uzunligi 5000 mm bo‘lgan yarim o‘ziyanchar (polusamoizmelcheniye), so‘ng -klassifikatsiyalanib, qumlari esa uzunligi 7000 mm va diametri 5000 mm. soqqali tegirmonlarda 0,705 - 0,074 mm sinfga yanchilmoqda.

Birinchi bosqichda yarim o‘ziyanchar (soqqalar talabdan 50% qo‘shiladi.) tegirmonni qo‘llash bilan, hamda ruda o‘ta mayda bo‘lmaganidan, o‘ta qimmatli yanchish oldi olinadi.

Ikkinchi B - kategoriyadagi rudalar mayda va emulsion qoplamali bo‘lib, sulfidlar va asosan pirit va arsenopiritlar bilan qoplangan - birikkan bo‘ladi.

Bunday rudalar flotatsiya usuli bilan boyitilib, oltin va sof oltinlar boyitmaga o'tkaziladi. Boyitmadagi oltinlar turli yo'llar bilan ajratib olinadi.

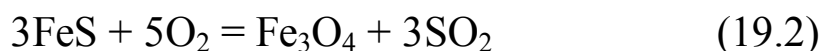
Agar oltin zarra o'ta kichik bo'lmasa, flotokonsentrat qayta yanchilib, tanlab eritishga (sianlashga) o'tkaziladi.

Bu usulni qo'llash bilan barcha xom-ashyodagi rudani o'ta mayda yanchishdan chetlab, bor yo'g'i 2-3 % chiqqan flotokonsentrat qayta yanchiladi. Ba'zan rudadagi oltin o'ta mayda bo'ladiki, uni bir necha bor qayta-qayta yanchilganda ham oltin yuzasi ochilmaydi, bunday hollarda oltin yuza qismi kuydirish usuli bilan ochiladi. Oksidlantiruvchi kuydirish jarayonida sulfid boyitmalari kuyib, ulardagi oltin yuzasi ochiladi, boyitma zarrasi sinil eritmasi yetib boradigan g'ovakli kuyindiga aylangan bo'ladi. Navbatdagi kuyindini sinillab eritib, eritmaga oltin o'tkaziladi.

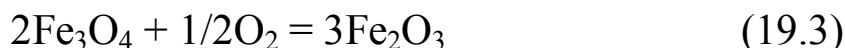
Piritning oksidlanishi  $450-500^{\circ}\text{C}$  da boshlanadi. Jarayon oraliqda pirrotin hosil qilish bilan kechadi:



O'z navbatida pirrotin  $\text{FeS}_2$  magnetitga oksidlanadi:



keyin bu magnetit, gematitgacha oksidlanadi:



harorat  $600^{\circ}\text{C}$  ga yetganda, pirit oksidlanib u pirotinga o'tadi:



Keyin bu ham gematitga oksidlanadi.

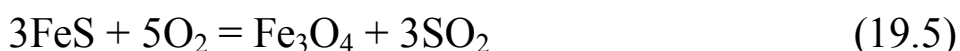
Oksidlab kuydirish jarayoni ko'p ko'rsatgichlarga bog'lik, bulardan eng asosiysi - haroratdir.

Kuydirish maromiga yetmasa ( $500^{\circ}\text{C}$ ) da kuyindi tarkibida  $\text{FeS}_2$  pirit ko'p qoladi va u oltinnin pirit tarkibida erimay qolib yo'qotilishiga olib keladi. Harorat yuqori bo'lsa oksidlab kuydirish to'liq va tez kechadi, ammo harorat o'ta oshib  $900-950^{\circ}\text{C}$  ga yetsa, pirit va magnetit erish holatiga yaqinlashib qoladi. Bunda kuyindi yopishib – qotishmaga aylanadi, u yaxshi erimay, sinillashda oltin yo'qolishiga olib keladi. Kuydirishda gazli fazadagi kislorod konsentratsiyasi ham katta ahamiyatga ega bo'ladi. Kislorod konsentratsiyasi kam bo'lsa, kuyindi to'liq bo'lmaydi. Bu holda ham oltin erimay qolib yo'qolishi mumkin. Agar

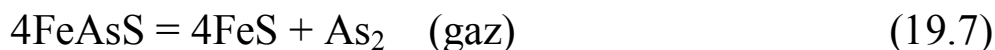


kislorod o'ta ko'payib ketsa, harorat tez 900-950<sup>0</sup>C da ko'tariladi, orada ko'p boyitma yaxshi oksidlanmaydi, qotishmaga o'tib qoladi. Qotishma esa yuqorida aytilganidek sinilda yomon eriydi. Kuyundi erigan qotishmaga aylanib yomon eriydi. Kuyundi yaxshi kuygan kuyindi bo'lgani uchun pech ichidagi boyitma to'xtovsiz arashtirilib turilishi kerak.

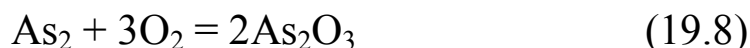
Arsenopirit minerali 450<sup>0</sup>C da tez oksidalana boshlaydi o'rta jarayonda pirrotin va magnetit hosil bo'ladi:



harorat 600<sup>0</sup> C ga yetganda oksidlangan arsenopirit dissotsiyalanadi:



gaz holidagi margumush margumush uch oksidigacha oksidlanadi: pirrotin esa gematitiga oksidlanadi:



Hosil bo'lgan margumush uch oksidi yengil uchuvchandir. Harorat 450<sup>0</sup>Cda bug' As<sub>2</sub>O<sub>3</sub> bosimi 1 atm shu boisdan oksidlangan 2As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>gaz holatiga o'tadi. Ammo kislorod ko'p bo'lsa uch oksid, besh oksidga aylanadi:



Ko'rib o'tilgan sulfid oltin boyitmasini oksidlab kuydirib, so'ng sinil eritmasiga o'tkazish keng tarqalgan. Ammo u birdan-bir usul emas.

Ko'pincha oltin sulfid konsentratlari mis eritish pechlariga yuboriladi. Bunda u mis boyitmasi bilan qo'shib eritiladi.

Ammo oltin margumush boyitmasi pechlarda eritishdan oldin kuydirishga qo'shilgani yaxshi. Bunda zaxarli As<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ajratib olinadi.

Oltin piritli boyitmalar ham sulfat kislota olish maqsadida kuydirilishi mumkin. Sulfidli boyitmalardan oltinni to'liq ajratib olish uchun oksidlab- xlorlab kuydirish, xloridli haydash, avtoklavlarda eritish kabi yangi jarayonlarni keltirib chiqaradi.

### **Nazorat savollari**

1. Mayda donadorli sul'fidli oltin rudalarini qayta ishlashga tayyorlash.
2. Sul'fidli rudalarni flotatsion boyitish.
3. Sul'fidli rudalarni oksidlovchi kuydirish.

### **20 – ma'ruza**

## **MIS ELEKTROLITIK SHLAMLARIDAN OLTIN VA KUMUSHNI AJRATIB OLISH**

### **Reja:**

1. Mis shlamlarining tarkibi.
2. Mis elektrolitik shlamlarini qayta ishlash texnologik sxemalari.
3. Sulfatlovchi kuydirish bilan shlamlarni qayta ishlash.

**Kalit so'zlar:** elektrolitik shlam, elektroliz, missizlantirish, termik ishlov berish, oksidlantiruvchi kuydirish .

Sulfidli mis rudalarining tarkibi bir qancha midorda oltin va kumush mavjud bo'ladi.

Bu rudalarni qayta ishlash jarayonida nodir metallarning ko'p qismi misni elektrolitik rafenerlash natijasida hosil bo'lgan shlamlarda to'planadi. Shlamlarda rudadagi oltin va kumushdan tashqari mis eritish jarayoniga qo'shiladigan flyus tarkibidagi oltin va kumush to'planadi.

Oltin va kumushdan tashqari shlamning tarkibida ko'p miqdorda selen va tellur mavjud.

Anod shlamining hosil bo'lish miqdori (chiqishi) anod misining tozaligiga bog'liq va o'rtacha anod og'irligidan (massasidan) 0.4-1% teng.

Shlamning kimyoviy tarkibi jadvalda ko'rsatilgan. %

## 20.1-jadval. Shlamning kimyoviy tarkibi

Modda	Miqdori %	Modda	Miqdori %
Mis	1-80	Qurg‘oshin	1-25
Kumush	1-45	Nikel	0,2-10
Oltin	0.2-1.5	Temir	0,2-2
Selen	2-15	Oltingugirt	2-10
Tellur	0.1-8	SiO <sub>2</sub>	0,5-15
Mishyak	0.5-10	Glinozem	0,5-1,5
Surma	0,2-15	Kobalt	0,02-0,1
Vismut	0,2-1		

Mis shlamda elektriz jarayonida bir valentli mis ionlarining ikki valentli ionlarga o‘tish natijasida hosil bo‘lgan kukunsimon metall shaklida mavjud:

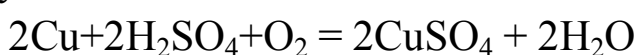


Bundan tashqari mis shlamida skrap, Cu<sub>2</sub>O, Cu<sub>2</sub>S, Cu<sub>2</sub>Se, Cu<sub>2</sub>Te, CuAgSe – ko‘rinishlarda mavjud. Nodir metallar shlamda mis-kumush-oltin qotishmasi, selenid va tellurid ko‘rinishlarida mavjud (Ag<sub>2</sub>Se, CuAgSe, Ag<sub>2</sub>Te, (Au,Ag)Te<sub>2</sub>). Qo‘rg‘oshin shlamda sulfat, arsenat va antimonat shakllardadir. Nikel shlamda sulfat va mis xamda surma bilan murakkab birikmalar shaklida bo‘ladi: 3Cu<sub>2</sub>O\*4NiO\*Sb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> margumush va surma shlamda quyidagi birikmalar shaklida ko‘rsatilgan: As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>\*Sb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> “plavuchiy shlam” va As<sub>2</sub>O<sub>5</sub>\*Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

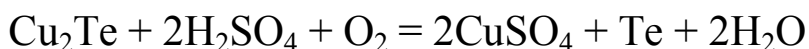
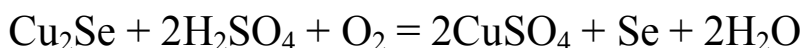
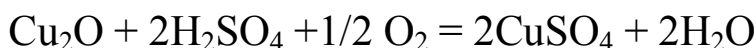
Mis elektrlitik shlamlarini qayta ishlash texnologik sxemalari o‘z tarkibiga quyidagi jarayonlarni olgan:

- 1) Shlamni missizlantirish
- 2) Termik ishlov bilan xalkogenidlarni oksidlash.
- 3) Selen va tellur olish.
- 4) Kuydirilgan shlamni oltin qotishmasiga eritish.

Missizlantirish jarayoni shlamdagi yirik fraksiyani ajratib uni anodlarga qayta eritish jarayoniga jo‘natilishi bilan boshlanadi. Keyingi bosqichda mis 10-15% li sulfat kislota eritmasi bilan tanlab eritiladi. Bu jarayon 80-95 °S da va bo‘tanani havo bilan puflashda olib boriladi.



Eritmaga metallik mis bilan birgalikda  $\text{Cu}_2\text{S}$  va  $\text{CuAgSe}$  larda tashqari misning quyidagi birikmalari o‘tadi.



Missizlantirish natijasida shlamdagi misning miqdori 1-3% gacha pasayadi.

Xosil bo‘lgan sulfat kislotali mis eritmaları misni elektrafinirlash sexiga jo‘natiladi. (Missizlantirilgan shlam Se va Te ajratib olishga yuboriladi)

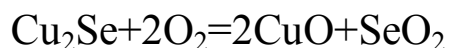
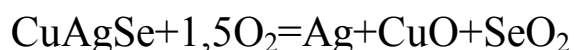
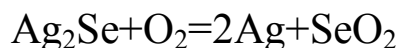
Missizlantirish natijasida shlamdagi misning miqdori 1-3% gacha pasayadi. Xosil bulgan sulfat kislotali mis eritmaları misni elektrorafinirlash sexiga junatiladi (missizlantirilgan shlam Se ba Te ajratib olishga yuboriladi).

Missizlantirishdan keyingi jarayon-xalkogenitlarni oksidlash. Oksidlash oksidlash uchta usulda amalga oshirish mumkin:

- Oksidlantiruvchi kuydirish;
- Sulfatlovchi kuydirish
- Soda bilan kumachlash;

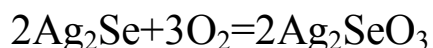
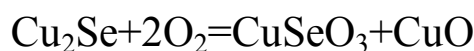
Oksidlovchi kuydirish  $700-780^{\circ}\text{S}$  xaroratdaolibboriladi.

Selenidlarkuydirishjarayonidaxavodagi kislorod bilanoksidlanadi.

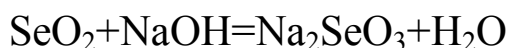
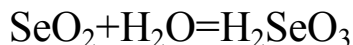


Xosil bulgan  $\text{SeO}_2$ (dioksid selen)ning bug‘ bosimi yukori kiymatlarga ega( $100 \text{ kPa}-315^{\circ}\text{S}$ ) va u gaz fazasiga utadi. Selenni gaz fazasiga utish darajasi 95-97% ga teng.

SHlamni kizdirish jarayonida selen past xaroratlarda selenning uchmas mis va kumush selenitlari xolatiga utadi va buning natijasida selenning bir kismi kuyindida koladi.



SHlamni oksidlovchi kuydirish jarayoni mineralli va kup kutbli pechlarda amalga oshiriladi.  $\text{SeO}_2$  tarkibli kuydirish gazlari suvli gazlarni tozalash sistemasiga yuboriladi va bu jarayonda selen suv yoki ishkori eritma bilan ushlanib koladi.

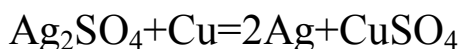


Xosil bulgan eritma NSI kislotasi bilan nordonlantiriladi va eritmadagi selenni  $\text{SO}_2$  gazi bilan elementar xolatda cho'ktirishadi.

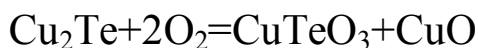
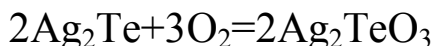


Tellur selenga karshi ravishda issiklikka mustaxkam uchmas telluritlargacha oksidlanadi:

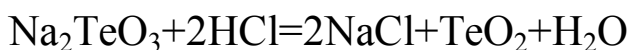
Kuyindi 10-15% li sulfat kislotasi eritmasi bilan tanlab eritiladi. Buning natijasida eritmaga Mis, 70%gacha tellur va kumushning kup mikdori utadi. Tellur va kumushni metallik mis bilan sementlashadi va tellur-kumush boyitmasi olinadi.



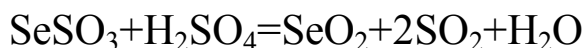
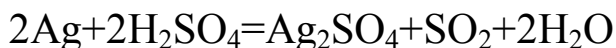
Sulfatlovchi kuydirish bilan shlamlarni qayta ishlash.



Tellurni kuyindini metall doregacha eritish jarayonida xosil buladigan soda shlakidan ajratib olishadi. SHlakdagi tellur suv bilan eritilganda telluritlar xosil buladi. Eritmadan NSI va  $\text{N}_2\text{SO}_4$  lar bilan tellur  $\text{TeO}_2$  kurinishida chuktiriladi.



Sulfatlovchi kuydirish ikki boskichda olib boriladi. Oldin missizlantirilmagan shlam konsentrlangan sulfat kislotasi bilan aralashtiriladi va 150-300<sup>0</sup>S aylanuvchi pechlarda kizdiriladi bu jarayonda kuyidagi reaksiyalar okib o'tadi.

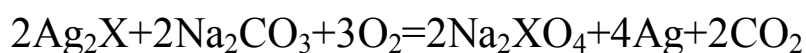
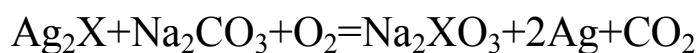




Sulfatlanishni  $\text{SeO}_2$  ni sublimatsiya xaroratidan past xaroratda olib borishadi (315 S) shuning uchun Se sulfatlanagan maxsulotda koladi xosil bulgan sulfat maxsulotni  $\text{SeO}_2$  gaz fazasiga xaydash maksadida 500-600 S kuydirishadi.  $\text{SeO}_2$  gaz fazasiga uchadi Te esa derli tulik shlamda koladi.

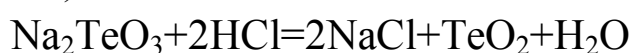
SHlamni kumashlanishi usulida kayta ishlashda missizlantirilgan shlam  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  bilan aralashtiriladi va 500-700C kup tubli yoki minorali pechlarda kuydiriladi.

Selenid va telluridlarning oksidlanishi kuyidagi reaksiyalar buyicha okib o'tadi.

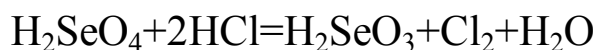


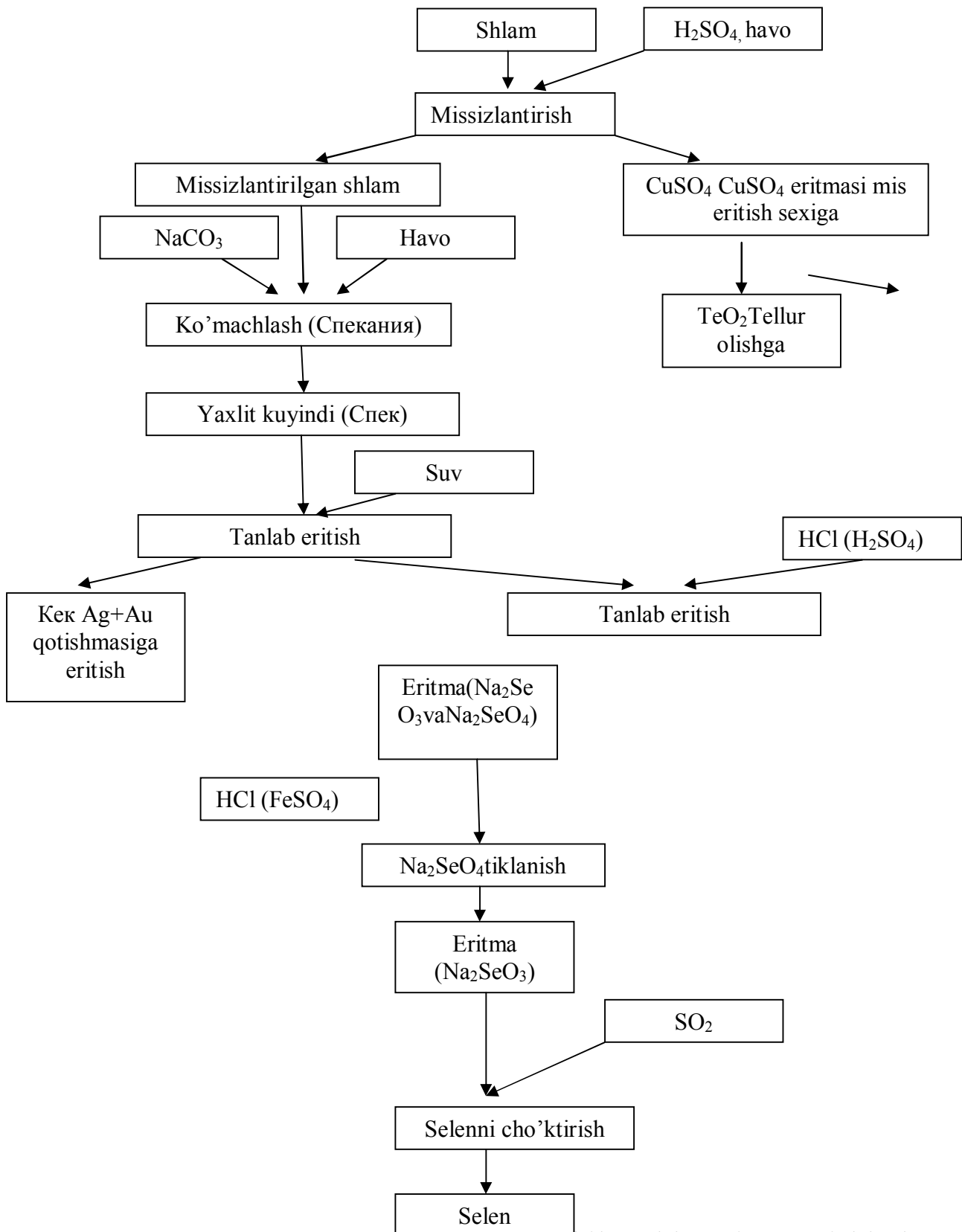
buerda "X" - Se va Te

YAxlit kuyindini suv bilan tanlab eritishda eritmaga suvda eriydigan natriy selenitlar va selekatlari utadi. Tellur eritmaga kisman utadi. Chunki spekdagi tellurning ikki kurinishida suvda eriydigani fakat natriy telluriti. Xosil bulgan ishkoriy eritma tarkibidagi tellurni  $\text{TeO}_2$  kurinishida chuktirish maksadida eritmani NSI bilan betaraflanadi. (neytralizatsiya kilishadi).



Selenni eritmadan  $\text{SO}_2$  gazi bilan chuktirishadi Lekin  $\text{SO}_2$  gazi fakat selen(4) chuktiradi Selen(4) chuktirish uchun uni selen(4) gacha tiklash kerak tiklanishni HCl yoki  $\text{FeSO}_4$  bilan olib borishadi.





**20.1-rasm.** Ko'machlash usuli bilan shlamni qayta ishlash

Sinil butanalarini oxak ta'sirida koagulyasiyalashtirilsa, shlamlarning mayda zarralari birlashib, paga-paga agregatlar xosil kiladi. ular orasida oltin zarralar uralashib kolgan buladi. Bunday pagalar orasiga, sinil ionlarining kuchsiz diffuziyasi sabab, kislorod ionlarining kuchsiz

diffuziyasi sabab, oltinning erishi susayadi yoki batamom tuxtaydi. Ayrim agregatlarlar birlashib «urgimchak turidek» kafas xosil kiladiki, jarayonni umuman tuxtatib kuyish mumkin. bunday strukturali butanalarda oltin erishi uta past darajada buladi. Uta mayda shlam zarralari sirti faol bulib temir kompleks sinil tuzlarini xosil kilib, reagentni sarflaydi. SHlamli rudalarda oltin zarralari kam bulsa yoki bulmasa shlamni otval tashlamasi sifatida texnologik jarayondan chikargan ma'kuldir. Aralashtirish tezkor bulib sinil eritmasi bilan yangidan ta'minlab turish darkor. Bunday xarakat agregatlarini va tursimon struktura –koplamini tarkatib oltinning eritmasini tezlatadi. Eritish jarayoninni uncha buzmaslik kerak. chunki oltining sorbsiyalanib otvalga chikit bilan chikib ketishiga olib keladi. Bunday rudalarni kayta ishlashning yana bir yuli filtrlash rejimini ushlashdir. Filtrlashda agregatlar va turlarda tez buzilib oltinning erishi tezlashadi. Ionlanuvchi katronlarning va kumirni ishlatish xam samara berishi mumkinligini ilmiy izlanishlar tasdikladi.

### **Nazorat savollari**

1. Mis shlamlarining tarkibiga qanday elementlar kiradi?
2. Mis elektrlitik shlamlarini qayta ishlash texnologik sxemalari qanday ketma-ketlikda amalga oshiriladi?
3. Sulfatlovchi kuydirish bilan shlamlar qanday qayta ishlanadi?

### **21 - ma'ruza**

## **OLTIN VA KUMUSHNING AFFINAJI, XOM ASHYONING MODDIY TARKIBI VA UNI AFFINAJGA TAYYORLASH**

### **Reja:**

1. Oltin va kumushning affinaji.
2. Xom-ashyoning moddiy tarkibi.
3. Xom-ashyo va uni affinajga tayyorlash.

**Kalit so'zlar:** affinaj, affinajga tayyorlash, kislotali affinaj, xlorli affinaj, affinajga kelgan xom ashyoning moddiy tarkibi.



Oltin va kumushning bir-biridan ajratilishi va uni toza holda olinishi affinaj usulida olib boriladi. Oltin va kumushning affinajlanishini bir qancha usullari mavjud. Shulardan keng tarqalgani xlorli, kislotali va elektrolitik usullarda affinajlashdir.

Affinaj jarayoni maxsus affinaj zavodalarida olib boriladi. Zavodga keladigan xom-ashyo sifatidagi oltin asosan oltin ruxli cho'kmalarni eritishdan olingan maxsulot ko'rinishida, amalgamani bug'latish natijasida olingan xomaki oltin ko'rinishida, tiomochevina eritmalaridan olingan katod holdagi xomaki oltin ko'rinishida bo'ladi. Aytib o'tilgan maxsulotlar 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 metallar 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 zavodalarda quvvati 100 kVt, tigel sig'imi 280 kg bo'lgan pechlar ishlatiladi.

Eritish jarayonida nodir metallarning toshqol bilan keraksiz sarf bo'lishini 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 uchun 1150-1200<sup>0</sup>C da, kumush uchun esa 1040-1060<sup>0</sup>Cda olib boriladi. Qotishma eritilganidan keyin xlorli affinajga yuborilsa quyma holida, agar elektrolitik affinajlashga yuborilsa anod holida quyiladi.

Oltinning cho'ktrishning ikkinchi usuli elektroliz usuli bilan oltinni erimas anod bilan chuktirishdir. Anodlar grafigidan tayyorlanadi, katodlar esa titan yoki zanglamas pulatdan tayyorlanadi, tovar regenerat elektrolit vazifasini bajaradi. Elektroliz jarayonini 25-30 a/m<sup>2</sup> tok zichligida olib boriladi. Vannadagi kuchlanish 1v.ga yaqin.

Elektroliz davomida sezilarli darajada tiomochevinaning anodda oksidlanishi kuchayadi. Natijada bu qimmatli reagentning sarf qiymati oshib ketadi. Bundan tashkari xosil bulgan elementar oltingugurt katod chukmasida mexanik aralashib kolib, oltin chukmaning katod oltinning

sifatini buzadi. Bu xolni bartaraf etish uchun katod atrofini, anoddan govak tusik bilan, yoki yaxshisi ionit membrana bilan tusgan yaxshi buladi. (membrana ionalmashuvchi katronlardan yasalgan yupkka pardadir). Kation pardalar fakat kationlarnigina utkazadi, anionlilarni esa anionlar utkazadi. Elektroliz muddati 24 soat bulganda oltining 98% kismi eritmaga 60% ortigi chukadi.

Ishlatib bulingan elektrolit tiomochevina bilan kuchaytiriladi va oltinni desorbsiyalashga yuboriladi.

Sementatsiya va elektroliz usulida oltinni chuktirish bir nechta kamchiliklarga ega:

1) jarayon uzok davom etadi.

2) Elyuvlash (erituvchi) eritmasi, tuyingan katronga karaganda 20 barobar ortik bulishi kerak.

3) Dastgoxlar ma'nosida jarayon uncha ixcham emas.

Elektroelyuvlash usuli yukoridagi kamchiliklardan xolidir. Bu usul bir dastgoxda ionitdan oltin va kumushni desorbsiyalab, uni katodda metall xolida ajratib olishga imkon beradi.

Nodir metallar va kushimcha metallarinng ionitlardan bunday ajratib olinishi, ionitning tarkibini nodir metallar ajratishlik xajmi, kobiliyatini, kinematik xususiyatini xar bir regeneratsiya davriy davomida tiklab, kayta ishlatishga imkon beradi.

Elektrolizerdagi ionitni muallak xolatda tutib turish va ajralib chikishi mumkin bulgan sinil kislotasini uzluksiz xaydash uchun, elektrolizer orkali surilgan xavo yuboriladi. Katodda utirgan oltin zarralari ionitlar zarbasidan shikastlanmasligi uchun, katod suzgi mato bilan galvirlab kuyiladi. Uzgarmas tok ta'siridan, smoladan yuvilgan oltin va kumush 60-90% li nodir metallar chukmasining asosiy kushimcha aralashmasi, tiomochevinadan katod atrofida oksidlangan elementar oltingugurtdir. Anod va katod tevarak-atrofini ionitli (membrana) parda bilan tusib kuyish natijasida bir muncha toza chukindi olsa buladi.

Elektroelyuirlash jarayoni 3-24 soat davom etadi, tok zichligi 10-20 a/m<sup>2</sup>, vannadagi tok kuchlanishi 1-1,5 v.ga teng. Ionit smolasidan oltinni ajratib olish (izvlechenie) –97-99% ni tashkil etadi. Ishlatib bulingan elektrolit ya'ni kislota konsentratsiyalash bilan boyitilib, keyingi ionit

tuyinmalaridan oltinni ajratib olish uchun takror ishlatiladi. Regeneratsiyalangan (kayta tiklangan, tozalangan) smola sorbsiyaga takror ishlatish uchun junatiladi.

Ajralib chiqayotgan sinil kislota, ishkori bilan tuldirilgan kislotali yutgichlarga, damlangan havo bilan xaydab turiladi. Xosil bulgan sinil eritmasi xom-ashyoni tanlab eritish uchun ishlatilishi mumkin.

Elektroelyuirlash usuli ixchamligi, nisbatan boy katod chukma olish mumkinligi bois usul boshka usullarga karaganda kup ishlatiladi. Navoiy kon metallurgiya zavodlarida xam shu usul kullanilmokda. Kuyida [1.karang] tuyingan aniotning kayta ishlatish uchun oltin va boshka metallardan tozalab, kaddini tiklab kayta ishlatishga tayyorlash sxemasi kursatilgan:

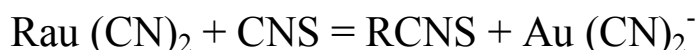
Bu regeneratsiya usuli bilan anionit AP-2, AM-26 kabilarni tozalash amalda ishlatilmokda. Bu sxema buyicha sinil, rux Ni bulsa sulfat/azot kislotalari bilan; Au, Ag va Su tiemochevinaning HCl + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> da eritmasi bilan temirni ammoniy azotning ishkoriy eritmalari bilan desorbsiyalash ishlari kursatilgan. Elyuirlash eritmasi 50-55 % gacha isitiladi, bu xaroratda eritma xajmi bir xil bulib saklanib, ionitlar «bagri» dagi metallarning barchasi tula yulib olib chikishga yaxshi imkon yaratadi. Regeneratsiya natijasida tuyingan anionitdan 98% Au, 97% Ag, 91% Cu, 97% Zn, 96,7 % Ni,

75-80 % Fe kabi va agar bor bulsa Pt, Os, Ir, Ta kabi metallarni ajratib olishga imkon beradi.

Nodir metallar va kushimcha metallarning ionitlardan bunday ajratib olinishi, ionitning tarkibini nodir metallari ajratishlik xajmiy “kobiliyat”ini, kinematik xususiyatini xar bir regeneratsiya davriy davomida tiklab, kayta ishlatishga imkon yaratadi.

Yuqorida aytilgan usullarning xammasi tiemochevinaning nordon eritmalarida ionit (smola) katronini regeneratsiya kilishga asoslangan. Yana bir usuli, bu rodanid ammoniy tuzi eritmalarida oltinga tuyingan ionit katroni elektrolizlab, katronni regeneratsiya kilish. Eritma tarkibida (0,1 n. NaOH + SnNH<sub>4</sub>CNS) buladi.

Jarayon kuyidagi reaksiya bilan kechadi.



Ammoniy rodanid tuzi eritmasida regeneratsiyalashning samaralirok usuli xam yukorida aytilganidek elektroelyuirlashdir. Buning ya'ni rodanid ammoniy tuzining, tiomochevinadan afzalligi shulki, unda barcha metallardagn batamom tozalab, yuvib, katronni jarayonga kaytarishdir. Ammo,  $\text{CSH}^-$  ionining, katron ionini zaryadlashga kuchi sust bulganidan u kup sarf-xarajat buladi. Bu xol uni keng kulamda kullanishiga imkon bermaydi. Kurinib turibdiki, ionalmashuv katronlarini kullash, sinillab oltin eritish jarayonida, kiyin boyitiluvchi, kiyin kuyloklanuvchi va ogir suziladigan butanalardan yaxshi samara burar ekan. Oltin –kvars rudalarini sinillab eritib oltin olishda xam ionalmashuv katronlarini kullash, shu xildagi kattakon Navoiy Tog‘ kombinati amalida katta samara bilan ishlatilmoqda. Sorbsiyali texnologiya xozir, avvalgi ma'lum traditsiyadagi usullardan kuyidagi kursatkichlari bilan samarali va yukorirokdir.

1. Tanlab eritilgan butanani quyultirish va suzishdan chetlab o'tadi. Bu bilan katta kapital va ekspluatatsiya chikishlarini iktisod etadi.

2. Erigan va erimagan, yuvilib bulmagan nodir metallar yukotishni cheklash xisobiga, ularni ajratib olish samarasini oshiradi.

3. Nodir metallar tezrok eriydi va ishlatiladigan dastgoxlar xajmi kamayadi.

4. Regeneratsiya jarayonida xomaki (chernovoy) tovar maxsuloti olishga xam imkon beradi.

Uziga yarasha nukson kamchiliklari:

1) katron va elyuirli eritmalarining uta kimmatli bulishi.

2) Sorbsiya usuli, xom-ashyodagi begona kushimchalar sifat va miqdoriga sezuvchandir.

Bu muammolarning tinmay idrok etish va ijobiy echimini topish hisobiga Navoiy kon metallurgiya kombinati Navoiy, Zarafshon va Uchquduq shaharlari gidrometallurgiya zavodlarida muvofaqqiyatli ishlamoqdalar.

### **Nazorat savollari**

1. Oltin va kumushning affinaji.
2. Xom-ashyoning moddiy tarkibi.
3. Xom-ashyo va uni affinajga tayyorlash.

## OLTIN VA KUMUSHNI XLOR YORDAMIDA AFFINAJLASH

### Reja:

1. Xlorlab affinajlash jarayonining mohiyati.
2. Oltin va kumushni xlorlab affinajlash jarayonining ketma-ketligi.
3. Oltin va kumushni xlorlab affinajlash jarayonining kimyosi.

**Kalit so‘zlar:** xlorli affinaj, grafitli tigel, affinaj jarayonining kimyosi, xlorli affinajlash dastgohlari, qotishma qatlami.

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 holda uchib ketadi.

Xlorli affinajlash jarayoni JAR da 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 elctr pechlarida olib boriladi. Eritishdan o'tgan qora metall quyma shaklida sig'imi 500kg bo'lgan tigelga quyib olinadi. Toshqol hosil qilish uchun pechga oz miqdorda bura, kvars va natriy xlor aralashmasi yuklanadi. Ingichka toshqol qatlamining 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 gazzimon xlor jo'natiladi. Xlorning yaxshi tarqalishi uchun quvur devorida teshiklar ochilgan. Jarayon 1150<sup>0</sup>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, qolgan 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<sup>0</sup>C da eritib olinadi.

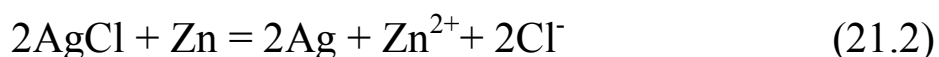
Qorishma qatlamlar bo'yicha ajraladi, toshqol yuqoriga xloridlar pastga cho'kadi. Qorishma yuzasiga alohidalangan soda yuklanadi, natijada kumushning ma'lum qismi qaytariladi:



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 5qismi ajralib, oltinning ajralishini yaxshilaydi. Olingan oltinkumushli 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.

### Nazorat savollari

1. Xlorlab affinajlash jarayonining mohiyatida nimada?
2. Oltin va kumushni xlorlab affinajlash jarayonini qanday ketma-ketlikda amalga oshiriladi?
3. Oltin va kumushni xlorlab affinajlash jarayonining kimyosi nimadan iborat?

## 23 – ma'ruza

### OLTINNI ELEKTROLITIK RAFINIRLASH JARAYONI

#### Reja:

1. Jarayonning umumiy xossalari.
2. Jarayonning kimyoviy reaksiyalari.
3. Elektrolitik rafinirlash uchun qo'llaniladigan dastgohlar.

**Kalit so'zlar:** oltinni elektrolitik rafinirlash, anod, elektrolit, kislorodning standart potentsiali, katod.

Oltinni elektroliz qilib affinajlash yuqori tozalikka ega bo'lgan metall olish imkoniga ega. Anodlar tarkibida qo'shimcha sifatida kumush, platinoid metallar 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 dissotsialanadi:



Suvli eritmalarida  $\text{AuCl}_4$  ioni gidrolizga uchraydi:



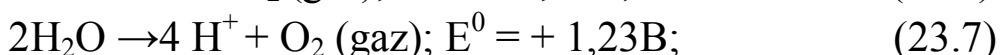
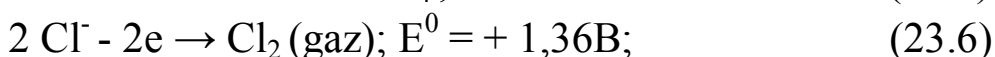
Kislotali sharoitda esa bu jarayon bormaydi. Shundan bilsa bo'ladiki demak oltin elektrolit tarkibida  $\text{AuCl}_4$  ko'rinishida bo'ladi.

Oltinni elektrolitik rafinirlashda asosiy katodda bo'ladigan jarayon bu  $\text{AuCl}_4$  anionini metall holigacha qaytarilishidir:



Bu jarayonning standart potentsiali +0,99V ga teng, shuning uchun vodorodning katodda qaytarilishi kuzatilmaydi.

Anodda esa rafinirlanadigan qotishma erishi bilan oltin eritmaga o'tish jarayoni kuzatiladi:

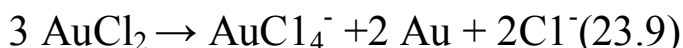


Xlor va kislorodning standart potentsiali oltinnikiga nisbatan elektrmusbat bo'lganligi uchun odatiy sharoitda ularning anoda ajralib chiqishi kuzatilmaydi.

Lekin jarayonga oltinning passivlashishi 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 zaxarlanishiga olib keladi. Oltinni passivlanishi jarayonning muxitiga bog'lik bo'lib, qulay sharoit xlorid kislotaning konsentratsiyasi 1 g-ekv/l ni va tok zichligi  $1500 \text{ A/m}^2$  bo'lgan sharoit hisoblanadi.



$\text{AuCl}_4^-$  va  $\text{AuCl}_2$  anionlari o'rtasidagi tenglama o'rnatiladi:





Bu anionlarning konsentratsiyasi o'lgangan, shuning uchun bir valentli oltin xlorid anionining katodda metall holigacha qaytarilishi kuzatilishi mumkin:



Elektrolitik rafinirlashning o'ziga xosligi shundki jarayonda o'zgaruvchan assimetrik tok va uning  $1500\text{A/m}^2$  zichlikka ega ko'rinishi qo'llaniladi. Doimiy tok ta'sirida anod yuzasini kumush qoplaydi va oltinning erishi to'xtaydi, natijada anodda gaz holida xlor ajralishi kuzatiladi. Doimiy tok ta'sirida bu jarayonni chetlab o'tish imkonini beradi va 20% kumushli eritmalardan ajratish imkoni 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 oshsa elektrolitdagi mis miqdori 90g/l ga yetadi va bu vaziyatda elektrolitni almashtirishga to'g'ri keladi.

Oltin anodlarini elektroliz qilish vaqtida vismut, sulfide va ikki valentli temir yomon ta'sir ko'rsatadi. Elektroliz jarayoni chinni vannalarda olib boriladi. Katod sifatida oltindan qilingan qalinligi 0,1-0,25mm bo'lgan plastinkalardan foydalaniladi.

Vannaga 18 katod va 15anod yuklanadi bir anod og'irligi 2kg. Vanna tortmali shkafga joylashtiriladi. Elektrolit tarkibida 70-200g/l oltin va 40-100g/l sulfat kislota bo'ladi. Elektrolit harorati  $50-60^{\circ}\text{C}$ . Elektroliz jarayoni doimiy assimetrik tok kuchi zichligi  $600-1500\text{A/m}^2$ , vannadagi qarshilik 0,5V. Katodlar kuniga 3-4 marta bo'shatiladi.

Oltin katodi qaynoq suv bilan yuviladi va sulfat kislota bilan qayta ishlanadi, qurutili va induksion pechda eritiladi va tozaligi 999,8...999,9 holatda quyma olinadi.

### **Nazorat savollari**

1. Oltin elektrolitik tozalanishi qanday sharoitlarda olib boriladi?
2. Elektroliz jarayonida qanday tokdan foydalaniladi?
3. Oltinni elektrolitik rafinirlash jarayoni afzallik va kamchiliklari nimalardan iborat?

## 24-ma'ruza

### AFFINAJLASHNING KISLOTALI USULLARI

#### Reja:

1. Oltin va kumushning kislotali affinajlash usulining mohiyati.
2. Kislotali affinajlashda unsur elementlarning ta'siri.
3. Kislotali affinajlashda ishlatiladigan kislotalar.

**Kalit so'zlar:** kislotali affinajlash, cho'kmaga cho'kish, nitrat kislota, konsentrlangan sul'fat kislota, selitra.

Bu usulning mohiyati shundan iboratki nodir metallar qotishmalarini 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 tuzilgan 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 kislota 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.

### **Nazorat savollari**

4. Oltin va kumushning kislotali affinaflash usulining mohiyati nimada?
5. Kislotali affinaflashda unsur elementlarning ta'siri qanday?
6. Kislotali affinaflashda qanday kislotalar ishlatiladi?

### **25-ma'ruza**

## **OLTIN VA KUMUSH SAQLOVCHI IKKILAMCHI XOMASHYONING TAVSIFI VA QAYTA ISHLASH USULLARI**

### **Reja:**

1. Ikkilamchi oltin tarkibli xom-ashyolar xususiyatlari.
2. Ikkilamchi kumush tarkibli xom-ashyolar xususiyatlari.
3. Ikkilamchi oltin tarkibli xom-ashyolarni qayta ishlash.

**Kalit so'zlar:** ikkilamchi oltin tarkibli xom ashyolar, elektronika va elektrotexnika lomlari, zargarlik buyumlari qoldiqlari.

Oltin, kumush va platina guruxi metallarining xalq xo'jaligining barcha soxalarida keng qo'llanilishi nodir metallarni olishni yanada kengaytirishni talab qiladi. Bu bizning zimmamizga ushbu metallarni iloji boricha iqtisod qilib sarflashimizni va mavjud resurslardan to'liq ajratib olishimizni talab qiladi. Hozirgi vaqtda oltin va kumushning iste'mol qilinishi ularni qazib olishni to'xtatib qo'ygani yo'q shu sababdan oltin, platina va kumush tarkibli ikkilamchi xom-ashyolarni qayta ishlash hajmi oshmoqda.

Nodir metallarni ikkilamchi metallurgiyasining o'ziga xosligi shundaki chiqindilarning turli xildagi fizik va kimyoviy tarkiblilikidir.

Ko'p hollarda nodir metallardan tayyorlangan buyum chiqindilari tarkibidagi foydali komponent miqdori rudadagiga qaraganda bir necha bor ko'p bo'ladi. Shu sababdan bunday chiqindilar qayta ishlash rudani qayta ishlashdan ko'ra samaraliroqdir. Hattoki chiqindi tarkibida nodir metallar

miqdori kam bo'lsa ham ularni qayta ishlash shu metallar narxining qimmatligi sababli o'zini qoplaydi va rentabelli hisoblanadi.

1. Ikkilamchi oltintarkibli xom-ashyolar xususiyatlari.

Oltin tarkibli xom-ashyolarni asosiy yetkazib beruvchilar bular: rangli metallar metallurgiyasi ishlab chiqaruvchilari, asbobsozlik va elektronika sanoatidir.

Barcha xom-ashyolarni bir nechta turga bo'lish mumkin:

oltin tarkibli qotishmalar(50-60% Au);

elektronika va elektrotexnika sanoati chiqindi qismlari(0,3 dan 20%).

Bu qismlarda oltin mayin qoplama shaklida metallar yuzasida, chinni va plastmas yuzasida, aralash holda uchraydi;

kukunsimon chiqindilar: chinni sanoati zolalari(25-35% Au), oltin elektrolizi shlamlari(15-25% Au), zargarlik sanoatining silliqaydigan bo'limlari chiqindilarda(5-10% Au).

2. Ikkilamchi kumushtarkibli xom-ashyolar xususiyatlari.

Kumush tarkibli ikkilamchi xom-ashyolarning asosiy yetkazib beruvchilari foto va kino sanoati, kimyo, elektrotexnika va radiotexnika, oynasozlik, soatsozlik va zargarlik sanoati, davolash muassasalari.

Kumush tarkibli foto va kino sanoati chiqindilari - mahsulotni tayyorlash vaqtida, unga ishlov berish vaqtida, vaqt o'tishi bilan emirilish, eskirish natijasida hosil bo'ladi.

Qayta ishlashga yuboriladigan asosiy kumush tarkibli xom-ashyo turlari quyidagilar, %: kumush bromli 35-66; kumush oltingugurtli 45-65; kino sanoati zolasi 45-52; fotoqog'oz zolalari 1,2-7; fotosurat zolalari 0,5dan kam.

Kimyo sanoati chiqindilari quyidagilar: qayta ishlangan qismlar shaklida(20-80% Ag); ishdan chiqqan katalizatorlar (80% Ag dan ortiq); shlamlar (60-805 Ag); kumushli dastgoh lomlari (20-25% Ag).

Oynasozlik sanoatida kumush chiqindilar – oyna, shishalarni kumush bilan ishlov berish vaqtida yuzaga keladi. Oynasozlikda quyidagi kumushli chiqindilar hosil bo'ladi,%: oyna bo'laklari 0,05-0,2; bezak bo'laklari 0,2-0,5; kumush ko'za lomlari 10-25; kumush stol movutlari 40-50; kumush shlamlar 40-60; kumush eritmalaridan cho'ktirib olinga kumush oltingugurti 40-60.

Zargarlik va soatsozlik sanoati ishlab chiqarishida ham shu kabi ko'plab turdagi kumush chiqindilari va lomlari olinadi.

Kumush tarkibli xom-ashyolarning ko'p qismini (30-40% Ag) elektronika va elektrotexnika sanoat chiqindilari egallab: eskirgan kumush-ruxli va kumush-kadmiyli akkumulyatorlar (30dan 60% gacha); bog'lanish-qotishmalari, kumush kavsharlari(5 and 99% gacha); metallik birlashmalar 25-50.

Barcha nodir metallar xom-ashyolarini ikki turga bo'lish mumkin:

1) Metall – kumushli zolalar, kumush oksid birikmalari, elektroliz kumushi, kumush zargarlik chiqindilari, vsimilar, bog'lovchi qismlar, kukunlar yoki ularning chiqindilari, kumush-rux akkumulyatorlari va boshqalar;

2) Metall bo'lmagan – bromli, xlorli, shishasozlik chiqindilari, aralash shlamlar, kumushli chiqindilar, shliflar, kino, foto va rentgen qog'ozlari, kumush tarkibli toshqollar.

Xom-ashyolarni tahlil qilish. Xom-ashyolarni tahlil qilish, yetkazib beruvchi tomonidan beriladigan ashyo tarkibidagi nodir metallar miqdorini aniqlashga va qayta ishlash usulini tanlash uchun olib boriladi.

Barcha sochiluvchan metall bo'lmagan chiqindilar namlik va organik birikmalardan tozalash va qurutish uchun 3-4 soat mobaynida elektr pechlariga yuboriladi. Quritilgan va sovitilgan xom-ashyodan namuna olinadi. Olingan namuna yanchishga jo'natiladi va oraliq namunalar bilan aralshtiriladi. Oraliq namuna ham yanchilib, aralashtirilib undan 3 ta namuna olinadi- asosiy, nazoratchi va hakamlik namunalari. Tekshirishga asosiy namunasi hammasi va nazoratching 10% jo'natiladi, hakamlik namunasi 6 oy saqlanadi.

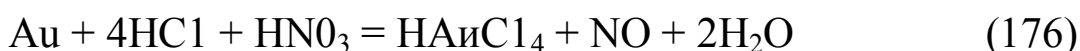
3. Ikkilamchi oltintarkibli xom-ashyolarni qayta ishlash.

Xom-ashyodagi oltin miqdori 1dan 60gacha bo'lishi mumkin, kumushda esa 0,1dan 15%gacha. Har bir partiya tahlilga jo'natiladi.

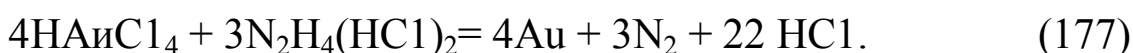
Hozirgi kunda oltin tarkibli qotishmalarni eritish texnologiyasi mavjud, kukun holidagi chiqindilar shoh arog'ida eritiladi, oltinli chiqindi qismlar esa rodanit yoki yodli birikmalarda eritiladi.

Oltin tarkibli ikkilamchi xom-ashyolarni qayta ishlash xuddi kumushniki singari tigelli induksion pechlarda eritish olib boriladi. Agar

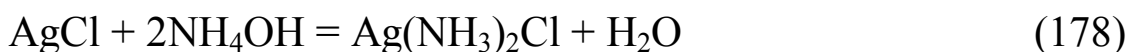
qayta ishlanadigan xom-ashyoda oltin miqdori 50%dan oshsa oz miqdorda flyus talab qilinadi, 10-30% shixta hajmidan. Flyus sifatida kalsinirlangan soda yoki kvarts qumi ishlatilishi mumkin. Mahsulotlar qizdirilgan tigelga yuklanadi va pechdagi harorat 1200-1250<sup>0</sup>C gacha ko'tariladi. Shu yerda qotishma 0,5-1 soat ushlab turilib sekin suv quyish bilan donadorlashtiriladi. Olingan bo'laklar yuviladi va shoh arog'ida eritish uchun chinni idishga solinadi, jarayon 80-90<sup>0</sup>C da, doimiy aralashtirish bilan, to oltin to'liq erib ketguncha olib boriladi. Oltinning erishi quyidagi reaksiya bo'yicha boradi:



Olingan eritma dekantatsiyalanadi va 4-6 soat davomida AgCl ning cho'kishi kuzatiladi. Cho'kma AgCl eritmadan filtratsiya yordamida ajratiladi, quritiladi va eritishga jo'natiladi yoki tindirilgan eritmalaridan oltinni gidrozin yoki temir sulfat bilan qaytarishimiz mumkin:



Hosil bo'lgan oltin tarkibli toshqol qaynoq suv bilan yuviladi va 10%li NH<sub>4</sub>OH bilan AgCl ning suvda eruvchan kompleksi olish bilan davom etadi:



Olingan cho'kma 5-10% li H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> bilan temir va misdan tozalash uchun yuviladi. Bu jarayon ikki marta amalga oshiriladi. Olingan shlam 150-200<sup>0</sup>C quritilib, selitra ishtirokida 1250<sup>0</sup>C da eritladi va quyma olinadi. Olingan quyma elektroliz usulida affinajlashga jo'natiladi.

### **Nazorat savollari:**

1. Ikkilamchi oltin tarkibli xom-ashyolar qanday xususiyatlarga ega?
2. Sinab ko'rish uslining asosiy vazifasi nima?
3. Ikkilamchi oltin tarkibli xom-ashyolar qaysi usullarda qayta ishlanadi?

## 26-ma'ruza

### ELEKTRON LOMDAN OLTIN VA KUMUSHNI AJRATIB OLISH

#### Reja:

1. Tarkibida oltin va kumushi bo'lgan elektron lomlar.
2. Oltin tarkibli elektron lomlar.
3. Kumush tarkibli elektron lomlar.

**Kalit so'zlar:** elektron lomlar, temir-tersak chiqindilar, kukunsimon lomlar, kinoplyonka va fotoqog'oz chiqindilari.

Tarkibida nodir metallar bo'lgan temir tersak va chiqindilarni asosiy xususiyatlariga, ularni juda keng nomenklaturasi, tarkibidagi ajratib olinadigan metallar miqdorini keng intervalda o'zgarishi, yo'ldosh elementlarni tarkibida metall va nometall qo'shimchalarni rang-barangligi kiradi.

Ishlab chiqarishda kumush, oltin, platina metallarini temir-tersaklari va chiqindilari keng tarqalgan.

Tarkibida kumush bo'lgan temir-tersak va chiqindilarga quyidagi xomashyolar kiradi:

- kumush-ruxli va kumush-kadmiyli akkumulyator, hamda kumush-magniyli elementlarni temir-tersak va chiqindilari;
- elektr kontaktlarni temir-tersak va chiqindilari;
- kukunli metallurgiya usulida olingan, tarkibida kumush bo'lgan buyumlarni (metall-keramika kontaktlar) temir-tersak va chiqindilari;
- tarkibida 70-80 foizgacha kumush bo'lgan, ishlatilgan kumush katalizatorlar;
- tarkibida 0,5-20 foiz kumush bo'lgan, kumushga to'yintirilgan, ishlatilgan materiallar (pemza, kvarqli kum, changlar, pudralar, matolar, paxta va boshqalar);
- eritmalardan va kumushlash jarayonidan qolgan, ishlatilgan elektrolitlardan alyuminiy yoki rux bilan sementatsiyalab ajratib olishda hosil bo'ladigan metallik kumush shlamlari (kumush mikdori 2 dan 9 foizgacha);
- kumush bilan qoplangan metall (temir, po'lat, volfram, molibden,

- rangli metallar qotishmalari) va nometall (oyna, plastmassalar, keramika) buyumlarning temir-tersak va chiqindilari;
- metallarning va nometallarning kukunlari (kumush miqdori 10-99,9 foiz);
  - turli xil buyum va detallar ishlab chiqarishda hosil bo‘ladigan tarkibida kumush bo‘lgan chiqindilar (kumush miqdori 60 foizgacha), hamda ushbu chiqindilardan eritib olingan quymalar;
  - tarkibida metall kumush bo‘lgan foto chiqindilarni kuydirishdan hosil bo‘lgan kullar;
  - tarkibida metallik (kolloid) kumush bo‘lgan, ishlatilgan va muddatini o‘tagan kino va fotomateriallar;
  - fiksaj eritmalardan (tarkibida 30-50 foiz Ag) metallarni ajratib olishda hosil bo‘ladigan kumush sulfidlari (ayrim hollarda metall kumush bilan aralashgan birikmalar);
  - kinoplyonka va fotoqogoz fabrikalarining kumushni regeneratsiyalash sexlarida olinadigan kumush bromid, kumush radonit va kumush xlorid cho‘kmalari. Bu cho‘kmalar tarkibida 35-50 foiz Ag bo‘ladi.

Tarkibida oltin bo‘lgan temir-tersak va chiqindilarga quyidagi xomashyolar kiradi.

1. Eritmalardan va oltinlash jarayonidan qolgan, ishlatilgan elektrolitlardan alyuminiy yoki rux bilan sementatsiyalab ajratib olishda hosil bo‘ladigan metallik oltin shlamlari (oltin miqdori 2 dan 9 foizgacha).
2. Oltin bilan qoplangan metall (temir, po‘lat, rangli metallar qotishmalari) va nometall (plastmassalar, keramika) buyumlarning temir-tersak va chiqindilari;
3. Metallarning va nometallarning kukunlari (oltin miqdori 10-99,9 foiz);
4. Turli xil buyum va detallar ishlab chiqarishda hosil bo‘ladigan tarkibida oltin bo‘lgan chiqindilar (oltin miqdori 58,7 foizgacha), hamda ushbu chiqindilardan eritib olingan quymalar;
5. Zargarlik buyumlariga sayqallab ishlov berishda hosil bo‘ladigan chiqindilar (tarkibida oltin miqdori 10 foizgacha)



Qimmatbaho metallar ikkilamchi metallurgiyasining o'ziga xosligi shundan iboratki, ikkilamchi xom-ashyolarning fizikaviy shakli va kimyoviy tarkibining xilma xilligidir.

Aksariyat xollarda qimmatbaho metallardan yasalgan buyumlarning chiqindilari birlamchi metall (oltin, kumush, platina) olinadigan rudalarga qaraganda boy tarkibga ega bo'ladi. SHuning uchun bunday chiqindilarni qayta ishlash rudalarni qayta ishlagandan foydaliroqdir.

Xattoki tarkibida kam miqdorda qimmatbaho metallar bo'lgan chiqindilarni qayta ishlash metallarning qiymati nuqtai nazaridan olinganda rentabellidir.

Tarkibida oltin mavjud bo'lgan ikkilamchi xomashyoning asosiy ta'minlovchilari rangli metallurgiya, asboblarni ishlab chiqarish va elektronika sanoatlaridir. Barcha xomashyolarni quyidagi turlarga ajratish mumkin:

- oltin tarkibli qotishmalar (50-60% Au);
- elektrotexnika va elektronika sanoatining yaroqsiz holga kelgan detallari (0,3 dan 20% gacha Au). Bu detallarda oltin metall, plastmassa, keramika yoki metallokeramikalarning ustki qatlamiga yupqa qatlamlarda qoplangan holatda bo'ladi;
- poroshok holatidagi "sochiluvchan" chiqindilar: farfor ishlab chiqarishda hosil bo'ladigan metall tarkibli kullar (25 - 35% Au), elektroliz jarayonida hosil bo'ladigan kukunlar (zola) (15 - 25% Au), zargarlik buyumlariga sayqallab ishlov berish natijasida hosil bo'ladigan chiqindilar (5-10% Au).

Tarkibida kumush mavjud bo'lgan ikkilamchi xomashyoning asosiy ta'minlovchilari foto va kinosanoat, kimyo, elektrotexnika va radiosanoati, oyna, soat va zargarlik buyumlari ishlab chiqaruvchi korxonalar, davolash muassalaridir. Foto va kinosanoatning kumush tarkibli chiqindilari tayyorlash, ishlov berish jarayonlarida va yorug'likni sezuvchan materiallarning buzilishi natijasida yoki kinolenta va fotomahsulotlarning emirilishi natijasida hosil bo'ladi.

Qayta ishlashga quyidagi asosiy kumush tarkibli xomashyolar kelib tushadi: %

- bromli kumush 35-66;

- oltingugurtli kumush 45-65;
- kinosanoatnig kumush tarkibli kukunlari (zola) 45-22;
- fotoqogoz kukunlari 1,2-7;
- fotmahsulotlar kukunlari  $< 0,5$ .

Kimyo sanoatining chiqindilari ishlatilib bo'lingan kontaktlar shaklida (20-80% Ag); shlamlar shaklida (60% dan 80% gacha Ag); kumushli jihozlar chiqindilari (20-25% Ag).

Oynasozlik sanoatida kumush tarkibli chiqindilarning asosiy qismi oynalarni kumushlash jaryonida, archa uchun bezakli uyinchokdar yasashda hosil bo'ladi.

Oynasozlik sanoatida kumush tarkibli quyidagi chiqindilar hosil bo'ladi: %

- oyna siniqlari 0,05-0,2;
- archa uchun bezakli o'yinchokdarning siniklari 0,2-0,5;
- kumush ko'zalarning siniqlari 10-25;
- kumushli idishlarning siniqari va parchalari 40-60;
- oynalarni kumushlash jarayoni uchun tayyorlangan eritmalardan cho'ktirish natijasida hosil bo'lgan kumushning oltingugurtli aralashmasi 40-60.

Poligrafiya sanoatining quyidagi chiqindilari tarkibida ham kumush bo'ladi: %

- kumush sulfid 45-64;
- fotoqogoz va fotomahsulotlarning chiqitlari 0,4-4;
- kumush xlorid  $< 50$ .

Qimmatbaho metallarga ishlov beruvchi zargarlik ustaxonalari va zavodlarining chiqindilarini, tarkibidagi kumush miqdoriga va hosil bo'lish sharoitiga qarab guruhlarga ajratish mumkin: %

- qimmatbaho metallarni eritish jarayonida 0,5-7,0;
- mexanik ishlov berish jarayonida 0,05-3,0;
- kumushga kimyoviy va elektrokimyoviy ishlov berish natijasida hosil bo'ladigan chiqindilar 0,05-10.

Soatsozlik sanoati tarkibida kumush bo'lgan quyidagi chiqitlarni qayta ishlashga jo'natadi: %

- kumush tarkibli kavsharlash materiallari 15-99;
- kumush kontaktlar 20-80; qipiq va qirindilar 10-70.

Davolash muassalaridan kumushni ajratish uchun quyidagi chiqindilar qayta ishlashga jo'natiladi: %

- rentgen plyonkalari va fotomahsulot qoldiqlari 0,5-50; kumush sulfidi 45-65.

Qayta ishlanayotgan, tarkibida kumush (30-40%gacha Ag) bo'lgan xomashyoning katta qismi sanoatning elektronika va elektrotexnika tarmoqlari chiqindilariga to'g'ri keladi. Bular:

- ishdan chiqqan kumush - ruxli va kumush - kadmiyli akkumulyatorlar (30-60%);
- kontakt-kotishmalar, kumush tarkibli kavsharlash materiallari (5 dan 99% gacha);
- metallokeramik kompozitsiyalar (25-30%).

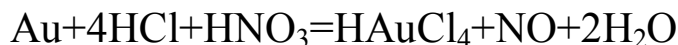
Qimmatbaho metallarning barcha chiqindilarini ikki turga bo'lish mumkin:

1. Metall xolatdagi - kumush tarkibli chiqindi va kukunlar, kumushning oksidli birikmalari, elektroliz yuli bilan olingan kumush, tarkibida kumush metali bor yaroqsiz qismlar va buyumlar, quyma holdagi yaroqsiz yarim tayyor mahsulotlar, prokatlash usuli bilan olingan metallar, simlar, kumushli kukunlar va ularning qoldiqlari, yaroqsiz yoki ishdan chiqqan kumush-ruxli yirik va kichik xajmli akkumulyatorlar va b.
2. Nometall holatdagi - kumushning bromli, xlorli va sulfidli birikmalari; fiksaj eritmasi va oynasozlik sanoati shlamlari; kumush tarkibli chiqindilar, shliflar, kino-, rentgen- va fotoplyonkalar kullari; kumush-penzali katalizatorlar, tarkibida kumush majud bo'lgan shlaklar.

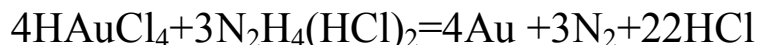
YUqorida sanab o'tilgan chiqindilardan tashqari kimyoviy va fizikaviy xossalari ko'ra keskin farqlanadigan xomashyolar ham qayta ishlash uchun kelib tushadi.

Tarkibida oltin mavjud bo'lgan qattiq holdagi 1:2 miqdorda mis qo'shib induksion pechda eritilib maxsus qoliplarga quyiladi. Hosil bo'lgan quyma 0,2-0,4 mm qalinlikdagi tasma holatigacha pachoqlanadi. Hosil qilingan metall tasmalarni yog' va boshqa qo'shimchalardan tozalash maqsadida azot kislotasi bilan kimyoviy ishlov beriladi.

Kimyoviy ishlov berish jarayoni tugaganidan soʻng metall tasmalar distillangan suv bilan yuvib tashlanadi va shoh arogʻida eritiladi. Eritish jarayonida kuchli reaksiya boradi.



Reaksiya tugagach eritma filtrlanadi. Eritmadagi oltinni choʻktirish uchun gidrazin yoki temir sulfididan foydalaniladi.



Hosil boʻlgan choʻkma distillangan suv bilan yuvib quritish pechlarida quritiladi. Quritilgan choʻkma induksion pechlarda eritiladi va maxsus qoliplarga quyiladi.

### **Nazorat savollari:**

1. Tarkibida oltin va kumushi boʻlgan elektron lomlardan nodir metallar qanday ajratilib olinadi?
2. Oltin tarkibli elektron lomlariga nimalar kiradi?
3. Kumush tarkibli elektron lomlarga nimalar kiradi?

### **27-maʼruza**

## **ELEKTRONLOMDAN BARCHA QIMMATBAHOKOMPONENTLAR NI KOMPLEKSAJ RATIB OLISH TEXNOLOGIYASI**

### **Reja:**

1. Elektron lomlardan qimmatbaho metallarni ajratib olish usullari
2. Kompleks ajratib olish texnologiyasi.
3. Kompleks ajratib olishning eng maqul usuli.

**Kalit soʻzlar:** kompleks, qimmatbaho komponentlar, ligaturali qotishma, verkblay olish usuli.

Ikkimlamchi xomashyolarni qayta ishlash uchun ularning tarkibidagi nodir metallarni toʻliq va kompleks holda tovar mahsulot shaklida ajratib olish imkoniyatini beradigan pirometallurgik va gidrometallurgik jarayonlar qoʻllaniladi. Bu jarayonlarda nodir metallarni toʻliq ajratib olish bilan birga xomashyo tarkibidagi noyob va rangli metallarni, ularning

kimyoviy birikma va qotishmalarini ham isrof qilmasdan ajratib olish muhim omil hisoblanadi.

Ikkimlamchi xomashyolarni qayta ishlashning eng maqbul usulini tanlashda quyidagi omillarga e'tibor beriladi: qayta ishlanayotgan xomashyoning xususiyati, ajratib olinishi kerak bo'lgan metallarni miqdori, yo'ldosh metallarni va nometall birikmalarni xususiyati va konsentratsiya, texnologik jarayonning ishonchliligi, qo'llanilayotgan usulning texnik-iqtisodiy effektivligi va atrof muhitga ta'siri.

Xomashyoning hususiyatiga qarab quyidagi eritish usullaridan biri qo'llanilishi mumkin:

- metall olish uchun eritish;
- ligaturali qotishma olish uchun eritish;
- mis, mis-nikel qotishma olish uchun eritish;
- qo'rgoshin qotishmasi - verkbley olish uchun eritish.

Metall olish uchun eritish, tarkibida ajratib olinadigan metall miqdori yuqori bo'lgan xomashyolarni qayta ishlashda metallni bir jinsli holga keltirish, keraksiz aralashmalarni shlakka o'tkazish, keyingi texnologik jarayonlar va tashish uchun qulay bo'lgan anod shaklidagi qotishmalar olish maqsadida qo'llaniladi. Keraksiz aralashmalarni shlak tarkibiga o'tkazish uchun shixta tarkibiga bura, soda, shisha, ayrim hollarda metallarni va xalkogenid birikmalarni oksidlash uchun selitra qo'shiladi. Qayta eritish jarayoni qarshilikli elektr pechlarida, yuqori chastotali induksion pechlarda va yoyli elektr pechlarida olib boriladi.

Ligaturali qotishmalar olish uchun nisbatan kambag'al bo'lgan xomashyolar (akkumulyator temir-tersaklari, ishlatilgan metallik katalizatorlar, tarkibida nodir metallar bo'lgan shlamlar, qotishmalar) hamda gidrometallurgik qayta ishlov berish natijasida hosil bo'lgan mahsulotlar (cho'kmalar, kimyoviy birikmalar - galogenidlar, rodanidlar, kumirli sulfidlar va boshqalar) qo'llaniladi. Jarayonning maqsadinodir metallarni minimal isrof qilgan holda keraksiz aralashmalarni shlakka o'tkazish va metallashgan (kumirli) faza hosil qilish hisoblanadi. Jarayon statsionar yoki buriluvchan yallig'-qaytaruvchi pechlarda, yoyli elektr pechlarda, ayrim hollarda tigel yoki induksion pechlarda olib boriladi.

Mis qotishmalarini olish uchun xomashyo tarkibida nodir metallar miqdori bo'yicha juda kambag'al bo'lgan materiallar (shlamlar, elektronika texnikasi temir-tersaklarining ayrim turlari) turli xil ikkilamchi xomashyolarni gidro- va pirometallurgik ishlov berish natijasida hosil bo'ladigan yarim mahsulotlar ishlatiladi. Bu jarayon mis eritish zavodlarida olib boriladi. Nodir metallarni chiqindilari asosan xomaki misni konvertorlarda eritish paytida pechga yuklanadi va nodir metallar keyingi jarayon - misni elektrolitik rafinirlashda shlam holida ajratib olinadi.

Verkblay olish uchun eritish natijasida oltin va kumush dastlab xomaki qo'rg'oshin bilan birikma hosil kiladi, so'ngra verkblay kupelirlash bosqichida nodir metallar qotishmasi shaklida ajratib olinadi. Ikkilamchi xomashyolarga gidrometallurgik ishlov berish, ruda va konsentratlarga birlamchi ishlov berish amaliyotida tuplangan malakalarga asoslangan. Bu jarayonlar xomashyolarga kimyoviy ishlov berish, nodir metallarni eritmaga o'tkazish, metall yoki ularning kimyoviy birikmalari shaklida ajratib olishda keng qo'llanilmoqda.

Kimyoviy ishlov berish jarayonlarida asosan uch guruhga bo'linadigan, juda keng nomenklaturadagi erituvchilar ishlatiladi:

- xomashyo tarkibidagi komponentlarni asosiy qismini eritma tarkibiga o'tkazadigan kollektiv erituvchilar. Tanlab eritish natijasida eritma tarkibiga o'tgan metallarni nisbati xomashyo tarkibidagi metallar nisbati bilan bir xil bo'ladi. Bunday erituvchilarga xlorli, nitratli erituvchilar misol bo'la oladi.

- xomashyo tarkibidagi nodir bo'lmagan metallarni eritmaga o'tkazish uchun selektiv erituvchilardan foydalaniladi. Bunday erituvchilarga nordon sulfatli va xlorli erituvchilar misol bo'ladi.

- xomashyo tarkibidagi nodir metallarni, qolgan yo'ldosh nodir bo'lmagan birikmalarga ta'sir qilmay eritmaga o'tkazuvchi selektiv erituvchilar. Bularga oltin va kumirni erituvchi ishqoriy metall sianidlarining suvli eritmalari, kumush va uning birikmalarini erituvchi tiosulfatlar, tarkibida ligand guruhi bo'lgan organik erituvchilar kiradi.

Eritma tarkibiga o'tgan nodir metallarni ajratib olish uchun quyidagi usullarni biri qo'llanadi:

- noorganik va organik reagentlar qo‘llab sementatsiyalash yoki tiklash;
- elektrolitik tiklash;
- qiyin eruvchi tuzlar shaklida cho‘ktirish;
- sorbsiyalash va ekstraksiyalash.

Yuqori tozalikdagi mahsulot olish yuqorida keltirilgan usullarning ichidan qiyin eruvchi tuzlar holida cho‘ktirish va elektrolitik tiklash usullari keng qo‘llaniladi.

### **Nazorat savollari**

1. Elektron lomlardan qimmatbaho metallarni ajratib olish usullari qanday?
2. Kompleks ajratib olish texnologiyasining afzalligi nimada?
3. Kompleks ajratib olishning eng maqul usuli qaysi?

### **28-ma’ruza**

#### **CHET EL DAVLATLARIDA ELEKTRON LOMNI QAYTA ISHLASH USULLARI**

#### **Reja:**

1. Elektron lomni qayta ishlashning asosiy usullari.
2. Elektron lomni yanchishda kreon usuli.
3. Eng samarali qayta ishlash usuli.

**Kalit so‘z:** havoli separator, engil fraksiyali separator, og‘ir fraksiyali sepataror, azot yordamida muzlatish.

Elektron lomlarni qayta ishlashning to‘rtta usuli mavjud:

- 1) mexanik;
- 2) gidrometallurgik;
- 3) mexanik-gidrometallurgik;
- 4) keyinchalik erish uchun kuydirish.

Yuqorida keltirilgan usullar yordamida elektron lomlarni aralash yoki alohida-alohida qilib qayta ishlash mumkin.

Amaliyotda barcha korxonalar elektron lomlarni qayta ishlashning aralash usulidan foydalanishadi. Yuqorida keltirilgan usullar yordamida elektron lomlarni qayta ishlovchi chet el davlatlari quyidakilardir: G‘arbiy Yevropa, Germaniya, Fransiya, Shvetsiya, Shetsyariya va boshqalar.

Chet el korxonalarining ma‘lumotlarini tahlil qilib shuni aytish mumkinki, korxonaning samarali ishlashida olingan nodir metallarning toza holda olinishidir.

“Galika” (Shvetsariya) korxonasining elektron lomlardan nodir metallarni ajratib olishida boyitilgan lomni eritish usuli bilan amalga oshiradi.

“Schneck” korxonasi kompyuter mikro-sxemalari, panellar, bosma platalar, ulovchi moslamalar va boshqa elektron lomlarda nodir metallarni ajratib olishning texnologiyasi hamda qurilmasini ishlab chiqqan. Unga ko‘ra daslab elektron lom ikkivallik maydalagich yordamida maydalanadi, konveyr lentalar yordamida magnit separator uchastkasiga uzatiladi. U yerda temir tarkibli metallar ajratib tashlanadi. Temir birikmalaridan tozalangan xom ashyo shnekli muzlatkich yordamida azor bilan muzladi. Azot bilan muzlatishdan maqsad xom ashyoning mo‘rtligi oshirish va yanchish tegirmonlarida yaxshi yanchilishidir. Shnekli muzlatgichda azot bilan muzlatish  $-190^{\circ}\text{C}$  oralig‘ida olib boriladi. Muzlatilgan xom ashyo bolg‘ali tegirmonda  $+0 - 3$  mm gacha yanchiladi, bu esa plastmassa va nodir metallarni bir biridan aniq va to‘liq ajratib olish imkonini beradi.

Ushbu texnologiyani ikkilamchi mis metallurgiyasida kabel similar qoldiqlaridan misni ajratib olishda ham qo‘llash mumkin.

Qurilmaning ishlab chiqarish unumdorligi 250kg/soat. Elekt energiyaning umumiy sarflanishi 200 kVt, azotning sarfi esa  $0,5-1,522 \text{ m}^3$  1 kg lom uchun.

AQShning yana bir korxonasi elektron lomdan nodir metallarni ajratib olishda quyidagi texnologiyani qo‘llaydi: bolg‘ali yanchish dastgohida ikki bosqichli yanchish jarayoni, havoli separator, kuchsiz kuchlanishli separator (temir birikmalarini ajratish uchun), kuchli kuchlanishli separator (latunni ajratish uchun), elash, uyurma tok yordamida separatsiyalash va magnitodinamik separatsiyalash.



Ferromagnit metallar separator yordamida ajratiladi, yengil fraksiyalar havoli separator yordamida ajratiladi, nometall fraksiyalarni qayta ishlashda uyurma tokli separatoridan foydalanib nometall va qolgan metallar ajratib olinadi.

Turli elektronika va elektrotexnika buyumlaridan nodir metallarni “Valmet” texnologiyasi orqali ajratib olish uch bosqichda amalga oshiriladi:

- avtomatik tarzda ishlaydigan press-qaychilar yordamida maydalash, yanchish, uch fraksiyaga ajratish (qora metallar, rangli va nodir metallar, nometallar);
- rangli va nodir metallarni ajratish;
- nodir metallar, mis, qo‘rg‘oshin va qalayni tozalash (rafinirlash).

Rangli va nodir metallarni ajratish gidrometallurgik usul bilan amalga oshirilib, undagi nodir metallarning ulushi 50%da ko‘pni tashkil etadi. Asosiy boradigan gidrometallurgik jarayon elektroliz usulida yoki kimyoviy cho‘ktirish orqali amalga oshiriladi. Bu usullar bilan 70% oltin va 90% kumush ajratib olinadi.

Sirtiga nodir metallar bilan ishlov berilgan tranzistorlar hamda tok o‘tkazuvchilarni qayta ishlashda ularga nitrat kislota tashkil etiladi, buning natijasida faqat mis erib eritmaga o‘tadi va keyinchalik eritmadan mis ajratilib olinadi.

Gidrometallurgik qayta ishlashga mo‘ljallangan dastgohlarning ichki qismi maxsus qoplamalar bilan qoplangan bo‘lib (plastikmassa, zanglamas po‘lat yoki oynavand po‘lat) 60 – 80<sup>0</sup>C haroratga chidamli bo‘lishi lozim.

“Inter Recycling” korxonasi kompyuter lomlarini maydalovchi hamda separatsiyalovchi maxsus dastgohni ishlab chiqdi va tajriba sinovidan o‘tkazdi.

Dast avval kompyuter o‘z navbatida qo‘l mehnati orqali qismlarga bo‘linadi. Plastikmassa qismi alohida plata qismi alohida va hakoza.

Plata qismi birinchi rotorli maydalagich yordamida maydalanadi, keyin maydalangan bo‘laklar turli separatorlardan o‘tkaziladi.

Separatsiya bosqichlaridan o‘tkazilgandan so‘gidrometallurgik qayta ishlashga yuklanadi. Xomashyo tarkibidan mis, nikel, alyuminiy ajratib olinadi. Mis bilan birga nodir metallar ham ajratib olinadi. Qayta ishlash

unumdorligini oshirish uchun elektrliklar qayta harakatlantirilishini oshirtiriladi. Tajriba datsgohi yig'ib qurishga qulayligi va boshqarish osonligi bilan ajralib turadi. Qurilmaning ishlab chiqarish unumdorligi 5 tonna smenasiga.

1 tonna G'arbiy Amerika kompyuter lomlari tarkibida oltinning miqdori 700 grammgacha boradi, televizorlari tarkibida esa 30 gramm oltin va 300 gramm kumush mavjuddir.

### **Nazorat savollari**

1. Elektron lomni qayta ishlashning qanday asosiy usullari mavjud?
2. Elektron lomni yanchishda kreon usuli nima?
3. Eng samarali qayta ishlash usuli qanday?

## GLOSSARIY

**Anionitlar – anionite** – o'z anionlarini almashtirish qobiliyatiga ega bo'lgan ion almashtiruvchi modda.

**Anion – acid ion** – elektrolitning suvda eriganidan hosil bo'lgan manfiy qutbli mayda zarrachalar (ionlar).

**Analiz – Tahlil – analysis** – jism yoki birikmaning tarkibiy qismini aniqlash jarayoni.

**Analizator – Tahlillagich – analyser** – modda miqdorini aniqlovchi asbob.

**Ajralish – extraction** – texnologiya jarayonlarida dastlabki ashyolardan foydalanish darajasining ko'rsatkichi, ajralayotgan moddaning olingan mahsulotdagi massasi uning dastlabki ashyodagi umumiy massaga nisbati bilan aniqlanadi, foizlar hisobida.

**Aktivator – Faollantiruvchi – activator** – reaksiyaga kirishayotgan moddalarning faolligini oshiruvchi modda.

**Aktivatsiya – Faollantirish – activation** – moddaning fizik-kimyoviy faolligini oshirish.

**Amalgama – amalgam** – a'zolaridan biri simob bo'lgan qotishma.

**Amalgamatsiya – amalgamation** – rudalardan metallarni simob yordamida ajratib olish usuli.

**Apparat – Dastgoh – apparatus** – jarayonlarni amalga oshirish uchun yasalgan qurilma, uskuna.

**Aralashtirgich – mixer** – eritma va bo'tanani aralashtirib turuvchi asbob.

**Ashyolar tengligi – 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 – aeration** – suyuqliklarni havo bilan to'yintirish.

**Bakteriya – bacterium** – bo'linish yo'li bilan ko'payuvchi oddiy organizm.

**Bakteriyali tanlab eritish – bacterial-leaching** – ruda yoki boyitmalardan metallar va ularning tabiiy birikmalarini suvli muhitda bakteriyalar ishtirokida tanlab eritish.

**Barabanli quritgich – drying drum** – silindr ko'rinishidagi o'z o'qi atrofida aylanuvchi qiya o'rnatilgan yonish mahsulotlarining harorati bilan isitib ho'l ashyolarni quritishda foydalaniladigan uskuna.

**Boyitishning magnitli usuli – magnetic methods of concentration** – foydali qazilmalarni ohangrabolik xossasiga ko'ra saralash yoki boyitish usuli.

**Boyitma chiqishi – outlet of concentrate** – boyitish jarayoni natijasida chiqqan boyitma massasini dastlabki mahsulot umumiy massasiga nisbati, foizlar hisobida.

**Boksit – bauxite** – alyuminiyning tabiiy menirali. Tarkibida asosan alyuminiy, temir va selitsiy oksidi bo'lgan tog' jinsi.

**Bosqich – stage** – ketma-ket o'tadigan jarayonlarning bir bo'lagi.

**Boyuvchanlik – concentrating** – foydali qazilmaning boyitishga moyilligi. B. Ajralish koeffitsienti boyitmaning sifati va boyitmaga sarflangan xarajat miqdori bilan tasniflanadi.

**Butara – G'alvir – washing drum** – sochma kon qumlaridan oltinni yuvib olishda foydalanadigan dastgoh.

**Bo'tana – pulp** – qattiq zarrachalarning suyuqlik bilan aralashmasi.

**Bo'tana – slurry** – qattiq zarrachalarning suv bilan aralashmasi.

**Bo'tana quvur – pulp feed-line** – bo'tanani mo'ljallangan yeriga uzatish quvuri.

**Vazminlagich – weighting material** – eritmaning yoki bo'tananing zichligini oshirish uchun qo'shiladigan modda.

**Vakuun nasos – Vakuun so'rgich – vacuum pump** – idish ichidagi gaz va bug'larni chiqarib tashlaydigan qurilma.

**Vanna – Tos – pool** – suyuqlik uchun mo'ljallangan to'rtburchakli yoki yumaloq idish.

**Vibratsiya – Titrash – vibration** – mexanik tebranish.

**G'alvir – grizzly** – elash dastgohi.

**G'alvirlash – screening, sifting** – zarrachalarni o'lchamlariga qarab ajratish.

**Galenit – Galena** – qo'rg'oshin sulfidi.

**Gidrotsiklon – Suvquyun – hydrocyclone** – bir-biridan og'irliklari bilan farq qiluvchi zarrachalarni suvli muhitda ajratadigan dastgoh. Suvquyunning tavsiflagich, separator va quyultirgich kabi turlari bor.

**Gravitatsion boyitish – gravity separation** – konchilikda foydali qazilmalarni boyitish usullaridan biri: menirallar zichligi orasidagi farq hisobiga amalga oshiriladi. G.B.ning cho'ktirib ajratish, boyitish stollarida, og'ir suspenziyalarda va suvquyunlarida boyitish va boshqa turlari mavjud.

**Granula – qumoq – granule** – o'ta mayda zarrachalarning o'zaro birikishidan hosil bo'lgan yirik zarra dona.

**Granulometrik tarkib – qumoqlik tarkibi –granulometric composition** – kon mahsulotlarida har xil kattalikdagi zarrachalarning miqdori. U ma'lum o'lchamli zarrachalar miqdorining tekshirilayotgan mahsulot umumiy massasi nisbatiga teng (% hisobida).

**Dezintegrator – disintegrator** – yumshatish jarayonini amalga oshirish uchun ishlatiladigan dastgoh.

**Dezirtegratsiya – Yumshatish – disintegration** – uzoq vaqt jipslashib yotgan qum va loydan iborat qatlamni buzish va tarkibiy qismlarga ajratish.

**Deka – concave** – boyitish stolining ustki tekisligi. Dekaning titrama harakati natijasida ashyolar zichliklari bo'yicha saralanadi.

**Diamagnit – Noohangrabo – diamagnet** – ohangrabolik xususiyati yo'q moddalar.

**Disperslik – dispersivity** – mayinlik (maydalik) darajasi.

**Dispirlash – dispersion** – suyuqlik muhitida erimaydigan qattiq yoki suyuq moddani hajmda teng taqsimlanishini ta'minlash, maydalash.

**Draga – dredge** – suvli havzalarda oltinni yuvib olish uchun suzib yurib ish bajaruvchi, turli xil boyitish uskunalari o'rnatilgan qurilma.

**Drenaj – Selgitish quvuri – drainage** – boyitish mahsulotlarini quritish (namini qochirish) maydoni, usuli. U yerda suvni qabul qilib olish uchun quvurlar yotqizilgan bo'ladi.

**Dumpkar – ag'darma vagon – dump car** – kondan rudalarni fabrikaga tashish uchun mo'ljallangan vagon.

**Jelob – nov – chute** – novlar suyuq metall, toshqol yoki qotishmalarni pechdan chiqarib boshqa idishga tushirish, sochma kon qumlaridan oltinni yuvib olish uchun ishlatiladi.

**Jila - tomir– vein** – ikki yo'nalishda cho'zilgan, qalinligi uncha katta bo'lmagan, yer qa'rining darz ketgan (yorilgan) joylari va shu yoriqlarini to'ldirgan foydali minerallar.

**Zavod – factory** – ishlab chiqarish jarayonlari mexanizatsiyalashtirilgan (avtomatlashtirilgan) sanoat korxonasi.

**Zarlash – gilding** – zanglashdan saqlash va chiroy berish uchun buyumlar sirtini mkm qalinlikda oltin bilan qoplash.

**Ishqor – alkali** – suvda yaxshi eriydigan metall gidrooksidi.

**Yig'uvchi reagent – 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 – mining** – konlardan qazib olingan mahsulot.

**Kaskad – Tizma – cascade** – ketma-ket birlashtirilgan bir turdagi qurilmalar guruhi. Bunda ikkinchi uskuna birinchisiga nisbatan pastroq o'rnatiladi.

**Kek – qoldiq – cake** – bo'tanani suzgichdan o'tkazilgandan qolgan mahsulot. Ko'pincha, 12-20% namlikka ega.

**Kislotnost – Nordonlik – acidity** – eritmalardagi vodorod ionlarining miqdorini anglatuvchi tushuncha. uning miqdori pH ning qiymati bilan belgilanadi.

**Koagulyant – pag'alogchi – coagulant** – dispers yoki kolloid sistemaga qo'shilganda pag'alanishni tezlatuvchi modda.

**Koagulyatsiya – pag'alanish – coagulation** – o'ta mayda zarrachalarning bir-biri bilan qo'shib kattalashish jarayoni.

**Qovushqoqlik – viscosity** – harakatlanayotgan suyuqlik yoki gaz qatlamlarining bir-biriga ko'rsatayotgan qarshiligini ifodalovchi kattalik, qarshilik miqdori molekulalarning o'zaro tortishuv kuchlariga bog'liq.

**Kolchedan – pyrites** – sulfidli rudalarning umumiy nomi.

**Komponent – a'zo – component** – sistema tarkibidagi oddiy yoki murakkab modda.

**Konveyer – conveyer** – sochiluvchan, donali yuklarni uzluksiz tashiydigan mashina, K.ning tasmali, kurakli va cho'michli turlari bor.

**Kontsentratsiya stoli – boyitish stoli – concentrator** – rudalarni boyitishdan olingan mahsulot. Boyitmada kerakli minerallar miqdori dastlabki ashyodagi miqdorga nisbatan ko'p bo'ladi.

**Kontsentratsiya stoli – boyitish stoli – concentrator** – foydali qazilmalarni gravitatsiya usulida boyitish dastgohi.

**Kristall – dur – crystal** – zarrachalar durlik panjarasi hosil qilgan fizik jism, modda.

**Qumoqlagich – granulator** – qumoqlash dastgohi.

**Qumoqlash – granulation** – qumoq olish jarayoni.

**Quritish pechi – drying furnace** – ashyolarni quritish uchun ishlatiladigan sanoat pechi.

**Quyultirish – thickening** – markazdan qochma kuch yoki og'irlik kuchi ta'sirida qattiq moddani cho'ktirib, suyuq moddani ajratib olish jarayoni.

**Ko'p metalli rudalar – 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 – foam** – yirik despers sistema, gaz yoki bug' pufakchalari.

**Ko'piklagich – foam generator** – ko'pik hosil qiluvchi modda. K.sirt faol moddalar, foydali qazilmalarni boyitish jarayonida ishlatiladi.

**Ko'piklashtirish – foaming** – ko'pik hosil qilish usuli yoki jarayoni.

**Ko'pikli saralash – foam separation** – ko'piklar yordamida foydali qazilmalarni boyitish usuli.

**Ko'piksurgich – foam pusher** – ko'piklarni suyuqlik yoki bo'tanadan ajratib oladigan kurak.

**Laboratoriya – tajribaxona – laboratory** – ilmiy tadqiqot va o'quv tajribalari uchun jihozlangan xona.

**Magnitli separator – ohangraboli saralagich – magnetic separator** – rudalarni ohangraboli va ohangrabosiz qismlarga ajratuvchi dastgoh.

**Maydalagich – breaker** – rudalarni maydalash uchun ishlatiladigan mashina. Uning jag'li, konusli, juvali va boshqa turlari bor.

**Maydalash – crushing** – tog' jinslarini talab qilingan o'lchamgacha maydalash.

**Maydalovchi – crusher attendant** – maydalagich mashinalarining ishini nazorat qilib turuvchi ishchi.

**Metallsiz jins – barren rock** – tarkibida metall bo'lmagan tog' jinsi.

**Mesh – mesh** – Elak to'qimalarining 1 dyumi ( $25.4\text{mm}^2$ ) dagi ko'zlar soni.

**Mineral – mineral** – tabiiy metall birikmalari.

**Namlik – humidity dampness** – ashyodagi suvning miqdori.

**Namuna – 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 – assaying** – nodir metallarni tahlil qilish usuli.

**Nasadka – 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 – oxidization** – moddalarning kislorod bilan birikishi. Atom va ionlarni o'z elektronlarini boshqa moddaga, oksidlovchiga berishi.

**Olmos – diamond** – uglerodning allotropik ko'rinishidagi eng qattiq turi.

**Ohak – lime** – ohaktoshni kuydirish jarayonida olingan mahsulot ( $\text{CaO}$ ).

**Ohak suti – lime milk** – ohakli suvdagi suzib yuruvchi so'ndirilgan ohak  $\text{Ca(OH)}_2$  zarrachalari.

**Ohaktosh – limestone** – asosan  $\text{CaCO}_3$  dan tashkil topgan tog' jinsi.

**PAV - (poverxnostno aktivnoe vhestvo) – SFM-(sirt faol modda) – surface active substance** – fazalar chegara sirtida yig'ilib, fazalararo sirt taranglik kuchini kamaytirish xususiyatiga ega bo'lgan modda.



**Pulsatsiya – tepkili oqim – pulsation** – hodisaning tez-tez uzluksiz qaytarilib turishi. Hidromexanikada suyuqlik oqimining ilgarilanma qaytma harakati.

**Ruda – ore** – tarkibida metall yoki metall birikmalari bo'lgan tog' jinsi.

**Saralagich – separator** – zarrachalarni saralash vazifasini bajaruvchi dastgoh.

**Segregatsiya – segregation** – qotishma kimyoviy tarkibining hamma yerda bir xil bo'lmasligi. Boyitishda qaltirama harakat qilayotgan dastgohda zarrachalarning o'lchamiga va solishtirma og'irligiga qarab qatlamlanishi, saralanishi.

**Sedimentatsiya – cho'kish – sedimentation** – gravitatsion maydon va markazdan qochma kuch yordamida eritmadan qattiq modda zarralarining o'lchamiga qarab qatlam-qatlam bo'lib cho'kishi.

**Sizib o'tish – filtration** – suzgichdan o'tish.

**Sifon – siphon** – naychasining uchi tubigacha yetadigan, jumragi yuqorida bo'lgan idish: bosim farqi yordamida idishdan suyuq mahsulotlarni so'rib olish uchun ishlatiladi.

**Skрубber – scrubber** – namlash usuli bilan gazzimon aralashma tarkibidagi qattiq moddalarni ushlab qolishda qo'llaniladigan dastgoh.

**Sochma – placer** – tug'ma konni nurashdan va suv oqimi yordamida o'z o'rnini o'zgartirishi.

**Suvni tozalash – water treatment** – ichishga va sanoatda ishlatishga xalaqit beradigan moddalarni suvdan chiqarib tashlash jarayoni.

**Suvsizlantirish – dehydration** – moddadagi erkin bog'lanmagan suvni ajratib chiqarish jarayoni. Bu tindirish, suzish yoki moddani qizdirish yo'li bilan amalga oshiriladi.

**Suzgich mato – filter cloth** – suzish jarayonida g'ovakli to'siq vazifasini bajaruvchi mato.

**Suyuq shisha – water glass** – tiniq shishasimon qotishma, suvda 120-170 °S da yaxshi eriydi.

**Tag – bottom** – idishning eng pastki qismi.

**Tazyiqlagich – depressor** – moddaning kimyoviy faolligini pasaytiruvchi modda.

**Taqsimlagich – feeder** – idish yoki xampalarda turgan sochiluvchan, oquvchan ashyolarni bir me'yorda, uzluksiz kerakli miqdorda ashyoga ishlov berilayotgan dastgohga tushirib turadigan qurilma.

**Tanlab eritish – leaching** – ruda va boyitmalardan maxsus sharoitlarda metallarni eritmaga o'tkazish jarayoni.

**Tegirmon – mill** – ashyolarning kattaligini 5mm dan kichik o'lchamga maydalovchi mashina. Ularni shakliga va yanchish usuliga qarab shartli 5 turga bo'lish mumkin: 1)Baraban (soqqali, sterjenli, toshli, o'ziyanchar va boshqalar); 2)G'altak, juvali, xalqasimon, fraktsion soqqali; 3)Bolg'ali; 4)Tanasi qimirlaydigan titrama; 5)Tizillama va airodinamik tegirmonlar.

**Tegirmon suvi – discharge of mill** – mayda fraktsiyalardan tarkib topgan, tegirmondan chiqayotgan suyuq bo'tana.

**Tindirgich – settling basin** – qattiq zarrachalarni og'irlik kuchi hisobiga cho'ktirib suyuqlikdan ajratish jarayoni o'tadigan katta hajmli idish yoki hovuz.

**Tindirish – clarification** – gidromexanik yoki massa almashuv jarayonlari yordamida qattiq zarrachalarni suyuqlikdan ajratish.

**Titrama g'alvir – vibroshaker** – ilgarilanma-qaytma harakat qilish hisobiga ishlaydigan g'alvir.

**Titrama konveyer – vibrating conveyer** – donador ashyolarni (0,5:100 m) masofaga uzatish uchun mo'ljallangan,qiyaroq qilib o'rnatilgan titrab turuvchi nov yoki quvur.

**Titratma panjara – vibratory grid** – titrama g'alvirga o'rnatilgan moslama.

**Tug'ma metall – native metal** – tabiatda sof holda uchraydigan metallar (asosan oltin).

**Tuproq – clay** – suvli silikatlardan tashkil topgan. U o'ta mayda cho'kma tog' jinslari bo'lib, suv bilan aralashtirilsa loy hosil bo'ladi.

**To'kma – embankment** – sochiluvchan ashyolar (tuproq, qum, ruda) uyumi.

**Fabrika – plant** – takomillashtirilgan sanoat ishlab chiqarish korxonasi.

**Faza – 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 – activated carbon** – toshko'mir yoki pista ko'mirni havosiz qizdirib, uchuvchan moddalardan tozalangan g'ovak ko'mir.

**Filtrat – filtrate** – filtrdan o'tgan suyuqlik.

**Flokulyant – pag'alagich – flocculant** – bir nechta mayda zarrachalarni bir-biriga biriktirib, kattaroq zarra hosil qiluvchi modda.

**Flokulyatsiya – pag'alah – flocculation** – pag'a hosil qilish jarayoni.

**Flotatsiya – 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 – 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 – 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 – mineral deposit mine field** – foydali minerallarning to'plangan joyi.

**Fraktsiya – toifa – fraction** – bir xil o'lchamli zarrachalar guruhi.

**Havo filtri – havo suzgich – air filter** – havoni changlardan tozalaydigan dastgoh.

**Havo haydagich – blower** – bosimni oshirish hisobiga havo yoki boshqa gazni uzatish mashinasi.

**Sarskaya vodka – zar suv – aqua regia** – 1 hajm nitrat va 3 hajm xlorid kislotasining aralashmasi.

**Chang tutgichlar – dust separator** – chang va boshqa mexanik aralashmalarni havo oqimidan tutib oluvchi dastgoh, qurilma.

**Chiqitlar – tailings** – tarkibida metall miqdori kam bo'lgan keraksiz jinslar. Ular chiqindixonalarda saqlanadi. Keyinchalik uni xom ashyo sifatida ishlatish mumkin.

**Cho'kma – precipitate** – cho'ktirish jarayonidan olingan qattiq mahsulot.

**Cho'ktirish – jigging** – ruda tarkibidagi minerallarni solishtirma og'irligining farqi hisobiga ularni bir-biridan ajratish jarayoni. Jarayon pulsatsiyalanuvchi muhitda (suv, havo) olib boriladi.

**Cho'ktirish – precipitation** – suspenziya va emulsiyalardan mayda, qattiq zarralarni og'irlik kuchi ta'sirida ajratish.

**Shlam – loyqa – 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 hosil bo'ladigan balchiqsimon cho'kindi. 3) tindirish yoki suzishda ajratiladigan ho'l chiqindi.

**Shlix – 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.

**Shlyuz – nov – sluice** – qumlardan oltinni yuvib olish uchun ishlatiladigan boyitish dastgohi.

**Ezish – squashing** – qattiq moddani mexanik kuch ta'sirida bosib ezish, maydalash.

**Elak – sieve** – sochiluvchan moddalarni o'lchamlariga qarab saralash jarayonini bajaruvchi uskuna.

**Elash – riddling** – ashyolarni o'lchamlari buyicha ajratish jarayoni.

**Elash – sifter** – elash yordamida zarralarni o'lchamiga qarab tasniflash.

**Yuzani ochish – breac-drown** – reaksiyaga kirishayotgan moddani o'rab turgan nojins elementlardan tozalash.

**Yanchish – comminution** – ashyo zarralarining o'lchamlari 0,09 mm. dan kichik bo'lguncha maydalashning mexanik usuli.

**Yanchish – grinding** – qattiq jismlarni o'lchami 5 mm dan kichik bo'lgan zarrachalarga aylantirish. Kukunlash, m. Tegirmonlarda amalga oshiriladi.

## ADABIYOTLAR

1. Leaching Gold and Silver Ores With The Plattner and Kiss Processes, by C. H. Aaron and Kerby Jackson, Jan 10, 2015
2. Practical Mining and Gold Processing for the Small Scale Operator, by A. R. C. Matuska, Sep 7, 2012
3. Червоный И.Ф. Цветная металлургия. Том 2. Металлургия благородных металлов. Учебное пособие. Запорожье: ЗГИА, 2015 г., 320 с.
4. Санакулов К.С. и др., Кучное выщелачивание золота из многоярусных штабелей. –Т.: ФАН, 2011 г., 304 с.
5. Doniyarov N.A., Voxidov B.R. Nodir metallar metallurgiyasi. Ma'ruza matni, Navoiy: NDKI, 2013 y., 178 bet.
6. Сидельников С.Б. Производство ювелирных изделий из драгоценных металлов и их сплавов. Красноярск: СФУ, 2015 г., 446 с.

### Дополнительные литературы:

1. А.А. Юсупходжаев, С.Р. Худояров, Х.Р. Валиев, Ш.Т. Хожиев, И.К. Матмусаев. Взаимодействие компонентов шихты при их нагреве в металлургических печах// Proceedings of the III International Scientific and Practical Conference “Modern Scientific Achievements and Their Practical Application” (October 27 – 28, 2016, Dubai, UAE). Ajman, 2016, № 11(15), Vol. 1, с. 24 – 27.
2. Каримова Т.П., Самадов А.У., Саидова М.С., Юсупходжаев А.А., Хожиев Ш.Т. Разработка эффективной технологии снижения потери меди со шлаками методом автоматизации процесса разлива конвертерных шлаков при сливе// Proceedings of the III International Scientific and Practical Conference “Scientific and Practical Results in 2016. Prospects for their Development” (December 27 – 28, 2016, Abu-Dhabi, UAE). Ajman, 2017, № 1(17), Vol. 1, с. 40 – 43.
3. А.А. Юсупходжаев, С.Б. Мирзажоннова, Ш.Т. Хожиев. Повышение комплексности использования сырья при переработке сульфидных медных концентратов// Proceedings of the III International Scientific and Practical Conference “Scientific and Practical Results in 2016. Prospects for their Development” (December 27 – 28, 2016, Abu-Dhabi, UAE). Ajman, 2017, № 1(17), Vol. 1, с. 45 – 48.
4. А.А. Yusupkhodjayev, Sh.T. Khojiyev. Methods of decreasing of Copper loss with Slag in Smelting Processes// International Academy Journal Web of Scholar. Kiev, March 2017, № 2(11), Vol. 1, PP. 5 – 8.
5. А.А. Юсупходжаев, Ш.Т. Хожиев, Ж.С. Мамиркулов. Технология получения металлизированных железных концентратов из низкосортного

сырья// Сборник статей победителей IX Международной научно-практической конференции “World Science: Problems and Innovations”, состоявшейся 30 апреля 2017 г. в г. Пенза. // МЦНС «Наука и Просвещение», г. Пенза, 2017, Часть 1, № 176. С. 152 – 156.

6. А.А. Юсупходжаев, Ш.Т. Хожиев, С.Ш. Эргашев. Ресурсосберегающие технологии в металлургии меди// Сборник статей победителей IX Международной научно-практической конференции “World Science: Problems and Innovations”, состоявшейся 30 апреля 2017 г. в г. Пенза. // МЦНС «Наука и Просвещение», г. Пенза, 2017, Часть 1, № 176. С. 157 – 160.

7. А.А. Yusupkhodjayev, Sh.T. Khojiev, J.S. Mamirkulov. The analysis of physicochemical properties of metallurgical molten slags// Сборник статей Международной научно-практической конференции “Управление социально-экономическими системами: теория, методология, практика”, состоявшейся 15 июня 2017 г. в г. Пенза. // МЦНС «Наука и Просвещение», г. Пенза, 2017, Часть 1, № 190. С. 12 – 15.

8. А.А. Yusupkhodjayev, Sh.T. Khojiev, G.A. Kimsanboeva. The analysis of the arch of service of autogenous smelting furnaces during processing of copper sulfide concentrates// Сборник статей Международной научно-практической конференции “Управление социально-экономическими системами: теория, методология, практика”, состоявшейся 15 июня 2017 г. в г. Пенза. // МЦНС «Наука и Просвещение», г. Пенза, 2017, Часть 1, № 190. С. 16 – 18.

9. А.А. Yusupkhodjayev, Sh.T. Khojiev, S.B. Mirzajanova. Usage of reducing-sulfidizing agents in copper-bearing slags depletion// Сборник статей Международной научно-практической конференции “Управление социально-экономическими системами: теория, методология, практика”, состоявшейся 15 июня 2017 г. в г. Пенза. // МЦНС «Наука и Просвещение», г. Пенза, 2017, Часть 1, № 190. С. 19 – 21.

10. А.А. Yusupkhodjayev, Sh.T. Khojiev, J. Usarov. Reasons of copper loss with slag// Сборник статей Международной научно-практической конференции “Управление социально-экономическими системами: теория, методология, практика”, состоявшейся 15 июня 2017 г. в г. Пенза. // МЦНС «Наука и Просвещение», г. Пенза, 2017, Часть 1, № 190. С. 22 – 23.

11. А.А. Yusupkhodjayev, Sh.T. Khojiev, V.K. Nodirov. Modern state of technology of copper extraction// Сборник статей победителей VIII Международной научно-практической конференции “Современная экономика: актуальные вопросы, достижения и инновации”, состоявшейся 20 июня 2017 г. в г. Пенза. // МЦНС «Наука и Просвещение», г. Пенза, 2017, Часть 2, № 191. С. 59 – 61.

12. M.M. Yakubov, A.A. Yusupkhodjayev, Sh.T. Hojiyev. Eritish jarayonida misning shlak bilan isrofini kamaytirish yo'llari // Kompozitsion materiallar. Toshkent, 2017, №1. 18 – 19 b.

13. Yusupkhodjayev A.A., Khojiev Sh.T., Kimsanboeva G.A. Studying of the clinker coating formed on internal the laying of the oxygen-torch furnace at fusion of sulphidic copper concentrates // Сборник статей XIII Международной научно-

практической конференции “European research”, состоявшейся 7 декабря 2017 г. в г. Пенза. // МЦНС «Наука и Просвещение», г. Пенза, 2017, Часть 1, № 248. С. 62 – 65.

14. Khojiev Sh.T., Ruziev Z.N., Ochildiev K.T. The development of non-waste technology in mining and metallurgical productions // Сборник статей II Международной научно-практической конференции “Advanced Science”, состоявшейся 17 января 2018 г. в г. Пенза. // МЦНС «Наука и Просвещение», г. Пенза, 2018, Часть 1, № 268. С. 68 – 71.

15. Samadov A.U., Khojiev Sh.T., Vuzurkhanova F.S., Ruziev Z.N. Perspective method of smelting low-sulfur copper concentrates // Научные достижения и открытия современной молодёжи: сборник статей III Международной научно-практической конференции. – Пенза: МЦНС “Наука и Просвещение”. – 2018. С. 38 – 41.

16. Yakubov M.M., Khojiev Sh.T., Yavkochiva D.O. Studying of laws of smelting processes of sulfide concentrates // European Scientific Conference: сборник статей XII Международной научно-практической конференции. В 2 ч. Ч. 1. – Пенза: МЦНС “Наука и Просвещение”. – 2018. С. 91 – 93.

17. Юсупходжаев А.А., Хожиев Ш.Т., Исмаилов Ж.Б. Изучение свойства шлаков медеплавильных заводов // Высокие технологии, наука и образование: Актуальные вопросы, достижения и инновации: сборник статей II Международной научно-практической конференции. – Пенза: МЦНС “Наука и Просвещение”. – 2018. С. 28 – 30.

18. Хожиев Ш.Т., Очилдиев К.Т., Хотамкулов В.Х. Переработка медно-алюмосиликатных руд // Наука и инновации в XXI веке: Актуальные вопросы, открытия и достижения: сборник статей XI Международной научно-практической конференции. В 3 ч. Ч. 1. – Пенза: МЦНС “Наука и Просвещение”. – 2018. С. 142 – 144.

19. Валиев Х.Р., Хожиев Ш.Т., Файзиева Д.К. Исследование селективного извлечения металлов из титаномагнетитовых руд // Наука и инновации в XXI веке: Актуальные вопросы, открытия и достижения: сборник статей XI Международной научно-практической конференции. В 3 ч. Ч. 1. – Пенза: МЦНС “Наука и Просвещение”. – 2018. С. 145 – 147.

20. Yusupkhodjaev A.A., Khojiev Sh.T., Ismailov J.B. Recycling of slag from copper production // Инновационные процессы в науке и образовании: сборник статей Международной научно-практической конференции. В 3 ч. Ч. 1. – Пенза: МЦНС “Наука и Просвещение”. – 2019. С. 51 – 53.

21. Yusupkhodjaev A.A., Khojiev Sh.T., Valiev X.R., Saidova M.S., Omonkhonov O.X. Application of Physical and Chemical Methods for Processing Slags of Copper Production // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. Vol. 6, Issue 1, January 2019. pp. 7957 – 7963.

22. Khojiev Sh.T. Pyrometallurgical Processing of Copper Slags into the Metallurgical Ladle // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. Vol. 6, Issue 2, February 2019. pp. 8094 – 8099.

23. Юсупходжаев А.А., Хожиев Ш.Т., Абдукаримова Ф.У., Толибова Х.Г. Плавка в жидкой ванне освоена на медеплавильном заводе Алмалыкского

горно-металлургического комбината // Наука и инновации в XXI веке: Актуальные вопросы, открытия и достижения: сборник статей XII Международной научно-практической конференции. – Пенза: МЦНС “Наука и Просвещение”. – 2019. С. 71 – 73.

24. Юсупходжаев А.А., Хожиев Ш.Т., Толибова Х.Г., Абдукаримова Ф.У. Комплексная переработка тонкого пыла медеплавильного производства // Наука и инновации в XXI веке: Актуальные вопросы, открытия и достижения: сборник статей XII Международной научно-практической конференции. – Пенза: МЦНС “Наука и Просвещение”. – 2019. С. 74 – 76.

25. Khojiev Sh.T., Irsaliyeva D.B., Muhammadiev Sh.A., Ergasheva M.S. Method for recycling of converter slags into the metallurgical ladle // Современная наука: Актуальные вопросы, достижения и инновации: сборник статей VI Международной научно-практической конференции. – Пенза: МЦНС “Наука и Просвещение”. – 2019. С. 56 – 58.

26. Yusupkhodjaev A.A., Khojiev Sh.T., Abdikarimova F.O’., Tolibova X.G’. Method for pyrometallurgical processing of copper casting slags // Современные технологии: Актуальные вопросы, достижения и инновации: сборник статей XXVII Международной научно-практической конференции. – Пенза: МЦНС “Наука и Просвещение”. – 2019. С. 62 – 64.

27. Khojiev Sh.T., Tolibova X.G’., Abdikarimova F.O’., Rakhmataliev Sh.A. Solubility of copper and cobalt in iron-silicate slags // Современные технологии: Актуальные вопросы, достижения и инновации: сборник статей XXVII Международной научно-практической конференции. – Пенза: МЦНС “Наука и Просвещение”. – 2019. С. 65 – 67.

28. Yusupkhodjaev A.A., Khojiev Sh.T., Suyunova M.N., Babaev B.S. Mechanical and physico-chemical copper losses in slags // Современные технологии: Актуальные вопросы, достижения и инновации: сборник статей XXVII Международной научно-практической конференции. – Пенза: МЦНС “Наука и Просвещение”. – 2019. С. 68 – 70.

29. Khojiev Sh.T., Suyunova M.N., Babaev B.S., Yavkochiva D.O. Recycling of copper slags with local reductants // Современные технологии: Актуальные вопросы, достижения и инновации: сборник статей XXVII Международной научно-практической конференции. – Пенза: МЦНС “Наука и Просвещение”. – 2019. С. 71 – 73.

30. Сафаров А.Х., Хожиев Ш.Т. Разработка безотходной технологии производства золота // “Fan va Texnika taraqqiyotida intellektual yoshlarning o’rni” nomli Respublika ilmiy-texnikaviy anjumanining ma’ruzalar to’plami / Toshkent: ToshDTU, aprel, 2019. 440 – 442 b.

31. Абдикаримова Ф.У., Хожиев Ш.Т. Способ переработки медных шлаков // “Fan va Texnika taraqqiyotida intellektual yoshlarning o’rni” nomli Respublika ilmiy-texnikaviy anjumanining ma’ruzalar to’plami / Toshkent: ToshDTU, aprel, 2019. 535 – 537 b.

32. Сафаров А.Х., Хожиев Ш.Т. Разработка безотходной технологии производства золота // Международный научный журнал “Молодой Учёный”, № 17 (255), часть I. -Казань: издательства «Молодой ученый», 2019. С. 47 – 49.



33. Khojiev Sh. T., Safarov A. X., Mashokirov A. A., Imomberdiyev S. F., Khusanov S. U., Umarov B. O. New method for recycling of copper melting slags// Международный научный журнал “Молодой Учёный”, № 18 (256), часть II. - Казань: издательства «Молодой ученый», 2019. С. 133 – 135.

34. Abjalova H.T., Hojiyev Sh.T. Metallning shlak bilan isrofi va uni kamaytirish yo'llari // akademik T.M. Mirkomilovning 80 yilligiga bag'ishlangan universitet miqyosidagi talaba va yosh olimlarning ilmiy tadqiqot ishlarida “Innovatsion g'oyalar va texnologiyalar” mavzusidagi ilmiy-amaliy anjumanining ma'ruzalar to'plami / Toshkent: ToshDTU, 17-18- may, 2019. 95 – 97 b.

35. Юсупходжаев А.А., Хожиев Ш.Т., Хайруллаев П.Х., Муталибханов М.С. Исследование влияния температуры и содержания меди на плотность медеплавильных шлаков // Monografia Pokonferencyjna “Science, Research, Development”: Technics and technology. – Warszawa: “Diamond trading tour”. – 2019. С. 6 – 9.

36. A.A. Yusupkhodjaev, Sh.T. Khojiev, B.T. Berdiyarov, D.O. Yavkochiva, J.B. Ismailov. Technology of Processing Slags of Copper Production using Local Secondary Technogenic Formations// International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering, Volume-9, Issue-1, November 2019. P. 5461 – 5472. DOI: 10.35940/ijitee.A4851119119.119119

37. Хожиев Ш.Т., Нусратуллаев Х.К., Акрамов У.А., Ирсалиева Д.Б., Мирсаотов С.У. Минералогический анализ шлаков медеплавильного завода Алмалыкского горно-металлургического комбината // “Студенческий вестник”: научный журнал, № 43(93). Часть 5. Москва, Изд. «Интернаука», Ноябрь 2019. С.62 – 64.

38. Хожиев Ш.Т., Зайниддинов Н.Ш., Мирсаотов С.У., Ирсалиева Д.Б., Мамараимов С.С., Муносибов Ш. Термогравитационное обеднение шлаков медного производства // “Студенческий вестник”: научный журнал, № 43(93). Часть 5. Москва, Изд. «Интернаука», Ноябрь 2019. С.65 – 68.

39. Хожиев Ш.Т., Эркинов А.А., Абжалова Х.Т., Мирсаотов С.У., Мамараимов С.С. Использование металлургических техногенных отходов в качестве сырья // “Студенческий вестник”: научный журнал, № 43(93). Часть 5. Москва, Изд. «Интернаука», Ноябрь 2019. С.69 – 71.

40. A.A. Yusupkhodjaev, Sh.T. Khojiev, P.K. Khayrullayev. Technology for the complex processing of wastes of non-ferrous metallurgy // Proceedings of the International Conference on Integrated Innovative Development of Zarafshan Region: Achievements, Challenges and Prospects. Navoi, November 27 – 28, 2019. PP. 129 – 135.

41. Sh.T. Khojiev, A.A. Yusupkhodjaev, D.Y. Aribjonova, G.B. Beknazarova, D.N. Abdullaev. Depletion of Slag from Almalyk Copper Plant with Aluminum Containing Waste// International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering, Volume-9, Issue-2, December 2019. P. 2831 – 2837. DOI: 10.35940/ijitee.B7200.129219

42. Raxmataliyev Sh.A., Hojiyev Sh.T. Xo'jalik chiqindilaridan toza kumushni ajratib olish usullari. // Texnika yulduzlari, № 1, Toshkent: “ToshDTU”, Mart, 2019. 104 – 107 b.

43. Юсупходжаев А.А., Бердияров Б.Т., Хожиев Ш.Т., Исмоилов Ж.Б. Технология повышения комплексности использования стратегически важного сырья в цветной металлургии Узбекистана // Научно-практический журнал «Безопасность технических и социальных систем», № 1, Ташкент, Изд. «ТашГТУ», декабрь, 2019. С. 12 – 21.
44. Yusupходjayeв А.А., Mirzajonova S.B., Hojiyev Sh.T. Pirometallurgiya jarayonlari nazariyasi [Matn]: darslik. – Toshkent: “Tafakkur” nashriyoti, 2020. – 300 b. ISBN: 978-9943-24-295-1
45. Хожиев Ш.Т., Исмаилов Ж.Б., Очилдиев К.Т., Шукуров М.С., Махмудова О.О. Анализ возможных химических реакций при обеднении медных шлаков // “Студенческий вестник”: научный журнал, No 6(104). Часть 4. Москва, Изд. «Интернаука», Февраль 2020 г. С. 38 – 41.
46. Khojiev Sh.T., Abjalova H.T., Erkinov A.A., Nurmatov M.N. Study of methods for preventing copper loss with slags // “Студенческий вестник”: научный журнал, No 6(104). Часть 4. Москва, Изд. «Интернаука», Февраль 2020 г. С. 71 – 74.
47. Khojiev Sh.T., Erkinov A.A., Abjalova H.T., Abdikarimov M.Z. Improvement of the hydrodynamic model of the bubbling depletion of slag in the ladle // “Студенческий вестник”: научный журнал, No 6(104). Часть 4. Москва, Изд. «Интернаука», Февраль 2020 г. С. 75 – 77.
48. Hojiyev Sh.T., Norqobilov Y.F., Rahmataliyev Sh.A., Suyunova M.N. Yosh metallurg [Matn]: savol-javoblar, qiziqarli ma’lumotlar va metallar ishlab chiqarish texnologik jarayonlari. - Toshkent: “Tafakkur” nashriyoti, 2019. – 140 b. ISBN: 978-9943-24-273-9
49. Hojiyev Sh.T., Berdiyarov B.T. Sulfidli rux boyitmasini Qaynar Qatlam pechida kuydirish jarayonida silikatlar va ferritlar hosil bo’lishining oldini olish chora-tadbirlari // “Fan va Texnika taraqqiyotida intellektual yoshlarning o’rni” nomli Respublika ilmiy anjumanining ma’ruzalar to’plami, I qism/ Toshkent: ToshDTU, aprel, 2015. 171 – 174 b.
50. Бердияров Б.Т., Худояров С.Р., Маткаримов С.Т., Ахмаджонов А., Алимов У. Термодинамическое обоснование обжига цинкового концентрата при добавке в шихту  $\text{CaCO}_3$ . Proceedings of the III International Scientific and Practical Conference “Scientific and Practical Results in 2016. Prospects for Their Development” (December 27-28, 2016, Dubai, UAE) № 1(17), Vol.1, January, 2017. -С. 34-35.
51. Бердияров Б.Т., Убайдуллаев А.У., Акромов У.А. Технология переработки коллективных свинцово-цинковых концентратов. // IV Международная научная конференция «Техническая наука: теория и практика» - Казань, (Россия) ноябрь, 2018. - С. 36-37.
52. Khasanov A.S. Berdiyarov B.T. Research of education and prevention of ferrite and silicates of zinc when roasting sulphidic zinc concentrates in furnaces of the boiling layer. Austria. European science Review, 2018. - № 11-12. - P. 62-66.
53. Yusupходjayeв А.А., Khasanov A.S., Berdiyarov B.T., Matkarimov S.T.

Increase in efficiency of processing of collective zinc-lead concentrates. International journal of advanced research in science, engineering and technology. India. Vol. 6, Issue 1, January, 2019.- P. 7812-7817.

54. Berdiyarov B.T., Yusupkhodjayev A.A., Khasanov A.S. Improvement of technology of heat treatment of the zinc concentrate for the purpose of increase in complexity of use of raw materials. International journal of advanced research in science, engineering and technology. India. Vol. 6, Issue 2, February, 2019,

55. Yusupkhodjayev, Anvar & Matkarimov, Sokhibjon Turdaliyevich & Berdiyarov, Bakhriddin. (2020). Improvement of Technology of Processing of Persistent Gold-Bearing Ores and Concentrates Using Oxidative Burning. Journal of Surface Engineered Materials and Advanced Technology. 9. 4793-4796. 10.35940/ijeat.B3935.129219.

56. Yusupkhodjayev, Anvar & Matkarimov, Sokhibjon Turdaliyevich & Berdiyarov, Bakhriddin. (2019). 978-620-0-44248-2.

57. Matkarimov, Sokhibjon Turdaliyevich & Yusupkhodjayev, Anvar & Berdiyarov, Bakhriddin. (2019). Technological Parameters of the Process of Producing Metallized Iron Concentrates from Poor Raw Material. 8. 600-603. 10.35940/ijitee.K1586.0881119.

58. Matkarimov, Sokhibjon Turdaliyevich & Yusupkhodjayev, Anvar & Berdiyarov, Bakhriddin. (2019). Development of Technology of Release of Iron and Its Oxidic Connections from Dump Steel-Smelting Slag. 10.20944/preprints201907.0268.v1.

59. Khasanov, A. & Berdiyarov, Bakhriddin. (2019). RESEARCH OF EDUCATION AND PREVENTION OF FERRITE AND SILICATES OF ZINC WHEN ROASTING SULPHIDIC ZINC CONCENTRATES IN FURNACES OF THE BOILING LAYER. European Science Review. 62-66. 10.29013/ESR-19-11.12.1-62-66.

60. Berdiyarov, Bakhriddin & Yusupkhodjayev, Anvar & Khasanov, A.. (2019). Improvement of Technology of Heat Treatment of the Zinc Concentrate for the Purpose of Increase in Complexity of Use of Raw Materials. International Journal of Engineering and Technology. 6. 8157-8163.

61. Matkarimov, Sokhibjon Turdaliyevich & Berdiyarov, Bakhriddin & Yusupkhodjayev, Anvar. (2019). Increase in Efficiency of Processing of Collective Zinc-Lead Concentrates. 6. 7812-7817.

62. Yusupkhodjayev A.A., Valiyev X.R., Ochildiyev Q.T., Matkarimov S.T., Nuraliyev O.U., Jumankulov A.A. Development of Technology of Receiving Quality Raw Materials for Smelting of Steel from Local Iron Ore Fields // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. Vol. 6, Issue 2, February 2019. pp. 8144 – 8149.

63. Sokhibjon T. Matkarimov, Sardor Q. Nosirkhudjayev, Qakhramon T. Ochildiyev, Oybek U. Nuraliyev, Begzod R. Karimdjonov. Technological Processes of Receiving Metals in The Conditions of Moderate Temperatures // International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering, Volume-8, Issue-12, October 2019. P. 1826 – 1829. DOI: 10.35940/ijitee.L2856.1081219

64. А.А. Юсупходжаев, С.Т. Маткаримов, К.Т. Очилдиев. Малоотходные технологии в медном производстве. Ташкент: ТашГТУ. -100 с.

65. Yusupxodjayev A.A., Ochildiyev Q.T., Karimjonov B.R. Umumiy metallurgiya. Amaliy mashg'ulotlar uchun uslubiy qo'llanma. Toshkent: ToshDTU, 2019. -22 b.

66. Yusupxodjayev A.A., Ochildiyev Q.T., Karimjonov B.R. Umumiy metallurgiya. Laboratoriya ishlari uchun uslubiy qo'llanma. Toshkent: ToshDTU, 2019. -16 b.

67. Abjalova H.T., Ochildiyev Q.T. The development of non-waste technology in mining and metallurgical productions. "Fan va Texnika taraqqiyotida intellektual yoshlarning o'rni" nomli Respublika ilmiy-texnikaviy anjumanning ma'ruzalar to'plami/ Toshkent: ToshDTU, aprel, 2019 y. 531-533 b.

68. Маткаримов С.Т., Худояров С.Р., Очилдиев К.Т., Самадова Л.Ш. Исследование свойств сталеплавильных шлаков, влияющих на показатели гравитационного обогащения. Вестник ТашГТУ. №1(102) 2018, 155-160 с.

69. Yusupxodjayev A.A., Hojiyev Sh.T., Ochildiyev Q.T. Gidrometallurgiya jarayonlari nazariyasi: amaliy mashg'ulotlar uchun uslubiy ko'rsatmalar. –Toshkent: ToshDTU, 2020. -132 b.

70. Yusupxodjayev A.A., Hojiyev Sh.T., Ochildiyev Q.T. Gidrometallurgiya jarayonlari nazariyasi: laboratoriya ishlari uchun uslubiy ko'rsatmalar. –Toshkent: ToshDTU, 2020. -36 b.

71. Yusupxodjayev A.A., Hojiyev Sh.T., Ochildiyev Q.T. Gidrometallurgiya jarayonlari nazariyasi [Matn]: darslik. – Toshkent: "Tafakkur" nashriyoti, 2020. – 250 b.

72. Маткаримов С.Т., Худояров С.Р., Ахмаджанов А.З., Носирхужаев С.К. Исследование свойств сталеплавильных шлаков АО «Узметкомбинат», влияющих на показатели гравитационного обогащения// ADVANCED SCIENCE: сборник статей II Международной научно-практической конференции. В 2 ч. Ч. 1. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». – 2018 г. – С. 56-60.

73. Маткаримов С.Т., Носирхужаев С.К., Нуралиев О.У., Норкулова Э.Т., Сафаров А.Х. Технология переработки медных шлаков сульфидированием её окисленных соединений// WORLD SCIENCE: PROBLEMS AND INNOVATIONS: сборник статей XI Международной научно-практической конференции. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». – 2018 г. С. 92-95

74. Юсупходжаев А.А., Маткаримов С.Т., Носирхужаев С.К., Юлдашева Н.С. СОВРЕМЕННАЯ ТЕОРИЯ СТРОЕНИЯ ЖИДКИХ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ШЛАКОВ И РАЗРАБОТКА НА ЕЁ ОСНОВЕ СПОСОБА ЗАЩИТЫ ОГНЕУПОРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ОТ РАЗРУШЕНИЯ//WORLDSCIENCE: PROBLEMS AND INNOVATIONS: сборник статей XXXVII Международной научно-практической конференции Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». – 2019 г. С. 67-69

75. Ахмаджанов А.З., Носирхужаев С.К. Исследование свойств сталеплавильных шлаков АО «Узметкомбинат»// EUROPEAN SCIENTIFIC CONFERENCE: сборник статей X Международной

научно-практической конференции. В 1ч. Ч.1 – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». – 2018 г. С 129-131

76. Yusupkhodjayev A.A., Nosirkhodjayev S.Q., Matkarimov S.T., Karimdjonov B.R. Physical and Chemical Transformations of Components of Fusion Mixture at Their Heating in Metallurgical Furnaces// International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology, India, Vol. 6, Issue 1, January 2019, P. 7880-7884.

77. Sokhibjon T. Matkarimov, Sardor Q. Nosirkhodjayev, Qakhramon T. Ochildiyev, Oybek U. Nuraliyev, Begzod R. Karimdjonov. Technological Processes of Receiving Metals in The Conditions of Moderate Temperatures // International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering, Volume-8, Issue-12, October 2019. P. 1826 – 1829. DOI: 10.35940/ijitee.L2856.1081219

78. Маткаримов С.Т., Худояров С.Р., Носирхужаев С.К. Методические указания к лабораторным работам "Металлургия благородных металлов". - Ташкент: ТашГТУ, 2018.-32с.

79. Маткаримов С.Т., Худояров С.Р., Носирхужаев С.К. Методические указания к лабораторным работам "Металлургия тяжелых цветных металлов". – Ташкент: ТашГТУ, 2018.-20 с.

80. S.T. Matkarimov, S.R. Xudoyarov, S.Q. Nosirxojayev. "Og'irranglimetallarmetallurgiyasi" fanidan laboratoriya ishlarini bajarish uchun uslubiy ko'rsatmalar. – Toshkent: ToshDTU, 2018.-20 b.

81. S.T. Matkarimov, S.R. Xudoyarov, S.Q. Nosirxojayev. "Nodir metallar metallurgiyasi" fanidan laboratoriya ishlarini bajarish uchun uslubiy ko'rsatmalar. – Toshkent: ToshDTU, 2018.-28 b.

82. S.R. Xudoyarov, S.T. Matkarimov, S.Q. Nosirxojayev. "Nodir metallar metallurgiyasi" fanidan ma'ruzalar matni. I-qism–Toshkent: ToshDTU, 2018.-156 b.

83. S.R. Xudoyarov, S.T. Matkarimov, S.Q. Nosirxojayev. "Nodir metallar metallurgiyasi" fanidan ma'ruzalar matni. II-qisim–Toshkent: ToshDTU, 2018.-76 b.

84. S.R. Xudoyarov, S.T. Matkarimov, S.Q. Nosirxojayev. "Metallurgik jarayonlarda issiqlik va massa almashuv" fanidan laboratoriya ishlarini bajarish uchun uslubiy ko'rsatmalar. – Toshkent: ToshDTU, 2018.-48 b.

85. А.А.Юсупходжаев, С.Т. Маткаримов, С.К.Носирхужаев. Малоотходные технологии в черновой металлургии. Ташкент:ТашГТУ-143с.

86. Юсупходжаев А.А., Маткаримов С.Т., Носирхожаев С.К. Эффективные технологии пирометаллургии меди// Publisher: LAP LAMBERT Academic Publishing is a trademark of International Book Market Service Ltd., member of OmniScriptum Publishing Group 17 Meldrum Street, Beau Bassin 71504, Mauritius.

## MUNDARIJA

	Kirish	3
1-ma'ruza	Kirish. Nodir metallar metallurgiyasini rivojlanish tarixi .....	4
2-ma'ruza	Oltin va kumushning fizika-kimyoviy xossalari .....	12
3-ma'ruza	Oltin va kumushning ruda va minerallari .....	20
4-ma'ruza	Oltin va kumush tarkibli rudalarni qayta ishlashga tayyorlash va boyitish jarayonlari .....	26
5-ma'ruza	Rudalardan oltinni ajratishning gravitatsion usuli .....	35
6-ma'ruza	Oltin saqlovchi rudalarni sianlash jarayonining fizik-kimyoviy asoslari .....	45
7-ma'ruza	Sianlash jarayonining amaliyoti va dastgohlari .....	54
8-ma'ruza	Oltin saqlovchi rudalarni uyumda tanlab eritish .....	59
9-ma'ruza	Sianlash jarayoniga unsur elementlarning ta'siri .....	69
10-ma'ruza	Sianli bo'tanani quyuqlashtirish va filtrlash .....	86
11-ma'ruza	Sianli eritmalardan oltinni ruz kukuni bilan cho'ktirish .....	90
12-ma'ruza	Oltin va kumushni ionalmashuv qatronlari bilan sorbsion tanlab eritish .....	98
13-ma'ruza	Sorbsion tanlab eritishning texnologik sxemalari, asosiy parametrlari va dastgohlari .....	104
14-ma'ruza	To'yingan anionitdan nodir metallarni desorbsiyalash va anionitni regeneratsiyalash .....	114
15-ma'ruza	Oltin va kumushni kislotali tiomochevina eritmalaridan ajratib olish .....	121
16-ma'ruza	Oltin ajratib olish zavodlarining sianli chiqindilarini zararsizlantirish usullari .....	131
17-ma'ruza	Oltinni qaysar ruda va boyitmalardan ajratib olish usullari .....	138
18-ma'ruza	Oltin tarkibli qaysar rudalarni flotatsion boyitish .....	151
19-ma'ruza	Sul'fidli rudalarni tanlab eritish jarayoniga tayyorlash .....	159
20-ma'ruza	Mis elektrolitik shlamalaridan oltin va kumushni ajratib olish .....	162
21-ma'ruza	Oltin va kumushning affinaji, xom ashyoning moddiy tarkibi va uni affinajga tayyorlash .....	168
22-ma'ruza	Oltin va kumushni xlor yordamida affinajlash .....	173
23-ma'ruza	Oltinni elektrolitik rafinirlash jarayoni .....	175
24-ma'ruza	Affinajlashning kislotali usullari .....	178
25-ma'ruza	Oltin va kumush saqlovchi ikkilamchi xomashyoning tavsifi va qayta ishlash usullari .....	179
26-ma'ruza	Elektron lomdan oltin va kumushni ajratib olish .....	183
27-ma'ruza	Elektron lomdan barcha qimmatbaho komponentlarni kompleks ajratib olish texnologiyasi .....	188
28-ma'ruza	Chet el davlatlarida elektron lomni qayta ishlash usullari .....	191

Tuzuvchilar: S.R. Xudoyarov, S.T. Matkarimov, S.Q. Nosirxo'jayev.

**NODIR METALLAR METALLURGIYASI**  
fanidan ma'ruzalar matni