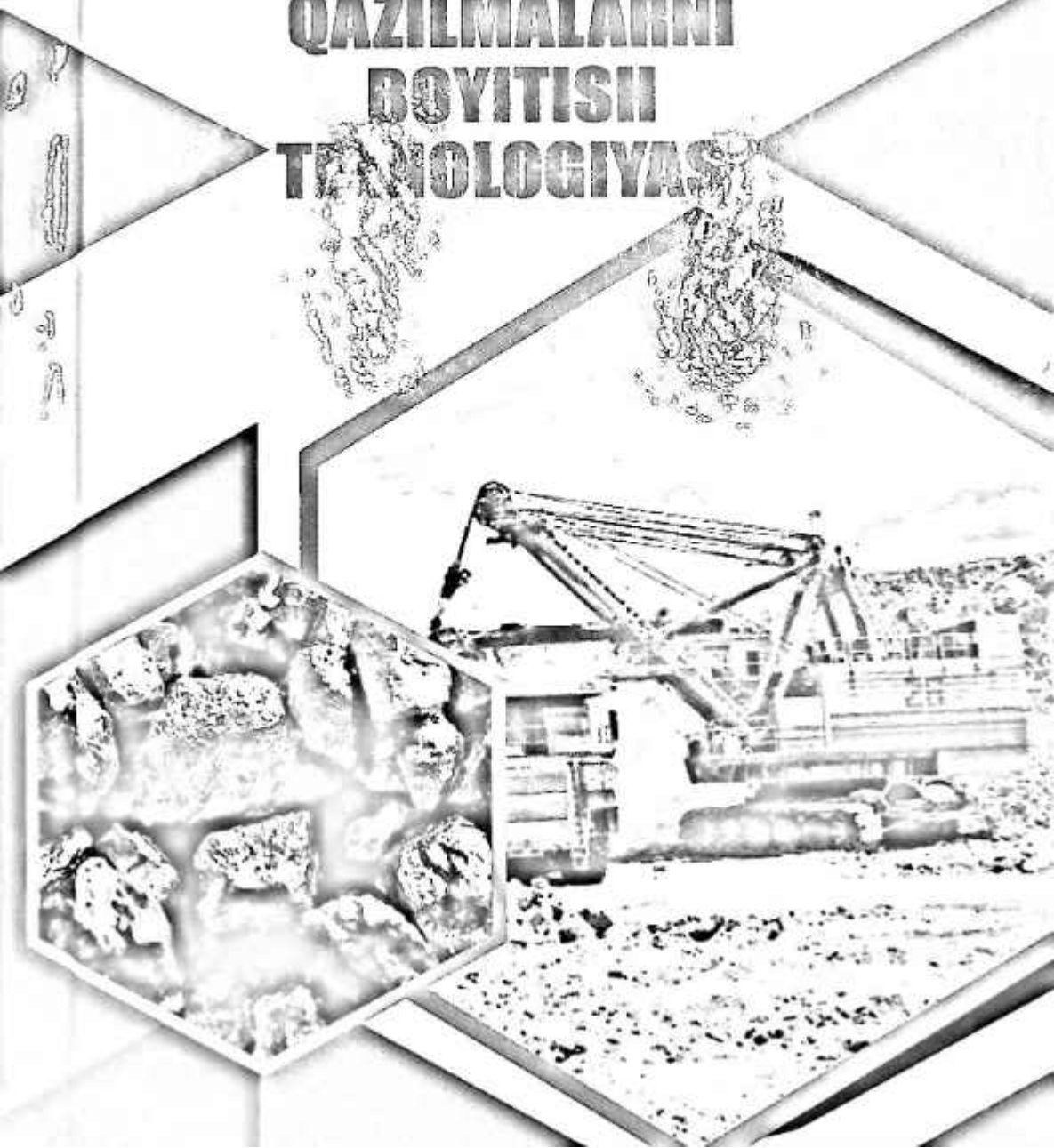


**Sh.N.Turobov, O.U. Fuzaylov, K.J.Xakimov,
T.T. Sirojov**

FOYDALI QAZILMALARNI BOYITISH TEKNOLOGIYASI



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

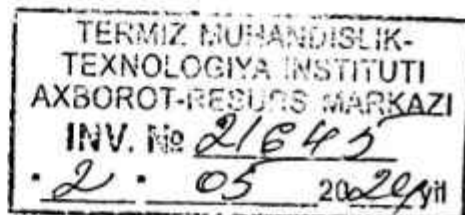
**Sh.N.Turobov, O.U. Fuzaylov, K.J.Xakimov,
T.T. Sirojov**

**FOYDALI QAZILMALARNI
BOYITISH TEXNOLOGIYASI**

O'zbekiston Respublikasi oliy va o'rta maxsus
ta'lim vazirligi tomonidan o'quv qo'llanma sifatida
tavsiya etilgan

**QARSHI
«INTELLEKT» NASHRIYOTI**

2022



UO'K 622.7(075)

BBK: 332.22

Sh.N.Turobov, O.U. Fuzaylov, K.J.Xakimov, T.T. Sirojov

Foydali qazilmalarni boyitish texnologiyasi [Matn]:

O'quv qo'llanma / Sh.N.Turobov, O.U.Fuzaylov, K.J.Xakimov, T.T. Sirojov:

– Qarshi. «Intellekt». 2022 – 122 b.

ISBN 978-9943-7376-5-5

Taqrizchilar:

A.N. Shodiyev,

Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti, "Konchilik ishi" kafedrası mudiri,
texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD).

B.I. Tolibov,

Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti,
"Metallurgiya" kafedrası prof.v.b., texnika fanlari doktori.

O'quv qo'llanmada har qaysi rudali va noruda foydali qazilmalarni boyitish texnologiyasi: alohida ruda tarkibidagi qimmatbaho komponentning asosiy xossalari va xalq xo'jaligida ishlatilish o'rnleri, minerallari va rudalari, rudlarning boyitiluvchanligi, minerallarning flotatsoylanish qobiliyati, boyitishning sxemalari, flotatsiya sxemalarining bosqichliligi, kollektiv, selektiv va kombinatsiyalashgan sxemalarda boyitish sharoitlari, flotatsiya usulida boyitishning reagent tartibi va boyitishning texnologik rejimi hamda ko'rsatkichlariga ta'sir ko'rsatuvchi omillar haqida ma'lumotlar keltirilgan.

O'quv qo'llanma "Foydali qazilmalarni boyitish texnologiyasi" fanining o'quv dasturi asosida tuzilgan bo'lib, 5311600 – "Konchilik ishi" yo'nalishi talabalari hamda boyituvchi mutaxassislar uchun mo'ljallangan.

ISBN 978-9943-9308-5-8

© «Intellekt» nashriyoti, 2022

KIRISH

Dunyo iqtisodiyotining rivoji yoqilg'i-energetik va boshqa turdagi mineral resurslarning qo'llanilishining doimiy ortishi bilan boradi. Rangli va ligerlovchi metallarning ishlatilishi oxirgi 100 yil ichida 3-5 marta ortdi. XXI asrda barcha turdagi mineral xomashyolarning ishlatilishi jadallashgan sur'atda davom etmoqda. Yaqin 50 yilda mineral xomashyolarni qazib olishning hajmi 5 martadan ko'proq ortishi taxmin qilinmoqda.

Shu bilan bir qatorda qayta ishlanayotgan rudalarning tarkibidagi qimmatbaho komponentlarning miqdori to'xtovsiz pasaymoqda. Oxirgi 20 yil ichida rudalar tarkibidagi rangli metallarning miqdori 1,3-1,5 marta kamaydi, boyitishga kelayotgan umumiy massa bo'yicha murakkab tarkibli rudalarning miqdori 40% gacha ortdi.

Qayta ishlanadigan foydali qazilmalar tarkibining murakkablashishi, ekspluatatsiyaga yangi turdagi konlarni jalb qilish va xomashyodan kompleks foydalanish konchilik sohalarining barcha jabhalarini bitta umumiy texnologiyaga integratsiyalash zaruratini yuzaga keltiradi.

Qayta ishlashga qimmatli komponentlarning miqdori past bo'lgan mayin donador va bir biriga yaqin texnologik xususiyatga ega mineralli rudalar jalb qilinmoqda. Shu sababli, tarkibida qo'rg'oshin, mis yoki qalay ko'p bo'lgan ayrim rudalar to'g'ridan-to'g'ri metallurgiya sanoatiga eritishga yuborilgan o'tgan yillardagidan farqli o'laroq, keyingi yillarda qazib olingan rangli va nodir metallar rudalari ulardan to'g'ridan-to'g'ri metall ishlab chiqarish uchun yaroqsiz bo'lib qolgan va ularni qayta ishlash dastlabki boyitilmasdan iqtisodiy jihatdan samarasizdir.

Hozirgi vaqtda rudalardan qimmatbaho komponentlarni ajratib olishning yangi nazariyalari va texnologiyalari mavjud bo'lib, yanada ilg'or apparat va uskunalar ishlab chiqilgan va sanoatda sinovdan o'tgan.

O'quv qo'llanmada rangli metallurgiya xomashyo bazasi tavsifi keltirilgan, rangli metall rudalarini moddiy tarkibining xususiyatlarini

ko'rib chiqilgan, texnologik sxemalar va rejimlarni keltirilgan, rudalarni qazib olishning dastlabki bosqichlaridan boshlab boyitish uchun tayyorlash jarayonlarini ochib berilgan, qazib olish va boyitish jarayonlarida xomashyodan kompleks foydalanishni ta'minlovchi rudalarni oldindan boyitish uchun optimal sharoitlar keltirilgan. Bundan tashqari, xulosada ishlab chiqarishni tashkil etish tamoyillari va rangli metallar rudalarini boyitish texnikasi va texnologiyasini rivojlantirish istiqbollari haqida so'z boradi.

I BOB. METALLI FOYDALI QAZILMALARNI BOYITISH TEXNOLOGIYASI

1-§. Foydali qazilmalarni boyitish texnologiyasi fani to'g'risida umumiy ma'lumotlar

Foydali qazilmalarni boyitish qattiq foydali qazilmalarni boyitma, ya'ni sifati dastlabki ruda sifatidan yuqori, xalq xo'jaligida keyingi ishlatish uchun qo'yiladigan talablarga javob beruvchi mahsulot olish maqsadida qayta ishlovchi sanoat tarmog'i hisoblanadi.

Foydali qazilma va boyitish mahsulotlarining sifati ulardagi qimmatbaho (foydali) komponent, qo'shimchalar, yo'ldosh elementlarning miqdori, shuningdek, mahsulotning yirikligi va namligi bilan aniqlanadi.

Qimmatbaxo komponent deb shu qimmatbaxo komponentni ajratib olish uchun foydali qazilma qazib olinayotgan element yoki tabiiy birikmaga aytiladi. Masalan, mis, qo'rg'oshin, temir, asbest misli, qo'rg'oshinli, temirli va asbestli rudalarda tegishli ravishda qimmatbaxo komponentlar hisoblanadi.

Qo'shimchalar foydali va zararli bo'lishi mumkin.

Foydali qo'shimcha deb foydali qazilmada uncha ko'p bo'lmagan miqdorda mavjud bo'luvchi, qimmatbaho komponentga ilashib uning sifatini yaxshilovchi va ajralishini osonlashtiruvchi element yoki tabiiy birikmalarga aytiladi.

Zararli qo'shimchalar deb foydali qazilmada uncha ko'p bo'lmagan miqdorda mavjud bo'luvchi, qimmatbaxo komponentga ilashib uning sifatiga salbiy ta'sir etuvchi va ajralishini qiyinlashtiruvchi elementlar yoki tabiiy birikmalarga aytiladi.

Yo'ldosh elementlar deb foydali qazilma tarkibida uncha katta bo'lmagan miqdorda uchraydigan, foydali qazilma tarkibidan ajratish uni er qaridan asosiy qimmatbaho komponent bilan birga qazib olinayotganligi uchungina iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofik bo'lgan qimmatbaho komponentlarga aytiladi. Masalan, polimetal rudalardagi nodir metallar, temirli rudalardagi boshqa rangli metallar, misli

rudalardagi molibden va h.k. lar yo'ldosh elementlarga kiradi. Boyitishda yo'ldosh elementlar yo alohida mahsulotlarga, yoki asosiy qimmatbaho komponent bilan birga ajratilishi mumkin.

Foydali qazilmaning va boyitish mahsulotlarining sifati ularda qimmatbaho komponentning miqdori qancha ko'p va zararli qo'shimchalarning miqdori qancha kam bo'lsa shuncha yuqori bo'ladi. Mahsulotning sifati qancha yaxshi bo'lsa, u shuncha boy bo'ladi, chunki ko'p miqdorda qimmatbaho komponent saqlaydi. Shuning uchun dastlabki rudaga nisbatan boyroq mahsulot – boyitma olish maqsadida foydali qazilmani qayta ishlash jarayonlari foydali qazilmalarni boyitish deyiladi.

Ba'zan, mahsulotda foydali qazilma va boyitish mahsulotlarining sifati bo'laklarning yirikligiga bog'liq.

Foydali qazilma tarkibidagi qimmatbaho komponentlarning miqdori ularga qo'yiladigan talablardagidan past bo'lmagan hollardagina ular to'g'ridan-to'g'ri metallurgik yoki kimyoviy qayta ishlashga tushadi. Foydali qazilmalarning ko'pchiligi tabiiy holda bu shartlarga javob bermaydi. Foydali qazilmalarni qayta ishlash tsikliga boyitish operatsiyalarining kiritish qazib olinayotgan foydali qazilma tarkibidan boy mahsulot – boyitmani ajratishga va xom - ashyoni yuqori iqtisodiy samara bilan ishlatishga imkon beradi. Bu holda quyidagi afzalliklarga erishish mumkin:

- foydali qazilmalarning sanoat zaxiralari ortadi, chunki kambag'al rudalarni ham qazib olish imkoniyati tug'iladi;

- ishlab chiqarish unumdorligi ortadi va qazib olish sistemasi soddalashadi, ya'ni foydali qazilmani qazib olish ishlari arzonlashadi, chunki rudani tanlab emas yaxlit holda qazib olish, kon ishlari to'liqroq mexanizatsiyalashga erishish mumkin bo'ladi;

- foydali qazilmani metallurgik va kimyoviy qayta ishlash arzonlashadi, ishlab chiqarish unumdorligi ortadi, chunki bu korxonalarga tushayotgan mahsulot tarkibidagi qimmatbaho komponentning miqdori ortishi bilan yonilg'i, flyuslar, koks, elektrenergiya, kimyoviy reaktivlar va h.k. lar sarfi kamayadi,

metallurgik pechlar va kimyoviy apparatlarning ishlab chiqarish unumdorligi ortadi, oxirgi mahsulotning sifati yaxshilanadi, qimmatbaho komponentning chiqindi tarkibida yo'qolishi kamayadi;

- foydali qazilma kompleks ravishda ishlatiladi, chunki boyitish ulardagi barcha qimmatbaho komponentlarni ham ajratishga imkon beradi;

- transport xarajatlari kamayadi, chunki ko'pchilik boyitish fabrikalari konga yaqin joyga quriladi va uzoq masofalarga qazib olingan rudaning butun hajmi emas, balki faqat boyitma tashiladi.

Kontsentratsiya sifatiga qo'yiladigan talablar *konditsiyalar* deyiladi va ularni berilgan foydali qazilmaning xususiyatlari va boyitish imkoniyatlarini hisobga olgan holda belgilanadi. Boyitish texnikasining zamonaviy xolatida erishish mumkin bo'lmagan konditsiyalarni o'rnatish mumkin emas. Qimmatbaho komponent miqdorining quyi chegarasiga, hamda zararli qo'shimchalar miqdorining yuqori chegarasiga, shuningdek boyitmaning yirikligi va namligiga ham konditsiyalar belgilanadi.

Respublikamiz xalq xo'jaligida mineral xom-ashyolarning turli ko'rinishlari katta miqdorda qo'llaniladi. Hozirgi paytda sanoat va qishloq xo'jalik mahsulotlari ishlab chiqarish uchun mineral hom-ashyoning 200 dan ortiq turi ishlatilmoqda.

Mavjud texnik-iqtisodiy sharoitda xalq xo'jaligida yetarli samara bilan ishlatilishi mumkin bo'lgan tabiiy mineral moddalar foydali qazilmalar deyiladi. Ular tabiiy holda va tegishli ravishda qayta ishlangan holda ishlatilishi mumkin.

Sifat va miqdor jihatidan xalq xo'jaligida ishlatishga yaroqli yer qaridagi mineral moddalarning to'plangan joyi foydali qazilma konlari deyiladi.

Mavjud texnik sharoitda qazib olinishi maqsadga muvofiq konlar sanoat konlari deyiladi. Foydali qazilmani qazib olish va boyitish texnikasi o'sishi bilan sanoat konlari hisoblanmagan konlar ham sanoat konlari kategoriyasiga o'tishi mumkin.

Muhim ahamiyatga ega foydali qazilmalar sanoat tarmog'ida ishlatilishiga qarab 3 ta asosiy guruhga bo'linadi: rudali, noruda va yonilg'i.

Metall yoki uning birikmalarini ajratib olish texnologik jihatdan mumkin va iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq minerallar agregati **ruda** deyiladi. Masalan, temir, marganets, rux, molibden, volfram va h.k. rudalari.

Mineral hom-ashyoning sifatiga qarab rudalar boy (yuqori navli), oddiy (o'rtacha sifatli) va kambag'al (past navli) rudalarga bo'linadi.

Tabiiy kimyoviy reaksiyalar asosida hosil bo'lgan tabiiy kimyoviy birikmalar minerallar deyiladi. Minerallar kimyoviy tarkibiga qarab sinflarga bo'linadi, ularning asosiylariga quyidagilar kiradi:

1. Tug'ma (sof) elementlar,

2. Sulfidlar (metallarning oltingugurt bilan birikmasi),

Molibdenit - MoS_2 , Kovellin - CuS , Xalkozin - Cu_2S , Xalkopirit - CuFeS_2 , Bornit - Cu_5FeS_4 , Sfalerit - ZnS , Galenit - PbS

3. Oksidlar (metallar va ba'zi elementlarning kislorod bilan birikmalari) Molibdit - MoO_2 , Povellit - CaMoO_4 , Vulfenit - PbMoO_4 , Smitsonit - ZnCO_3 , Anglezit - PbSO_4 , Galenit - PbS .

4. Silikatlar (metallarning kremniy va kislorod bilan birikmalari)

Kvarts - SiO_2 , Tridimit - SiO_2 , Kristobalit - SiO_2 , Xaltsedon - SiO_2
Opal - $\text{SiO} \cdot n\text{H}_2\text{O}$.

5. Alyumosilikatlar (alyuminiy saqlovchi silikatlar).

Anortit - $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$, Leytsit - $\text{K}_2\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}$, Ortoklaz - $\text{K}_2\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{16}$, Al'bit - $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{16}$

Rudadan xalq xo'jaligida ishlatish maqsadida ajratib olinadigan minerallar qimmatbaho yoki foydali minerallar deyiladi. Sanoat qimmatiga ega bo'lmagan minerallar puch tog' jinslari deyiladi.

Minerallarning bunday bo'linishi shartlidir, chunki bitta mineralning o'zi ayrim sharoitda qimmatbaho, boshqa sharoitda esa puch tog' jinsi bo'lishi mumkin. Masalan, kvarts oltinli rudalarda puch

tog' jinsi, keramika sanoati uchun esa qimmatbaho komponent hisoblanadi. Mahsulotni kompleks ravishda ishlatilishining ortishi puch tog' jinslari minerallarining sonini kamayishiga olib keladi.

Foydali qazilma konlari tub va sochma konlarga bo'linadi. Tub konlarda ruda o'zining dastlabki hosil bo'lgan joyida tog' jinslarining umumiy massivida yotadi. Sochma konlar esa tub konlarning suv, havo kislorodi, harorat va boshqa tabiiy omillar ta'sirida emirilishi natijasida hosil bo'ladi. Foydali qazilma qumlari tabiiy omillar ta'sirida tub konlar joylashgan joydan ancha masofaga ko'chishi mumkin.

Moddiy tarkibiga ko'ra rudalar qora, rangli, kamyob, nodir va radioaktiv metallar rudalariga bo'linadi. Rudalar, shuningdek, faqat bitta metall saqllovchi monometall va bir nechta metall saqllovchi murakkab polimetall rudalarga bo'linadi. Polimetall rudalar monometall rudalarga nisbatan ko'proq uchraydi va ularning tarkibidagi metallar ko'pincha sanoat ahamiyatiga ega bo'ladi. Polimetall rudalarga misol tariqasida mis va ruxli, rux va qo'rg'oshinli, molibden va volframli rudalarni keltirish mumkin.

Fizik xossalariga ko'ra rudalar quyidagicha bo'linadi: zichlik bo'yicha: og'ir - zichligi 3500 kg/m^3 dan yuqori, o'rtacha-zichligi $2500-3500 \text{ kg/m}^3$, engil-zichligi 2500 kg/m^3 dan kichik; namligi bo'yicha: o'ta nam, nam va quruq.

Fizik xossalari va kimyoviy tarkibiga ko'ra rudalar oson va qiyin boyitiluvchi rudalarga bo'linadi.

Sanoat tomonidan rudali xom-ashyoga qo'yiladigan talablar DST va texnik sharoitlar tarzida beriladi. Unga ko'ra mineral xom-ashyo qimmatbaho komponent, zararli qo'shimcha va ruda agregatining xususiyatiga qarab navlarga ajratiladi. Namlikning miqdori va granulometrik tarkibga ham cheklanishlar bor.

Ruda tarkibidagi har qaysi mineral ma'lum bir kimyoviy tarkibga va o'ziga xos tuzilishga ega. Bu minerallarning rang, zichlik, elektr o'tkazuvchanlik, magnitlanish qobiliyati va h.k. kabi doimiy va induvidual fizik xossalarini ta'minlaydi.

Nazorat uchun savollar:

1. Ruda konlari necha turga bo'linadi?
2. Moddiy tarkibiga ko'ra rudalar qanday turlarga bo'linadi?
3. Fizik xususiyatlariga ko'ra rudalar qanday turlarga bo'linadi?
4. Boyitishning xalq xo'jaligidagi roli nimadan iborat?
5. Foydali qazilmalarni boyitish deganda nima tushuniladi?

2-§. Mis va mis-pirit rudalarini boyitish texnologiyasi

Misning asosiy xususiyatlari va qo'llanilish sohalari

Mis — D.I. Mendeleyev davriy jadvalining birinchi guruhiga kiruvchi kimyoviy element bo'lib, atom nomeri 29, nisbiy atom massasi 63,546. Kristal panjarasi — tomonlari $3,597 \cdot 10^{-10}$ m bo'lgan qirralari markazlashgan kub. elektron strukturasi $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$ va s-elemenga kiruvchi 7 ta erkin orbitalari soniga ega. Uch valentli misning birikmasi, masalan Si_2O_3 kuchli oksidlovchi hisoblanadi. Mis bir qancha bir valentli birikmalar hosil qiladi, ammo u uchun ikki valentli birikma xarakterli hisoblanadi.

Misning atom radiusi $1,28 \cdot 10^{-10}$ m, bir valentli misning ion radiusi $0,96 \cdot 10^{-10}$ m, ikki valentli misning ion radiusi esa $0,8 \cdot 10^{-10}$ m. Misning zichligi $20^\circ C$ haroratda $8,96 \text{ g/sm}^3$ ga teng. erish harorati $1083^\circ C$, qaynash harorati $2600^\circ C$. Misni keng qo'llanilishiga sabab bo'lgan asosiy xususiyatlaridan biri uning yuqori issiqlik o'tkazuvchanligi ($20^\circ C$ haroratda $394,279 \text{ Vt/(m}\cdot K)$) va kam elektr qarshilikga egaligidir ($20^\circ C$ haroratda $1,68 \cdot 10^{-8} \text{ Om}\cdot m$). Mis kumushdan so'ng eng yaxshi o'tkazuvchan hisoblanadi.

Mis nomagnit, uning magnit singdiruvchanligi $5,27 \cdot 10^{-6}$ ga teng. Kam miqdordagi fosfor, margimush, surma va alyuminiy uning issiqlik o'tkazuvchanligini pasaytiradi, vismut va qo'rg'oshin qo'shimchalari misni sinuvchanligini oshiradi, oltingugurt qo'shimchasi esa sovuqda havoda misni mo'rtlashtiradi. Mis bilan qattiq aralashma hosil qiluvchi ko'p elementlar uning elektr o'tkazuvchanligini pasaytiradi.

Misning kimyoviy faolligi sust. Xona haroratida namlik va SO_2 gazi ta'sirida misning yuzasi karbonat qobig'i bilan qoplanadi va u qobiq keyinchalik misni oksidlanishdan saqlaydi. 375°C gacha qizdirilganda misning yuzasi SiO gacha oksidlanadi. 1100°C gacha qizdirilganda misning sirt yuzasida SiO qatlami, ichida esa Si_2O hosil bo'ladi.

Mis (N.A. Menshutkin tasnifiga ko'ra) kumush, kadmiy, simob, qo'rg'oshin va vismut bilan bir qatorda IV analitik guruhga kiradi va vodorod sulfidi bilan rN 0,5 da erimaydigan sulfidlar hosil qilgan holda yengil cho'kadi. Temir, kobalt va nikel singari mis ham kompleks hosil qilishga moyil. Bu esa ammiakli kompleks olish uchun muhim sanoat ahamiyati kasb etadi.

Misning yuqori elektr o'tkazuvchanligi, issiqlik o'tkazuvchanligi va egiluvchanligi uning texnikada keng qo'llanilishiga sabab bo'ladi. 50 % qazib olinadigan mis elektrotexnika sanoatida kabel, shin va boshqalarni ishlab chiqarish uchun sarflanadi. Misdan muzlatkichlarning detullari, issiqlikalmaztirgichlar yasaladi. Qazib olinayotgan misning 40 % ga yaqini har xil qotishmalar (ulardan asosiylari latun va bronza hisoblanadi) olish uchun ishlatiladi. Bundan tashqari mis sulfati, mineral o'g'itlar va san'at asarlari uchun mahsulotlar olish uchun foydalaniladi.

Misning minerallari va rudalari

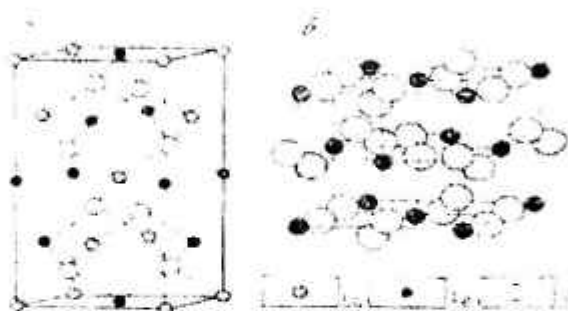
Ma'lum bo'lgan 170 ta mis mineralidan hozirgi kunda 17 tasi sanoatda qo'llanilmoqda. Bu minerallar birinchi navbatda misning sulfidli minerallari – xalkopirit, bornit, xalkozin, kovellin, tetraedrit, tennantit, enargit, hamda oksidli minerallari – kuprit, malaxit, azurit, xrizokolla, broshantit, va xalkantitlardan iborat.

Konlarda mis alohida mineral sifatida uchrab turadi. Unda misning miqdori 97 – 99% gacha, hamda temir, kumush, qo'rg'oshin, oltin, simob va vismut qo'shimchalari uchraydi. Tug'ma misning zichligi $8,4 - 8,9 \text{ g/sm}^3$ va qattiqligi 2,5 – 3 ga teng.

Xalkopirit, yoki mis kolchedani, CuFeS_2 misning asosiy mineralaridan biri hisoblanib, u deyarli barcha genetik tipdagi konlarda uch-

raydi, ammo uning asosiy sanoat ahamiyatiga molik bo'lgan qismi gidrotermal konlar bilan bog'liq. Xalkopirit tarkibidagi misning miqdori 34,6%, temirning miqdori 30,5% va oltingugurtning miqdori 34,9% hamda juda kam miqdorda kumush, rux, oltin, mishyak, selen, tellur va qalay qo'shimchalari mavjud. u tetragonal sistemada kristallanadi. Kristal tuzulishi xuddi sfaleritning kristal tuzulishi singari bo'lib, ruxning o'rnida mis va temirning atomlari tartiblangan holda joylashadi, oltingugurtning atomi esa misning ikkita atomi va temirning ikkita atomi hosil qilgan tetraedrning ichida joylashadi (1- rasm).

Xalkopiritning rangi latunsimon sariq. Yanchish jarayonida sinish bazasida mis ioni hamda temir va oltingugurt ionlari joylashadi.



1-rasm. Xalkopirit (a) va pirit (b)ning kristal strukturasi.

Bornit, Cu_5FeS_4 misning ikkilamchi sulfidli minerali hisoblanib, panjarasimon yoki plastinkasimon struktura hosil qilgan holda konlarda xalkopirit bilan bir vaqtda yoki undan keyin tarqaladi. Asosan xalkopirit-bornitli rudalarda uchraydi, kolchedan rudalarda esa kamdan kam hollarda uchraydi. Bornit tarkibida 52—65% mis, 8—18% temir, 20—27% oltingugurt va juda kam miqdorda kumush, kobalt va nikel qo'shimchalari uchraydi. Bornitning strukturasi koordinatsiyalashgan antifiyuritli ko'rinishga ega bo'lib, metal ionlari tetraedrik koordinatsiyalidir. Kristal strukturasi asosini 8 ta atrofida uch valentli temir atomini birlashtirgan oltingugurt atomi tashkil qilib, ular elementar kubning qirralarida va tomonlari o'rtasida joylashgan. Tetraedrning qirrasida joylashgan oltingugurt atomi juda

zich kubsimon to'qima hosil qiladi. Tetraedrning tomonlarida har juft S^{2-} atomi o'rtasida Cu^+ atomi joylashadi. Bunday holatda 48 ta mis joylashishi kerak bo'lgan o'ringa 40 ta joylashadi, bunga sabab, bornitdagi qisman mis Cu^{2+} gacha oksidlanganidir. Bornitning rangi to'q qizil, kukunda esa qora. Singanda sinish tekisligida noto'g'ri shaklga ega bo'lgan zarrachalar hosil bo'ladi. Zichligi $4,9 - 5,3 \text{ g/sm}^3$. Qattiqligi 3. Bornit yarim o'tkazuvchan, solishtirma qarshiligi $10^{-5} - 10^{-3} \text{ Om}\cdot\text{m}$. Solishtirma magnit qabul qiluvchanligi $7,4 \cdot 10^{-6} \text{ sm}^3/\text{g}$.

Xalkozin, Cu_2S bir valentli mis atomining ikkilangan, uchlangan va tetraedrli koordinatsiyasi bilan koordinatsiyalangan murakkab strukturaga ega. Xalkozin tarkibida 79,9% mis, 20,1% oltingugurt hamda kumush, kobalt, nikel, mishyak, oltin va kam hollarda temir qo'shimchalari mavjud. Rangi qoramtir, ko'kimtir, kristallari tabletkasimon ko'rinishga ega. Zichligi $5,5 - 5,8 \text{ g/sm}^3$, qattiqligi 2,5—3, solishtirma qarshiligi $4 \cdot 10^{-4} - 4 \cdot 10^{-2} \text{ Om}\cdot\text{m}$, Solishtirma magnit qabul qiluvchanligi $(0,3 - 0,4) \cdot 10^{-6} \text{ sm}^3/\text{g}$. Xalkopirit va pirit aralashgan joyda ikkilamchi sulfidli tomirli-donador rudalarda uchraydi. Xalkozin asosan tarkibidagi misning miqdori yuqori bo'lgan skarnli kon rudalarining yuqori qatlamida joylashadi.

Kovellin CuS - sanoat ahamiyatiga ega bo'lgan rudalarda ikkilamchi sulfidli mineral ko'rinishida xalkozin bilan birgalikda uchraydi. U murakkab qatlamli strukturaga ega. Kovellin tarkibida 66,5% mis, 33,5% oltingugurt mavjud. Zichligi $4,6 - 4,7 \text{ g/sm}^3$, qattiqligi 1,5—2. Qo'shimcha sifatida temir, selen, kumush va qo'rg'oshin uchrashi mumkin. Rangi kukimtir. Yaxshi o'tkazuvchan, solishtirma qarshiligi $10^{-7} - 10^{-6} \text{ Om}\cdot\text{m}$. Magnitga tortilmaydi, Solishtirma magnit qabul qiluvchanligi $(0,04 - 0,24) \cdot 10^{-6} \text{ sm}^3/\text{g}$.

Asosiy mis minerallarining xarakteristikasi

Minerali	Formulasi	Misning miqdori, %	Zichligi, g/sm ³	Qattiqligi
Xalkopirit	CuFeS_2	34,6	4,1-4,2	3-4
Xalkozin	Cu_2S	79,9	5,5-5,8	2,5-3
Kovellin	CuS	64,5	4,6-4,7	1,5-2
Bornit	Cu_5FeS_4	63,3	4,5-5,3	3
Tetraedrit	$\text{Cu}_{12}\text{Sb}_4\text{S}_{12}$	45-51	4,4-5,1	3-4
Tennantit	$\text{Cu}_{12}\text{As}_4\text{S}_{12}$	45-51	4,4-5,1	3,5
Kuprit	Cu_2O	88,8	5,8-6,2	3,5-4
Tenorit	CuO	79,9	5,8-6,4	3,5-4
Malaxit	$\text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$	57,4	3,9-4,1	3,5-4
Azurit	$\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$	55,3	3,7-3,9	3,5-4
Xrizokolla	$\text{CuSiO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	Do 45	2-2,3	2-4
Xalkantit	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	25,4	2,2	2,5
Broshantit	$\text{Cu}_4(\text{SO}_4)(\text{OH})_6$	34,8	3,8	3,5-4

Barcha mistarkibli rudalarda, jumladan polimetal rudalarda ham temir sulfidi uchraydi. Uning qisqacha xarakteristikasi 2-jadvalda keltirilgan.

Temir sulfidi minerallarining xarakteristikasi

Minerali	Formulasi	Miqdori, %		Zichligi, g/sm ³	Qattiqligi
		temir	oltingugurt		
Pirit	FeS_2	46,5	53,5	4,9-5,2	6-6,5
Markazit	FeS_2	46,5	53,5	4,9	6-6,5
Pirrothin	$\text{Fe}_{1-x}\text{S}_{x+2}$	58,8	41	---	3,2-4,5

Pirit yoki oltingugurtli kolchedan barcha sulfidli rudalar tarkibida keng tarqalgan sulfidli mineral hisoblanadi. U asosan kolchedan rudalarda va kelib chiqishi gidrotermal konlarda uchraydi. Pirit tarkibida asosan ko'p uchraydigan qo'shimchalar kobalt, nikel va mishyak, bundan tashqari oltin, mis, kumush, surma, rux va marganets ham uchraydi.

Pirit konlarda asosan donador massa, vaqti vaqti bilan esa latunsimon sariq rangda uchraydi. Pirit yaxshi yarimo'tkazgich hisoblanadi.

Markazit piritning bir turi hisoblanib, u gidrotermal konlarda pirit hosil bo'ladigan haroratdan pastroq haroratda paydo bo'ladi. Pirit va pirrotinning doimiy yo'ldoshi hisoblanadi.

Mineral tarkibi, minerallarning o'lchami, rangli minerallar va bo'sh tog' jinsining donadorlik xarakteristikasi, konning shakli va hosil bo'lishiga qarab hozirgi vaqtda mis konlari 6 ta genetik guruhga bo'linadi. Ular 3-jadvalda keltirilgan.

3-jadval.

Rangli minerallar va bo'sh tog' jinsining donadorlik xarakteristikasi

Genetik guruh	Sanoat-genetik kon turi	Misning miqdori, %
Magmatik	Mis-nikelli, Vanadiy-temir-misli	1-2 0,5-2
Karbonatitli	Karbonatitli	---
Skarnli	Skarnli	2-3
Gidrotermal	Mis-porfirli, Kvarts-sulfidli, Tug'ma mis	0,3-2 2-5 ---
Kolchedanli	Mis-kolchedanli	1,5-8
Stratiformli	Misli qum va slantslar	1,5-6

Mis-porfirli rudalar qazib olinishi va zahirasiga ko'ra birinchi o'rinni egallaydi. Qidirib topilgan zahiralarning 60% dan ortig'i va

jahonda qazib olinayotgan misning 40% i ana shu turdagi rudalarga to'g'ri keladi.

Jahonda bu turdagi katta kon rudalari maydonlari birqancha. MDH davlatlarida Koundrad, Boshekul, Almaliq va Zakavkaz konlari shu guruhga kiradi. AQSH da G'arbiy Amerika mis porfirli belbog', Janubiy Amerikada esa Chili zonasi kiradi.

3-§. Mis va pirit minerallarining flotatsiyalanish xususiyatlari

Misning flotatsiyalanish xususiyati

Sulfidli mis minerallari sulfgidril yig'uvchi reagentlar yordamida etarlicha keng pH oralig'ida yaxshi flotatsiyalanadi, chunki ular yuqori so'riluvchanlik xususiyatiga ega bo'lib, sulfidli yuzaning oksidlanganlik darajasiga va misning miqdoriga bog'liq. Mis minerallarini ksantogenat bilan flotatsiyalanishishi quyidagi tartibda joylashtirish mumkin: xalkopirit < bornit < kovellin < xalkozin.

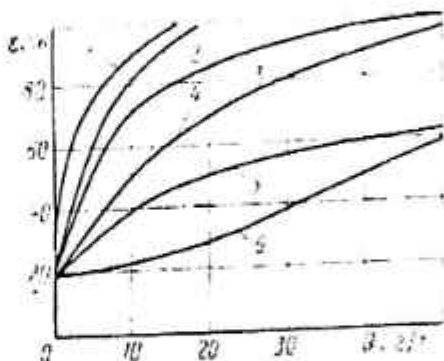
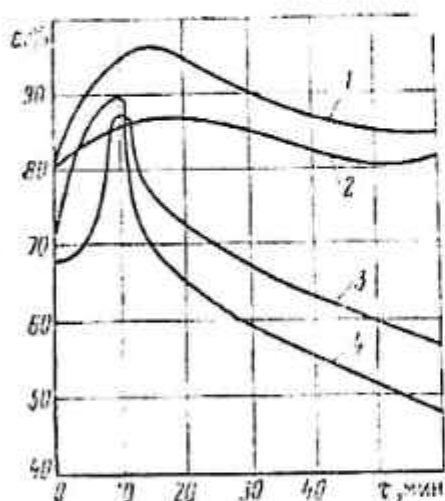
Mis mineralining yangi ochilgan toza yuzasi birqancha gidrofoblik xususiyatiga ega bo'lib, qisman oksidlanish uni yig'uvchi reagentga birikishini ta'minlaydi. Mineral yuzasini oksidlanishi tez sodir bo'ladi, asosan yanchish jarayonida. Uzoq vaqt davomida oksidlanish mineral yuzasida qiyin eriydigan oksidlangan birikmalar, masalan, xalkopiritda temir gidroksili paydo bo'lishiga sabab boladi va yig'uvchi reagentning so'rilishiga to'sqinlik qiladi, natijada mineralning flotatsiyalanish qobiliyati pasayadi.

Sulfidli mis minerallarini flotatsiyalashda eng keng tarqalgan sulfgidril yig'uvchi reagentlarga ksantogenatlar kiradi. Ularning yig'uvchanlik xususiyati uglevodorod radikali uzunligiga bog'liq. Xalkopirit butil ksantogenati yordamida pH muhit 6-11 oralig'ida yaxshi flotatsiyalanadi. Ditiyofosfat, ditiokarbonat va merkaptan yordamida esa pH muhit 1-13 oralig'ida flotatsiyalanadi.

Mis-qo'rg'oshin boyitmalarini ajratishda xalkopiritni tazyiqlovchisi sifatida sianid samarali qo'llaniladi. Sianidning tazyiqlash

samaradorligi muhitning pH iga va qo'llanilaytgan yig'uvchi reagentning turiga bog'liq.

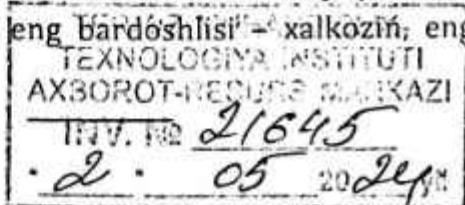
Yig'uvchi reagent sifatida etil ksantogenati qo'llanilganda muhitning pH i 7,5 da xalkopiritni tazyiqlash uchun kam miqdorda sianid qo'shish talab qilinadi. Yig'uvchi reagent sifatida butil ksantogenati qo'llanilganda esa xalkopiritni tazyiqlash uchun ko'p miqdorda sianid qo'shish talab qilinadi. Misning ikkilamchi sulfidlari sianid yordamila deyarli yomon tazyiqlanadi, bunga sabab, sianidli eritmada ularning yaxshi erishi va mustahkam mis-tsianli komplekslar hosil qilishidir. Ular uchun eng samarali tazyiqlovchi ferrotsianid $K_3Fe(CN)_6$ hisoblanadi va misning ikkilamchi sulfidlari (bornit, xalkozin va kovellin) ko'p miqdorda uchraganda mis-qo'rg'oshin boyitmalarini ajratishda qo'llaniladi.



2-rasm. Xalkopiritni flotatsiyalash davomiyligi va flotatsiyalanuvchanligini har xil ksantogenatlar yordamida ajralishiga bog'liqligi:

1-bornit, 2-xalkopirit, 3-xalkozin, 4-kovellin; ajralishni ksantogenatlar sarfi Q ga bog'liqligi: 1-geptilli, 2-nonilli, 3-izoamilli, 4-propilli, 5-etilli, 6-metilli.

Natriy sulfidi barcha mis sulfidi minerallarini tazyiqlovchisi hisoblanadi. Ulardan tazyiqlanishga eng bardoshlisi - xalkozin, eng



vaqson tazyiqlovchani esa xalkopiritdir. Xalkopirit natriy sulfidi bilan $\text{pH} > 5.5$ da xalkozin esa $\text{pH} > 7$ da tazyiqlana boshlaydi.

Krom kislotasining tuzi, oltingugurt ikki oksidi, sulfid kislotasi, sulfatlar va disulfidlar xalkopiritni deyarli umuman tazyiqlamaydi. Shuning uchun ular mis-qo'rg'oshin boyitmalarini ajratishda galenit va staleritni tazyiqlashda qo'llaniladi.

Oxaktashning tazyiqlovchi xususiyati pirit flotatsiyasiga qaraganda mis sulfidlari flotatsiyasida ancha yuqori, bu esa ularni ajratishda keng qo'llanilishini ta'minlaydi.

Sanoat ahamiyati kasb etgan oksidli minerallar – malaxit, azurit va kuprit sulfidril yig'uvchi reagentlar yordamida yaxshi flotatsiyalanadi. Lekin, albatta zarrachalar yuzasini dastlab natriy sulfidi Na_2S bilan sulfidlash zarur. Bu holda natriy sulfidining sarfi, muhitning pH i, sulfidlash davomiyligi va ksantogenat bilan aralashtirish davomiyligi muhim ahamiyat kasb etadi. Natriy sulfidi va ksantogenat bilan aralashtirish davomiyligi asosan 30 soniyadan oshmaydi, chunki uzoq vaqt davom etsa qayta hosil bo'lgan qobiqlar (plyonkalar) qatlamlana boshlaydi. Natriy sulfidining sulfidlashdagi o'rtacha sarfi bir tonna ruda uchun 200-1000 g ni tashkil qiladi. Agar natriy sulfidining sarfi ko'paysa, barcha oksidlangan minerallar yuzalari sulfidli qobiqlar (plyonkalar) bilan qoplanadi va ksantogenatning yutilishi umuman to'xtaydi, oqibatda mineralning flotatsiyalanishi tazyiqlanadi. Malaxit va azuritni sulfidlashda bo'tanada asosan Na_2S ni dissotsiatsiyasi natijasida hosil bo'lgan N_2S va NS^- qatnashganda optimal muhit pH 8-10 oralig'ida bo'ladi. Malaxit va azurit yog' kislotasi va ularning sovunlari, kam darajada – alkilsulfatlar yordamida ham flotatsiyalanadi.

Xrizokolla o'ta yomon flotatsiyalanuvchanligi bilan ajralib turadi. Hozirgi kunda xrizokollani ajratib olish uchun taqdim qilinayotgan reagentlar va reagent rejimlari o'ta murakkabligi va samarasizligi bilan ajralib turadi. Masalan, xrizokolla ksantogenat yordamida pH 9,5 muhitda 500 °C haroratda issiqlik bilan faollashtirilgandan so'ng flotatsiyalanadi. Mis silikatlar qatlamlanish (segregatsiya) usuli bilan ham ajratib olinishi mumkin. Bu usulda 1,65 mm o'lchamlagi ruda

NaCl (1% massasi bo'yicha) va koks yoki ko'mir (1,2 % massasi bo'yicha) bilan aralashtirilib, 800 °C haroratda 30 daqiqa davomida qizdiriladi. Natijada mis yupqa qatlam bo'lib koks yoki ko'mir yuzasida cho'kadi. So'ngra 0,15mm gacha yanchilib, pH 11,5-12 bo'lgan muhitda mis bilan birga amilli ksantogenat yordamida flotatsiyalanadi. Bu usul bilan tarkibida 1-2 % mis bo'lgan rudalardan tarkibida 60-70 % mis bo'lgan 95 % ajralishga ega bo'lgan boyitma olish mumkin.

Sulfidli mis va mis-piritli rudalarni boyitish texnologiyasi nisbatan osonligi bilan ajralib turadi. Bu esa ruda turi (donador yoki yalpi), mis minerallari va bo'sh tog' jinsining tarkibi, ularning donadorlik o'lchami, piritning flotatsiyalanish faolligi, minerallarning shlamlanishga moyilligi va boshqalarga uzviy bog'liqdir. Bu omillar avvalo flotatsiya sxemasining turi (kollektiv yoki to'g'ridan to'g'ri selektiv) va flotatsiya bosqichini aniqlaydi.

Engil boyitiluvchan donadorligi teng taqsimlangan mis minerallarini boyitishda katta unumdorlikka ega bo'lgan fabrikalarda aksaryat hollarda yanchish va tasniflash jarayonlari, asosiy flotatsiya, nazorat flotatsiyasi va bir-uch qayta tozalash flotatsiyasini o'zida jamlagan bir bosqichli flotatsiya sxemasi qo'llaniladi.

Notekis va murakkab donador mis rudalarini boyitishda ikki bosqichli flotatsiya sxemalarining bir necha turi qo'llaniladi

Agar rudada misning ikkilamchi sulfidli minerallari, asosan shlamlanishga moyil bo'lgan kovellin qatnashgan bo'lsa, birinchi bosqich yanchishdan so'ng 45-60 % -0,074mm sinfgacha yanchilgan mahsulot I asosiy flotatsiyaga boradi va tayyor mis boyitmasi olinadi. Nazorat mis flotatsiyasining boy chiqindisi 80-85 % - 0,074 mm gacha yanchilib, II bosqich mis flotatsiyasiga boradi. II bosqich mis flotatsiyasi boyitmasi qayta tozalash jarayonlaridan so'ng tayyor mis boyitmasiga qo'shiladi.

Mis rulalarining turlari va mis minerallari, pirit va bo'sh tog' jinsining donadorlik xarakteristikasiga bog'liq holda ikki xil sxema - kollektiv-selektiv va to'g'ridan to'g'ri selektiv sxemalar farqlanadi.

Donador mis rudalari (mis-porfirli, misli qumlar va tomirli rudalar) uncha ko'p bo'lmagan miqdorda pirit va mis (0,4-2%) tarkibga ega bo'lib, ulardan piritning miqdoriga qarab faqat mis boyitmasi yoki mis va pirit boyitmasi olinadi. Birinchi holatda kollektiv sxema, ikkinchi holda esa kollektiv-selektiv sxema qo'llaniladi.

Bu rudalarning o'ziga xosligi shundan iboratki, mis minerallari va piritni bo'sh tog' jinslaridan ajratish bir bosqichli yanchishdan (45-50% gacha - 0,074 mm sinfda) so'ng amalga oshirilishi mumkin.

Yuqorida ko'rsatilgan sinfda yanchishdan so'ng kollektiv-selektiv sxema yordamida mis va temir sulfidlari flotatsiyasi pH 7 dan baland bo'lmagan muhitda o'tkaziladi. Olingan kollektiv mis-pirit boyitmasi 80-95 % - 0,074 mm sinfgacha yanchilgandan so'ng pH 12-12,5 bo'lgan muhitda oxak va sianid yordamida piritni tazyiqlash maqsadida aralashtiriladi va mis flotatsiyasiga yuboriladi.

Donador rudalarning nazorat mis flotatsiyasi chiqindisida 30-35% dan ko'p bo'lmagan miqdorda oltingugurt bo'ladi. Shuning uchun ular ortiqcha ishqor pH 5-7 gacha yo'qotilgandan so'ng pirit flotatsiyasiga yuboriladi.

Sulfidli mis minerallari uchun yig'uvchi reagent sifatida ksantogenatlar (sarfi 10-30 g/t.) va ditiofosfatlar (sarfi 10 g/t) qo'llaniladi. MDH davlatlarida eng ko'p qo'llaniladigani butil ksantogenati bo'lib, u barcha misni boyitish fabrikalarida ishlatiladi.

Nazorat uchun savollar:

1. Ruda konlari necha turga bo'linadi?
2. Moddiy tarkibiga ko'ra rudalar qanday turlarga bo'linadi?
3. Fizik xususiyatlariga ko'ra rudalar qanday turlarga bo'linadi?
4. Boyitishning xalq xo'jaligidagi roli nimadan iborat?
5. Foydali qazilmalarni boyitish deganda nima tushuniladi?

4-§. Foydali qazilmalarni boyitishning texnologik sxemalari

Foydali qazilmalarni boyitish texnologiyasi, boyitish fabrikasida xomashyoni qabul qilishdan va tayyor mahsulotni chiqarish bilan yakunlangan alohida texnika yoki jarayonlardan iborat.

Kamdan kam hollarda boyitishni bir marta boyitishda tugatib, darhol boyitma va chiqindi olish mumkin. Ko'pincha shunday bo'ladi-ki, bir marta boyitishdan so'ng boyitma unchalik boy, chiqindi esa yetarli darajada kambag'al bo'lmay, ularni qaytadan boyitishga to'g'ri keladi.

Bu maqsadda boyitmani tozalash va chiqindini nazoratlash operatsiyalari o'tkaziladi. Shu ketma-ket jarayonlar boyitish operatsiyalari deyiladi, oldingi operatsiyadan keyingi operatsiyaga tushuvchi mahsulot oraliq mahsulot deyiladi.

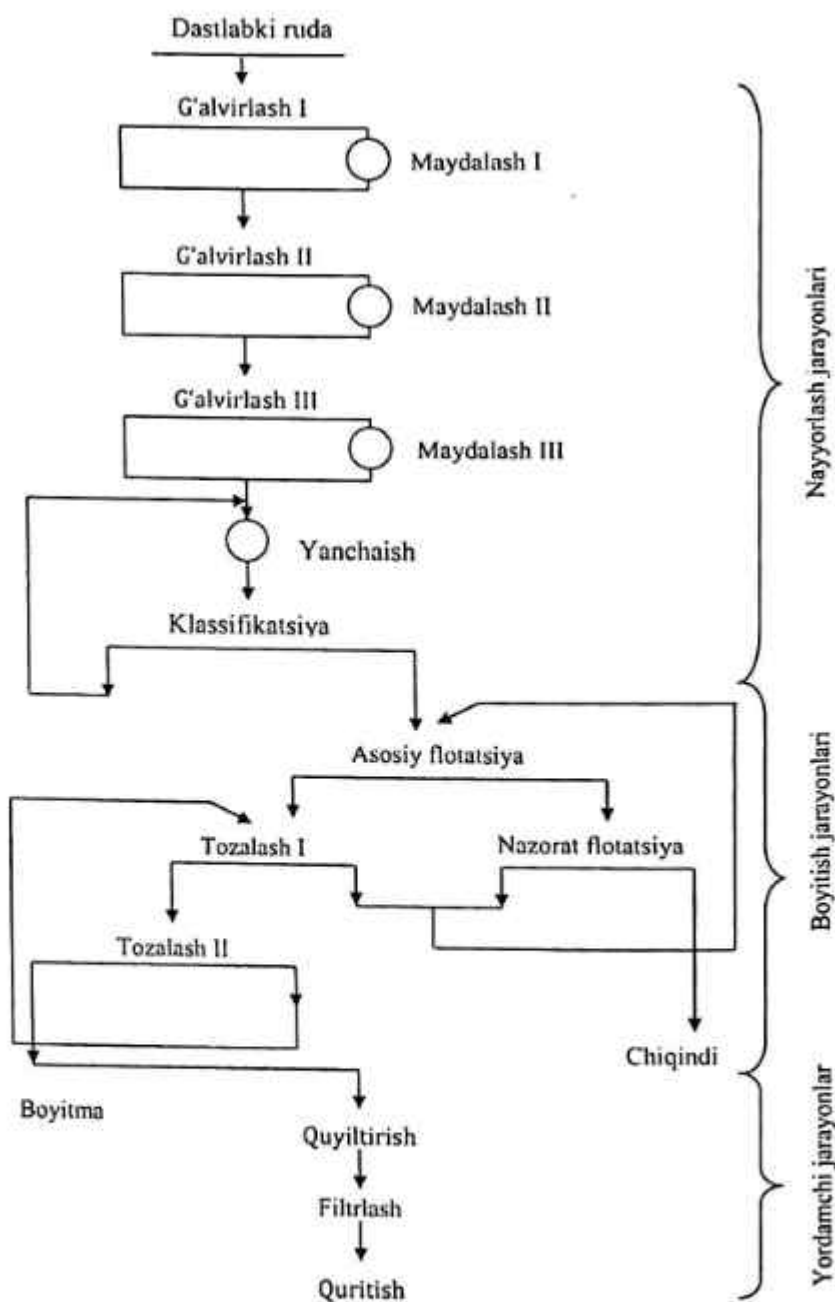
Texnologik operatsiyalar qalin gorizontal chiziqni 1-2 mm qalinligi bilan ifodalaydi, unda operatsiya nomi yoziladi. Mahsulotlar harakati o'q chiziqlar bilan ko'rsatilgan.

Mahsulotlarning vertikal va gorizontal harakatlanish yo'nalishlari kesishganda, mahsulot asosi gorizontal chiziqda ko'rsatiladi. 4-rasmda rudalarni boyitish uchun soddalashtirilgan sxema keltirilgan.

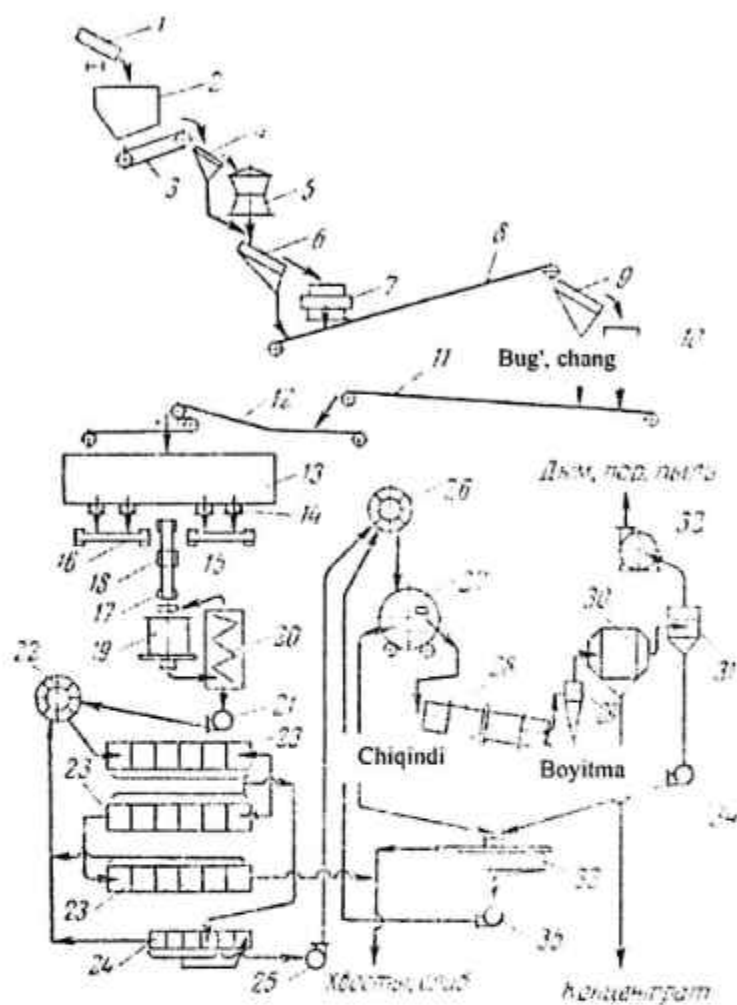
Xuddi shu boyitish sxemasi turli usullar bilan amalga oshirilishi mumkin. Shunday qilib, alohida operatsiyalar turli qurilmalarda amalga oshirilishi mumkin va bu ish bir yoki bir nechta mashinalarda amalga oshiriladi.

Boyitish fabrikasida foydali qazilma uchraydigan jarayonlarning ketma-ketligi *boyitishning texnologik sxemalarini* tashkil qiladi. Odatda sxemada dastlabki va boyitish mahsulotlarining sifati va miqdoriga doir ma'lumotlar, shuningdek, alohida jarayonlardagi qayta ishlash tartibi keltiriladi.

Boyitish sxemalari ma'lum tartibda tasvirlangan.



3-rasm. Flotatsiya boyitish fabrikasining texnologik sxemasi.



4-rasm. Flotatsiya boyitish fabrikasining apparatlar zanjiri sxemasi:

1-o'zi to'nkariladigan vagon; 2-qabul qiluvchi bunker; 3-plastinkasimon ta'minlagich; 4-panjarali g'alvir; 5-yirik maydalash uchun konusli maydalagich; 6 va 9-vibratsion g'alvirlar; 7-o'rta maydalash uchun konusli maydalagich; 8 va 11-tasmali konveyer; 10-mayda maydalash uchun konusli maydalagich; 12-bo'shatuvchi aravachali tasmali konveyer; 13-maydalangan ruda bunkeri; 14-maydalangan ruda ta'minlagichlari; 15- va 16-yig'ma tasmali konveyerlar; 17-qiya lentali konveyer; 18-konveyer tarozlari; 19-sharli tegirmon; 20-spiralli klassifikator; 21, 25, 34, 35-qum nasoslari; 22 va 26-bo'tana bo'luvchilar; 23 va 24-flotatsiya mashinalari; 27-ibarabanli vakuum-filtr; 28-barabanli kuritgich; 29-batareyali tsiklonlar; 30-elektr filtr; 31-ko'pikli chang ushlagich; 32-tutun so'ruvchi; 33-quyultirgich.

Bunday sxemalar *sifat-miqdor sxemalari* deyiladi. Alohida jarayonlarga va mahsulotlarga qo'shiladigan va alohida jarayon hamda mahsulotlardagi suvning miqdoriga doir ma'lumotlarni o'z ichiga olgan sxema *suv sarfi (shlam) sxemasi* deyiladi.

Texnologik sxemadan tashqari *uskunalar zanjiri sxemasi* ham tuziladi, unda foydali qazilma va boyitish mahsulotlarining uskunalar bo'ylab harakatlanish yo'nalishi grafik tarzda ifodalanadi.

Nazorat savollari

1. Boyitishning qanday sxemalarini bilasiz?
2. Boyitish sxemalarini tuzishda qanday omillar hisobga olinadi?
3. Suv shlam sxemasini hisoblash nima uchun zarur?
4. Uskunalar zanjir sxemasida nimalar ko'rsatiladi?
5. Uskunalar zanjir sxemasida tayyorlash jarayonlari uskunalari qanday ko'rinishda chiziladi?

5-§. Monometall rudalarning flotatsion sxemasi

Flotatsiya sxemalari. Foydali qazilmalarni flotatsiyalash jarayoni-da turli - tuman texnologik sxemalar qo'llaniladi. Flotatsion sxemani tanlash boyitilayotgan mahsulotning flotatsion xossasiga, boyitmaning sifatiga qo'yilayotgan talabga va bir qator texnik-iqtisodiy omillarga bog'liq.

Ko'p hollarda bitta flotatsiya operatsiyasi natijasida oxirgi boyitma va tashlab yuboriladigan chiqindi olishga erishilmaydi. Shuning uchun, flotatsiya sxemalari bir nechta flotatsiya jarayonlaridan tashkil topadi: asosiy flotatsiya, tozalash flotatsiyasi va nazorat flotatsiyasi.

Asosiy flotatsiya - flotatsion boyitishning birinchi jarayoni hisoblanib, qimmatbaho komponentni puch tog' jinslaridan ajratish maqsadida o'tkaziladi. Natijada xomaki boyitma va chiqindi olinadi.

Tozalash flotatsiyasi - o'zidan oldingi jarayonlarda olingan xomaki boyitmaning sifatini yaxshilash maqsadida o'tkaziladigan flotatsiya jarayoni.

Nazorat flotatsiyasi – asosiy flotatsiya natijasida olingan chiqindi tarkibidagi qimmatbaho komponentni yana bir bor ajratib olish maqsadida o'tkaziladigan operatsiya.

Flotatsion sxemalar – flotatsiya bosqichi va sikllarining soni bilan bir-biridan farq qiladi.

Flotatsiya bosqichi deb, mahsulotni ma'lum yiriklikkacha yanchib, keyin flotatsiyalash jarayonini o'z ichiga olgan texnologik sxemaning bir qismiga aytiladi.

Foydali mineralning xossasi va undagi mineral zarrachalarning o'lchamiga qarab bir yoki ko'p bosqichli flotatsion sxemalar ishlatiladi.

Flotatsiya sikli deb, qaytadan flotatsiyalanmaydigan bir yoki bir nechta tayyor mahsulotlar olinadigan flotatsiya jarayonlarining guruhiga aytiladi.

Qimmatbaho komponentlarning ajralish ketma-ketligiga qarab, polimetal rudalarni boyitishda kollektiv, selektiv va kollektiv-selektiv flotatsiya sxemalari mavjud bo'ladi.

Agar oxirgi boyitmaga bira-to'la bir nechta mineral (masalan, mis va nikel sulfidlari, mis-molibden, qo'rg'oshin-rux) ajralsa, bunday flotatsiya kollektiv flotatsiya deyiladi.

Agar rudadan qimmatbaho komponentlar ketma-ket ajratib olinsa, bunday flotatsiya selektiv flotatsiya deyiladi.

Kollektiv-selektiv flotatsiyada hamma qimmatbaho komponentlar avval kollektiv boyitmaga ajraladi, keyin esa undan alohida minerallar flotatsiyalanadi. Bir bosqichli flotatsiya sxemalari bo'yicha sheelitli, flyuritli, baritli, spodumenli rudalar boyitiladi. Bu rudalarni boyitish sxemalarida tozalash va nazorat flotatsiyalarining soni turlicha bo'ladi.

Nazorat uchun savollar:

1. Mineral zarra yuzasining ho'llanishi deganda nima tushuniladi?
2. Selektiv flotatsiya sxemasi deb nimaga aytiladi?
3. Nazorat flotatsiyasi deb nimaga aytiladi va u nima maqsadda qo'llaniladi?

4. Tozalash flotatsiyasi deb nimaga aytiladi va u nima maqsadda qo'llaniladi?

5. Flotatsiya jarayoniga reagentlar qanday tartibda qo'shiladi?

6-§. Ruxli rudalarning flotatsion sxemasi

Mis-rux rudalari selektiv flotatsiya o'tkazish nuqtayi nazaridan qaralganda murakkab hisoblanadi. Bu ularning murakkab moddiy tarkibi bilan, qimmatbaho minerallarning donadorlik xarakteristikasiga va mis va rux minerallarining flotatsiyalanish xususiyatlarning bir biriga yaqinligi bilan izohlanadi. Mis-rux rudalari to'g'ridan to'g'ri selektiv yoki kollektiv-selektiv flotatsiya sxemalarida boyitiladi.

Tug'ridan to'g'ri selektiv flotatsiyada yanchish jarayoni 85-95% - 0,074 mm sinfgacha yetkazilishi, ya'ni mayindispers xalkopirit, sfalerit va piritning yuzalari ochilishi zarur. Xalkopiritni flotatsiyalash va sfalerit hamda piritni tazyiqlash uchun yanchishda tegirmonga reagentlar qo'shiladi. Mis flotatsiyasi chiqindilaridan sfaleritni mis kuporosi bilan faollantirilgandan keyin rux boyitmasi olinadi. Bunday sxema yirik donador mis-rux rudalarini flotatsiya qilishda mis minerallari asosan xalkopirit ko'rinishida bo'lganda, sfalerit esa mis ionlari bilan faollantirilmagan hollarda qo'llanadi.

Mis-rux rudalarini selektiv flotatsiyasi Sibay fabrikasida (MDH), «Rutten», «Foks», «Ekstol» va «Kvemont» (Kanada) fabrikalarida, hamda Finlyandiya va Norvegiya fabrikalarida qo'llaniladi.

Mis boyitmasini sifatini oshirish maqsadida uni qayta tozalash jarayonidan oldin yanchiladi. Yanchishdan so'ng yanchilgan boyitma odatda alohida siklda flotatsiyalanadi. Boyitma qayta tozalashga, chiqindi esa chiqindi saqlash joyiga yuboriladi.

Yirik donador rudalar kollektiv flotatsiyadan oldin 45-60% - 0,074 mm sinfdagi o'lchamda dag'al yanchiladi, bunda sulfidli minerallarning asosiy qismi puch tog' jinsi minerallaridan ajratiladi. Yaxlit rudalarni qayta ishlashda sulfidlarni kollektiv flotatsiyasi 85-90% - 0,074 mm sinfgacha yanchilgandan so'ng va piritning asosiy qismini tazyiqlash maqsadida albatta oxakli muhitda (200-500 g/m³

erkin CaO) o'tkaziladi. Yig'uvchilar sifatida fabrikalarda asosan ksantogenat va ditiofosfatlar (150-200 g/t), ko'pik hosil qiluvchi sifatida esa T-66 qo'llaniladi.

Agar rudada sfaleritning ikki xil turi uchrasa, unda kollektiv boyitmaga avval mis sulfidi va yuqori faollangan sfalerit ajratiladi, qolgan sfalerit rux flotatsiyasida mis kuporosini bilan faollantirilgandan so'ng ajratib olinadi.

Kollektiv mis-rux boyitmasi ajratilishidan avval albatta oxakli muhitda yanchiladi va natriy sulfidi (0,2-3 kg/t rudada) hamda faollantirilgan ko'mir (0,3 kg/t) yordamida desorbsiyalanadi.

Desorbsiya chanlarda qattqlik miqdori 55-60% bo'lganda o'tkaziladi.

Kollektiv mis-rux boyitmasi sianidli va sianidsiz usul bilan ajratilishi mumkin. Birinchi ko'rinishda yanchishda tegirmonga yoki changa mis flotatsiyasidan oldin sianid aralashmasi va rux kuporosi beriladi. Ikkinchi ko'rinishda esa, sianid natriy sulfidi yoki natriy tiosulfati bilan almashtiriladi, u rux kuporosi bilan birgalikda sfaleritning yaxshi tazyiqlovchisi hisoblanadi. Urarning sarfi odatda quyidagicha, kg/t rudada: 0,1-0,2 natriy sulfidi; 0,2-0,3 natriy tiosulfati va 0,3-0,5 rux kuporosi.

Mis flotatsiyasi ksantogenat va ko'pik hosil qiluvchi reagent ishtirokida amalga oshiriladi. Tozalash jarayonida mis boyitmasining sifatini oshirish maqsadida natriy sulfidi, rux kuporosi va albatta oxak (500-700 g/m³ erkin CaO) qo'shiladi. Mis flotatsiyasining chiqindilaridan mis kuporosi (0,1-0,3 kg/t) bilan faollantirilgandan so'ng sfalerit flotatsiyalanadi. Piritni tazyiqlash uchun asosiy rux flotatsiyasida bo'tanaga 800-1000 g/m³ gacha erkin CaO , qayta tozalash flotatsiyasida esa 1100-1200 g/m³ gacha erkin CaO qo'shiladi.

Kolchedanli mis-rux rudalarini flotatsiyalashda rux flotatsiyasining chiqindisi ko'p hollarda tayyor pirit boyitmasi hisoblanadi, donador rudalar flotatsiyasida esa pirit tarkibli chiqindilar olinadi, ular kuchsiz nordon muhitda flotatsiyalanib, pirit boyitmasi olinishi mumkin.

Agar olinayotgan rux boyitmasida ruxning miqdori 37-40% dan oshmasa, unda u missizlantirish va temirsizlantirish jarayonlariga yuboriladi. Bunda olingan rux boyitmasi 60 % qattqlikkacha quyultirilgandan so'ng yanchiladi, agar bu zarur bo'lsa. Quyultirgichda yuviladi, soda va rux kuporosi bilan aralashtirilib, pH 7-8 muhitda mis-pirit flotatsiyasiga yuboriladi. Ko'pikli mahsulot - mis-pirit boyitmasi tayyor mis boyitmasi bilan birlashadi, kamera mahsuloti esa maromiga yetgan rux boyitmasi hisoblanadi.

Nazorat uchun savollar:

1. Moddiy tarkibiga ko'ra rudalar qanday turlarga bo'linadi?
2. Fizik xususiyatlariga ko'ra rudalar qanday turlarga bo'linadi?
3. Boyitishning xalq xo'jaligidagi roli nimadan iborat?
4. Foydali qazilmalarni boyitish deganda nima tushuniladi?

7-§. Polimetall rudalarning flotatsion sxemasi

Alohida turdagi polimetall rudalar uchun flotatsiyaning prinsipial sxemalarini tanlash.

Mineral tarkibi va metalning miqdoriga qarab polimetall rudalar to'rt guruhga bo'linadi.

Birinchi guruh - rangli metallar miqdori yuqori, yaxlit sulfidli rudalar. Bu rudalar asosan qo'rg'oshin, mis, va temir sul'fidlaridan tashkil topgan. Sulfidlarning umumiy miqdori 75-90%, rangli metallarning miqdori 6-15%.

Bu guruhdagi rudalarni boyitish uchun odatda to'g'ri selektiv flotatsiya sxemasi qo'llaniladi. Flotatsiya chiqindisi oltingugurtga yetarli darajada boy va sulfat kislota ishlab chiqaruvchi sanoat uchun xomashyo sifatida ishlatish mumkin bo'lgan holda to'g'ri selektiv flotatsiya sxemalari ayniqsa maqsadga muvofiqdir.

Ikkinchi guruh - rangli metallar miqdori kam va oltingugurtning miqdori yuqori, yaxlit sulfidli rudalar. Rudalarning bu guruhiga ko'pchilik mis-ruxli, piritli rudalar kiradi. Mis-ruxli, piritlardagi misning miqdori 1÷2 %, ruxning miqdori esa 1÷2,5%.

Bu guruhlardagi rudalarni boyitishning eng samarali usuli boy piritli chiqindi olinuvchi mis va rux sulfidlarini dastlabki kollektiv flotatsiyalash hisoblanadi.

Rudada oltingugurtning miqdori kam bo'lganda kollektiv flotatsiya chiqindisi oltingugurtning miqdori bo'yicha talabga javob bermaydigan hisoblanadi. Bu holda barcha sulfidlarni dastlabki kollektiv flotatsiyalash sxemasi ayniqsa manfaatli hisoblanadi.

Uchinchi guruh - rangli metallarning miqdori yuqori va ora-sira joylashgan polimetall rudalar. Bu guruhga foydalanilayotgan qo'rg'oshin, ruxli va mis-ruxli konlarning rudalari kiradi. Bu turdagi rudalarda mis, qo'rg'oshin va ruxning umumiy miqdori $8\div 15\%$ gacha yetadi.

Foydali minerali yirik va ora-sira joylashgan rudalar to'g'ri selektiv flotatsiyali sxema bo'yicha boyitiladi. Agregatli va ora-sira joylashganda dastlabki kollektiv flotatsiyali sxema ko'proq samara beradi.

To'rtinchi guruh - rangli metallarning miqdori kam bo'lgan va ora-sira joylashgan rudalar. Rangli metallarning umumiy miqdori qoidaga ko'ra $3\div 4\%$ dan ortmaydi, ba'zi hollarda esa 2% . Piritning miqdori ba'zan $30\div 40\%$ ga yetadi. Bu guruhdagi rudalarni boyitishda iqtisodiy shartlar bo'yicha dastlabki kollektiv flotatsiya sxemasini qo'llash maqsadga muvofiq.

Boyitishning alohida sikl va bosqichlarida flotatsiya sxemalarini tuzish

Amalda ishlatiladigan flotatsiya sxemalari shuncha ko'pki ularni alohida hol uchun ko'rib chiqishga imkoniyat yo'q.

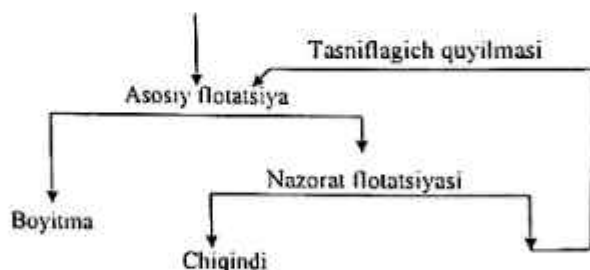
Boyitish siklining eng oddiy misoli bitta flotatsiya jarayoni hisoblanadi. Lekin bunday oddiy sxema faqat bitta ohirgi mahsulot olinadigan siklda ishlatilishi mumkin. Masalan, birinchi bosqichda flotatsiyalashda tayyor boyitmaning bir qismi va qaytadan yanchishga va flotatsiyaning ikkinchi bosqichiga tushuvchi boy chiqindi olinishida.

Agar boyitish siklida ikkita oxirgi mahsulot-konditsion boyitma va tashlab yuboriladigan chiqindi olinishi kerak bo'lsa, murakkabroq boyitish sxemalari qo'llaniladi.

Flotatsiya sxemasining tarmoqlanish yo'nalishi asosan uchta shartga –rudadagi qimmatbaho mineralning miqdoriga boyitmaga qo'yiladigan talablarga va qimmatbaho mineralning flotatsiyalanish xususiyatlariga bog'liq.

Rudadagi qimmatbaho komponentning miqdori yuqori, boyitma sifatiga qo'yiladigan talablar past, puch tog' jinslari flotatsion aktiv emas. Bunda boyitmani tozalash jarayonlarisiz, lekin chiqindini bir, ikki marta nazorat flotatsiyalash qo'llanuvchi flotatsiya sxemasini ishlatish mumkin. Bunday sxemalar ko'mir boyitish fabrikalarida, shuningdek rangli metallarning boy rudalarini boyituvchi ba'zi fabrikalarda qo'llanadi (5-rasm).

Qimmatbaho mineralning flotatsiyalanish qobiliyati past, boyitma sifatiga qo'yiladigan talablar ham past. Yuzaga qalqib chiqib flotatsiyalangan minerallarni tozalash maqsadga muvofiq emas va ularni jarayondan tezda chiqarib olish kerak. Sxema nazorat flotatsiyalar sonini ortishi yo'nalishida tarmoqlanadi. Misol tariqasida mis-piritli rudalarni flotatsiyalash sxemasini keltirish mumkin (6-rasm).

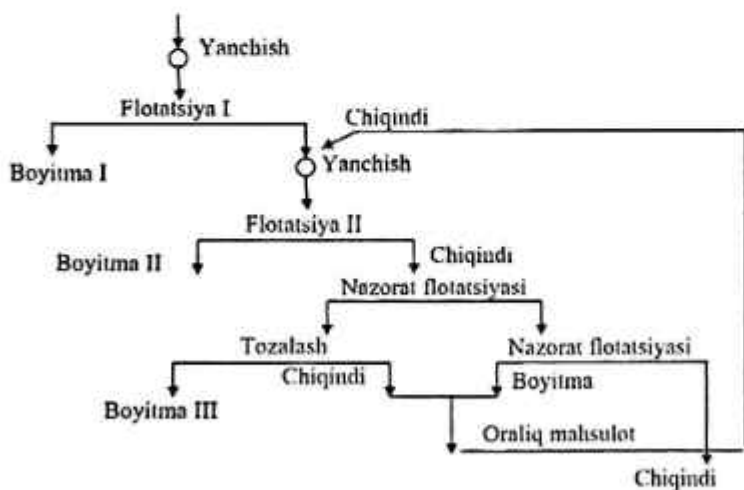


5-rasm. Asosiy flotatsiya chiqindisini nazorat flotatsiyalovchi flotatsiya sxemasi.

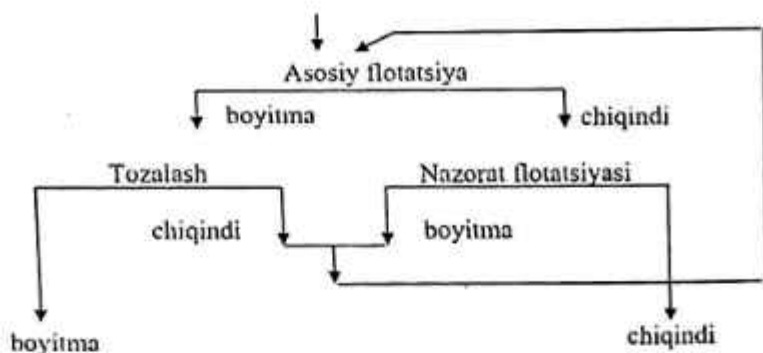
Boyitmani ikki yoki uchta tozalash va bitta nazorat jarayonli sxema qimmatbaho mineralning yuqori boyitish darajasiga erishishda yoki puch tog' jinslarining flotatsion faolligi yuqori bo'lganda ishlatiladi. U polimetall rudalarni boyitishning qo'rg'oshinli va ruxli sikllarida qo'llaniladi.

Rudadagi qimmatbaho mineralning miqdori kichik, boyitma sifatiga qo'yiladigan talablar yuqori, qimmatbaho mineral yaxshi flotatsiyalanadi. Flotatsiya sxemasi boyitmani tozalash jarayonlari soni ortishi yo'nalishida tarmoqlanadi. Bunday sxemalar molibdenli, grafitli rudalarni boyitishda qo'llanadi. Rudadagi molibden miqdorining kamligi boyitmaga qo'yiladigan talablar yuqoriligi sxemaga 5-8 tadan boyitmani tozalash jarayonlarini kiritishni talab qiladi. Molibdenitning yaxshi flotatsiyalanishi uni chiqindilar bilan yo'qolishidan cho'chimasdan ko'p sonli tozalash jarayonlarini qo'llashga imkon beradi. Kambag'al grafitli rudalarni boyitishda 6-7 ta boyitmani tozalash jarayonlarini qo'llovchi flotatsiya sxemalari ishlatiladi.

Boyitmani bitta tozalash jarayoni qo'llaniladigan flotatsiya sxemalari qimmatbaho komponentning yuqori boyitish darajasi talab qilinmaganda, kambag'al ruda va boyitma sifatiga qo'yiladigan talablar past; o'rtacha ruda va o'rtacha talablar, boy ruda va yuqori talablar. Bunday sxemalar ko'pincha misli rudalarni flotatsiyalashning kollektiv flotatsiyasida uchraydi.

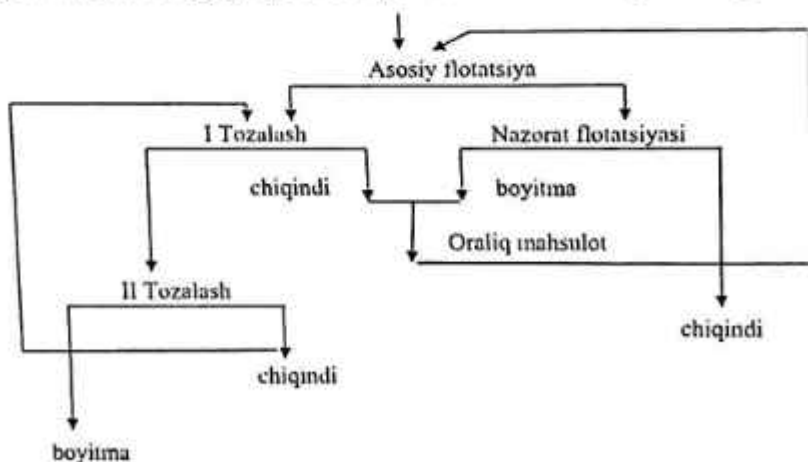


6-rasm. Nazorat flotatsiyasi sonlarining ortishi yo'nalishida rivojlanuvchi flotatsiya sxemasiga misol.



7-rasm. Boyitmani bir marta tozalash va bitta nazorat flotatsiyali sxema.

Boyitmani bir marta tozalash jarayonli flotatsiya sxemalari qimmatbaho komponentning yuqori boyitish darajasini olish talab qilinmaganda; kambag'al rudalar va boyitma sifatiga qo'yiladigan talab past bo'lganda; o'rtacha ruda va o'rtacha talablarda, boy ruda va yuqori talablarda qo'llaniladi. Bunday sxema ko'pincha misli flotatsiyaning asosiy siklida, polimetall rudalarni kollektiv flotatsiyalash siklida uchraydi. boyitmani ikki va uch marta tozalash va bitta nazorat flotatsiyali sxemalar qimmatbaho mineralning yuqoriroq boyitish darajasiga erishish lozim bo'lganda yoki puch tog' jinslarining flotatsiyalanish faolligi yuqori bo'lganda ishlatiladi (8-rasm).



8-rasm. Boyitmani ikki marta tozalash va bitta nazorat flotatsiyali flotatsiya sxemasi.

Boyitish jarayonining miqdor sxemasini hisoblash

Flotatsiya va gravitatsiya usulida boyitish jarayonining miqdor sxemasini hisoblash bir-biriga o'xshash bo'lgani uchun gravitatsiya usulida boyitish jarayonining miqdor sxemasini hisoblash usulini keltiramiz.

Boyitishning miqdor sxemasini hisoblashda sxemadagi barcha mahsulotlar uchun asosiy texnologik ko'rsatkichlar - $Q, \gamma, \beta, \epsilon$ larning son qiymati aniqlanadi:

Q - mahsulotning og'irligi (t/soat yoki t/sut); γ - mahsulotlarning chiqishi, %;

β - mahsulotlardagi qimmatbaho komponentning miqdori, %;

E mahsulotlarga ajralish, %. Ba'zi hollarda qo'shimcha ravishda ϵ - xususiy ajralishning qiymati aniqlanadi.

Miqdor sxemasi quyidagi tartibda hisoblanadi:

1. Sxemani hisoblash uchun kerakli va yetarli bo'lgan dastlabki ko'rsatkichlarning soni aniqlanadi.

2. Dastlabki ko'rsatkichlarning, ya'ni ϵ, β, γ , larning soni tanlanadi.

3. Dastlabki ko'rsatkichlarning son qiymati belgilanadi.

4. Sxema dastlabki ko'rsatkichlarni bog'lovchi tenglamalar orqali hisoblanadi.

5. Hisoblash natijalari jadval va grafiklar tarzida rasmiylashtiriladi.

Sxemani hisoblash uchun kerak bo'ladigan dastlabki ko'rsatkichlar soni

$N=A-B$, bu yerda:

N - dastlabki ko'rsatkichlarning soni; A - dastlabki ko'rsatkichlarning umumiy soni, B - tenglamalarning umumiy soni.

Har qanday boyitish sxemasi ikki turdagi jarayonlarni, ya'ni ajralish va qo'shilish jarayonlarini o'z ichiga oladi. Ajralish jarayonlarida bitta mahsulotdan ikki va undan ortiq, qo'shilish jarayonlarida esa ikki va undan ortiq mahsulotdan bitta mahsulot olinadi. Sxemadagi umumiy jarayonlar soni

$$a = a_d + a_q,$$

bu yerda, a , a_d , a_q – tegishli ravishda barcha jarayonlar, ajralish va qo'shilish jarayonlari soni.

Masalan, yuqoridagi sxemada jami 8 ta jarayon bo'lib, ulardan 5 tasi ajralish va 3 tasi qo'shilish jarayonlaridir.

Har qanday boyitish sxemasi 3 turdagi mahsulotlardan tashkil topadi:

1. dastlabki mahsulotlar – n_d
2. ajralish mahsulotlari – n_a
3. qo'shilish mahsulotlari – n_q .

$$N = n_d + n_a + n_q$$

Berilgan sxema uchun $n_d=1$, $n_a=10$; $n_q=3$.

$$N=14$$

Hisoblanuvchi komponentlar soni s harfi bilan belgilanadi.

$s=1+e$ (nometal rudalar uchun)

bu yerda: e – hisoblanuvchi qo'shimcha komponentlar.

Sxemani hisoblashda har qaysi qayta ishlanuvchi mahsulot uchun γ, E, β ni son qiymatini aniqlash kerak.

Monometalli rudalar uchun $s=2$, ikki komponentli rudalar uchun $s=3$ deb qabul qilinadi.

Nazorat uchun savollar:

1. Flotatsiya jarayonida muhit regulyatorlarining vazifasi nimadan iborat?
2. Flotatsiya jarayonining texnologik ko'rsatkichlariga nimalar kiradi?
3. Mineral zarra yuzasining ho'llanishi deganda nima tushuniladi?
4. Selektiv flotatsiya sxemasi deb nimaga aytiladi?
5. Nazorat flotatsiyasi deb nimaga aytiladi va u nima maqsadda qo'llaniladi?
6. Tozalash flotatsiyasi deb nimaga aytiladi va u nima maqsadda qo'llaniladi?

8-§. Polimetalli rudalarni kollektiv va selektiv flotatsiyalashning printsipial sxemalari

To'g'ridan-to'g'ri selektiv flotatsiyalash sxemalari

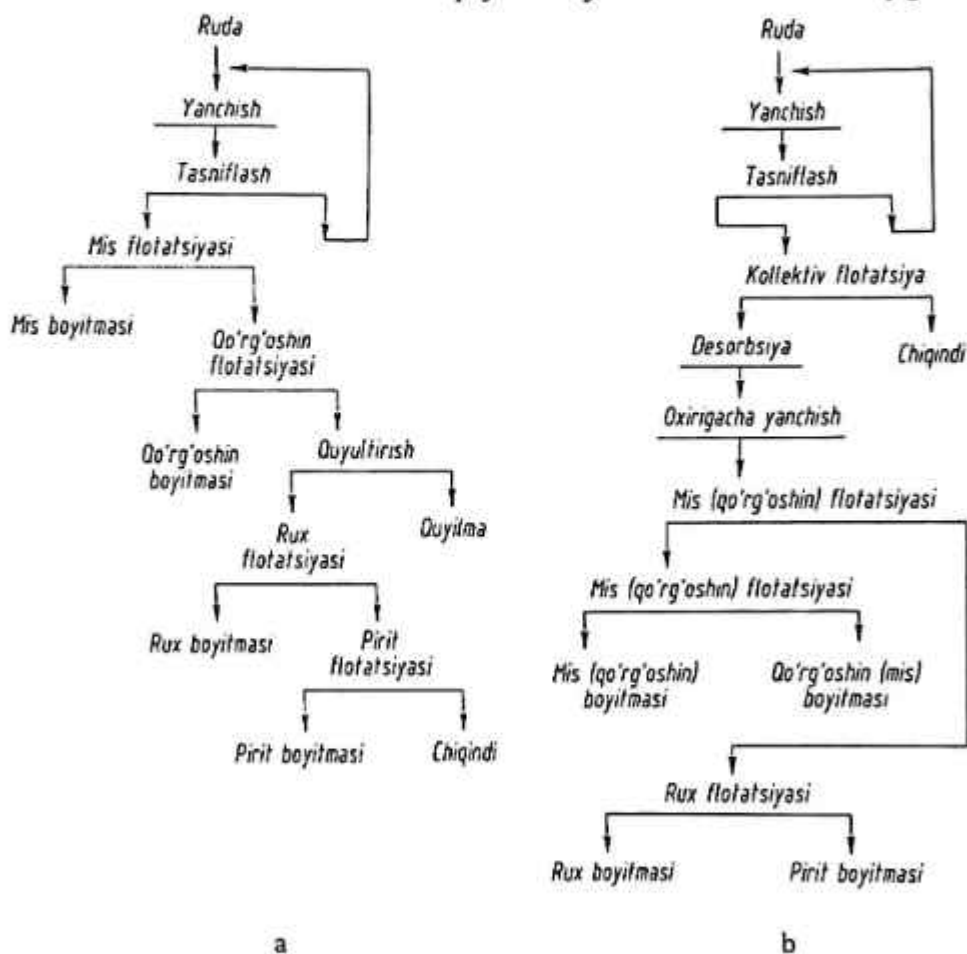
Polimetall rudalarni boyitishda to'g'ridan-to'g'ri selektiv flotatsiyalash sxemalari kam qo'llaniladi. Bu shunday izohlanadiki, ular qazib olinadigan rudada oksidlanish jarayoniga uchragan, flotatsiyalash xususiyatlari bo'yicha mis, qo'rg'oshin va rux sulfidlariga yaqin bo'lganlarini tanlab flotatsiyalash juda qiyindir. Bu sxema faqat sulfidli minerallar flotatsiyalanishiga ko'ra ketma-ket faollashtirish mumkin bo'lgan paytda qo'llanilishi mumkin, bunda avval oson flotatsiyalanadigan minerallar flotatsiyalanadi, so'ngra esa faollantirilgandan so'ng ancha qiyin flotatsiyalanadiganlari flotatsiyalanadi.

To'g'ridan-to'g'ri selektiv flotatsiyalash sxemasi (9, a-rasm) «Leyk Djordj» va «Vudlon Maynz» (Avstraliya), «Kid Krik» (Kanada), «Blek Mauntin» (JAR) fabrikalarida qo'llaniladi.

«Leyk Djordj» fabrikasida piritning miqdori yuqori (20% gacha) bo'lgan mayin donador polimetall rudalar qayta ishlanadi. Rudalar-dagi sulfidli minerallar, asosan, xalkopirit, galenit, sfalerit, piritlardan tashkil topgan. Avval mis sulfidlari flotatsiyalanadi, qolgan sulfidlar galenitning tazyiqlanishining maqbul sharoitlarida sulfid kislotasi bilan tazyiqlanadi (pH 6,2–6,5). So'ngra, galenitga sulfoksidli birikmalarning tazyiqlovchi ta'sirini bartaraf etuvchi kuchsiz ishqorli muhitda qo'rg'oshin sulfidlari flotatsiyalanadi. Kuchsiz ishqorli muhit rux va temir sulfidlari tazyiqlanishini kuchaytiruvchi sianid bilan hosil qilinadi. Rux sulfidlarining kuchli tazyiqlanishi faqat quyultirilgan bo'tanani 50 °C gacha qizdirish, mis kuporosi bilan bartaraf etiladi. Temir sulfidlari ruxni flotatsiyalash chiqindilarining qumli qismidan ajratib olinadi.

To'g'ridan-to'g'ri selektiv flotatsiyalash sxemalari «Dalpolimetall» kombinatining Markaziy boyitish fabrikasida rudalarni boyitish uchun qo'llaniladi. Fabrikada Axobinsk, Novo-Monastir va Verxniy konlari rudalari qayta ishlanadi. Joylashuvi va tuzilishi xususiyatlari bo'yicha rudalarning bir nechta turlari mavjud: yertomirli-qoplangan,

yirik donador va mayda donadorli hamda oksidlangan turlari. Bundan tashqari, minerallarning oksidlangan va sulfidli shakllari miqdoriga bog'liq holda, ular sulfidli rudalarga (Verxniy koni rudalari) va aralash rudalarga (Axobinsk va Novo-Monastir koni) bo'linadi. Sulfidli rudalarda 91 % Pb galenitdan; 93 % Zn marmatit va kleyofandan tashkil topgan. Aralash rudalarda ruxning oksidlangan shakllari ulushi 28 % gacha, qo'rg'oshinning oksidlangan shakllari ulushi esa 29 % gacha yetadi, ular asosan, serussit va plyumboyarozitdan tashkil topgan.



9-rasm. Mis-qo'rg'oshin-ruxli rudalarni flotatsiyalashning asosiy sxemalari: a - to'g'ridan-to'g'ri selektiv sxema; b - kollektiv-selektiv sxema

Galenit va sfaleritdan tashqari, massiv rudalarida pirrotin va pirit hamda kam miqdorda arsenopirit, xalkopirit va markazit mavjud. Saqlovchi jinslar minerallari kvarsdan, karbonatlardan, xloritlar va seritsitlardan tashkil topgan.

Donador rudalar shunisi bilan ajralib turadiki, bunda turli yiriklikdagi sulfidli minerallar alevrolitli gidrotermal-o'zgargan slaneslarga, dag'al donador qumtoshlarga va brekchiyalarga (har xil burchakli bo'laklar) donador bo'lib qoplangan. Galenit donasi o'lchami 2-3 mm gacha yetadi. Yertomirli-qoplangan rudalarda rudali tomirlar ko'pincha piritdan ko'ra ko'proq galenitdan tashkil topgan.

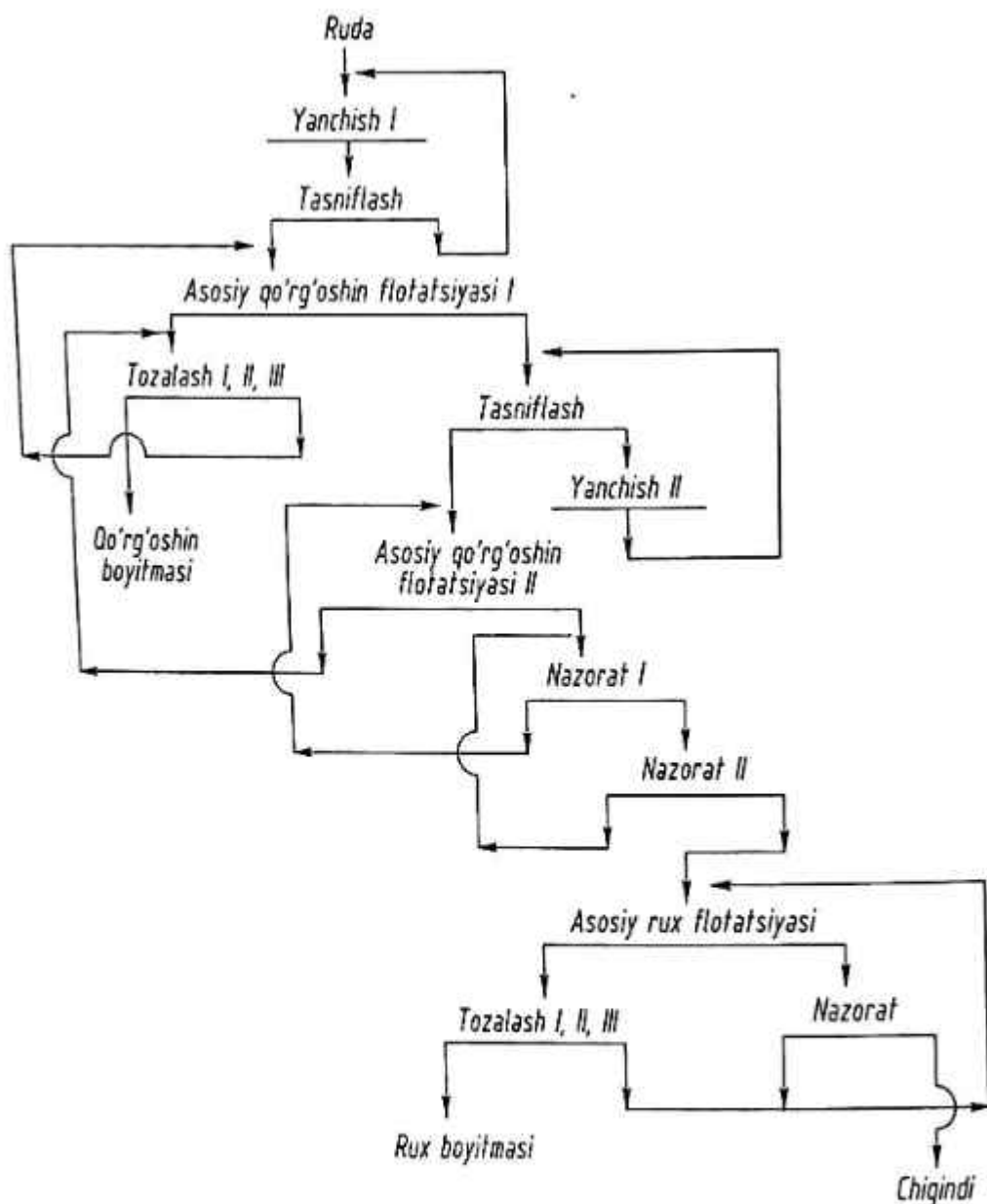
Rudalar qo'rg'oshin va ruxning asosiy elementlarning juda notekis taqsimlanishi bilan hamda sfaleritda xalkopirit va pirrotinning notekis emulsiyali donadorli qoplanganligi bilan tavsiflanadi. Rudalarda asosiy qimmatbaho minerallardan tashqari, anglezit, piromorfit, xalkozin, kovellin, smitsonit va flotatsiya jarayonini qiyinlashtiruvchi temir gidroksidlari ham mavjuddir.

Qo'llaniladigan reagent tartibining o'ziga xos xususiyati - butilli va etilli ksantogenatlarning o'zaro 2:1 nisbatidagi aralashmasi va zararsiz bo'lgan ko'pik hosil qiluvchi dimetilftalatning (D-3) hamda oksidlangan minerallarni sulfidlash uchun natriy sulfidi va ammoniy sulfatining aralashmasini qo'llash hisoblanadi.

Aralash rudalarni qayta ishlashda bu reagentlar yanchishning I bosqichida tegirmonlariga beriladi, bu sulfidlantirish sharoitini ancha yaxshilaydi. Sulfidli rudalarni boyitishda ushbu reagentlar bevosita flotatsiyaga beriladi.

Qo'rg'oshin boyitmasida piritning miqdorini kamaytirish uchun qo'rg'oshin flotatsiyasidan oldin bo'tana pH=9,0-9,5 muhitda oxak bilan aralashtiriladi, so'ngra esa alyuminiy sulfati berish bilan pH ning qiymati 8,3-8,8 gacha pasaytiriladi.

To'g'ridan-to'g'ri selektiv flotatsiyalashning kamchiligi yanchishga katta xarajatlar sarflanishi hisoblanadi, chunki barcha ruda qimmatbaho minerallarni nafaqat bo'sh jinslari minerallaridan, balki bir-biridan ajratish uchun zarur bo'lgan yiriklikkacha yanchiladi.



10-rasm. «Dalpolimetall» kombinatining Markaziy boyitish fabrikasida qo'rg'oshin-ruxli rudalarni flotatsiyalashning to'g'ridan-to'g'ri selektiv sxemasi.

Bundan tashqari, flotatsiya mashinalari ko'лами ancha oshadi, chunki dastlabki rudaning deyarli barcha hajmi flotatsiyaning barcha sikllaridan o'tadi. Kamchiliklariga esa reagentlarning ko'p sarflanishini kiritish mumkin, chunki ular massasi aytarli darajada kam bo'lgan boyitmalar uchun emas, balki dastlabki rudaning butun massasi uchun qo'shiladi.

Kollektiv flotatsiya sxemalari

Kollektiv-selektiv sxema bo'yicha (9, b-rasmga qarang) yanchishdan so'ng 50-60 % gacha - 0,074 mm sinf olinib, sulfidli minerallar agregatlari bo'sh jinslar minerallaridan ajralishi sodir bo'lganda, bo'tana kuchsiz ishqorli muhitda ($\text{pH} = 8,0-8,5$) mis, qo'rg'oshin, rux va piritning barcha sulfidlarini kollektiv flotatsiyalashga yuboriladi. Sulfidli minerallar notekis donador joylashgan hollarda kollektiv flotatsiyalash 80-85% gacha -0,074 mm sinfgacha yanchilib, ikki bosqichda o'tkaziladi.

Sulfidlar kollektiv boyitmaga $\text{pH } 8,5-9,5$ bo'lganda va yig'uvchi sifatida ksantogenatlardan foydalanilganda ajratib olinadi. Agar rudada rangli metallarning oksidlangan minerallari ozroq miqdori bo'lsa, unda ularni sulfidlash uchun yanchish jarayonida tegirmonga oz miqdorda natriy sulfidi (50-100 g/t) beriladi. Agar sfalerit yetarlicha faol bo'lmasa, unda kollektiv flotatsiyaga mis kuporosi (150-20 g/t) beriladi. Rudada piritning ko'p miqdori yuqori bo'lganda yuqori sifatli boyitmalar olish uchun kollektiv flotatsiyani pirit yaxshi tazyiqlanadigan kuchli ishqorli muhitda o'tkazish zarur.

Kollektiv sulfidli boyitma yirikligi bo'yicha oxirigacha, sulfidli minerallarning yuzalari ochilishi sodir bo'lgunga qadar yanchilgandan so'ng sfaleritni tazyiqlash bilan mis-qo'rg'oshin flotatsiyasiga yuboriladi, sfalerit esa mis kuporosi bilan faollashtirilgandan so'ng rux boyitmasi ko'rinishida ajratib olinadi. Rux flotatsiyasi chiqindilari, odatda, pirit boyitmasi hisoblanadi. Mis-qo'rg'oshin boyitmasi selektiv flotatsiyalanib mis va qo'rg'oshin boyitmalari olinadi.

Olmaliq kon-metallurgiya kombinatining qo'rg'oshin-rux fabrikasida Oltin-Topkan, Sardoba va Qo'rg'oshinkon konlari rudalari

qayta ishlanadi. Ikkita birinchi konlar rudalari donador sulfidli va yertomirli-donador qoplangan turlarga kiradi. Ularning ozroq qismi yaxlit (kolchedanli) rudalardan iborat.

Rudali minerallardan sfalerit (2–3 %), galenit (1–2 %) hamda serussit, smitsonit va kalamınlar mavjuddir.

Xalkopirit sfaleritda emulsiyali donador qoplanganlik ko'inishida oz miqdorda uchraydi. Bo'sh tog' jinslar minerallari kvars va dala shpatlaridan (30–40 %), piroksenlar va granatlardan (20–25 %), karbonatlardan (25 %), seritsit va xloritdan (7–8 %) tashkil topgan. Oltin topkan rudalarining o'ziga xos xususiyati ularning mayin donadorligi, sulfidlarning emulsiyali o'zaro qoplanganligigacha yetib borganligidadir.

Qo'rg'oshinkon koni rudalari sulfidli va aralash turdagi rudalarga kiradi va bo'sh tog' jinslarning oson shlamlanadigan minerallarining – seritsit va kaolinit (14 %), xlorit (7 %) va karbonatlarning (26–30 %) yuqori miqdori bilan tavsiflanadi. Sulfidli minerallar mayin va juda notekis donadorligi bilan ajralib turadi.

Fabrikada flotatsiyaning kollektiv-selektiv sxemasidan foydalaniladi (49-rasm). Oltin-Topkan va Sardoba konlari rudalari uch bosqichli maydalash bilan –20 mm yiriklikkacha yuvish va g'alvirlashga yuboriladi, so'ngra esa birgalikda boyitiladi. Qo'rg'oshinkon koni rudalari kollektiv qo'rg'oshin-ruxli boyitma olish bilan alohida qayta ishlanadi. Selektiv flotatsiyalashdan oldin kollektiv boyitmalar birlashtiriladi va ularni keyinchalik boyitish birgalikda amalga oshiriladi.

Ruda soda (50–80 g/t) va natriy sulfidi (60–65 g/t) ishtirokida 35–45 % –0,074 mm sinfgacha yanchilgandan so'ng sikllararo flotatsiyaga tushadi, u yerga mis kuporosi (75–98 g/t) va butil ksantogenati (15–22 g/t) beriladi. Sikllararo flotatsiyasi chiqindilari 77–85 % –0,074 mm sinfgacha yanchiladi va mis kuporosini (35–54 g/t) va ksantogenatni (11–16 g/t) berish bilan asosiy kollektiv flotatsiyaga yuboriladi. Texnologik sxemadagi bu siklning o'ziga xosligi shundaki, bunda II bosqich yanchishda tegirmondan chiqqan yanchilgan mahsulot tasniflashsiz birdaniga sikllararo flotatsiyaga

tushadi. Nazorat kollektiv flotatsiyasi natriy sulfidi (35–41 g/t) va ksantogenat (4–8 g/t) ishtirokida o'tkaziladi.

Ikki marta qayta tozalashdan so'ng kollektiv boyitma natriy sulfidi (100–150 g/t ruda) bilan desorbsiyaga, yuvishga va oxirigacha yanchishga yuboriladi.

Yig'uvchini desorbsiyalash 85 °C da kuchli ishqorli muhitda yaxshilanadi, bunda natriy sulfidining sarfi kamayadi va selektiv flotatsiyalash ko'rsatkichlari ortadi.

I asosiy qo'rg'oshin flotatsiyasiga ksantogenat (5–6 g/t) beriladi, II asosiy qo'rg'oshin flotatsiyasiga –natriy sianidi (7–9 g/t), rux kuporosi (45–50 g/t), natriy sulfiti (20–21 g/t) hamda ksantogenat (9 g/t) beriladi. Natriy sianididan tashqari barcha reagentlar I nazorat qo'rg'oshin flotatsiyasiga – rux kuporosi (20–25 g/t), natriy sulfiti (10–11 g/t) va ksantogenat (2–3 g/t) beriladi. Qo'rg'oshin boyitmasini qayta tozalash flotatsiyasi rux kuporosi (25–30 g/t I da), natriy sianidi (5–6 g/t I da va 3–10 g/t II da) va natriy sulfiti (12–13 g/t I da va 7–8 g/t II da) berilgan holda olib boriladi.

Nazorat qo'rg'oshin flotatsiyasi chiqindilaridan mis kuporosi bilan faollashtirilgandan va ksantogenat (9–12 g/t) berilgandan so'ng kollektiv rux-piritli boyitma olinadi. 25–30 g/t mis kuporosi va 5–6 g/t ksantogenat beriladigan nazorat rux-pirit flotatsiyasidan so'ng oxirgi (chiqindi saqlash omboriga yuboriladigan) chiqindilar ajratiladi.

Ushbu siklda olingan rux-piritli boyitma oxak, ksantogenat (1–2 g/t) va mis kuporosini (1–2 g/t) berish bilan pH 10,5–11,0 da rux flotatsiyasiga yuboriladi. Rudada piritning miqdori yuqori bo'lganda rux flotatsiyasiga natriy sianidi (8 g/t gacha) qo'shiladi. Nazorat flotatsiyasi mis kuporosi (2–5 g/t) va ksantogenat (1–2 g/t) berish bilan o'tkaziladi. Ikki marta qayta tozalashdan so'ng pH 11,5 da rux boyitmasi olinadi. Bunda rux boyitmasidagi ruxning miqdori 54–55 % va ajralish 75% ni tashkil qiladi. Qo'rg'oshin boyitmasida qo'rg'oshinning miqdori 50–54 % va ajralishi 83 % ni tashkil qiladi.

Oz miqdorda pirit va mis sulfidlari mavjud sulfidli qo'rg'oshin-ruxli rudalar juda oson boyitiluvchan sanaladi. Bunday rudalarda,

odatda, sfalerit flotatsiyalashga faol emas va rux kuporosi yoki sianidning oz miqdori bilan yaxshi tazyiqlanadi. Sfaleritni faollashtirish mis kuporosi bilan amalga oshiriladi, uning sarfi kam hollarda 500 g/t dan oshadi.

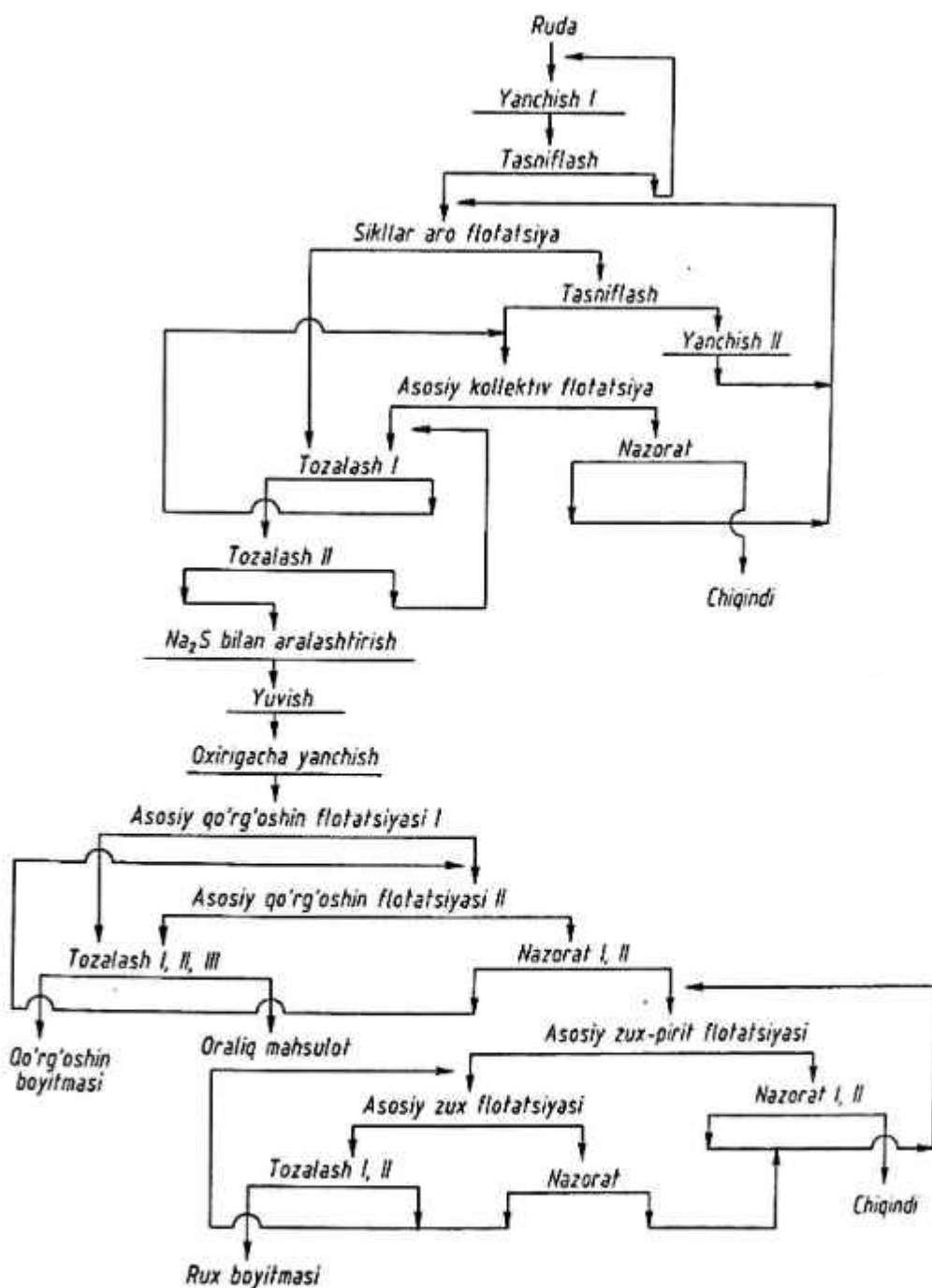
Kollektiv-selektiv sxemalardan foydalanish agregat donadorlik xususiyatiga ega bo'lgan kambag'al polimetall rudalar uchun juda samralidir, bunda dag'al yanchishda ag'darma chiqindilarning asosiy miqdori ajralib chiqadi, mayin yanchishga faqat kollektiv boyitma yuboriladi. Bu esa yanchishga sarflanadigan xarajatlarni ancha kamaytirish imkonini beradi. Bundan tashqari, flotatsiyaning kollektiv sxemalarida flotatsiya mashinalarining ko'lami, reagentlar sarfi, foydalanishga sarflanadigan (ekspluatatsiya) xarajatlari kamayadi.

Kollektiv boyitmaga o'tgan sulfidli minerallar yuzasidan yig'uvchini desorbsiyalash jarayonining albatta qo'llanilishi flotatsiyaning kollektiv-selektiv sxemalarining asosiy kamchiligi hisoblanadi.

Ushbu jarayon reagentlarni keyingi yuvish bilan yoki uningsiz bo'tanada qattqlikning miqdorida 60-65% bo'lganda (ba'zida faollantirilgan ko'mir ishtirokida) natriy sulfidi eritmalari (4-6 kg/t boyitma uchun) bilan kollektiv boyitmaga ishlov berishni o'z ichiga oladi.

Nazorat uchun savollar:

1. To'g'ridan-to'g'ri selektiv flotatsiyalash sxemasining ketma ketligini tushuntiring.
2. Mis-qo'rg'oshin-rux rudalarini flotatsiyalash sxemasiga misol chizing.
3. Rudada flotatsiyalash jarayoniga salbiy ta'sir ko'rsatib, jarayonni qiyinlashtiradigan qanday minerallar uchraydi?
4. To'g'ridan-to'g'ri selektiv flotatsiyalash sxemasining kamchiliklarini sanab bering.
5. Kollektiv-selektiv sxemadan qisman kollektiv-selektiv sxema nimasi bilan farq qiladi?
6. Kollektiv-selektiv sxemada kollektiv boyitmani selektiv flotatsiyadan avval yanchishdan maqsad nimada?



11-rasm. Olmaliq boyitish fabrikasida qo'rg'oshin-ruxli rudalarni flotatsiyalashning kollektiv-selektiv sxemasi.

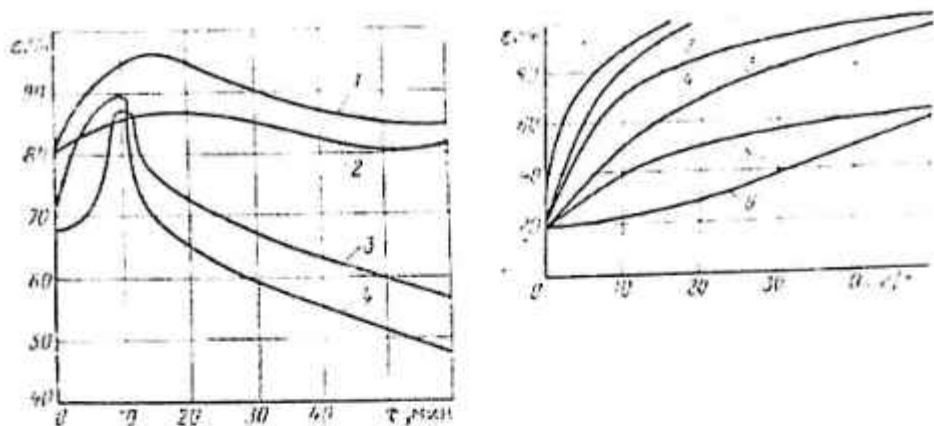
9-§. Oksidlangan va aralash rudalarni qayta ishlash texnologiyasi

Sulfidli mis minerallarini flotatsiyalashda eng keng tarqalgan sulfidrilni yig'uvchi reagentlarga ksantogenatlar kiradi. Ularning yig'uvchanlik xususiyati uglevodorod radikali uzunligiga bog'liq. Xalkopirit butil ksantogenati yordamida pH muhit 6-11 oralig'ida yaxshi flotatsiyalanadi. Ditiyofosfat, ditiokarbonat va merkaptan yordamida esa pH muhit 1-13 oralig'ida flotatsiyalanadi.

Mis-qo'rg'oshin boyitmalarini ajratishda xalkopiritni tazyiqlovchisi sifatida sianid samarali qo'llaniladi. Sianidning tazyiqlash samaradorligi muhitning pH iga va qo'llanilaytgan yig'uvchi reagentning turiga bog'liq.

Yig'uvchi reagent sifatida etil ksantogenati qo'llanilganda muhitning pH i 7,5 da xalkopiritni tazyiqlash uchun kam miqdorda sianid qo'shish talab qilinadi. Yig'uvchi reagent sifatida butil ksantogenati qo'llanilganda esa xalkopiritni tazyiqlash uchun ko'p miqdorda sianid qo'shish talab qilinadi. Misning ikkilamchi sulfidlari sianid yordamida deyarli yomon tazyiqlanadi, bunga sabab, sianidli eritmada ularning yaxshi erishi va mustahkam mis-sianli komplekslar hosil qilishidir. Ular uchun eng samarali tazyiqlovchi ferrotsianid $K_3Fe(CN)_6$ hisoblanadi va misning ikkilamchi sulfidlari (bornit, xalkozin va kovellin) ko'p miqdorda uchraganda mis-qo'rg'oshin boyitmalarini ajratishda qo'llaniladi.

Natriy sulfidi barcha mis sulfidi minerallarini tazyiqlovchisi hisoblanadi. Ulardan tazyiqlanishga eng bardoshlisi – xalkozin, eng yaxshi tazyiqlanuvchani esa xalkopiritdir. Xalkopirit natriy sulfidi bilan $pH > 5,5$ da, xalkozin esa $pH > 7$ da tazyiqлана boshlaydi.



12-rasm. Xalkopiritni flotatsiyalash davomiyligi va flotatsiyalanuvchanligini har xil ksantogenatlar yordamida ajralishiga bog'liqligi:

1-bornit, 2-xalkopirit, 3-xalkozin, 4-kovellin; ajralishni ksantogenatlar sarfi Q ga bo'liligi: 1–geptilli, 2–nonilli, 3–izoamilli, 4–propilli, 5–etilli, 6–metilli.

Xrom kislotasining tuzi, oltingugurt ikki oksidi, sulfid kislotasi, sulfatlar va tiosulfatlar xalkopiritni deyarli umuman tazyiqlamaydi. Shuning uchun ular mis–qo'rg'oshin boyitmalarini ajratishda galenit va sfaleritni tazyiqlashda qo'llaniladi.

Oxaktoshning tazyiqlovchi xususiyati pirit flotatsiyasiga qaraganda mis sulfidlari flotatsiyasida ancha yuqori, bu esa ularni ajratishda keng qo'llanilishini ta'minlaydi.

Sanoat ahamiyati kasb etgan oksidli minerallar – malaxit, azurit va kuprit sulfidril yig'uvchi reagentlar yordamida yaxshi flotatsiyalanadi. Lekin, albatta zarrachalar yuzasini dastlab natriy sulfidi Na_2S bilan sulfidlash zarur. Bu holda natriy sulfidining sarfi, muhitning pH i, sulfidlash davomiyligi va ksantogenat bilan aralashtirish davomiyligi muhim ahamiyat kasb etadi. Natriy sulfidi va ksantogenat bilan aralashtirish davomiyligi asosan 30 soniyadan oshmaydi, chunki uzoq vaqt davom etsa qayta hosil bo'lgan qobiqlar (plyonkalar) qatlamlana boshlaydi. Natriy sulfidining sulfidlashdagi o'rtacha sarfi bir tonna

ruda uchun 200-1000 g ni tashkil qiladi. Agar natriy sulfidining sarfi ko'paysa, barcha oksidlangan minerallar yuzalari sulfidli qobiqlar (plyonkalar) bilan qoplanadi va ksantogenatning yutilishi umuman to'xtaydi, oqibatda mineralning flotatsiyalanishi tazyiqlanadi. Malaxit va azuritni sulfidlashda bo'tanada asosan Na_2S ni dissotsiatsiyasi natijasida hosil bo'lgan N_2S va NS^- qatnashganda optimal muhit pH 8-10 oralig'ida bo'ladi. Malaxit va azurit yog' kislotasi va ularning sovunlari, kam darajada - alkilsulfatlar yordamida ham flotatsiyalanadi.

Xrizokolla o'ta yomon flotatsiyalanuvchanligi bilan ajralib turadi. Hozirgi kunda xrizokollani ajratib olish uchun taqdim qilinayotgan reagentlar va reagent rejimlari o'ta murakkabligi va samarasizligi bilan ajralib turadi. Masalan, xrizokolla ksantogenat yordamida pH 9,5 muhitda 500 °C haroratda issiqlik bilan faollashtirilgandan so'ng flotatsiyalanadi. Mis silikatlari qatlamlanish (segregatsiya) usuli bilan ham ajratib olinishi mumkin. Bu usulda 1,65 mm o'lchamlagi ruda NaCl (1% massasi bo'yicha) va koks yoki ko'mir (1,2 % massasi bo'yicha) bilan aralashtirilib, 800 °C haroratda 30 daqiqa davomida qizdiriladi. Natijada mis yupqa qatlam bo'lib koks yoki ko'mir yuzasida cho'kadi. So'ngra 0,15mm gacha yanchilib, pH 11,5-12 bo'lgan muhitda mis bilan birga amilli ksantogenat yordamida flotatsiyalanadi. Bu usul bilan tarkibida 1-2 % mis bo'lgan rudalardan tarkibida 60-70 % mis bo'lgan 95 % ajralishga ega bo'lgan boyitma olish mumkin.

Oksidlangan rux minerallarining sulfidlash jarayoni natriy sulfidi bilan amalga oshirilib, u kichik pH muhitda va 50—60 °C haroratda faollashtiruvchi reagent (mis kuporosi) ishtirokida bir kancha yaxshilanadi. Bunday sharoitda smitsonit va kataminni sulfidlantirilgandan keyin ksantagenatlar bilan flotatsiyalanishi mumkin.

Smitsonit va kataminni flotatsiyalanishining eng yuqori natija berishi kation yig'uvchilarini (birinchi navbatda to'g'ri zanjirli alifatik aminlarni) qo'llanilishi orqali ta'minlanadi. Bu yig'uvchilarning adsorbtatsiyalanishi minerallarni mis kuporosi yoki natriy sulfidi bilan ishlov berilgandan keyin yaxshilanadi. Bu Italiya fabrikalaridagi amaliyotlarida ma'lum bo'ldi.

Mis-rux rudalari selektiv flotatsiya o'tkazish nuqtai nazaridan qaralganda murakkab hisoblanadi. Yuqorida ta'kidlanganidek, bu ularning murakkab moddiy tarkibi bilan, qimmatbaho minerallarning donadorlik xarakteristikasiga va mis va rux minerallarining flotatsiyalanish xususiyatlarning bir biriga yaqinligi bilan izzohlanadi. Mis-rux rudalari to'g'ri selektiv yoki kollektiv-selektiv flotatsiya sxemalarida boyitiladi.

To'g'ri selektiv flotatsiyada yanchish jarayoni 85-95% -0.074 mm sinfgacha etkazilishi, ya'ni mayindispers xalkopirit, sfalerit va piritning yuzalari ochilishi zarur. Yanchishga xalkopiritni flotatsiyalash va sfalerit va piritni tazyiqlash uchun reagentlar qo'shiladi. Mis flotatsiyasi chiqindilaridan sfaleritni mis kuporosi bilan faollantirilgandan keyin rux boyitmasi olinadi. Bunday sxema yirik donador mis-rux rudalarini flotatsiya qilishda mis minerallari asosan xalkopirit ko'rinishida bo'lganda, sfalerit esa mis ionlari bilan faollantirilmagan bo'lganda qo'llanadi.

Mis-rux rudalarini selektiv flotatsiyasi Sibay fabrikasida (MDH), «Rutten», «Foks», «Ekstol» va «Kvemont» (Kanada) fabrikalarida, hamda Finlyandiya va Norvegiya fabrikalarida qo'llaniladi.

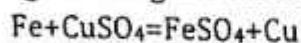
Mis boyitmasini sifatini oshirish maqsadida uni qayta tozalash jarayonidan oldin yanchiladi. Yanchishdan so'ng yanchilgan boyitma odatda alohida siklda flotatsiyalanadi. Boyitma qayta tozalashga, chiqindi esa chiqindi saqlash joyiga yuboriladi.

Yirik donador rudalar kollektiv flotatsiyadan oldin 45-60% - 0,074 mm o'lchamda dag'al yanchiladi, bunda sulfidli minerallarning asosiy qismi puch tog' jinsi minerallaridan ajratiladi. Yaxlit rudalarni qayta ishlashda sulfidlarni kollektiv flotatsiyasi 85-90% - 0,074 mm sinfgacha yanchilgandan so'ng va piritning asosiy qismini tazyiqlash maqsadida albatta oxakli muhitda (200-500 g/m³ erkin CaO) o'tkaziladi. Yig'uvchilar sifatida fabrikalarda asosan ksantogenat va ditiofosfatlar (150-200 g/t), ko'pik hosil qiluvchi sifatida esa T-66 qo'llaniladi.

Oksidli mis minerallaridan oson sulfidlanuvchi va yaxshi flotatsiyalanuvchisi – malaxit va azuritdir. Xrizokollani ham sulfidlash mumkinligi isbot qilingan, lekin uning flotatsiyasi sanoat miqyosida o'zlashtirilmagan. Malaxitli va azuritli rudalarning flotatsiyasida natriy sulfidining sarfi o'rtacha 1-2 kg/t rudaga. Sulfidlovchi odatda bo'tanaga bir necha marta bo'lib (priyomda) beriladi. To'plovchilar sifatida ko'pincha ksantogenatlar, ba'zan ditiofosfatlar yoki ayrim hollarda sulfgidril to'plovchilar bilan toshko'mirli yoki slanetsli smolalar birgalikda ishlatiladi. Oksidli rudalarda katta miqdorda shlamlarning bo'lishi peptizatorlar (ko'pincha suyuq shisha) ishlatishga olib keladi. Flotatsiya sxemalari odatda sodda: asosiy flotatsiya, nazorat flotatsiyasi va boyitmani bir – ikki marta tozalash.

Oksidli va aralash misli rudalarni birlashgan flotatsiya –gidrometallurgiya usuli. Bu usulning qo'llanilishi shundan kelib chiqqanki, flotatsiya bog'langan mis minerallari saqllovchi xrizokolla, kuprit, shuningdek, alyumosilikatlar yoki temir gidrooksidlaridan misni to'liq ajratib olishni taminlamaydi, va u flotatsiya chiqindilari tarkibida deyarli to'liq yo'qoladi. Shu bilan bir qatorda misning ko'pchilik oksidlari birikmalari sulfat kislotaning kuchsiz eritmasida yaxshi eriydi.

Birlashgan usulning mohiyati misni yanchilgan rudadan sulfat kislotada tanlab eritishdadir. Mis erigandan keyin uni temir kukuni (yoki maydalangan cho'yan qirindi) qo'shib sementatsiyalanadi. Bunda quyidagi reaksiya bo'yicha temir zarrachalari yuzasida metal holidagi misning cho'kishi sodir bo'ladi:



Sementatsiyadan keyin bo'tanani flotatsiya mashinasiga o'tkaziladi va u yerda sementlangan mis va shu sharoitda flotatsiyalanishga qodir minerallar (oltin saqllovchi pirit, mis sulfidlari va boshqalar) ning flotatsiyasi sodir bo'ladi.

Sulfat kislotaning katta miqdorda sarflanishi va jarayonning kislotali muhitida ketishi (uskunalarning zanglashiga olib kelishi) bu usulning kamchiligi hisoblanadi. Biroq, gidrometallurgiya bilan flotatsiyaning muvaffiqiyatli birlashtirilganini hisobga olsak, birlashgan

usul nafaqat gidrometallurgiyaga balki, flotatsiyaga nisbatan bir qator muhim afzalliklarga ega:

- tanlab eritilgandan keyin rudani filtrlash jarayoni bo'lmaydi;

- oksidli mis bilan bir qatorda sulfidli misni va rudani faqat gidrometallurgik qayta ishlashda yo'qolib ketadigan oltin saqllovchi piritni amalda to'liq ajratib olish mumkinligi.

- sulfidlar bilan bog'langan oltinning yuqori ajralishi.

Flotatsiyaga nisbatan birlashgan usul qiyin flotatsiyalanuvchi va flotatsiyalanmaydigan minerallar hisobiga misni yuqoriroq darajada ajralishini va boyroq misli boyitma olishini taminlaydi. Misol tariqasida birlashgan usulning uskunalar zanjiri sxemasini keltiramiz (13-rasm).

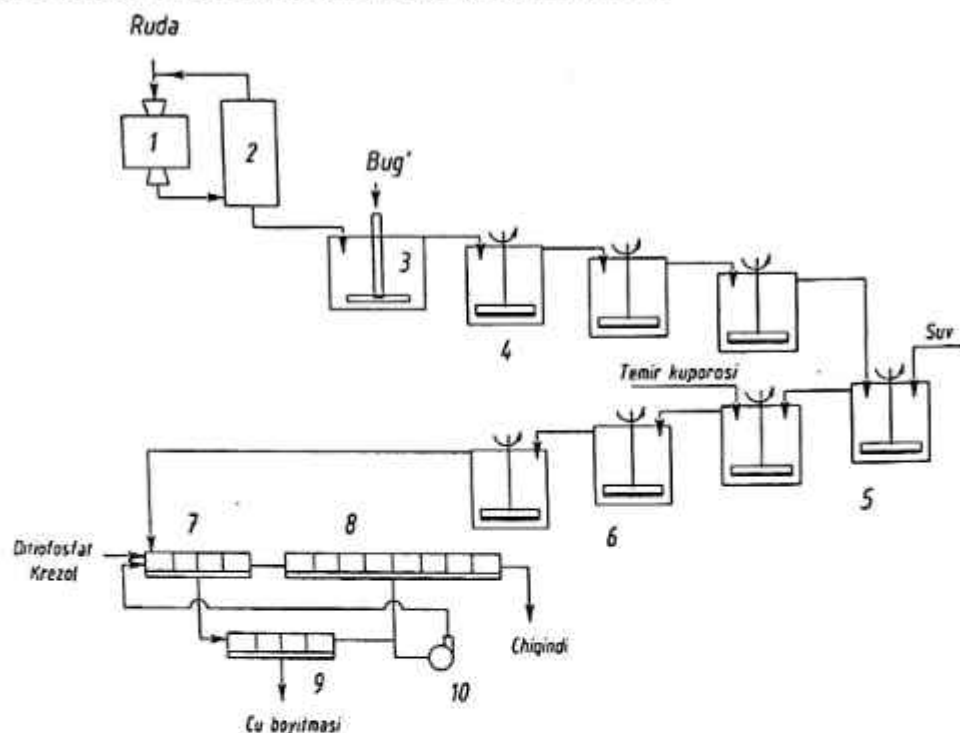
Oksidli mis minerallari sulfat kislotaning kuchsiz eritmalarida (0,5-3 %) yaxshi erishi mumkin. Erishda mis sulfati hosil bo'ladi. Sulfidli minerallar bu holda hamma eritmada ishtirok etuvchi uch valentli temir sulfati ishtirokida eriydi, lekin ularning erishi sezilarsiz. Oksidli minerallardan malaxit va azurit tez va oson eriydi; fosfat va alyumosilikatlardan mis sekin va to'liqmas eriydi.

Sulfat kislotaning konsentratsiyasi ortganda faqat mis mineralarining erish tezligi ortmasdan puch tog' jinslari minerallarining ham erish tezligi ortadi, bu esa sulfat kislotaning ortiqcha sarflanishiga olib keladi. Kislotaning sarfi rudaning mineral tarkibiga bog'liq.

Karbonatli mis minerallari odatdagi haroratda yaxshi eriydi, lekin ba'zi bir qaysar rudalarni tanlab eritishda bo'tanani isitib haroratni isitib 45-70o ga yetkazish kerak.

Misni sementatsiyalash uchun temir kukun holida yoki cho'yan qirindilari holida qo'shilishi kerak. Misning temir yordamida cho'kishi mis zarrachalarining yuzasiga bog'liq; sementli misning flotatsiyalash samaradorligini oshirish uchun zarrachalarning o'lchami 0,1-0,74 mm bo'lishi kerak.

Nazariy jihatdan temirning sarfi har 1 kg mis uchun 0,9 kg atrofida bo'ladi. Temirning amaldagi sarfi bundan yuqori, chunki temir oksidlanadi va zarrachalar yuzasi passivlashadi.



13-rasm. Oksidli va aralash misli rudalarni flotatsiya-gravitatsiyani qo'llab birlashgan usulning uskunlar zanjir sxemasi:

1 – sharli tegirmon; 2 – klassifikator; 3 – bo'tanani isitish uchun chan;
4,5,6 – aralashtiruvchi chanlar; 7 – asosiy flotatsiya uchun flotatsion mashina;
8 – nazorat flotatsiyasi uchun flotatsiya mashina; 9 – tozalash flotatsiyasi uchun flotatsiya mashina; 10 – nasos.

Sementli mis ham tez oksidlanadi (bu esa flotatsiyaga salbiy ta'sir ko'rsatadi) shuning uchun sementlash chanlarida aralashtirish aeratsiyalashsiz olib borilishi kerak. Oksidlangan sementli mis kislota tasirida tez eritmaga o'tadi. Buning oldini olish uchun sementatsiya jarayoni katta tezlikda olib borilishi kerak, bunga esa yetarli miqdordagi temirni ishlatib va uning zarrachalarining yuzasini kattalashtirish hisobiga erishiladi. Sementli mis oson flotatsiyalanadi.

Nazorat uchun savollar:

1. Flotatsiya jarayonida muhit regulyatorlarining vazifasi nimadan iborat?
2. Flotatsiya jarayonining texnologik ko'rsatkichlariga nimalar kiradi?
3. Mineral zarra yuzasining ho'llanishi deganda nima tushuniladi?
4. Selektiv flotatsiya sxemasi deb nimaga aytiladi?
5. Nazorat flotatsiyasi deb nimaga aytiladi va u nima maqsadda qo'llaniladi?
6. Tozalash flotatsiyasi deb nimaga aytiladi va u nima maqsadda qo'llaniladi?
7. Flotatsiya jarayoniga reagentlar qanday tartibda qo'shiladi?

10-§. Mis-rux rudalarini boyitish texnologiyasi

Ruxning asosiy xususiyatlari va qo'llanilish sohalari

Rux- D.I. Mendeleyev davriy jadvalining II guruhiga kiruvchi kimyoviy element bo'lib, uning atom nomeri 30, nisbiy atom massasi 65,3 ga teng. Geksogonal kristall panjaraga ega. Ruxning zichligi $7,1 \text{ g/sm}^3$.

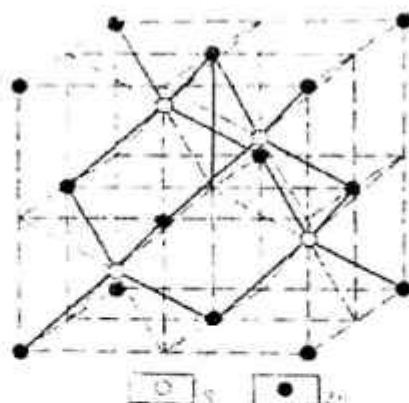
Ruxning o'rtacha tarkibi yer yuzasida $8,3 \cdot 10^{-3} \%$. Su-Zn qotishmasi hisoblangan latun qadimdan insoniyatga ma'lum. Metall holdagi rux birinchi marta 1746 yili Angliyada olingan.

Rux faol metall va yaxshi tiklovchi, uning oksidlab-tiklovchi potentsiali 0.76 V. erish harorati $419,5^\circ\text{C}$, qaynash harorati 906°C . Ruxning qattiqligi Moos shkalasida 2,5-2,9 ga teng.

Tabiatda rux faqat turli xil minerallarda birikma holida uchraydi va erkin holda uchramaydi. Rux $100-150^\circ\text{C}$ haroratda egiluvchan va cho'ziluvchan xususiyatga ega bo'ladi, 200°C dan yuqori haroratda esa mo'rtlashadi va diamagnitli xususiyatga o'tadi. Ruxning qo'rg'oshin yoki mishyak bilan ifloslanishi uning mo'rtlashishga olib keladi.

Ruxning juda kup qotishmalari aniklangan: Al, Cu, Sn, Mg, Ca, Ni, Pb, Cd, Fe, Ag, Hg, Au, Pt, W va boshqa metallar bilan.

Havoda 100°C haroratda karbonatli qobiq bilan qoplanadi va rangsizlashadi.



14-rasm. Sfaleritning kristall panjarasi.

Smitsonit $ZnCO_3$ – birlamchi sulfidli rux rudalari konlarining oksidlangan zonasi minerali. U tabiiy karbonatlar guruhiga kiradi: tarkibida temir, manganets, kadmiy, kobalt, magniy, qo'rg'oshin kabi keraksiz qo'shimchalar uchraydi. Oq rangdan sarg'ish ranggacha, gohon qo'ng'ir rangda bo'ladi.

Kalamin yoki **gemimorfit**, **galmey**, $2ZnO \cdot SiO_2 \cdot H_2O$ suvli rux silikatlariga kiradi. Rux-qo'rg'oshin kondarida oksidlanish zonalarida hosil bo'ladi. Rangi oqdan to yashimtir va ko'kimtirgacha bo'ladi (mis qo'shimchalari bilan). Mis-rux rudalarining zahiralari ko'proq MDH davlatlarida, Kanada, Finlyandiya, Norvegiya va Yaponiyada uchraydi.

Nazorat uchun savollar:

1. Ruda konlari necha turga bo'linadi?
2. Moddiy tarkibiga ko'ra rudalar qanday turlarga bo'linadi?
3. Fizik xususiyatlariga ko'ra rudalar qanday turlarga bo'linadi?
4. Boyitishning xalq xo'jaligidagi roli nimadan iborat?
5. Foydali qazilmalarni boyitish deganda nima tushuniladi?

11-§. Rux minerallarining flotatsiyalanish xususiyatlari

Sfaleritning flotatsion xususiyati to'liq o'rganilgan. Uning flotatsiyalanuvchanligi juda ko'p izlanishlar (kristall pancharalar tarkibiga kirgan keraksiz izomorf qo'shimchalardan tortib, to tarkibiy qismigacha) natijasida o'rnatilgan. Ular sfaleritni yig'uvchilar, faollashtiruvchilar va tazyiqlovchilar bilan aloqasiga ta'sir ko'rsatadi.

Sfaleritning flotatsiyalanishiga ikki valentli temirga juda katta ta'sir ko'rsatadi. Biroq sfaleritning flotatsiyalanishi va uning tarkibidagi temirning miqdori (64-19,5%) orasidagi bog'liqlik kuzatilmaydi. Sfaleritning flotatsiyalanish xususiyati nafaqat keraksiz qo'shimcha bo'lgan temirning miqdoriga, balki, uning qanday shaklda (izomorfli keraksiz qo'shimchalar yoki pirrotining emulsion donadorligiga) uchrashiga ham bog'liq. Keraksiz qo'shimcha bo'lgan temirning shakli izomorfli shaklida bo'lganda sfaleritning flotatsiyalanuvchanligi temirning kamayishi bilan oshib boradi. Agar temir pirrotin ko'rinishida bo'lsa, bunday bog'liqlik kuzatilmaydi.

Tarkibida temirning miqdori kam bo'lgan sfalerit yaxshi flatatsiyalanadi. Sfaleritning kristall panjaralardagi temir miqdorining oshib borishi faollashtirilmagan sfaleritning flotatsiyalanish qobiliyatini pasaytiradi, chunki, ksantogenatning biriktirish qobiliyatini pasaytiradi. Faollashtirilmagan sfaleritning yangi ochilgan yuzasi etarli darajada tabiiy flotatsiyalanuvchanlik kasb etib, nordon muhitda ham birgina ko'pik hosil qiluvchi yordamida yaxshi flotatsiyalanadi.

Uglevodorod qo'shimchalari, masalan, kerosin, shunaqa sfaleritning flotatsiyalanishini oshiradi. Sfaleritning yuzasini oksidlanishi boshqa sulfidlarga qaraganda uning flotatsiyalanishini pasayishiga olib keladi, bu esa yuzalar gidratatsiyasini oshiruvchi SO_4^{2-} va Zn^{2+} ionlarini hosil bo'lishini ta'kidlaydi. Rux sulfidlarining oksidlanish maxsusotlariga pH 5-5,2 bo'lganda rux karbonati ZnCO_3 pH ko'rsatkichi yuqori bo'lganda Zn(OH)_2 lar kiradi. Neytral, kuchsiz nordon va kuchsiz ishqorli muhitda sfaleritning oksidlanishining ikkala mahsulot

Nam havoda uglerodli gazlar ishtirokida rux asosiy karbonatlar hosil qilib, odatdagi haroratda ham parchalanadi. Kuchli kislotali minerallari ruxni tuzlar hosil qilgan holda yaxshi eritadi.

Rux III analitik guruhga kirib, kationlari qiyin eriydigan sulfidlar hosil qiladi. Rux sulfidi boshqa III guruh elementlariga nisbatan (Al, Fe, Co, Ni) aytarli drajada qiyin eriydi.

Jahon miqyosida olinayotgan ruxni qariyb 40% ruxlantirishga, ya'ni ruxni yupqa qatlam qilib (10 - 50 mkm) temir va uning qotishmalari yuzasiga atmosfera korroziyasini oldini olish maqsadida qoplashga sarflanadi.

O'zining yaxshi quyma olish va past haroratda erish xususiyatlaridan kelib chiqib, rux turli xil, asosan alyuminiy, mis, magniy bilan qotishmalar tayyorlashda keng ishlatiladi. Bu qotishmalar o'ta baland bo'lmagan erish harorati, yaxshi oquvchanligi, bosim ostida oson ishlov beriluvchanligi, payvandlanuvchanligi bilan ajralib turadi. Rux qo'rg'oshinni nodir metallardan tozalashda ishlatiladi, kimyo-metallurgiya jarayonlarida tiklovchi sifatida qo'llaniladi. Uning birikmalari juda muhim yarimo'tkazgichli material va lyuminofoara hisoblanadi. Metallari rux kumushni ko'rg'oshinli kumushdan ajratib olishda va galvanik elementlar tayyorlashda qo'llaniladi.

Butun yer yuzasi bo'ylab olingan ruxning umumiy miqdori 4578 ming.tonnani tashkil qilgan. Eng ko'p ishlab chiqaruvchi mamlakatlarga Kanada, AQSH, Avstraliya, Peru, Yaponiya va Meksika kirsa, ko'p ishlatuvchilar AQSH hisoblanib, 1140 ming t. rux ishlatilgan, shuning 40% ruxlantirishga ishlatilgan. 32,5% eritma tayyorlashga, 11,5% latun va bronza olishda qo'llanilgan. Ruxning taxminan 10%i rux oksidi olishda ishlatiladi.

Ruxning minerallari va rudalari

Tabiatda tarkibida rux bo'lgan 66 ta minerallar aniqlangan, biroq uning sanoat ahamiyatiga ega bo'lgan minerallari bu sulfidli rudalarda sfalerit, oksidli rudalarda esa smitsonit va kalamindir.

4-jadval. Rux minerallarining qisqacha tasnifi

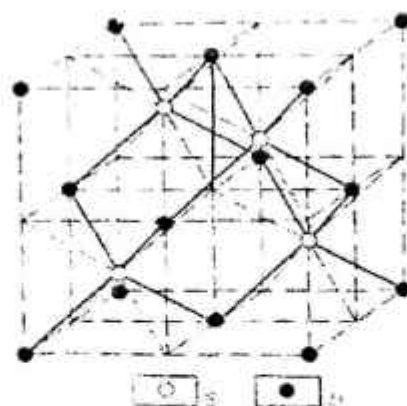
Minerali	Formulasi	Ruxning miqdori, %	Zichligi, g/sm ³	Qattiqligi
Sfalerit	ZnS	67,1	3,5 – 4,2	3 – 4
Smitsonit	ZnCO ₃	59,5	3,5 – 3,8	2,5
Kalamin	2ZnO·SiO ₂ ·H ₂ O	53	3,4 – 3,5	4 – 5
TSinkit	ZnO	80,3	5,7	4
Villemit	2ZnO·SiO ₂	59,1	4,1	5 – 6
Franklinit	(Zn,Mn) O·Fe ₂ O ₃		5 – 5,2	6

Sfalerit, ZnS – ruxning sanoat ahamiyatiga ega bo'lgan asosiy minerali. U odatda gidrotermal zalejlarning barcha turlarida uchraydi. Izomorfli zararli qo'shimchalar ko'rinishida temir (26%), marganets, kadmiy, galliy, germaniy, indiy, kobolt va simob uchraydi. Temir bilan boy bo'lgan sfaleritnang turi –martit, tarkibidagi temir miqdoriga qarab qo'ng'ir, jigarrang yoki hatto qora rangi bilan ajralib turadi.

Oddiy sulfidlar orasida eng yomon elekt o'tkazkich sfalerit hisoblanadi.

Sfaleritning strukturasi (14-rasm) oltingugurt atomidan tashkil topgan zich-kub qadoq bo'lib, tetraedrik bushliqlarda rux atomlari joylashgan. Sfalerit yaltirashi olmosdek.

Toza sfaleritning solishtirma qarshiligi 10¹² Om·m. Ayrim sfaleritning elektr o'tkazishi tarkibidagi keraksiz qo'shimchalar bilan tushiniladi, ayniqsa, temir, ion radiusi ruxniki bilan o'zaro yaqin bo'lib, uni izomorf kristall panjaralarda almashtiradi.



14-rasm. Sfaleritning kristall panjarasi.

Smitsonit $ZnCO_3$ – birlamchi sulfidli rux rudalari konlarining oksidlangan zonasi minerali. U tabiiy karbonatlar guruhiga kiradi: tarkibida temir, marganets, kadmiy, kobalt, magniy, qo'rg'oshin kabi keraksiz qo'shimchalar uchraydi. Oq rangdan sarg'ish ranggacha, gohon qo'ng'ir rangda bo'ladi.

Kalamin yoki **gemimorfit**, **galmey**, $2ZnO \cdot SiO_2 \cdot H_2O$ suvli rux silikatlariga kiradi. Rux-qo'rg'oshin kondarida oksidlanish zonalarida hosil bo'ladi. Rangi oqdan to yashimtir va ko'kimtirgacha bo'ladi (mis qo'shimchalari bilan). Mis-rux rudalarining zahiraları ko'proq MDH davlatlarida, Kanada, Finlyandiya, Norvegiya va Yaponiyada uchraydi.

Nazorat uchun savollar:

1. Ruda konlari necha turga bo'linadi?
2. Moddiy tarkibiga ko'ra rudalar qanday turlarga bo'linadi?
3. Fizik xususiyatlariga ko'ra rudalar qanday turlarga bo'linadi?
4. Boyitishning xalq xo'jaligidagi roli nimadan iborat?
5. Foydali qazilmalarni boyitish deganda nima tushuniladi?

11-§. Rux minerallarining flotatsiyalanish xususiyatlari

Sfaleritning flotatsion xususiyati to'liq o'rganilgan. Uning flotatsiyalanuvchanligi juda ko'p izlanishlar (kristall pancharalar tarkibiga kirgan keraksiz izomorf qo'shimchalardan tortib, to tarkibiy qismigacha) natijasida o'rnatilgan. Ular sfaleritni yig'uvchilar, faollashtiruvchilar va tazyiqlovchilar bilan aloqasiga ta'sir ko'rsatadi.

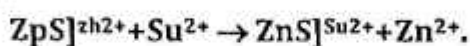
Sfaleritning flotatsiyalanishiga ikki valentli temirga juda katta ta'sir ko'rsatadi. Biroq sfaleritning flotatsiyalanishi va uning tarkibidagi temirning miqdori (64-19,5%) orasidagi bog'liqlik kuzatilmaydi. Sfaleritning flotatsiyalanish xususiyati nafaqat keraksiz qo'shimcha bo'lgan temirning miqdoriga, balki, uning qanday shaklda (izomorfli keraksiz qo'shimchalar yoki pirrotining emulsion donadorligiga) uchrashiga ham bog'liq. Keraksiz qo'shimcha bo'lgan temirning shakli izomorfli shaklda bo'lganda sfaleritning flotatsiyalanuvchanligi temirning kamayishi bilan oshib boradi. Agar temir pirrotin ko'rinishida bo'lsa, bunday bog'liqlik kuzatilmaydi.

Tarkibida temirning miqdori kam bo'lgan sfalerit yaxshi flatatsiyalanadi. Sfaleritning kristall panjaralardagi temir miqdorining oshib borishi faollashtirilmagan sfaleritning flotatsiyalanish qobiliyatini pasaytiradi, chunki, ksantogenatning biriktirish qobiliyatini pasaytiradi. Faollashtirilmagan sfaleritning yangi ochilgan yuzasi etarli darajada tabiiy flotatsiyalanuvchanlik kasb etib, nordon muhitda ham birgina ko'pik hosil qiluvchi yordamida yaxshi flotatsiyalanadi.

Uglevodorod qo'shimchalari, masalan, kerosin, shunaqa sfaleritning flotatsiyalanishini oshiradi. Sfaleritning yuzasini oksidlanishi boshqa sulfidlarga qaraganda uning flotatsiyalanishini pasayishiga olib keladi, bu esa yuzalar gidratatsiyasini oshiruvchi SO_4^{2-} va Zn^{2+} ionlarini hosil bo'lishini ta'kidlaydi. Rux sulfidlarining oksidlanish maxsusotlariga pH 5-5,2 bo'lganda rux karbonati ZnCO_3 , pH ko'rsatkichi yuqori bo'lganda $\text{Zn}(\text{OH})_2$ lar kiradi. Neytral, kuchsiz nordon va kuchsiz ishqorli muhitda sfaleritning oksidlanishining ikkala mahsulot

xam tarkibida bo'ladi. Agar sfalerit tarkibida temir bo'lsa, unda oksidlanish reaksiyasi maxsulotda $\text{Fe}(\text{OH})_3$, $\text{Fe}(\text{OH})_2$ va FeCO_3 uchraydi.

Oliy ksantogenatlar faollantirilmagan sfaleritlarni yaxshi flotatsiyalay oladi. Biroq, odatda sfaleritning flotatsiyalanuvchanligini oshirish uchun yig'uvchilar bilan birikishidan oldin uni faollashtirish zarur. Sfaleritning eng yaxshi faollantiruvchilari bu og'ir metallarning tuzlari, ular ksantogenatlar bilan ruxga nisbatan murakkab eriydigan birikmalar hosil qiladi. Qariyb, barcha sfaleritni qayta ishlash boyitish fabrikalarida, sfaleritni faollashtirish uchun mis kuporosi qo'llaniladi. Faollanish sfaleritning kristall panjarasidagi rux kationarini mis kationi bilan o'rin almashinuvi evaziga sodir bo'ladi va qo'yidagi reaksiyada boradi:



CuS monoqatlami hosil bo'lishi bilan almashinuv to'xtaydi. Misning maksimal adsorbsiyalanishi pH 6 bo'lganda kuzatiladi. Tarkibida kam miqdorda temir bo'lgan sfaleritni flotatsiyalash uchun uning yuzasida 22-25% ga yaqin CuS monoqatlam so'rilishi etarli hisoblanadi. Tarkibida ko'p miqdorda temir bo'lgan sfalerit uchun o'ta mustahkam sorbtsiyali qatlam zarur. Mis ionlari bilan sfaleritning boshlangich faollashtirish yig'uvchi reagentning so'rilishini oshiradi va uning birlashish mustahkamligi ancha oshiradi.

Faollantirilgan sfalerit sianidlar bilan tazyiqlanadi. Bu faollashtiruvchi mis ionlarini sfalerit yuzasidan yo'qotish orqali amalga oshiriladi.

Amaliyotda selektiv flotatsiyalashda sfaleritni tazyiqlash uchun sianid va rux kuporosini birgalikda qo'llash juda keng tarqalgan, ularning ta'siri sfaleritda hosil bo'lgan ksantogenatlarning erishi bilan bog'liq. Sfaleritni tazyiqlashda sianid va rux kuporosi aralashmasining nisbati 1:2 dan 1:10 gacha oraliqda bo'lib, pH 7,5—9 muhitda sianidning sarfi 1 t rudaga 25—150 g ni tashkil etadi.

Bulardan tashqari flotatsiya amaliyotida sfaleritni taniqli tazyiqlovchilariga sulfidli gazlar sulfid kislotasi, natriy sulfidti va bisulfiti, shuningdek natriy sulfidi va rux kuporosi qo'shilmalari kiradi. Oksid-

langan rux minerallari, ayniqsa smitsonit va kalamini juda yomon sulfatlanadi. Bundan tashqari, bu minerallar rangli metallar rudalarida oksidlanish zonalarida uchraydi. U erda faqat oddiy temirdan iborat minerallar (limonit) emas, balki eriydigan tuzlar ham bo'lib, ular oksidli minerallarni flotatsion xususiyatini tenglashtiradi va ularning selektiv flotatsiyalanishini birqancha murakkablashtiradi.

Oksidlangan rux minerallarining sulfidlash jarayoni natriy sulfidi bilan amalga oshirilib, u kichik pH muhitda va 50—60 °C haroratda faollashtiruvchi reagent (mis kuporosi) ishtirokida bir kancha yaxshilanadi. Bunday sharoitda smitsonit va kalaminni sulfidlantirilgandan keyin ksantagenatlar bilan flotatsiyalanishi mumkin.

Smitsonit va kalaminni flotatsiyalanishining eng yuqori natija berishi kation yig'uvchilarini (birinchi navbatda to'g'ri zanjirli alifatik aminlarni) qo'llanilishi orqali ta'minlanadi. Bu yig'uvchilarning adsorbtsiyalanishi minerallarni mis kuporosi yoki natriy sulfidi bilan ishlov berilgandan keyin yaxshilanadi. Bu Italiya fabrikalaridagi amaliyotlarda ma'lum bo'ldi.

Mis-rux rudalari selektiv flotatsiya o'tkazish nuqtai nazaridan qaralganda murakkab hisoblanadi. Yuqorida ta'kidlanganidek, bu ularning murakkab moddiy tarkibi bilan, qimmatbaho minerallarning donadorlik xarakteristikasiga va mis va rux minerallarining flotatsiyalanish xususiyatlarning bir biriga yaqinligi bilan izzohlanadi. Mis-rux rudalari to'g'ri selektiv yoki kollektiv-selektiv flotatsiya sxemalarida boyitiladi.

To'g'ri selektiv flotatsiyada yanchish jarayoni 85-95% -0.074 mm sinfgacha yetkazilishi, ya'ni mayindispers xalkopirit, sfalerit va piritning yuzalari ochilishi zarur. Yanchishga xalkopiritni flotatsiyalash va sfalerit va piritni tazyiqlash uchun reagentlar qo'shiladi. Mis flotatsiyasi chiqindilaridan sfaleritni mis kuporosi bilan faollantirilgandan keyin rux boyitmasi olinadi. Bunday sxema yirik donador mis-rux rudalarini flotatsiya qilishda mis minerallari asosan xalkopirit ko'rinishida bo'lganda, sfalerit esa mis ionlari bilan faollantirilmagan bo'lganda qo'llanadi.

Mis-rux rudalarini selektiv flotatsiyasi Sibay fabrikasida (MDH), «Rutten», «Foks», «Ekstol» va «Kvemont» (Kanada) fabrikalarida, hamda Finlyandiya va Norvegiya fabrikalarida qo'llaniladi.

Mis boyitmasini sifatini oshirish maqsadida uni qayta tozalash jarayonidan oldin yanchiladi. Yanchishdan so'ng yanchilgan boyitma odatda alohida siklda flotatsiyalanadi. Boyitma qayta tozalashga, chiqindi esa chiqindi saqlash joyiga yuboriladi.

Yirik donador rudalar kollektiv flotatsiyadan oldin 45-60% - 0,074 mm o'lchamda dag'al yanchiladi, bunda sulfidli minerallarning asosiy qismi puch tog' jinsi minerallaridan ajratiladi. Yaxlit rudalarni qayta ishlashda sulfidlarni kollektiv flotatsiyasi 85-90% - 0,074 mm sinfgacha yanchilgandan so'ng va piritning asosiy qismini tazyiqlash maqsadida albatta oxakli muhitda (200-500 g/m³ erkin CaO) o'tkaziladi. Yig'uvchilar sifatida fabrikalarda asosan ksantogenat va ditiofosfatlar (150-200 g/t), ko'pik hosil qiluvchi sifatida esa T-66 qo'llaniladi.

Agar rudada sfaleritning ikki xil turi uchrasa, unda kollektiv boyitmaga avval mis sulfidi va yuqori faollangan sfalerit ajratiladi, qolgan sfalerit rux flotatsiyasida mis kuporosini bilan faollantirilgandan so'ng ajratib olinadi.

Kollektiv mis-rux boyitmasi ajratilishidan avval albatta oxakli muhitda yanchiladi va natriy sulfid (0,2-3 kg/t rudada) hamda faollantirilgan ko'mir (0,3 kg/t) yordamida desorbtsiyalanadi.

Desorbtsiya changlarda qattiklik miqdori 55-60% bo'lganda p'tkaziladi.

Kollektiv mis-rux boyitmasi sianidli va sianidsiz usul bilan ajratilishi mumkin. Birinchi ko'rinishda yanchishda tegirmonga yoki changa mis flotatsiyasidan oldin sianid aralashmasi va rux kuporosi beriladi. Ikkinchi ko'rinishda esa, sianid natriy sulfidi yoki natriy tiosulfati bilan almashtiriladi, u rux kuporosi bilan birgalikda sfaleritning yaxshi tazyiqlovchisi hisoblanadi. Urarning sarfi odatda quyidagicha, kg/t rudada: 0,1—0,2 natriy sulfidi; 0,2—0,3 natriy tiosulfati va 0,3—0,5 rux kuporosi.

Mis flotatsiyasi ksantogenat va ko'pik hosil qiluvchi reagent ishtirokida amalga oshiriladi. Tozalash jarayonida mis boyitmasining sifatini oshirish maqsadida natriy sulfidi, rux kuporosi va albatta oxak ($500-700 \text{ g/m}^3$ erkin CaO) qo'shiladi. Mis flotatsiyasining chiqindilaridan mis kuporosi ($0,1-0,3 \text{ kg/t}$) bilan faollantirilgandan so'ng sfalerit flotatsiyalanadi. Piritni tazyiqlash uchun asosiy rux flotatsiyasida bo'tanaga $800-1000 \text{ g/m}^3$ gacha erkin SaO , qayta tozalash flotatsiyasida esa $1100-1200 \text{ g/m}^3$ gacha erkin CaO qo'shiladi.

Kolchedanli mis-rux rudalarini flotatsiyalashda rux flotatsiyasining chiqindisi ko'p hollarda tayyor pirit boyitmasi hisoblanadi, donador rudalar flotatsiyasida esa pirit tarkibli chiqindilar olinadi, ular kuchsiz nordon muhitda flotatsiyalanib, pirit boyitmasi olinishi mumkin.

Agar olinayotgan rux boyitmasida ruxning miqdori 37-40% dan oshmasa, unda u missizlantirish va temirsizlantirish jarayonlariga yuboriladi. Bunda olingan rux boyitmasi 60 % qattqlikkacha quyultirilgandan so'ng yanchiladi, agar bu zarur bo'lsa. Quyultirgichda yuviladi, soda va rux kuporosi bilan aralashtirilib, pH 7-8 muhitda mis-pirit flotatsiyasiga yuboriladi. Kupikli mahsulot - mis-pirit boyitmasi tayyor mis boyitmasi bilan birlashadi, kamera mahsuloti esa maromiga etgan rux boyitmasi hisoblanadi.

Nazorat uchun savollar:

1. Moddiy tarkibiga ko'ra rudalar qanday turlarga bo'linadi?
2. Fizik xususiyatlariga ko'ra rudalar qanday turlarga bo'linadi?
3. Boyitishning xalq xo'jaligidagi roli nimadan iborat?
4. Foydali qazilmalarni boyitish deganda nima tushuniladi?

12-§. Qo'rg'oshin rudalarni boyitish texnologiyasi

Qo'rg'oshinning asosiy xossalari va qo'llanilish o'rinlari

Qo'rg'oshin - atomining tartib raqami 82 va atom massasi 207,2 bo'lgan davriy sistemaning 4 gurux elementi. Bu havorang-kulrang,

yumshoq va egiluvchan bo'lgan og'ir metall. Er sharida qo'rg'oshinning miqdori $16 \cdot 10^{-3} \%$ ni tashkil etadi. Qo'rg'oshinning zichligi $11,3 \text{ g/sm}^3$, erish harorati $327,4^\circ\text{C}$, qaynash xarorati 1725°C . Qo'rg'oshin atomining tashqi elektron konfiguratsiyasi $6s^2 6p^2$, shuning uchun u +2 va +4 oksidlanish darajasini namoyish etadi, kimyoviy jihatdan kam faol. Oksidlanganda qo'rg'oshin yuzasida yupqa PbO parda hosil bo'ladi, u qo'rg'oshinni chuqur oksidlanishdan saqlaydi.

Qo'rg'oshin qo'rg'oshin akkumulyatorlar ishlab chiqarishda, zararli muhitlarda korroziyabardoshli apparatura ishlab chiqarishda keng qo'llaniladi. Qo'rg'oshin rentgen nurlarini yaxshi yutadi, shuning uchun uni tegishli nurlanishdan himoya qilish vositasi va radioaktiv moddalarni saqlash uchun uskuna tayyorlashda qo'llaydilar. Qo'rg'oshinning ancha miqdori elektr kabellariga qobiq ishlab chiqarish uchun qo'llaniladi.

Qo'rg'oshin ko'pchilik metallar bilan qotishmalar hosil qiladi. Kam legirlangan qotishmalar uning mustahkamligini va korrozion turg'unligini oshiruvchi temir, mis, qalay, surma, kadmiy, kaltsiy kabi qo'shimchalarni xam kam miqdorda saqlaydi. Yuqori legirlangan qotishmalar o'zida bu qo'shimchalarni ko'prok saqlab, mustahkamlik va turg'unlikdan tashqari yuqori qattiqlik va antifriktsion xossalarni namoyish etadi.

Oson eruvchi qo'rg'oshinli qotishmalardan kavsharlar sifatida foydalaniladi. Qo'rg'oshinning organik birikmasi tetraetil qo'rg'oshin motor yoqilg'isiga qo'shimcha sifatida qo'llaniladi. Yuqori nur sindirish ko'rsatkichiga ega materiallarni olish uchun qo'rg'oshin oksidi billur va optik oyna tarkibiga qo'shiladi.

AQSH da ishlatilgan 1398 ming t. qo'rg'oshinning 880 ming t. si yoki 62,5% akkumulyatorlar ishlab chiqarishga, 178 ming t. (12,6%) i tetraetil qo'rg'oshin, 147 ming t. (10,8%) i turli qotishmalarni, 89 ming t. (6,34%) bo'yoq modda va ximikatlarni, 30 ming t. (1,04%) i yupqa prokat va quvurlarni, 60 ming t. (4,6%) boshqa narsalarni ishlab chiqarishga sarflandi.

Dunyo bo'ylab ruda tarkibidan 2413 ming t. qo'rg'oshin olindi. Qo'rg'oshin olishning asosiy qismi quyidagi davlatlarga tug'ri keladi: (ming t.) AQSH (541); Avstraliya (387); Kanada (366); Meksika (171); Peru (183). Qo'rg'oshin boyitmasini va aralashmalardan tozalangan metallni import qilish hisobiga AQSH da aralashmalardan tozalangan qo'rg'oshinni istemol qilish 975 ming t. ni tashkil etdi. 2000 yilga kelib qo'rg'oshin zahirasi 200-300 mln. t. ni tashkil etdi, uni istemol qilish esa 6-6,5 mln.t. gacha oshdi.

Qo'rg'oshinning minerallari va rudalari

Qo'rg'oshin 144 ta mineral tarkibiga kirsada, lekin ularning kamchiligi sanoatda ahamiyat kasb etadi. (5-jadval)

5-jadval.

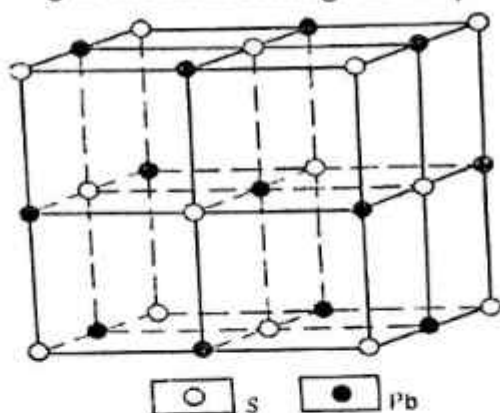
Asosiy qo'rg'oshin minerallarining tavsifi

Mineral	Formulasi	Qo'rg'oshin miqdori %	Zichligi g/sm ³	qattiqligi
Galenit	PbS	86,6	7,4 - 7,6	2-3
TSerussit	PbCO ₃	77,5	6,4 - 6,6	2,5-3
Anglezit	PbSO ₄	68,3	6,1 - 6,4	2,5-3
Vul'fenit	PbMoO ₄	55,8	6,3 - 7	3
Piromorfit	Pb ₅ (PO ₃) ₃ Cl	76,1	6,7 - 7,1	3,5-4

Galenit yoki qo'rg'oshinsimon yaltirash, PbS – qo'rg'oshinga oid sanoatdagi barcha qo'rg'oshin saqllovchi rudalar ichidagi eng asosiy mineral. Galenitning birikishi takomillashgan – kubsimon (15-rasm). Shuning uchun galenit kristallarining buzilishi ulanish yuzasidan ion bog'lanishning uzilishsiz borib, buning oqibatida yangi ochilgan galenitning yuzasi gidrofob, ya'ni suvda namlanuvchi bo'lib qoladi. Galenit solishtirma karshiligi qiymati keng ko'lamlı bo'lgan yarım o'tkazgichli mineral. Tok o'tkazuvchanligining turi asosan qazilma joyining paydo bo'lishiga bog'lik bo'lib, u o'z navbatida stexometrik

tarkibga nisbatan oltingugurtning tanqisligi yoki etishmovchiligini aniqlaydi. Galenit ko'pincha n-turga mansub.

p-turdagi galenit ko'pincha karbonatli qo'rgoshin-ruxli yoki qo'rgoshin-kumushli gidrotermal konlarga taalluqli.



15-rasm. Galenitning kristal strukturasi.

Galenit tarkibidagi uning elektr o'tkazuvchanlik qobiliyatini va flotatsion xossalarini o'zgartiruvchi bir qator, jumladan kumush, vismut, kadmiy, surma, mis, kalay, indiy, temir, manganets, rux kabi zararli qo'shimchalari bor.

Serrusit RbSO_3 sulfidli minerallar oksidlanishi sohasida odatda anglezit va limonit bilan birikib keladi. Kristallari jadval shaklidagi rombsimon strukturaga ega. Takomillashmagan birikishga ega va oq ba'zida sariq yoki kulrangli tuproqsimon va birikkan agregatlar hosil qiladi. Tarkibida kam miqdorda kaltsiy, rux, strontsiy, magniy qo'shimchalari bor.

Anglezit PbSO_4 asosan kurgoshin-ruxli sulfid konlarning oksidlanish soxalarida, shuningdek, gidrotermal yul bilan rudatashuvchi eritmalarning kislorod bilan tuyingan yuzaki suvlar bilan ta'sirlashishi natijasida paydo bo'ladi. Anglezit odatda ok randan kulranggacha, sarikdan malla ranggacha bo'lgan donsimon yoki qumsimon zich massalarni xosil kiladi. Anglezit mo'rt bo'lib maydalanganda shlamlanadi.

Piromorfit $Pb(PO_4)_3Cl$ geksagonal yo'nalishda kristallanadi. Yirik to'plamlarni hosil qilmaydi, sulfidli konlarning oksidlanish sohasida anglezit, mimetizit, vul'fenit bilan birga uchraydi. Rangi yashildan mallaga qadar o'zgaradi. Qushimcha sifatida kaltsiy, mish'yak, xrom, vanadiyni saqlaydi. Piromorfit strukturasidagi fosforni mish'yak bilan almashtirsak mimetizit $Pb(AsO_4)_3Cl$ vanadiy bilan - vanadinit $Pb(VO_4)_3Cl$ xosil buladi.

Qurgoshin rudalarini saqlovchi konlar 5 turga bo'linadi: skarnli, metasomatik, kolchedanli va tomirli. Jami qazib olinadigan qo'rg'oshin rudalarining uchdan ikki qismi kalchedanli turidagi konlarda uchraydi.

Skarnli rudalarda bo'sh tog' jinsi skarn hosil qiluvchilar ko'rishida uchraydi. Bu rudalar tarkibidagi qo'rg'oshin bilan ruxning miqdori 1:1,4 nisbatda. Bu rudalar tarkibida asosan galenit, sfalerit, pirrotin kabi sulfidli minerallar uchraydi. Bu kabi konlar juda keng tarkalgan. MDH davlatlarida bu Oltintopgan va Konsoy konlari, Dal'nogorsk rudali dalasi, Yugoslaviyada-Trepcha, AQSH da Lourene, Bingem, Yaponiyada-Oxori, Kamioka, SHvetsariyada-Ammaberg. Metasomatik konlarining rudalarida qo'rg'oshin bilan ruxning mikdori 1:0,8 nisbatda. Bu ruda zaxirasi asosan AQSH (Ledvill, Tinik, Yurka) da to'plangan. Rudalar tarkibida bo'sh jins kvarts yoki dolomit sifatida ko'rsatilgan, shuningdek kaltsit, ankerit va sidirit ($FeCO_3$) ham bor.

Kolchedanli rudalar piritning (FeS_2), ba'zida pirrotinning yuqori mikdori bilan, mineral tarkibining murakkabligi bilan, bir biriga birikkanligi bilan farq qiladi. Kolchedanli rudalar polimetallidir: ular tarkibiga qo'rg'oshindan tashqari sanoatda ahamiyatli rux, mis, oltin, kumush, kadmiy kiradi. qo'rg'oshin bilan ruxning mikdori 1:2,4 nisbatda.

Stratimorf turidagi konlarning rudalari qo'rg'oshin va ruxning yukori mikdori bilan farq qiladi. Sullivan 83% qo'rg'oshin va 6,5 % rux saqlaydi. Rudalar tarkibida bo'sh jins kvarts, dolomit yoki barit ($BaSO_4$) sifatida ko'rsatilgan, rudali minerallar - galenit, soralit bilan, Oksidlanish soxasida shuningdek anglezit, serrusit, smitsonit ($ZnCO_3$)

uchraydi. Bu turdagi kon namoyondalari MDH da Mirgalimsoy va Gorevskdir, Kanadada – Payn-Poyit, AQSH da Missisuri daryosi vodiylarida.

Jil'noy turdagi konlarda qo'rg'oshin bilan ruxning miqdori 1:1,5 nisbatda. MDH da bu turdagi konlarga rudalari Mazur fabrikasida qayta ishlanadigan Zagid koni kiradi. AQSH da Bingem koni. Asosiy jins hosil qiladigan minerallari – kvarts bilan kaltsit, rudali minerallari – galenit bilan sfalerit.

Oksidlanish darajasiga qarab qo'rg'oshin rudalari sulfidli, aralash va oksidli bo'ladi.

Qo'rg'oshin konsentratlari quyida 6-jadvalda keltirilgan talablarni qondirishi kerak

6-jadval.

Qo'rg'oshin konsentratidagi komponentlarining miqdori (%)

Konsentratlarning markasi	Kurgoshin kam emas	Kushimchalar ortik emas	
		Rux	Mis
KS- 0-A	74	2,5	1,5
KS- 0	73	2,5	1,5
KS- 1-A	71	3	1,7
KS- 1	70	3	1,8
KS-2	65	4	2
KS-3	60	6	2,5
KS-4	55	8	3,5
KS-5	50	10	4
KS-6	45	11	5
KS- 7	40	13	6
PPS	30	Normallashtirilmagan	
PSM	20	Normallashtirilmagan	

PPS- qo'rg'oshinli oralik maxsulot

PSM- Qo'rg'oshin-misli maxsulot

Nazorat uchun savollar:

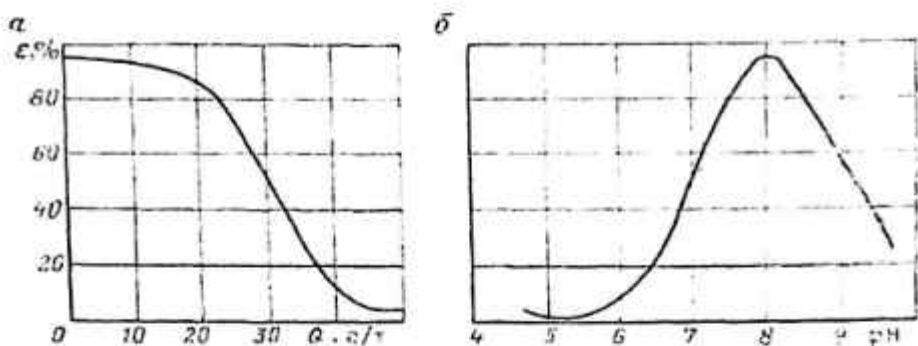
1. Ruda konlari necha turga bo'linadi?
2. Moddiy tarkibiga ko'ra rudalar qanday turlarga bo'linadi?
3. Fizik xususiyatlariga ko'ra rudalar qanday turlarga bo'linadi?
4. Boyitishning xalq xo'jaligidagi roli nimadan iborat?
5. Foydali qazilmalarni boyitish deganda nima tushuniladi?

13-§. Qo'rg'oshin minerallarining flotatsiyalanish xususiyatlari

Galenitning flotatsion xususiyatlari birma-bir o'rganib chiqilgan. Galenitning kristal strukturasi va bog'lanishi shunaqaki, u bo'laklanganda ham ionlar birikishi buzilmaydi, yangi hosil bo'lgan mineral yuzasi gidrofob bo'ladi. Shuning uchun u faqatgina ko'pirtirgich yordamida flotatsiyalansa bo'ladi. Karbonat angidrid va suvli muxitda kislorod ta'sirida galenitning yuzasi oson oksidlanib qo'rg'oshin sul'fat ($\text{pH} = 6,7$), qo'rg'oshinkarbonat ($\text{pH} = 6,7-9$) yoki qo'rg'oshin gidrakarbonat ($\text{pH} = 9-12$) hosil qiladi. Yuqori bo'lmagan oksidlanish darajasida galenit $\text{pH} = 9-9,5$ muxitda ksantogenat va ditiofosfatlar bilan yaxshi flotatsiyalanadi. Galenitning flotatsion xossalriga uning tarkibidagi zararli qo'shimchalar, ayniqsa mis, shuningdek, o'tkazuvchanlik turi, mineralning kristallik va genetik xususiyatlari katta ta'sir ko'rsatadi.

Sulfid-ionlari galenit yuzasidan to'yintirilgan ksantogenatni chiqarib tashlashni boshlagan vaqtda, paydo bulgan yaxlit sulfid parda yig'uvchi bilan ta'sirlashmay ko'p mikdorda sarf bo'lganda (1 kg/t gacha) galenitga tazyiqlovchi sifatida natriy sulfat beriladi.

Galenit shuningdek kuchli oksidlanish xususiyatiga ega kaliy xromat $\text{K}_2\text{S}_4\text{O}_4$ va bixromat $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7$ bilan ham tazyiqlovchi hisoblanadi. Ularning vazifasi nafaqat galenit yuzasida qiyin eruvchi qo'rg'oshin xromat hosil qilishdan, balki minerallarning ksantogenat bilan oksidlanishidan iborat. Galenitning xromatlar bilan bosilishi 20-50g/t da borib, uning xromatlar bilan samarali bosilishi $\text{pH} = 5-6$ da boradi (16-rasm).



16-rasm. Galenitning xromatlar bilan bosilishi.

Galenitni tazyiqlash uchun eriydigan fosfatlar H_3PO_4 , NaH_2PO_4 , $Ca(H_2PO_4)_2$ (1,7-7 kg/t konsentrat) va organik birikmalar, masalan kraxmal yoki dekstrin (0,1-0,2 kg/t konsentrat) ishlatilishi mumkin.

Qo'rg'oshinning oksidlangan minerallari, ayniqsa serrusit va anglezit sulfgidril yig'uvchilar bilan qiyin flotatsiyalanadi. Shuning uchun qo'rg'oshinning oksidlangan minerallari ularning yuzasi natriy sulfid bilan sulfidizatsiya qilingandan so'ng ksantogenatlar bilan flotatsiyalanadi. Serrusitning sulfidizatsiyasi uchun pH ning muqobil qiymati 8,5- 9,3; anglezit uchun 7,5-8,2. Qo'rg'oshinning oksidlangan minerallari sul'fidizatsiyalanishga bo'lgan qobiliyati va keyingi flotatsiyalanishga bo'lgan moyilligiga qarab quyidagi guruhlariga bo'lsa bo'ladi: oson sul'fidizatsiyalanadigan va oson flotatsiyalanadigan (tserrusit, anglezit va vul'fenit); yomon sul'fidizatsiyalanadigan va kam flotatsiyalanadigan (mimetizit i piromorfit); sul'fidizatsiyalanmaydigan va flotatsiyalanmaydigan (plyumboyarozit).

Oksidlangan qo'rg'oshinli minerallarga yog' moy kislotali yig'uvchilar- olein kislota, natriy oleati bilan flotatsiyalashni qo'llash mumkin. Lekin bu yig'uvchilarning qo'llanilishi dolomit, oxaktosh, temir oksidi tutmagan rudalarda cheklanadi, ular oksidlar yig'uvchilar bilan ham yaxshi flotatsiyalanib suyuq shisha bilan tazyiqlash samarasizdir. Sulfidli qo'rg'oshin rudalarni boyitish texnologiyasi ko'pincha zarrachalarning kattaligi bilan, tarqalishning bir xiligi bilan,

galenitning flotatsion faolligi bilan va piritning borligi bilan aniqlanadi. Birlashtirilgan gravitatsion-flotatsion boyitish jarayonlari galenitning zarrachalari yirik rudalari uchun ishlatiladi, uning asosiy massasi jarayonning boshida ogir suspenziyalar yoki cho'ktirish yordamida olinadi. Tarkibida rux va mis bo'lmagan sulfidli qo'rg'oshinli rudalar tabiatda kam uchraydi, ularning boyitilishi oddiy texnologik sxema bo'yicha amalga oshiriladi. Jarayonlar ketma-ketligi rudaning yirikligiga bog'liq. Galenit odata ksantogenat eki ditiofosfat bilan sarfi 30-60 g/t bo'lgan pH = 8-8,5 li sodali muxitda flotatsiyalanadi.

Agar ruda tarkibida temir oksidlari yoki gidroksidlari bo'lsa, texnologik sxemaga mayda sinflarni kontsentratsion stolda boyitish yoki magnitli separatsiya jarayonlari qo'shiladi. Mayda zarrachalik qo'rg'oshin minerallari gravitatsiyali boyitish jarayonidan chiqqan chiqindilardan sul'fidizatsiya yo'li bilan olinadi. Bu kabi birlashtirilgan sxemalar "Mobladen" (Marokko), "Mexirnix" (Germaniya) fabrikalarida qo'llaniladi. Tarkibida 15-80% oksid xolidagi qo'rg'oshin mineralarini (anglezit va tserrusit) saqlovchi sulfidli - oksidli aralash rudalar keng tarqalgan. Sulfidli va oksidli qo'rg'oshin minerallarining nisbatiga qarab bu rudalar 2 xil sxema bilan boyitiladi, bu jarayon Mirgalimsoy konidagi aralash qo'rg'oshin-baritli rudalarni qayti ishlovchi Kentau fabrikasida amalga oshiriladi. Bu rudalarda qo'rg'oshinning serrusit va anglezit minerallari xolidagi mikdori 15 dan 20% gacha. Ruda tarkibida shuningdek pirit (1,5-2%), kam mikdorda sfalerit va xalkopirit xam bor. Baritning mikdori sanoatda ahamiyatlidir. Asosiy rudalimas minerallar - kal'tsit, dolomit, kvarts, limonit, getit, gidrogetit. Rudalar qo'rg'oshinning yupqa va tartibsiz joylashishi bilan farq qiladi. Galenitning deyarli 90 % yirikligi 0,2 mm, ulardan 50 % dan ortigi 0,02 mm. Serrusitning 50% 0,005mm li zarrachalar bilan ko'rsatilgan. Baritning zarrachalari yirikligi 0,05mm dan kam. Rudaning boyitilishi 3 bosqichli flotatsiya yo'li bilan amalga oshiriladi. Birinchi yanchish jarayoni yarim yopiq siklda spiralli klassifikator bilan ishlaydigan sterjenli yanchgichda amalga oshiriladi. Bu klassifikatorning slivi yirikligi -0,074mm sinfli 45-50% 1 asosiy

qo'rg'oshin flotatsiyasiga yuboriladi, bunda oksidlangan qo'rg'oshin minerallari sul'fidizatsiyasi uchun sernistiy natriy (450 g/t), butil va etil ksantogenatlarining aralashmasidan iborat yig'uvchi (85 g/t), ditiofosfat (18g/t) va ko'pirtiruvchi T-66 (10 g/t) qo'shiladi.

Flotatsiyaning chiqindilari 75-80% -0,074 sinfli yiriklikkacha kayta yanchiladi, 2-flotatsiyaning chikindilari 100% gacha yanchiladi sernistiy natriy qo'shilgan qo'rg'oshin flotatsiyasiga yuboriladi. Sernistiy natriyning bu jarayondagi sarfi 350 g/t ni tashkil etadi.

Qo'rg'oshinli flotatsiyaga ditiofosfat berish qo'rg'oshinning oksidli minerallarini olishni 8% ga oshiradi. Qo'rg'oshin kontsentratni sifatini yaxshilash va piritni bosish uchun 1-tozalovchi qo'rg'oshinli flotatsiyaga natriy sianid qo'shiladi. Bu qo'rg'oshinning kayer kontsentratidagi miqdorini 44-46% gacha oshirish imkonini beradi.

Qo'rg'oshinli flotatsiyaning 3-nazorat flotatsiyasi chiqindilari baritli flotatsiyaga yuboriladi, u olein kislota (45g/t) va alkilsul'fat(80g/t) aralashmasi bulgan yig'uvchi ta'sirida boradi. Bo'sh jins minerallari asosiy flotatsiyaga (1100g/t) va tozalovchi flotatsiyaga (500g/t) beriladigan suyuq shisha bilan bosiladi. Kayer baritli kontsentrat 80-82% barit saklaydi.

Nazorat uchun savollar:

1. Ruda konlari necha turga bo'linadi?
2. Moddiy tarkibiga ko'ra rudalar qanday turlarga bo'linadi?
3. Fizik xususiyatlariga ko'ra rudalar qanday turlarga bo'linadi?
4. Boyitishning xalq xo'jaligidagi roli nimadan iborat?
5. Foydali qazilmalarni boyitish deganda nima tushuniladi?

14-§. Molibden rudalarini boyitish texnologiyasi

Molibdenning asosiy xossalari va qo'llanilishi

Molibden Mendeleyev davriy sistemasida 6 guruhga mansub metallidir. U kumushrang-oq metall, zichligi $10,2 \text{ g/sm}^3$ ga teng.

Molibdenning erish harorati 2625°C , qaynash harorati – 4880°C . Molibden yuqori emirilishga bardoshli metall, egiluvchan, past kontsentratlangan sulfat kislota, xlorid kislotasida, ishqorda erimaydi,

Kuchli nitrat kislotada kam eriydi, qaynoq sulfat kislotasida, shoh sarog'ida va nitrat-sulfat kislotasi aralashmasida oson eriydi.

Tozalanmagan metall holdagi molibden birinchi bo'lib 1870 yilda Xel'mom tomonidan olingan. Sof holdagi molibdenni birinchi bo'lib 1910 yilda olingan.

O'zining fizik va kimyoviy xossalari sababli molibden metali zamonaviy texnologiyaning ko'p sohalarida qo'llaniladi. Ishlab chiqarilgan metallning 90-95 % i metallurgiyada ishlatiladi. Moliden po'lat va cho'yan qotishmalari olishda ligerlovchi qo'shimcha sifatida ham keng qo'llaniladi.

Po'lat quyish sanoatida molibdenning 3 oksidi, temir molibdeniti va CaMoO_4 shaklida qo'llaniladi. Maxsus po'latlarda molibdenning miqdori 0,2-1,2% dan 8% gacha yetadi. Molibdenning temirli qotishmalardan tashqari ko'plab titanli, xromli, vanadiyli, volframli, nikelli va kobaltli qotishmalarini uchratish mumkin. Qotishmalarga molibdenning qo'shilishi ularning tarkibini, mexanik mustahkamligini, yemirilmaslik xossalarini va erish haroratini oshiradi.

So'nggi yillarda molibden ishlab chiqarishning o'rtacha ko'rsatgichi 85 ming tonnani tashkil qildi. Xususan AQSH da (60ming.t.), Kanadada (15 ming.t.), Chilida (10 ming.t.) yiliga.

Kam miqdordagi molibdenni Yaponiya, Argentina, Meksika, Nigeriya, Peru, Ispaniya va MDH davlatlari qazib oladi. Kelgusida molibden qazib olish yiliga 115-120 ming tonnaga etishi kutilmoqda. Molibdenning asosiy iste'molchilari AQSH da (30ming.t.yiliga), Buyuk Britaniya (4,50 ming t.yiliga), Frantsiya (4,6 ming t. yiliga), Yaponiya (11,5 ming t. yiliga), Germaniya, Shvetsiya, Italiya, Kanada (1.8 ming tyiliga) hisoblanadi.

Sof holdagi metall radiotexnika va elektrotexnikada, radiolampalarda, rentgen quvurlarida, raketاسozlikda, atom reaktorlarida, kimyo, meditsina tarmoqlarida keng qo'llaniladi.

Jahon bozorida 1 t. molibden metalining narxi 47 ming AQSH dollarni tashkil etadi.

Molibdenning ruda va minerallari

Molibden noyob metallar turkumiga mansub bo'lib, yer sharida kam tarqalgan ($1,710^{-4}$ %). Yer qobig'ida molibden ko'p miqdorda oltingugurt va kam miqdorda kislorod bilan bog'langan shaklda bo'ladi.

Molibden rudalarida to'rt valentli sulfid molibdenit minerali shaklida MoS_2 uchraydi, kislorodli birikmasi esa olti valentli povellit minerali shaklida CaMoO_4 uchraydi.

Rudalar tarkibida molibdenning 20 ga yaqin minerali uchraydi, ammo ulardan faqatgina 4 tasi sanoat ahamiyatiga molik hisoblanadi (7-jadval), ulardan: molibdenit, povelit, ferromolibdit (molibdenit), vulfenit. Jahonda qazib olinadigan molibdenning 98% molibdenitning hissasiga to'g'ri keladi.

7-jadva.

Molibdenitning asosiy minerallari

Minerallar	Formulasi	Molibdennin g miqdori %	Zichligi g/sm ³	Qattiqligi
Molibdenit	MoS_2	59,9	4,7	1,3
Povelit	CaMoO_4	48,2	4,5	3,5
Ferromolibdit	$3\text{MoO}_3\text{Fe}_2\text{O}_3\cdot 7\text{H}_2\text{O}$	39,7	4,5	1,5
Vul'fenit	PbMoO_4	26	6,8	3

Molibdenit – molibdenning eng ko'p tarqalgan mineralidir. U murakkab kristall panjaraga ega. Qatlamlarida kuchli atom bog'lanishlar mavjud, qatlamlar orasida esa kuchsiz molekulyar bog'lanish mavjud. SHuning uchun molibdenit minerali parchalanishi qiyin bo'lgan mineral hisoblanadi.

Molibdenit minerali yanchish jarayoni natijasida uzun bo'laklar shaklida zarracha bo'lib yanchiladi. Shu sababdan u tabiatan yuqori gidrofob, ya'ni suvda namlanmaydigan xususiyatga ega mineral hisoblanadi.

Molibdenit zarrachalari suvda yomon namlanadi, ammo, uglevodorod yog'lar bilan yaxshi ta'sirlashadi. Shu sababdan molibdenit

uchun yig'uvchi reagent sifatida uglevolorodlar – kerosin, transformator moyi, mashina moyi va boshqalar keng qo'llaniladi.

Dastlabki rudada molibdenit minerali kam bo'lsa ham uning tabiiy suv yuqtirmasligi xossasi sababli, qo'shimchalari ko'p metallardan ham yig'uvchi reagentlar ishtirokida, kuchsiz ishqoriy muhitda (pH 8-8,5) molibdenning ajralishi 95 % ga etadi. Molibdenit oksidlanmaydi va birgina ko'pik hosil qiluvchi bilan flotatsiyalanishi mumkin.

Molibdenit uchun flotatsiya jarayonida yig'uvchi reagent sifatida ksantogenatlar va ditiofosfatlar ham qo'llanilishi mumkin, ular anion yig'uvchilar hisoblanadi, bunda muhit pH 6 – 7 ga teng.

Molibdenitni apolyar reagentlar bilan dastlabki ishlov berish ularni adsorbtsiya anion yig'uvchilik xossalarini pasaytiradi. Anion yig'uvchilar molibdenit yuzasida OH, HS, va S^{2-} kontsentratsiyasi yuqori bo'lsa desorbtsiyalanib qoladi. Molibdenitning tazyiqlovchilari sifatida kraxmal va dekstrinni qo'llashimiz mumkin.

Povelit – molibdenitning oksidlangan mahsuloti, molibdenitning oksidlanish chegarasida uchraydi.

Povelit yog' kislotalarida ishqorli muhitda flotatsiyalanadi. Flotatsiyada muhit sozlovchi reagent sifatida soda va suyuq shisha qo'llaniladi.

Agarda rudada kaltsiyli minerallar uchraydigan bo'lsa (flyuorit, apatit, kaltsiy va boshqalar), ular ham yaxshi flotatsiyalanib, boy povellitli kontsentrat olishni qiyinlashtiradi. Molibden rudalari volframdan sheelit minerali bilan birga kollektiv boyitmada ajraladi va keyingi gidrometallurgik ajratish jarayoniga jo'natiladi.

Ferrimolibdit oksidli molibdenit rudalarining yuqori bo'limida uchraydi. U temirli molibdenit oksidining oksidlangan shakli hisoblanadi. Ferrimolibdit erish jarayonini cho'zilishiga olib keladi.

Bu mineral povelitga qaraganda flotatsiya jarayonida qiyinroq ajraladi.

Flotatsiya jarayonida yog' va sodali muhitda boyitmada 1% molibdeni bo'lgan mahsulot olinadi va gidrometallurgik qayta ishlashga jo'natiladi.

Vul'fenit yuqori zichlikka $6,8 \text{ g/sm}^3$ ga bo'lganligi sababli gravitatsiya usuli yordamida oson ajraladi. Sanoat rudalarida oksidlangan qo'rg'oshin-rux va molibden konlarida keng uchraydi.

Jahon molibden ishlab chiqarish sanoatida asosiy afzallikka ega rudalar bu molibdenli, mis - molibdenli va molibden - vol'framli rudalar hisoblanadi.

Nazorat uchun savollar:

1. Ruda konlari necha turga bo'linadi?
2. Moddiy tarkibiga ko'ra rudalar qanday turlarga bo'linadi?
3. Fizik xususiyatlariga ko'ra rudalar qanday turlarga bo'linadi?
4. Boyitishning xalq xo'jaligidagi roli nimadan iborat?
5. Foydali qazilmalarni boyitish deganda nima tushuniladi?

15-§. Mis-molibden rudalarini flotatsiyalashning texnologik sxemalari

Kvartsli - molibdenitli kam sul'fidli rudalar oson boyitilishi mumkin va yuqori sifatli mahsulot olish mumkin.

Bunday rudalarda metallni sul'fid rudalari qoplab olganligi sababli, flotatsiya jarayoni odatda yirik yanchish orqali olingan mahsulotlarga nisbitan olib boriladi.

Olingan yirik kvarts - molibdenitli boyitma yana yanchiladi va bosqichma bosqich qayta tozalanadi.

Molibden boyitmasini qayta yanchish sxemasida toshli yanchish keng tarqaldi. Toshlar ishtirokida yanchish natijasida $0,074 \text{ mm}$ sinfdagi mahsulot 90% dan 95% gacha yetishi mumkin. Hatto tosh bilan juda yanchilgan mahsulotlar flotatsiyalanish jarayoniga salbiy ta'sir ko'rsatmaydi. Shu sababdan «Klaymaks» (AQSH) fabrikasida faqat 1-bosqich sharda yanchiladi, qolganlarini toshda yanchiladi.

«Klaymaks», «Urad», «Endako» va boshqa fabrikalarning molibden rudalarini qayta ishlash amaliyoti toshli yanchishni, sharli yanchishga qaraganda ancha samaraliroq ekanligini ko'rsatadi va selektiv flotatsiyada boyroq molibden boyitmasi olish imkonini beradi.

Yig'uvchi reagent sifatida uglevolorodlar – kerosin, transformator moyi, mashina moyi va boshqalar keng qo'llaniladi va ularning umumiy sarfi 100-300 g/t rudaga nisbatan olinadi. Flotoreagentlarining qo'shilishi natijasida quyidagi afzalliklarga erishish mumkin:

- harorat ta'sirini inobatga olsak, sovuq bo'tanada kam qovushqoqli yog' yaxshi natija beradi, issiq bo'tanada esa qovushqoqligi yuqori moy yaxshi samara beradi;

- ko'pik hosil qiluvchilarning tanlanishi, apolyar yog'lar ishtirokida ko'pikning so'nishini oldini olish. Bu kabi ko'pik hosil qiluvchilar OPSB, T-66, sosna yog'lari keng qo'llanila boshlandi.

Ko'plab qo'shimchalardan iborat sulfidli yog' kislotalardan taniqli reagent «Sinteks» deb nomlanadi, AQSH va Kanadaning molibden boyitish fabrikalarida uglevodorod yog'larini yaxshi emultsiyalash va ko'pik hosil qiluvchilarni yaxshilash natijasida molibden rudalarini boyitish ko'rsatgichlari oshadi va sosna yog'i sarfi kamayadi. Xususan ularni «Klaymaks» boyitish fabrikasida qo'llash natijasida molibdenning ajralishi 2% ga o'sdi. Ksantogenatlarning flotatsiya jarayoniga (5-30 g/t) qo'shilishi natijasida ham molibdenning ajralishi oshadi. Yu.A. Chuyeva ma'lumotlari asosida butil ksantogenatlarini asosiy molibden flotatsiyasiga qo'shish natijasida, mayin yanchilgan molibdenning ajralishi 1,24-6,35 % gacha oshadi.

Asosiy molibden flotatsiyasida odatda soda qo'llaniladi (pH 8-9).

Tarkibida ko'p miqdorda shlam bo'lgan yoki yanchish jarayonida ko'p miqdorda shlam hosil bo'lsa suyuq shisha (20-40 g/t) yoki natriy geksametafasfati qo'llaniladi. «B'yut» fabrikasida shu maqsadda pirofosfat (12 g/t) qo'llanilmoqda. Ularni qo'shish ko'p hollarda rudaga kon ishlarida beton qo'shib qolganda uning zararli ta'sirini yo'qotishga yordam beradi. Bazan oxak qo'shish zarurati tug'iladi. U gilli rudalarni flotatsiyaga zararli ta'sirini kamaytiradi. Ammo oxak birqancha rudalarda shlamlarni kaogulyatsiyalanishiga olib keladi va molibden zarrachalariga yopishib qoladi. Bu esa molibdenni chiqindi bilan yo'qotilishiga olib keladi. Bunday hollarda o'yuvchi natriyni qo'llash molibdenni ajralishini yomonlashtiradi.

Rudadan molibdenni ajralishini oshirish uchun ko'pikli mahsulotni apolyar yig'uvchilar bilan dastlabki ishlov beriladi.

Asosiy flotatsiyaning boyitmasi birinchi va ikkinchi qayta tozalash va molibdenitni boshqa minarallar ta'siridan xolos etish uchun yanchishdan so'ng to'rt martadan o'n ikki martagacha qayta tozalana-di. Shu tariqa oxirgi molibden boyitmasi olinadi, uning tarkibida molibdenning miqdori 50 % ni tashkil qiladi.

Kam sulfidli minerallar qo'shimchasiga ega bo'lgan sof molibdenit rudalari yuqori boyitishning texnologik ko'rsatkichlariga ega bo'lgan holda yaxshi boyitiladi.

Qayta ishlanayotgan mis molibden rudalari tarkibida 0,2—2,0 % mis va 0,008—0,1 % molibden uchraydi. Oxirgi yillarda tarkibida kam mis (0,2—0,6 %) bo'lgan rudalar qayta ishlashga tushirilmoqda. Bunday rudalarni qayta ishlaydigan fabrikalar katta unumdorlikka egaligi bilan ajralib turadi.

Porfirli mis rudalari mis minerallarining katta donadorligi va ularni pirit va molibdenit bilan tog' jinsida birga o'sishi bilan tavsiflanib, bunday rudalarda mayin donador mis, molibden va pirit sulfidlari zarrachalari o'zaro zich joylashgan bo'ladi.

Nazorat uchun savollar:

1. Ruda konlari necha turga bo'linadi?
2. Moddiy tarkibiga ko'ra rudalar qanday turlarga bo'linadi?
3. Fizik xususiyatlariga ko'ra rudalar qanday turlarga bo'linadi?
4. Boyitishning xalq xo'jaligidagi roli nimadan iborat?
5. Foydali qazilmalarni boyitish deganda nima tushuniladi?

16-§. Volfram va molibden-volfram rudalarni boyitish texnologiyasi

Volframning asosiy xususiyatlari va qo'llanilish sohalari

Volfram qiyin eruvchan metal bo'lib, erish harorati 3380 °C, qaynash harorati 5900–6000 °C, zichligi esa 19,3 g/sm³. Volfram — D.I. Mendeleyev davriy jadvalining VI guruhiga kiruvchi kimyoviy element bo'lib, atom nomeri 74, nisbiy atom massasi 183,84. Havoda

lbarqaror, sovuqda sulfat, azot, xlorit va solyaniy kislotalarning har qanday kontsentratsiyasiga bardoshli. Volfram 400 – 500 °C haroratda oksidlanib boshlaydi va juda yuqori haroratda WO_3 gacha jadallik bilan oksidlanadi.

Qattiq uglerod va uglevodorod tatkiibli gazlar (CO , CN_4 va b.) 800 -1000 °C haroratda volfram bilan yuqori qattiqlik, ishqalanishga bardoshli va qiyin eruvchan (WC ning parchalanishi harorati 2600 °C atrofida) xususiyatlarga ega bo'lgan karbidlar W_2C va WC hosil qiladi.

Sovuqda volframga ishqor eritmasi ta'sir qilmaydi, eritilgan ishqor havoli muhitda uni oksidlab, volframatlar hosil qiladi.

Volfram ikkita mustahkam – WO_3 va WO_2 , hamda ular o'rtasida birqancha oksidlar hosil qiladi. Volframli angidrid WO_3 – limonsimon-sariq rangli kristalli kukun, zichligi $7,3 \text{ g/sm}^3$, erish harorati 1470 °C; WO_2 – to'q-jigarrang kukun, zichligi $10,9 - 11,1 \text{ g/sm}^3$, 1270 °C haroratda eriydi.

Volfram (sariq) kislotasi H_2WO_4 180 °C dan yuqori haroratda suvini yo'qotadi va volfram angidridiga aylanadi. Volfram kislotasi o'yuvchi natriy, soda, ammiak aralashmalarida eriydi va normal volfram tuzi Na_2WO_4 , hamda boshqa tuzlar hosil qiladi. Ular WO_4^{2-} anioni hosil qilib, $pH > 7,5$ muhitli ishqor aralashmasiga bardoshlidir.

Norial natriy volframati Na_2WO_4 – volfram kislotasining zarur texnik tuzidir. Suvsiz natriy volframati Na_2WO_4 ning erish harorati 200 °C, zichligi esa $4,18 \text{ g/sm}^3$ ga teng. Suvda +5 °C haroratgacha 35 – 41% eriydi va $Na_2WO_4 \cdot 10N_2O$ hosil qiladi, 100 °C haroratda esa 42,9% eriydi va $Na_2WO_4 \cdot 2N_2O$ hosil qiladi.

Kaltsit volframati $CaWO_4$ – oq rangli mayda kristalli kukun bo'lib, uning zichligi $5,98 \text{ g/sm}^3$, eruvchanligi 15 °C haroratda 6,2 mg/l, 50 °C haroratda 3,2 mg/l, 100 °C haroratda esa 1,2 mg/l; uni kaltsiy xlor yoki oxak yordamida ishqoriy metallar volframatlari eritmalaridan cho'ktirish orqali yoki qattiq holatdagi SaO ni 600 – 800 °C haroratda WO_3 bilan ta'sirlantirish orqali olinadi.

Volframning anchagina qismi mahsus po'latlarni tayyorlashda ishlatiladi. Tezkesar po'latlar tarkibiga quyidagilar kiradi: 8–20 % W,

2-7 % Cr, 2,5 % gacha V, 1-5 % So, 1 % gacha S. Bu po'latlar 650 °C haroratgacha qattiqligini va emirilishga chidamliligini yo'qotmaydi.

Tarkibida 3-15% volfram, 45-65% kobalt va 25-30% xrom bo'lgan qotishmalar issiqlikka bardoshli va yemirilishga chidamli qotishmalar hisoblanadi. Bu qotishmalardan tez yemiriladigan mashina detallari (avtomobillar dvigateli klapanlari, turbinalari va b.) yuzasiga qoplama sifatida foydalaniladi.

Volframning molibden, tantal va niobiy bilan qotishmalari oxirgi vaqtlarda raketa va aviasozlik texnikasida issiqlikka bardoshli material sifatida qo'llanilmoqda.

Volframning nikel va mis bilan qotishmalari nur bilan davolashda y-nurlardan himoyalash, radioaktiv mahsulotlarni saqlash uchun konteynerlar yasashda qo'llaniladi.

Sof holdagi volfram (tola, lenta va h.k.) elektr lampalari yasashda, radiotexnikada va rentgen texnikasida ishlatiladi. Volframdan yasalgan simlar yuqori haroratli pechlarda elektr qizdiruvchi sifatida xizmat qiladi.

Eng yuqori sifatga ega bo'lgan qattiq asbobsozlik qotishmalari volfram karbidi (85 - 95% WC va 5 - 15% Co) asosidagi qattiq qotishmalardan yasaladi. Bu qotishmalar kukunli metallurgiya usulida hosil qilinadi. Ular 1100 °C haroratgacha yuqori qattiqligini va yemirilishga chidamliligini yo'qotmaydi. Bu esa kesish tezligini oshiradi (bir daqiqada 250m va undan ko'p).

Volframning bir qator kimyoviy birikmalari to'qimachilik sanoatida gazlamalarni og'irlashtirish uchun, olovga va suvga bardoshli gazlamalar tayyorlash uchun ishlatiladi.

Jahonda volfram ishlab chiqaradigan asosiy mamlakatlar quyidagilar: AQSH, Janubiy Koreya, Kanada, Boliviya, Portugaliya, Braziliya, Avstriya, Tailand, Yaponiya, Frantsiya, Shvetsiya va Turkiya.

Volframni asosiy iste'molchilari AQSH, Buyuk Britaniya, Germaniya, Yaponiya va b.

Volframning minerallari va rudalari

Volfram – yer qobig'ida kam tarqalgan elementdir. Uning klark massasi $1 \cdot 10^{-4}$ %. Hozirgi kunda volframning 22 ta minerali ma'lum bo'lib, ulardan to'rttasi sanoat ahamiyatiga ega (8-jadval). Bu minerallardan tashqari skarnli molibden-volframli kon rudalarida uchraydigan molibdosheelit $\text{CaW}(\text{Mo})\text{O}_4$ minerali sanoat ahamiyatiga ega. U sheetit ko'rinishiga ega bo'lib, (6 – 16%) molibden qo'shimchasiga ega.

8- jadval.

Sanoat ahamiyatiga ega bo'lgan volfram minerallari

Mineral	Kimyoviy formulasi	WO_3 ning miqdori, %	Zichligi, g/sm^3	Qattiqligi
Volframit	$(\text{Fe}, \text{Mn})\text{WO}_4$	76,5	6,7 – 7,5	4,5 – 5,5
Gyubnerit	MnWO_4	76,6	7,1	5
Ferberit	FeWO_4	76,3	7,5	5
Sheelit	CaWO_4	80,6	5,8 – 6,2	4,5 – 5

Volframit kuchsiz magnitga tortilish xossasiga ega bo'lib, uning rangi qora, jigarrang yoki qo'ng'ir-jigarrang. Volframit temir va marganets volframatlarining tinimsiz hosil bo'luvchi qattiq aralashmasi bo'lib, temir va marganets atomlari mineralning kristal panjarasidab boshqa sulfidlar bilan birga uchraydi. Unda qo'shimcha ko'rinishida MgO , ayrim vaqtlarda CaO , Ta_2O_5 , Nb_2O_5 , SiO_2 va boshqalar uchraydi.

Ferberitning 80% dan ko'prog'ini FeWO_4 , 20% dan kamrog'ini MnWO_4 tashkil qiladi.

Gyubneritning 80% dan ko'prog'ini MnWO_4 , 20% dan kamrog'ini FeWO_4 tashkil qiladi.

Bu minerallar volframit singari kuchsiz magnitga tortilish xususiyatiga ega.

Sheelit kaltsiyning deyarli toza volframati hisoblanadi. Oq, sariq, kulrang va qo'ng'ir rangga ega bo'lib, ko'p hollarda povellit CaMoO_4 ning izamorf qo'shimchasi ko'rinishida uchraydi. Molibdenning

miqdori 19 % atrofida va undan ko'p bo'lganda sheelit povellit singari sariq tus oladi. Sheelit silikatlar (granatlar, piroksen), kvarts, molibdenit va boshqa sulfidlar bilan birga uchraydi.

Sanoat tipidagi volfram rudalari tomirli, shtokverkli, skarnli va sochma konlarga taalluqlidir. Mineral tarkibiga ko'ra ikki turdagi konlar farqlanadi: volframitli va sheelitli.

Tomirli ko'rinishga ega bo'lgan konlarda WO_3 ning miqdori baland (0,5 – 2%) bo'ladi va zahirasi va qazib olinishi bo'yicha katta rol o'ynaydi.

Bu konlarda volframit, gyubnerit va sheelitning ko'p qismi uncha qalin bo'lmagan (joylashish qalinligi 0,3 – 1 m) kvartsli tomirlarda joylashadi. Yo'ldosh minerallarga quyidagilar kiradi: pirit, xalkopirit, molibden minerallari, qalay, mishyak, vismut va oltin.

Shtokverkli konlar kam miqdorda WO_3 ga ega bo'lib, bu konlarning o'lchami va zahirasi juda kattadir. Ular kelajakda muhim ahamiyat kasb etishi mumkin.

Skarnli konlar asosan sheelit va molibdenitdan tashkil topadi. Bu turdagi konlar volframni qazib olish va zahirasi bo'yicha muhim rol o'ynaydi.

Kontakt turdagi konlar granit va oxaktosh jinslarining kontakti bilan bog'liq bo'lib, ular uchun sheelit skarnlari xarakterlidir. Ko'pincha sheelit bilan birgalikda molibden va povellit uchraydi. Bu turdagi konlar MDH davlatlarida, AQSH va Kanadada keng tarqalgan.

Sochma konlar zahirasi jihatdan katta rol o'ynamasada, lekin volframni qazib olishda katta rol o'ynaydi. Tomirli konlarni nurashi ta'sirida volframit va sheelit yig'ilib, sochma konlar hosil qiladi. Volframitli sochma konlar tarkibida kassiterit uchraydi. Undagi WO_3 ning sanoat ahamiyatiga ega bo'lgan miqdori (0,03 – 0,1% WO_3) tomirli konlarga qaraganda aytarlicha kam. Lekin ularni qayta ishlash ancha oson va iqtisodiy samaralidir. Volframitning eng yirik sochma konlari Xitoyda va Malayziyada joylashgan.

MDH davlatlarida volfram va molibdenning asosiy zahirasi skarnli konlarda joylashgan. Bu konlarning ko'p rudalari kompleks

(Tirnauz, CHorux-Dayron, Mayxurin konlarida) bo'lib, uning tarkibida volframdan tashqari molibden, mis, qalay, rux, oltin, vismut uchraydi. Volfram va molibden skarnli konlarda asosan sheelit, molibdenit, povellit va molibdo-sheelit ko'rinishida uchraydi.

Volfram tomirli konlarda volframit (gyubnerit, ferberit), gohon sheelit ko'rinishida uchraydi.

Volfram boyitmalarining sifati boyitilayotgan rudaning xossalriga va boyitmani iste'mol qiluvchi sanoat korxonalarining talablariga bog'liq. Yupqa donador zarrachali foydali komponentlarga ega bo'lgan murakkab polimetal rudalardan yuqori navli boyitma olish juda qiyindir.

Yupqa donador zarrachali sheelit rudalari odatda flotatsiyalanadi. Ruda tarkibida boshqa kaltsiytarkibli yengil flotatsiyalanuvchi minerallar – kaltsit, flyuorit, apatit, barit, dolomit, talk va boshqalar bo'lganda yuqori navli boyitma olish og'irlashadi. Ruda tarkibida povellit SaMoO_4 uchraganda esa minerallarni selektiv ajratish qiyinlashadi.

Yuqori navli volfram boyitmasini olishda yirik donador zarrali volfram rudalari, asosan volframitli sochma kon rudalari muhim rol o'ynaydi. Volfram boyitmalarida zararli qo'shimchalar fosfor, oltingugurt, mishyak, qalay, mis va boshqalar hisoblanadi.

Sheelit rudalarini boyitish sxemalari

Volfram rudalari odatda ikki bosqichda boyitiladi: gravitatsiya usulida birlamchi boyitish va olingan xomaki boyitmani har xil usullar yordamida me'yoriga yetkazish. Bungan sabab, qayta ishlanayotgan ruda tarkibida volframning miqdori kamligi (0,2–0,8% WO_3) va boyitmaning sifatiga qo'yilgan talabning yuqoriligidir (55 – 65% WO_3). Umumiy boyitilish darajasi taxminan 300 – 600 ni tashkil qiladi.

Tomirli va sochma volframit (gyubnerit va ferberit) rudalari odatda bir qator og'ir metallarni o'zida jamlaydi. Shuning uchun birlamchi gravitatsiya usulida boyitishda tarkibida 5 dan 20% gacha WO_3 , bundan tashqari kassiterit, tantalkolumbit, magnetit, sulfidlar

bo'lgan kollektiv boyitma olishga e'tibor qaratish lozim bo'ladi. Xomaki boyitma tarkibidagi qimmatbaho komponentlarni me'yoriga etkazishda talablarga javob beradigan monomineralli boyitma olishda flotatsiya yoki sulfidlarni ajratishda flotogravitatsiya, magnetitni ajratishda kuchsiz magnit maydonida yoki volframitni ajratishda kuchli magnit maydonida magnit usulidan foydalaniladi. Bundan tashqari elektr usulida saralash, boyitish stolida boyitish, bo'sh tog' jinslarini flotatsiyalash va boshqa jarayonlar qo'llanilishi mumkin. Maqsad, tayyor boyitma Davlat standart talablari va texnik talablarni nafaqat asosiy metalning miqdori bo'yicha, balki, zararli qo'shimchalarning miqdori bo'yicha ham qondirishi kerak.

Volfram minerallarining katta zichlikka ($6 - 7,5 \text{ g/sm}^3$) egaligi boyitishda gravitatsiya usullari: cho'ktirish mashinasi, boyitish stoli, shlyuz, vintli saralagich va boshqalardan keng foydalanish mumkinligini bildiradi. Qimmatbaho mineral zarrachalari yupqa donador bo'lganda flotatsiya yoki gravitatsiya va flotatsiya jarayonlari birgalikda qo'llanadi. Gravitatsiya usulida boyitishda volframitning shlamlanishini hisobga olinsa, flotatsiya yordamchi jarayon sifatida qo'llanadi.

Sheelit rudalarini boyitishda ham boyitishning gravitatsiya usuli, ko'proq gravitatsiya va flotatsiya jarayonlari birgalikda yoki faqat flotatsiya qo'llanadi.

Sheelit rudalarini saralashda lyuminestsent qurilmalari qo'llanadi. Sheeli tultrabinafsha nurlar bilan nurlanganda och havorang tusda tovlanadi, bu esa sheelit bo'lakchalarini bo'sh tog' jinsidan ajratishga imkon beradi.

Sheelit - yuqori shlamlanuvchanlikka ega bo'lgan, yengil flotatsiyalanuvchi mineraldir. Sheelitning ajralishi gravitatsiya usuliga qaraganda flotatsiya usulida boyitishda aytarli darajada oshadi. Shuning uchun MDH davlatlarida barcha boyitish fabrikalarida sheelitni boyitishda flotatsiya qo'llanilmoqda.

Volfram rudalarini boyitishda minerallarning moddiy tarkibi va alohida minerallarning birikishiga bog'liq bo'lgan bir qator texnologik muommolar kelib chiqadi. Volframit, ferberit va gyubneritni

flotatsiyalash jarayonida ulardan temir oksidi va gidrooksidi, turmalin va boshqa minerallarni ajratish muommo tug'diradi.

Tarkibida kaltsiy (kaltsit, flyuorit, apatit va b.) bo'lgan minerallar rudalaridan sheelitni flotatsiyalash anionli yog' kislotali yig'uvchi reagentlar yordamida amalga oshiriladi. Tarkibida kaltsiy bo'lgan minerallardan sheelitni ajratish suyuq shisha, kremniyforli natriy, soda va b. kabi sozlovchi reagentlar yordamida amalga oshiriladi.

Sheelit boyitmalarida apatit tarkibiga kiruvchi fosforning miqdori foizning yuzdan bir qismidan oshib ketmasligi kerak. Shuning uchun apatit hamda barit sheelit boyitmasidan yo'qotilishi shart.

Flotatsiya jarayonida butanani suyuq shisha bilan bug'lash orqali bir qator kaltsiytarkibli minerallar (flyuorit, kaltsit, qisman apatit) samarali tazyiqlanadi. Bu uchulda apatit qiyin tazyiqlangani uchun uni sheelit boyitmasidan kontsentratsiyasi 35 - 45 g/l bo'lgan xlorit kislotasi eritmasida tanlab eritish orqali yo'qotiladi.

MDH davlatlarida sheelitli va sheelit-molibdenli rudalar Tirniauz, Chorux-Dayron, Koytash, Ingichka, Djilaus va boshqa boyitish fabrikalarida qayta ishlanadi. Ko'pchilik boyitish fabrikalarida volframdan tashqari molibden, mis va barit ajratib olinadi.

Sheelit rudalari tarkibidagi molibdenning miqdori ko'p hollarda sanoat ahamiyatiga ega. Agar molibden molibdenit ko'rinishida bo'lsa, sheelitni ajratishdan avval molibdenni kerosin yordamida flotatsiyalanadi. Agar ruda tarkibida molibdenning miqdori juda past bo'lsa, olein kislotasi va kerosin yordamida kollektiv sheelit-molibdenli boyitma olish samarali hisoblanadi.

Kollektiv boyitmadan molibdenni bo'tanaga pH 1,5—2 ga qadar xlorit kislotasi qo'shish yo'li bilan flotatsiyalash mumkin. Molibdenit olein kislotasi yordamida kaltsitning parchalanishidan hosil bo'lgan SO₂ pufakchalari bilan bo'tana yuzasiga suzib chiqadi. Sheelit va boshqa minerallar pH 1,5—2 muhitda flotatsiyalanmaydi, chunki ularning yuzasidan yig'uvchi reagent desorbtsiyalangan, hosil bo'lgan kaltsiy oleati parchalangan bo'ladi, olein kislotasi esa dissotsiatsiyalanmagandir.

Tirniauz fabrikasida nafaqat qimmatbaho komponentlarning, balki, yo'ldosh bo'sh tog' jinslarining moddiy tarkibini murakkabligi bo'yicha ajralib turuvchi Tirniauz koni volfram-molibden rudalari boyitiladi. Rudali minerallar: — sheelit (foizning o'ndan bir ulushida), molibdenit (foizning yuzdan bir ulushida), povellit, qisman ferrimolibdit, xalkopirit, vismutin, pirrotin, pirit, arsenopirit. Noruda mineralar: — skarnlar (50—70%), chig'anoqlar (21—48%), granit (1 — 12%), mramor (0,4— 2%), kvarts, flyuorit, kaltsit, apatit (3—10%) va boshqalar.

Konning tepa qismida 50—60% molibden povellit va ferrimolibdit ko'rinishida bo'lib, pastki qismida esa ularning miqdori 10—20% gacha kamayadi. Sheeltda izamorf qo'shimcha sifatida molibden uchraydi.

Fabrikaning maydalash bo'linmasida ruda —12 mm gacha maydalanib, bunkerga tashlanarda va ikki spiralli klassifikator bilan yopiq tsiklda ishlovchi sharli tegirmonda bir bosqichda 60% gacha —0,074 mm sinfda yanchilar edi.

Yangi tayyorlash jarayoni texnologiyasiga ko'ra ruda —350 mm gacha maydalanadi, 74 mm sinfda g'alvirlanib, katta va kichik sinfdagi mahsulotlar alohida alohida o'ziyanchar tegirmnga yuboriladi.

Yirik maydalangan (—350 mm) ruda diametri 7 m bulgan (MMS-70x23) o'ziyanchar tegirmonida yanchiladi. Ikkinchi bosqich yanchishda esa ruda MSHR-3600x5000 bir spiralli KSN-3 klassifikatori ilan yopiq tsiklda ishlovchi yanchilgan mahsulotni markazdan bo'hatuvchi sharli tegirmonida 62% gacha —0,074 mm sinfda yanchiladi.

Yanchilgan tayyor mahsulot yanchish tsexidan flotatsiya tsexiga gidrotransport yordamida etkaziladi. Gidrotransport yo'li bahaybat muhandislik inshoati bo'lib, u bo'tanani 600 m balandlikdan tushirib beradi. U ikkita 630 mm diametrli quvurdan tashkil topib, uzunligi 1750 m ga teng. Har bir quvurda diametri 1620 mm, balandligi 5 m bo'lgan 126 ta tinchlantiruvchi quduq o'rnatilgan.

Nazorat uchun savollar:

1. Ruda konlari necha turga bo'linadi?
2. Moddiy tarkibiga ko'ra rudalar qanday turlarga bo'linadi?
3. Fizik xususiyatlariga ko'ra rudalar qanday turlarga bo'linadi?
4. Boyitishning xalq xo'jaligidagi roli nimadan iborat?
5. Foydali qazilmalarni boyitish deganda nima tushuniladi?

17-§. Nikel rudalarni boyitish texnologiyasi

Nikelning asosiy xususiyatlari va qo'llanilish o'rinlari

Nikel atom massasi 58.7 va atom nomeri 28 bo'lgan, D.I. Mendeleev davriy sistemasi VIII guruxida joylashgan kimyoviy elementdir. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8 4s^2$ elektron strukturaga ega va r-elementlarga mansub.

Nikel oddiy sharoitda $\alpha = 3,5236 \cdot 10^{-10} \text{m}$ (β - modifikatsiyasi) bo'lgan granetsentrlangan kub panjaraga ega. Zichligi - $8,9 \text{ g/sm}^3$, atom radiusi $1,24 \cdot 10^{-10} \text{m}$. Ikki valentli nikel ionining radiusi $0,79 \cdot 10^{-10} \text{m}$ ga, uch valentli ionining radiusi esa $0,72 \cdot 10^{-10} \text{m}$ ga teng. Erish temperaturasi 1453°S , qaynash temperaturasi taxminan 3000°C . Nikel kulrang - oq metall bo'lib, bolg'alanuvchan va cho'ziluvchan.

Yer qaridagi tarkibi $5,8 \cdot 10^{-3}\%$, va uning asosiy qismi bazalt qobig'ida joylashgan. Nikel, temir va magniy bilan bir xil valentlikga egalik, hamda ion radiusi yaqinligi tufayli ularga doimiy yo'ldosh metall hisoblanadi.

Uning kimyoviy xossalari temir, kobalt, mis va nodir metallar xossalari bilan o'xshash. Kimyoviy birikmalarda o'zgaruvchan valentlikni namoyon qiladi, ko'pincha ikki valentli. 500°C dan yuqori temperaturada kislorod bilan ta'sir qila boshlaydi. SHuningdek, qizdirilganda galogenlar bilan ta'sir qiladi. Nikelning normal potentsiali $0,44 \text{ V}$, shuning uchun ham u suyultirilgan kislotalarda temirga ($0,24 \text{ V}$) nisbatan yomonroq eriydi. Kislotalar bilan ta'sirlashganda suvda yaxshi eriydigan ikki valentli nikel tuzlarini hosil qiladi. Kuchli ishqorlar nikelga ta'sir qilmaydi, ammo $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ning amiakli eritmalarida

eruvchan ammiakatlar hosil qilib eriydi. Nikelni gidrometallurg usulda ajratib olish uning shu xususiyatiga asoslangan.

Dunyoda ishlab chiqarilayotgan qariyb 80% nikel sulfidli mis-nikel rudalaridan ajratib olinadi. Tarkibida keraksiz jinsni eritish uchun kam flyus sarf qilinadigan nikel boyitmalari va boy rudalardan, nikel yalliq qaytarish pechida ajratib olinadi. Agar shixta eritish jarayonida yuqori tarkibli magnit bilan qiyin eriydigan shlak hosil bo'lsa, elektr eritish qo'llaniladi. Nikel boyitmalarini kislorod bilan ammiak va kislota eritmalarida, yuqori bosimda va yuqori haroratda qayta ishlanadigan avtoklav jarayonlari keng tarqalib bormoqda.

Oksidli nikel rudalari uchun shteyn hosil bo'ladigan shaxtli pechlarda boradigan oksidlanish-sulfidlanish eritish jarayoni qo'llaniladi. Shuningdek bu rudalar uchun qaytarilgan maxsulotlarni ammiakli tanlab eritish, avtoklavda tanlab eritish kabi gidrometallurg usullar qo'llaniladi.

Ajratib olinayotgan nikelning asosiy qismi yuqori sifatli mexanik, antikoorozion, magnitli, elektrli va termoelektr xusiyatga ega temirli, xromli, misli qotishmalar ishlab chiqarishda ishlatiladi.

Ayniqsa, ulardan xrom-nikelli issiqqa chidamli qotishmalar reaktiv va gazoturbina qurilmalari uchun, shuningdek qotishmalar atom reaktorlari uchun keng qo'llaniladi.

AQSHda 173,5 ming.t. umumiy birlamchi nikel ishlab chiqarishda zanglamas issiqqa chidamli po'lat ishlab chiqarishga 29%, nikel qotishmalariga - 20%, nikellash uchun -13.7% va super qotishmalar uchun 7% nikel sarf bo'lgan edi.

XIX asr oxirida nikelning pulat xossasiga ta'siri ochilishi bilan nikel ishlab chiqarish sanoati keng rivojlandi. Yangi Kaledoniya va Kanadada katta konlar topilishi shu davrga mansub. Bu mamlakatlar hozir ham kapitalistik mamlakatlar orasida nikelning asosiy ishlab chiqaruvchilari hisoblanadi.

Agar, rudadan 435,1 ming tonna nikel ajratib olingan bo'lsa, uning yarmi Kanadada ajratib olingan. Yangi Kaledoniyada nikel ishlab chiqarish.

Kapitalistik mamlakatlarda nikelning yirik ishlab chiqaruvchilari deb Avstraliya (80,9 ming. t), JAR (22,5 ming.t), Gretsiya (15,1 ming. t), Indoneziya (14,2 ming. t) va AQSH (12,3 ming. t) hisoblanadi.

Nikel rudalari va minerallari

Nikelning 53 ta minerali mavjud, ularning aksariyati baland haroratda va bosimda, magmaning qotishi natijasida yoki qaynoq suvli eritmalarda tinish natijasida hosil bo'lgan.

Nikel shuningdek ikki valentli temir va magniy tarkibli minerallar tarkibiga izomorf aralashma sifatida kiradi. Nikelning asosiy qismi rudalardan sufidli minerallar va silikatlar ko'rinishida ajrtib olinadi, ularning tavsifi 9- jadvalda ko'rsatilgan.

9-jadval.

Nikelning minerallari

Minerallar	Kimyoviy formula	Nikel miqdori, %	Zichligi, g/sm ³	qattiqligi
Pentlandit	$(\text{Fe}, \text{Ni})_9\text{S}_8$	31,22	4,5 - 5,0	3 - 4
Nikelin	Fe_6S_9 dan $\text{Fe}_{11}\text{S}_{12}$	0,25 - 14,22	4,6 - 4,7	3,5 - 4,5
Pirrotin	gacha			
Millerit	NiS	64,67	5,2 - 5,6	3 - 3,5
Nikelin	NiAs	43,9	7,6 - 7,9	5 - 5,5
Polidimit	Ni_3S_4	57,86	4,5 - 4,8	4,5 - 5
Violarit	Ni_2FeS_4	38,94	4,5 - 4,8	4,5 - 5,5
Garnierit	$\text{Ni}(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	40,68 - 46,6	2,27 - 2,93	2 - 3,5

Pentlandit yoki temir g'nikelli kolchedan $(\text{Fe}, \text{Ni})_9\text{S}_8$ tarkibi 32,55% temir, 34,22% nikel va 32,23% oltingugurt. Aralashma sifatida 3 % gacha kobalt bo'lishi mumkin. 49% kobalt tarkibli pentlandit kobalt-pentlandit deb ataladi. Pentlandit kub tizimda kristallanadi va oktaedrga birlashadi. Pentlandit kristall panjarasi 4ta

oktaedan iborat bo'lib, to'rt tomonida ikki valentli temir ionlari va boshqa to'rt tomonida ikki valentli nikel ionlari joylashgan. Bu guruxlar qirradi markazlashgan kristal panjara uzeliida joylashgan umumiy uchlarda bog'langan. Temir va nikel ionlari oltingugurt ionlariga nisbatan oktaedr koordinatsiyada joylashgan. Pentlandit ochiq sariq - bronza rangli va metalsimon yaltirashga ega. U sulfid rudalarida asosiy va ul'traasosiy o'tilib chiqqan jinlar bilan bog'liq yaxlit va donador agregat ko'rinishda uchraydi. elektr o'tkazuvchan va magnitlanmaydi.

Pirrotin, magnit kolchedani, umumiy formulasi $Fe_{1-x}S$, $x \leq 0,2$, bo'lgan o'zgaruvchan tarkibga ega. Tarkibiga qarab 58,8 - 61,8% temir va 41% gacha oltingugurtdan tashkil topadi. Asosiy aralashmalari - nikel, kobalt, mis, selen. Kristall tuzilishi - zich geksonal joylashgan atomlar. Temir miqdoriga qarab kristal panjara parametrlari o'zgaradi.

Pirrotin sariq - bronza rangli va metalsimon yaltirashga ega. Yaxshi o'tkazuvchi xisoblanadi, elektr xususiyatlari tarkibiga bog'liq. Magnit xususiyatlari ham uning tarkibiga bog'liq - geksonal pirrotin - paramagnitik, monoklin esa ferromagnitik.

Oksidlanish zonalarida pirit, markazit va qo'ng'ir temirtoshga li.

Millerit, yoki nikel sulfid, 64,7% nikel va 35,3% oltingugurtdan iborat.

Trigonal sistemaning zanjir tuzilishiga ega. Sochga o'xshash tez-sariq rangli kristallar, hamda sochga o'xshash va radial - nursimon agregatlar hosil qiladi. Temir, kobalt, mis aralashma ko'rinishida uchraydi. Yaxshi o'tkazuvchi. Gidrotermal tog' jinlarida nikel va kobaltning boshqa sulfidlari bilan mis nikel rudalaida uchraydi.

Nikelin, yoki qizil nikel kolchedani - kobalt, temir va surma qo'shimchalari bilan nikel arsenidi. 43,9% nikel va 56,1% mishyakdan iborat.

Oktaedr markazida nikel va uning atrofida oltita mishyak ioni joylashgan geksonal qiziq tuzilishga ega. O'z navbatida har bir

imishyak ioni 6ta nikel ioni bilan trigonal prizma simmetriyasi bo'yicha o'ralgan. Qizil- mis rangga ega.

Gidrotermal kvarts - karbonat tog' jinslarida kobalt va nikel arsinidlari bilan birga uchraydi. Oksidlanishida va nurashida annabergit $Ni_3(AsO_4)_2 \cdot 8H_2O$ hosil qiladi.

Polidimit kub strukturaga ega. 38,9% nikel va 42,1% oltingugurtdan iborat. Aralashmalar - temir va kobalt. Rangi ochiq - kulrang.

Violarit kub strukturaga ega. 38,9% nikel, 18,5% temir va 42,6% oltingugurtdan iborat. Aralashmalar - kobalt i mis. Binafsha - kulrangli.

Garnierit, yoki numeit, - murakkab va o'zgaruvchan kimyoviy tarkibli nikel silikati. Nikel miqdori 35% gacha. Tarkibidagi aralashmalarga qarab (magniy, alyuminiy i temir) yashil-sariq va to'q yashil rangli. Nikel silikatli rudalar tarkibiga kiradi.

Nikel asosan mis - nikelli rudalar konlaridan ajratib olinadi (umumiy qayta ishlanadigan nikelning 65%). Bu konlar rudalari tarkibiga kiradigan asosiy minerallar - pirrotin, pentlandit, xalkopirit, millerit, violarit, hamda platina, galenit, sfalerit, bornit guruxlari minerallari. MDH xududida bu tarkibli rudalar kolsk yarim orolida va va Norilsk xududida joylashgan. Kanada 40 dan ortiq sulfidli mis - nikel rudalari qazib olinadi, ulardan eng yiriklari Falkonbridj, Kreyton, Frund, Linn-Leyk. Bu rudalar Janubiy Afrika, Avstraliya, Finlyandiya, SHvetsiya, Norvegiyava AQSHda qazib olinadi.sulfidli rudalarda nikel miqdori 0,3% dan 4 % gacha, kam misli rudalarda mis va nikel nisbati 0,5 dan 0,8 gacha, yuqori misli rudalarda esa 2 dan 4 gacha.Bu rudalarda mis va nikeldan tashqari kobalt, oltin, platina, palladiy, ruteniy, selen, tellur xam uchraydi.

Minerallar tuzilishi xususiyatlariga qarab sulfidli rudalar quyidagi turlarga bo'linadi:

- **zarrador rudalar**- sulfidli nikel rudalari orasida keng tarqalgan xisoblanadi. Bu rudalarda sulfidli minerallar serpentizlangan olivin va piroksen orasida joylashgan. Nikel, mis va kobalt nisbati 55 - 50:28 - 23:1 ga teng.

- *brekcha ko'rinishidagi rudalar* boy sanoat rudalari turiga kiradi. Tog' jinslarida miqdori 2%dan 25%gacha. Bu turdagi rudalar mayda zarrali sulfidli massaga tsementlangan serpentinit, fillit, tuffit, bo'laklaridan tashkil topgan bo'lib tarkibida 60-75% pirrotin, pentlandit i xalkopirit bo'ladi. Nikel, mis va kobalt nisbati — 56 : 22 : 1;

- *butun sulfidli rudalar* quyi qismida brekcha ko'rinishidagi rudalar bilan chambarchas bog'liq. Ular asosan pirrotin (60—80%), pentlandit i xalkopiritdan tashkil topgan bo'ladi. Pentlandit zarrachalari kattaligi 5-10 mmga yetishi mumkin. Metamorfizm jarayonida bu rudalarda desulfidizatsiyava birlamchi sulfidlar oksidlanishi boradi, va natijada pirit, magnetit, siderit va violarit hosil bo'ladi. Nikel, mis va kobalt nisbati 35—25 : 17—14 : 1;

- *tomtrli donador va tomirli rudalar* ko'p tarqalmagan. Ular asosiy sulfidlar pirrotin, xalkopirit va pentlanditning ingichka o'sib borishi bilan ajralib turadi. Nikel, mis va kobalt nisbati 47 : 48 : 1.

Nikel silikatli rudalar - yumshoq va tuproqsifat ultrabazitning shamol ta'sirida emirilishidan hosil bo'lgan, tarkibida nikel miqdori ko'p bo'lmagan(1% gacha) lekin katta zaxirali tog' jinslari. Bu turdagi rudalardan 15-20% nikel ajratib olinadi. Garnierit, nepuit va ferrigaluazit bu rudalar tarkibidagi asosiy minerallardir.

Silikat rudalarida nikel miqdori ba'zida 0,9—1,4% oshadi. Silikat rudalari orasida birga qayta ishlanadigan temirli, kremniyli, magnetsial, glinozem tarkibli rudalar ajralib turadi. Bu rudalar tarkibida nikel va kobalt nisbati 20—30:1 ga teng. Ayrim konlarda silikatli rudalar temir - nikel rudalari bilan birga joylashadi va ularda temir miqdori 50-60% gacha, nikel esa 1 —1,5% gacha yetadi. Mexanik usulda boyitib bo'lmaydigan nikel silikatli rudalari Janubiy Ural, Yangi Kaledoniya, Avstraliya, Indoneziya, Filippin, Kub, AQSH va Gretsiyada keng tarqalgan.

O'zining flotatsiyalanish xususiyatiga kura nikel minerallari - sulfidlari va arsenidlari - pirit va arsenopiritga yaqin. Ular uzunzanjirli yig'uvchi butil ksantogenat bilan , etil ksantogenatga ko'ra yaxshiroq flotatsiyalanadi. Pentlandit flotatsiyalanish xususiyati pirrotinning flo-

flotatsiyalanish xususiyatidan ancha yuqori. Minerallarning flotatsiyalanishi nikelning temir va kobalt bilan bu minerallar tarkibida izomorf joylashishi darajasi, shuningdek oksidlanish darajasi bilan bog'liq.

Boshqa sulfidlarga qaraganda pentlandit va pirrotin tezroq oksidlanadi. Oksidlanish jarayonida minerallar yuzasida qiyin eruvchan uch valentli temir gidrooksidi pardasi xosil bo'ladi, va u ksantogenat ionining adsorbtsiya jarayonini oldini oladi. Shuning uchun bo'tananing aeratsiya jarayonida ishqorli muhitda ushbu minerallarni tazyiqlanadi va xalkopirit flotatsiyalanishini oldini olish uchun shartlar yaratiladi. Bunga pentlandit va pirrotin flotatsiyalanishi past tezligi xam yordam beradi.

Minerallarning flotatsiyalanishi ularni mis kuporosi bilan aktivlashtirishda oshadi, mis ionlari mineral yuzasida yig'ilib mineralning kristal panjarasi

Nazorat uchun savollar:

1. Ruda konlari necha turga bo'linadi?
2. Moddiy tarkibiga ko'ra rudalar qanday turlarga bo'linadi?
3. Fizik xususiyatlariga ko'ra rudalar qanday turlarga bo'linadi?
4. Boyitishning xalq xo'jaligidagi ro'li nimadan iborat?
5. Foydali qazilmalarni boyitish deganda nima tushuniladi?

18-§. Oltin rudalari konlarining xarakteristikasi

Oltinning fizik-kimyoviy xossalari va qo'llanilishi

Oltin juda qadim zamonlardan beri odamzod tomonidan ishlatilib kelinadigan metallardandir. Oltin odamlar ibtidoiy bo'lib yashagan paytlarda ham ma'lum bo'lib, uni daryo va ko'l suvlaridan yuvib olar edilar. Uning quyoshdek tovlanib, issig'u sovuqda turli tuman aralashma va eritmalarda o'zgarmay, erimay va o'z xususiyatini zarracha o'zgartirmay qola olishi, uning qadri qiymatini oshirib yubordi. Uning yer qobig'idagi miqdori 0,000001% xolos ($10^{-5}\%$). Yer yuzasining bir kilometr chuqurlikkacha boradigan tashqi po'stlog'ida

kamida 5000 000 000 (5 mlrd.) t. oltin bor. Oltinning solishtirma og'irligi $19,258 \text{ g/sm}^3$.

Erish temperaturasi 1063°C . Qaynash temperaturasi 2200 va 2598°C . Oltin boshqa metallarga qaraganda yumshoq, shu sababdan undan $1/250000$ dyuym yoki $1/1000$ mm zar qog'oz (folga) yasash mumkin. 1 gr oltinni salkam 3 km uzunlikka cho'zish mumkin.

Nodir metallar guruhiga oltin bilan bir qatorda palladiy, iridiy, osmiy, radiy va ruteniylar kiradi. Oltinning eng yaqin xususiyatini 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 muomilasi o'rnida, valyuta sifatida keng ishlatiladi. Bundan tashqari u davlatlarning jaxon banklaridagi boylik jamg'armalari sifatida undan foydalanib boylik orttirib daromad keltiruvchi vazifani ham bajaradi.

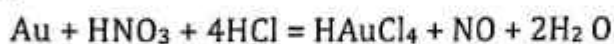
Davlatlararo tovar ayrboshlashda oltin birdan bir ishonchli muomala vositasidir.

Fan va sanoatda oltin (yuvelir) zargarlik, tish protezlash, miditsinada, kosmik laboratoriyada va stantsiya qurilmalarida qotishma-metall sifatida, o'tga va kislotaga chidamli asbob uskunalarda ishlatiladi.

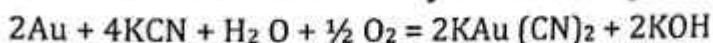
Oltin-oltin rang, sariq, yengil bolg'alanuvchan, yumshoq metall, tomonlari markazlashgan kub shakl kristallik panjaraga ega, $a=4,0704 \text{ \AA}$, kumush ham yumshoq metall bo'lib, fakat ranggi kumush-simon ok, $a=4,0772 \text{ \AA}$. Ularning fizik kimyoviy xususiyatlarining o'ta yaqinligidan, bir-biridan cheksiz eriy oladigan qotishmalar qatorini hosil qilish mumkin.

Oltin kimyoviy faol bo'lmagan element. elektronga nisbatan olganda eng nodir metaldir. 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, masalan: $A_i = A_i + e$; elektron potentsiali $\varphi = 1,686$

va $A_i = A_i + 3v$ reaksiyasi uchun, elektron potentsiali; $\varphi = 1,506$. Shuning uchun oltin ishqorlarda, kislotalarda (azot, sul'fat, xlor, organik) erimaydi. Biroq oltin kislotalar aralashmasi: xlor bilan azot, sul'fat bilan marganetsli, sul'fat bilan azotlarda eriydi. «Shoh arog'i» deb ataluvchi, bir hissa azot va 3 hissa xlor kislotasi aralashmasi, sul'fat va marganets kislotasi, sul'fat va azot kislotasi aralashmalarida eriy olishi mumkin. «Shoh arog'i» eritmasida oltin quyidagi reaksiya bo'yicha eriydi:



Bu eritma sekin-asta bug'lantirilsa oltin xlor vodorodi sariq kristallari cho'kmasi hosil bo'ladi: $\text{HAuCl}_4 \times 3\text{H}_2\text{O}$. SHuningdek, oltin Na va K sinil tuzlarida kislorod va havo yordamida eriydi:



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

AuO , ya'ni oltin ikki oksidi kulrang binafsha tusli kukun, 200°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: $(\text{AuCl}, \text{NH}_2; \text{AuCl} [2\text{NH}_3])$ va h.k.) oltin sinal kompleks tuzlari beqaror va ular suvda yaxshi eriydilar: $[\text{Au}(\text{CN})]$;

$140-150^\circ\text{C}$ da xlorli havoda qizdirilgan oltin, oltin xloridi hosil qiladi. AuCl_3 va $180-190^\circ\text{C}$ da AuCl hosil qiladi.

Oltin monogalogenadi turlicha tovlanuvchi sariq tusga bo'yaladi.

Oltin monofloridi AuF faqat bug' holida mavjud. Oltin tragalogenadi AuS - suvda eriydi. Oltin ftori AuF - zangori rangda, 500°C da parchalanadi. Oltin xlor tuzlari AuCl - nina shaklidagi kristallar bo'lib kizil rangga egadir. erish temperaturasi 288°C .

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



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

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

Oltinnning qotishmalari

Xozirgi kunda oltin va kumushning juda kup qotishmalari mavjud. Ular yaxshi o'rganilgan. Bu qotishmalar katta amaliy ahamiyatga ega.

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

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

Oltin bilan qo'rg'oshin qotishmasi, «verkleb» ya'ni oltin-qo'rg'oshin aralashma eritmalaridan oltinni kupelyatsiya (qo'rg'oshinni bug'lantirib haydash) yo'li bilan rafinatsiya (tozalash) uchun amaliy ahamiyatga ega.

Oltin qo'rg'oshin qotishmasi 2 ta kimyoviy birikmalar Au_2Rb va $AuRb_2$. Au-Rb qotishma 15% Rb da evtetik qotishma hosil qiladi. Qo'rg'oshin oltin kristallari orasida erimay qotadi va shu boisdan bu

qotishma mo'rt bo'ladi. Taxminan 700-800 °C da RbO sifatida bu qotishma tarkibidan qo'rg'oshin uchib ajraladi.

1. Amaliy pirometallurgiya jarayonida qo'rg'oshin erigan holda oltinni o'zida «yutib» to'play oladigan kollektorga aylanadi.

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

Oltin surma donogramma sistemasi 25% Rb da evtektika hosil etib, 460 °C da eriydi. Oltin tarkibidagi surma, oltinga yomon xislat beradi, qotishma sifatini buzadi. Surmali oltin past navli hisoblanadi. Oltin va qalay AuSn_2 va AuSn_4 birikmalarini hosil qilib 250 va 309 °C da eriydi.

Oltin-rux birikmasi katta ahamiyatga ega. Bu qotishmaning Au_3Zn , AuZn , AuZn_3 kimyoviy birikmalari mavjud. Oltin va simob qotishmasi katta fazaviy va amaliy ahamiyatga ega. Bu birikma asosida oltinni amal'gamalash yo'li bilan rudalar tarkibidan ajratib olish kashf etilgan. Oltin-simobning uchta AuHg_2 , Au_2Hg , Au_3Hg birikmasi mavjud. Simob 16,7 % bo'lsa evtektika beradi. Oltin va simob birikmasi 310 °C da ajrab ketadi.

Oltinning minerallari va rudalari

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

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

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

1.Sul'fidli minerallar bilan birikkan oltin zarralar (arsenopiritli, galenitli).

2.Temir oksidining mustahkam qobig'i.

3.Argentitli qora tusli qobiq

4.Oltin ustidagi rangli tovlanmalar

5.Oksidning qora pardalari

Oltin va kumushning asosiy minerallari 10-jadvalda keltirilgan.

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

Masalan «ilmoqli» shakldagi oltin zarralari gravitatsiya dastgohlarida yaxshi ilinadi va ajratib olinadi.

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

10-jadval.

Oltin va kumushning asosiy minerallari

T/r	Mineral	Mikdori,%	
		Au	Ag
1	Oltin	70-100	0-30
2	Elektrum	5-70	30-50
3	Kyustelit	10-28	72-90
4	Kumush	0-0,8	98-100
5	Misli oltin	74,3-80,1	2,3-80
6	Parledit	85,48	4,2
7	Molodonit	64,5	-
8	Oltin amal'gamarlari	34,2-41,6	0-5
9	Misli kumush	-	90-94
10	Kumush amal'gamarlari	0-0,8	15,8-95,3
11	Ruxli kumush	-	97,84

12	Platinali oltin	86,0	3,0
13	Iridiyli oltin	62,1	2,1
14	Radiyli oltin	88,4	-

Oltin er qobig'ida juda kam miqdorda mavjud bo'lib, simobga qaraganda 200 marta kam.

Ayrim qazilmalarga ko'ra oltin, konlar hosil bo'lishining so'ngi bosqichida gidrotermal eritmalaridan ajralib, turli moddalar tarkibida, oraliq'ida turli zarralar holida qotgan emish.

Masalan, shu sababdan oltin, kvarts, turli sul'fidlar, ko'pincha pirit va arsenopirit tarkibida jamlangan. Oltin qotaborib boshqa birikma va minerallar ustidagina emas, balki ichki tarkibida ham qotgan.

Ayrim hollarda oltin mayda «dispers» zarralar shaklida ajralib kelgan.

Ayrim qulay hollarda oltin zarralar birikib, yirik donador-tug'ma oltin, sof oltin konlarini, minerallarini hosil qilgan. Ayrim sharoitlarga ko'ra gidrotermal eritmalaridan kvartsli oltin kon rudalari vujudga kelgan. Bunday rudalarda kvarts xalaqit 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, emirilish, hamda daryo suvlari, shamol-to'fonlar 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 Uchquduqda – Muruntov, Daugiz tog', Amantay tog', Marjonbulok, Toshkent viloyatidagi Kovuldi, Qizil olma, Namangan viloyatidagi Pirmirob, Uzoksoy kabi konlarda uchraydi. Sochma oltin zarralari qadimda Angren (Ohangaron) daryo bo'ylarida uchragan tug'ma oltin kon tuzlari bir necha xil bo'ladilar. Bular quyidagicha:

1. Kvarts – tomirli, amalda sulfidsiz bo'ladi.

2. Kvarts – piritli konlar. Bu konlarga Uraldagi Berezovskiy, O'zbekistondagi Muruntov, Kuchbuloq, Kovuldi konlari kiradi.

3. Kvarts – arsenopirit konlari. Bunday ruda kon turlariga Qo'chqorli, Ettisuv, Daugiz tog' kabilar kiradi.

4. Kvarts – surmali rudalar. Bunday konlar Armashevsk (Rossiya), Amantay-tog, Zarafshon (O'zbekiston) konlari kiradi.

5. Mis – sulfidli oltin tarkibli tomirlar (Toshkent viloyati Qalmoqir va Sariq cho'qqi konlari, Olmalik) kiradi. Sanoat ahamiyatiga ega bo'lgan konlar Qozog'istonda, g'arbiy Sibirda 20 ga yaqin kvarts-oltin va sochma konlar mavjud. Qadimdan beri ishlatilib kelingan konlar Sharqiy Sibirda, Yoqutistonda, Uzoq Sharqda ma'lumdir.

Nazorat uchun savollar:

1. Fizik xususiyatlariga ko'ra rudalar qanday turlarga bo'linadi?
2. Boyitishning xalq xo'jaligidagi ro'li nimadan iborat?
3. Foydali qazilmalarni boyitish deganda nima tushuniladi?

19-§. Oltin rudalarini qayta ishlashga tayyorlash

Xozirgi kunda oltin va kumush tug'ma konlarning rudalaridan gidrometallurgiya jarayonlari va kombinatsiyalashgan usul jarayonlari yordamida ajratib olinadi. Bu usullar xilma-xil va rang-barangdir. Hozir O'zbekiston sharoitida, rudalar tarkibidagi oltin va kumush sorbtsiya, ekstraktsiya, ionalmashuvchi smolalar yordamida, yer ostida tanlab eritish, to'plab eritish, kimyoviy boyitish, gidrometallurgik jarayon, rux kukuni bilan cho'ktirish orkali ham ajratib olinmoqda. Ayrim xollarda, rudaning sulfidli turlari bo'lsa flotatsiya usulini jarayon tarkibiga kiritish orkali, agar oltin zarralar qatnashsa-gravitatsiya usulidan foydalanish orqali, agar rudada volfram, qalay, temir-pirit minerallari bo'lsa gravitatsiya, magnit, elektr, xatto bakterial-eritish kabi usullarni joriy qilish bilan ajratib olinadi. Oltin –metallurgiya jarayon texnologiyasi mutaxassisdan chuqur bilim, topqirlik, zexn, zukkolik, chidam-bardoshlik, kat'iyatlik va xozirjavoblikni talab

etadi. Ruda o'lchamlari 200-300mm dan 1200-1500mm kattalikda bo'ladi. Bu rudalarni maydalab yanchib, ba'zan 0,15-0,074 mm gacha keltirib, ishlov berish lozim bo'ladi.

Oltin tarkibli rudalarni maydalash va yanchish

Bu jarayonlarning asosiy maksadi rudalar tarkibidagi oltinni, oltinli minerallarni ochish, yuzini keyingi gidrometallurgiya yoki boyitish usullari uchun moslashtirishdir,

Maydalash va yanchish jarayoni, barcha sarf xarajatning 50% ni tashkil etadigan og'ir va murakkab ishdir. SHu boisdan oltinli zarra ochilib, u boyitish va gidrometallurgiya jarayoniga yarakli bo'lsa, uta yanchishning zarurati yo'q.

Oltin va kumush zarrasi – ochilib, uni gidrometallurgiya usulida eritib, kimyoviy ajratib olishga yaroqli holda qoldirish maksadga muvofiqlidir. Tabiatda yirik oltin zarralari bilan, bir qatorda o'ta mayda oltin zarralari mavjud. SHu boisdan rudalarni 0,4mm dan 0,074mm gacha maydalash lozim bo'ladi. Ko'pincha rudaning maydalash darajasini, shu ruda tarkibidagi xalaqit beruvchi moddalarning borligi belgilaydi. Odatda rudalar yirik, o'rta va kichik o'lchamda maydalash bilan boskichma- boskich amalga oshiriladi. Bunda har bir maydalashdan so'ng orada g'alvirlash jarayoni qo'yiladi. Maydalash uchun konusli, jag'li, qiska konusli maydalash mashinalari, (drobilkalar) ishlatiladi. Ikki stadiyada maydalash bajarilgach ruda o'lchami – 20mm ga, uchinchi stadiyaga – 6,0mm ga yetadi. Uchinchi stadiyada maydalanган material ho'l-namli xolatda sterjenli yoki soqqali tegirmonlarda yanchiladi. Yanchish jarayoni ham ikki stadiyada amalga oshiriladi. Po'lat sokkalar har 1t ruda uchun 1-5 kg sarf bo'ladi. Bunda oltin zarralari ham yalloqlangan po'lat soqqalar yuzasiga singib botib yo'kolishi kuzatiladi. SHu boisdan Janubiy Afrika respublikasi (JAR) da ikkinchi stadiyadagi yanchish ruda- tosh tegirmonlarda yanchishga o'tildi. Muruntov Oltin saralash fabrikasida ham, kisman ruda-pulat soqqali tegirmonda yanchiladi. Bunda ma'lum darajada soqqa sarflanishi tejaladi.

Soqqasiz, quruq holda yanchish (Aerofol tegirmonida) bu borada iqtisodiy Tejashni ko'zda tutadi. Aerofol- qisqa barabanli, diametri 5,5-11 m, uzunligi diametrining $1/3$ ga teng. Tegirmonlar ichki tomonidan futerovka orqali muxofazalanadi, diametrlar qarama -qarshi tomonda relslar qo'yib, rudalar tashib maydalanishini tezlashtiradi.

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

Bizdagi oltin fabrikalarida asosan barabanli, suvli tegirmonlar ishlatiladi. Tegirmondan chiqqan bo'tana (panjarali to'sik orqali spiralli so'ngra gidrotsiklon-klassifikatorlariga (tasniflovchi) o'tkaziladi.

Tegirmon yonidagi spiralli klassifikatorlar yirik o'lchamli 1-3mm. rudani qaytarib tegirmonga yuklaydi. Gidrotsiklon odatda 2-boskichda maydalovchi tegirmondan o'tgan bo'tanani tasniflashga ishlatiladi.

Gidrotsiklonda bo'tana qum va sliv (suyuk bo'tana) ajratiladi. Qum qaytadan maydalanadi va sliv keyingi operatsiyaga jo'natiladi.

Saralash va yirik donador rudalarni dastlabki boyitish

Saralashdan kuzatilgan maksad rudalar tarkibidan bush jinslarni yoki oltin zarralarini ajratib olishga qaratilgan harakatdir. Ruda tarkibida ko'plab bo'sh jinsni chiqarib tashlab, oltinga boy yarim maxsulot- boyishga (kantsentrat) olishga erishiladi.

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

Og'ir qorishma (suspensiya) yordamida boyitish, saralashni bir-muncha jadallashtiradi. Og'ir suspensiyaga sul'fid- oltin mineral zarralar cho'kib, yengil fraktsiyaga bo'sh tog' jinslari ko'tarilib qalqib chiqadi.

Nazorat uchun savollar:

1. Ruda konlari necha turga bo'linadi?
2. Moddiy tarkibiga ko'ra rudalar qanday turlarga bo'linadi?
3. Fizik xususiyatlariga ko'ra rudalar qanday turlarga bo'linadi?
4. Boyitishning xalq xo'jaligidagi roli nimadan iborat?
5. Foydali qazilmalarni boyitish deganda nima tushuniladi?

20-§. Oltin rudalarini boyitish texnologiyasi

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

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

Shunday usul qoldiq namunalarini 1976 yil Toshkent viloyati Olmaliq shahriga 5 km g'arbi-janubda joylashgan Tukkent X-XII asr shahar xarobalaridan arxeologiya-qidiruv ishlari paytida topildi.

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

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

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

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

Olingan yarim mahsulot simob bilan qorishtirilib amalgamalan-tiriladi. Suv havzalaridagi oltinni yuvishda suv havzalarida suzib yurib

ishlaydigan, o'zida oltin saralash uskuna va dastgohlarini jamlagan moslama-kema "Dragalarda" amalga oshiriladi.

Oltinni cho'ktirish mashinalarida saralash

Oltin va boshqa zichligi yuqori zarrachalarni bo'tanalardan ushlab qoladigan uskuna –gidropopqon (gidrolovushka) dir. Ular boshi pastga qaratilgan konus yoki piramida shaklidagi idishlarni eslatadi. Bu uskunalariga suv pastki tomonidan kiritiladi. Oltin zarralari suv yoki bo'tana bilan kirib, konusning to'ng'arilgan uchida to'planadi. Engil zarracha bo'tana bilan yuqoriga oqib ketaveradi. Oltin zarralari ko'payishi bilan, uskuna ishi qisqa muddatga to'xtatilib, boyitma (kontsentrat) – oltin zarralar taglik qopqoqdan tushirib olinadi.

Qopqonlar bitta yoki bir nechta "Tung'arilgan konuslardan" iborat bo'ladi.

Boyitmalar miqdori, ishlovdagi ruda miqdorining 1% dan oshmaydi, u har 6-8 soatda bo'shatiladi. Agar ruda kvarts tarkibli bo'lsa unumdorlik yuqori bo'ladi.

«Qopqonlar» slanetsli, nam tuproqli rudalar uchun uncha yaramaydi.

«Qopqon» tutgich" larga qaraganda oldtin zarralarini "ushlab qolishda" cho'ktirish mashinalar qo'l keladi. Bunday mashinalarda suv muhit yuqorilama – tebranma to'liqin harakatida bo'lib, zichligi turli bo'lgan moddalar yaxshi ajraladi. Zarralar taqsimlanishini yaxshilash uchun cho'ktirish mashinalarining kameralari setkalariga po'lat zarrachalar (rezina-sharlar), og'ir mineral granullari to'shaladi.

Ko'tarilma suv oqimi va to'shama po'lat zuldurchalar ustma-ust tebranishi natijasida, ruda zarralari siyraklanib g'ovak massa hosil qilib ko'tariladi, tushayotganda esa og'irlari avval, yengillari keyin to'shama ustiga tushadi. SHu tariqa og'ir oltin zarralar pastga, yengil bo'sh jinslar ust qismiga to'kilib, suv oqimi va tebranma harakat tufayli maxsus tarnov sliv- moslamadan oqib tushib ketaveradi.

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

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

Oltin saralash fabrikalarida diafragmali cho'ktirish mashinalari ham keng qo'llaniladi. Bunda suv yuqorilama urilma harakati vertikal shtiklar orkali amalga oshiriladi. Suv sarfi 1 t ruda uchun 3-4 m³. Bunda mashinalar 2-4 kamerali bo'lib, unumdorligi yuqoridir.

Oltin zarrali shlyuzlarda ajratib olish

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

Shu yo'sinda oltinni tarnovlarda yuvish O'zbekistonda eramizdan 2000 yillari avvalidan boshlangan deb taxmin qilish mumkin. Tarnov - shlyuzlarda oltin zarralarni boyitishni quyidagi xususiyatlari bor:

1. Zarralar o'z zichligiga turli tezlikda cho'kib, harakatga keladi.
2. Materiallar uz zichligi va o'lchamiga ko'ra tarqoqlanadi, saralanadi.
3. Turli o'lcham zichligidagi materiallar tarnov tubida turlicha ishqalanish koeffitsientida harakat qiladi.
4. Suv oqimi va bosimi zarralarni turli tezlikda siljitadi.

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

Suvning laminar oqimidan farqli, turbulent oqimida zarralar o'zaro aralashib, tez saralanib, harakati tezlashadi.

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

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

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

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

Parusina.....	0,4-0,6
Korderey.....	1,5-1,8
Velvet-chitbaxmal.....	0,8-1,2
Oddiy surp.....	2-2,5
Izli rezina.....	1,6-2,0
Voylok.....	2,5-3,0

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

Oltin saralash fabrikalarida OSF-da $L = 3 \div 4 \text{ m}$. Tarnovni bo'shatish-yuvish chastotasi oltin va sulfid miqdoriga bog'liqdir. Bo'tana suyuqligi $S : T = 2,5 \div 10$ oraliqda ishlatiladi. O'ta quyuq bo'tanadagi oltin zarralari, tarnov tubiga ilinmay oqib ketishi mumkin. Agar bo'tana o'ta suyuq bo'lsa, boyitmada loyqa ko'payib sifat buziladi. Loyli ruda va materiallar suyuq bo'tana bo'lishini talab qiladi.

Tarnov - shlyuzlar burchagi $12-17 \%$ uzunligiga nisbatan olinadi. Tarnovlarda sof toza oltin zarralari bilan bir qatorda, usti oksid pardali ("Kuylakli") yoki "pardali" oltin zarralari ham tutib qolinadi.

Loyihalarning ko'rinishiga karab, tarnov - shlyuzlar quidagicha bo'ladilar:

1. Qoplamasi ko'zg'atib olinadigan.
2. Qoplamasi ko'zg'almas
3. Ag'darmali tarnovlar – bir, ikki, uch va ko'p dekali tarnovlar.
4. Lentali tarnov – shlyuzlar.

Cho'ktirish mashinalaridan shlyuzlarning afzalligi – ular kam xarajatli va loyihasi soddaligidadir.

Kamchiligi – bu tarnov – shlyuzlarning kam mahsuldorligidadir. Ayrim holda tarnov – shlyuz dastgohlar, cho'ktirish mashinalari chiqindilarini boyitishda ishlatiladi.

Boyitish stollarida oltin ajratib olish

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

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

2. Deka – boyitish stolining kiya tekisligi – ishchi organ

3. Yassi- kobirgalar (narifleniya)

4. Xarakatga keltiruvchi mexanizm.

Stolning dekasining ma'lum burchak ostida burila oladi. Uning usti taxta, rezina, linolium bilan koplangan bulishi mumkin. Kobirgalar tepadan pastga bir- biridan uzun ma'lum oralikda joylashadi. Uning balandligi 2mm chamasi bo'ladi.

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

6. Romb shaklidagi suv taqsimlagich, penalar o'z o'qi atrofida burila oladi. Stol ilgarilama - bo'ylama harakat bilan tebranadi. Suv bilan bo'tana yuvib turiladi. O'lchami 0-2 mm bo'lgan ruda zarralari, bunday stollarda yaxshi saralanadi. Zichligi katta bo'lgan zarralar, qobirg'alar orasidan, stol chetiga surilib, pastga to'kilib - og'ir material- boyitmani tashkil etadi. Engil qum zarralari suv bilan tez ko'tarilib, yuvilib, stol bosh va o'rta qismida pastga tushib tuplanib, chiqindi va oraliq mahsulot sifatida to'planadi. Stol oxirida eng '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.

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

Amalgamatsiya jarayoni

Amalgamatsiya – simobning nodir metallarni ho'llab, uning tarkibiga singib meyoridan oshganda bu metallar bilan birikma hosil qilish holatidir.

Simob oltin va kumush zarralarini to'play oladigan jamlovchi (kollektor) vazifasini o'taydi. U mayda metall zarralarini bir-biriga qo'shib yirik donalar (agregatlar) hosil qilib boyitish amali bajarilaetgan idish (dastgoh) tarnov - shlyuzlar tagiga tuplaydi. Vaqti-vaqti bilan bu amal'gama yig'ib olinadi. Nodir metallarning amal'gamaga o'tishi, uning tezroq ajratib olishini ta'minlab, tashlandiq chiqindilar bilan yo'qolishini kamaytiradi. Amalgamaning asosiy omili, nodir metall sirtining albatta simob bilan ho'llana olish xususiyatidir. Metall sirti toza bo'lmasa, uning amalgamalanishi, simobning metall yuzasidan, uning ichiga difundirlanishi - singishi buziladi. Har qanday metall sirti kislorod parda bilan qoplangan. Bu parda oltindan yupqa, shu boisdan oltin juda tez, kumush, platina, mis, rux, nikel, temir esa bir-biridan og'irroq, keyinroq amalgamalanadi. Agar metall sirti yangi ochilgan bo'lsa, hali kislorodli parda hosil bo'lishga ulgurmasa, u tezrok amalgamalanishi-amal'gamali metallurgiya jarayonida e'tiborga olinadi, bu mavzuni keng yoritish uchun qo'shimcha adabiyotdan foydalanish mumkin

Amalgama usullari

Hozirgi sharoitda amal'gama asosan ikki usulda olib boriladi:

1. Ichki amal'gamlash – asosan yanchish bilan birgalikda, dasgoh yoki uskuna ichida (yugurma likoblar, tegirmonlar, chan-amal'gamlarda) olib boriladi.

2. Tashqi amal'gamlash – asosan yanchish dasgoh va uskunalaridan tashqarida (tarnov – shlyuzlarda, maxsus amal'gamatorlarda) olib boriladi.

Amal'gama jarayon borayotgan dasgohga axyon-axyonda simob qo'yib turiladi. O'z navbatida, bu simob miqdori shu rudadagi oltinga 1:10 nisbatda, uning moddaviy tarkibiga, oltin zarrasining shakli va o'lchamiga bog'liqdir. Bu nisbat aslida tekshirish tadqiqotlar natijasida aniqlangan bo'lishi kerak. Ilgari ichki amal'gamatsiya usuli harakatdagi – likoblarda (begunnie chashi) o'tkazilardi, keyinchalik ular o'rnini po'lat sharli tegirmonlar egalladi. Xozir amal'gamlash usuli xom ashyo rudalarda qo'llanilishdan qoldi desa bo'ladi. Sababi aniq. Oltin yuzasi biron bir meneral zarrasi bilan qoplansa, sulfidli ruda bo'lsa, oltin og'ir rangli metall minerallari tarkibida bo'lsa, slanetsli, piritli, misli, grafitli, ko'mirli rudalarda bu amal'gama usuli tug'ridan-tug'ri qo'llansa foydasi juda kamdir. Bu usulda ko'p ishchi kuchi va ko'p miqdorda qimmatbaho simob sarf talab qilinadi. Ichki amal'gama sof oltin rudalarini gravitatsiya yo'li bilan boyitganda, boyitma tarkibidan ajratib olishda ishlatilishi hali saqlangan. Bu usulda asosan amal'gama – bochkalari kabi dastgohlar foydalaniladi.

Bunday bochka o'lchami 800×1200 mm, bo'lib, mahsuldorligi sutkasiga 2,5-5 t. boyitmadir. Tashqi amal'gamatsiya, dunyo fabrikalarida juda kam ishlatiladi, u hozir Kenimba (Janubiy Rodeziya), Golden Ridj (Avstraliya) kabi fabrikalarda ishlatiladi. Ulardagi rudalarda oltin sof va miqdori 18 g/t gacha boradi. Bir sutkada 150 t. gacha ruda amal'gamatsiya qilinadi.

Amalgamalarga ishlov berish

Amal'gama bochkalaridan tushirilgan amal'gamalar og'ir rangli metallar bilan qorishgan bo'ladi. Bularni maxsus oltin yuvish uskunalarida yuvib tozalanadi.

Oxirgi yuvish jarayoni cho'yan va chinni kosalarda olib boriladi. Yuvilgan amal'gamani vintli presslarda zamsh (surup), suzgi (filtrlarda) suzdiriladi. Suzib olingan amalgamada oltin butun son - foizlarda 20-50 % bo'lishi ajablanarlidir. Suzib siqilgan amalgama maxsus retorta - distilyatorlarda simobi haydalishi uchun kuydiriladi. Retortalar kolosniklar - panjara ustida quyilib yoqilg'i yoki elektr toki bilan qizdiriladi. Retortaning toraygan og'zi sovitgichga ulangan. Retortalar ma'lum haroratda uzluksiz qizdirilishi shart. Simobning asosiy qismi 350-400 °C da haydalgach, harorat 750-800 °C ga ko'tariladi. Simobi haydalib, oltin kukun holida retorta tubiga qoladi. Oltin kukuni flyuslar (bura VaO , soda $SaSO_3$, selitra $NaNO_3$) qo'shilib, maxsus tigellarda eritiladi. Simob haydalanadigan bino, ishchilarning simob bug'lari bilan zaharlanmasligi uchun yaxshi shamollatilgan bo'lishi zarur.

Nazorat uchun savollar:

1. Ruda konlari necha turga bo'linadi?
2. Moddiy tarkibiga ko'ra rudalar qanday turlarga bo'linadi?
3. Fizik xususiyatlariga ko'ra rudalar qanday turlarga bo'linadi?
4. Boyitishning xalq xo'jaligidagi roli nimadan iborat?
5. Foydali qazilmalarni boyitish deganda nima tushuniladi?

II BOB. NOMETAL FOYDALI QAZILMALARNI BOYITISH TEXNOLOGIYASI

21-§. Fosforit rudalarini boyitish texnologiyasi

Fosforit rudasi konlari

O'zbekiston Respublikasi fosforit o'g'itlarini ko'p iste'mol qiladigan mamlakat hisoblanadi. Yetishmovchilikni bartaraf etish yoki kamaytirish uchun fosforit xom ashyolarini qazib olishni ko'paytirishning istiqboli qazilayotgan konlardagi rudalarni qazib olish imkoniyatlarini oshirish va past navli nokonditsion rudalarni boyitish yo'li bilan ishlab chiqarishga jalb qilish bilan belgilanadi.

O'zbekiston Respublikasi Markaziy Qizilqum hududidagi Daugistov, Jaroy, Sardara va boshqa maydonlarida donador fosforitlarning bir nechta konlari aniqlangan. Donador fosforitlarining qidirilgan zaxiralari fosfor angidridi bo'yicha (P_2O_5) 1,5 mlrd. t miqdorida aniqlangan. Shu joy tarkibida bo'lgan Jaroy-Sardara koni fosforit rudalari ayniqsa katta qiziqish uyg'otadi. Bu konlarni rudalarida foydali komponent P_2O_5 bir tekis joylashmagan.

Hozirgi vaqtda rudalari tarkibida P_2O_5 miqdori 17-18% dan ortiq bo'lgan uchastkalar qayta ishlanmoqda, P_2O_5 miqdori 17% dan kam bo'lgan uchastkalar esa o'zlashtirilmayapti, qaysiki ularning kontsentratsiyasi 25-28% gacha boyitish zarur. Bunda boyitishning oqilona texnologiyasi mavjud emas.

Markaziy Qizilqum past navli fosforit rudalarini ratsional boyitish texnologiyasini yaratish, fosforli o'g'itlar ishlab chiqarishda nafaqat Respublikamiz qishloq xo'jaligi ehtiyojini, balki jahon bozorida bu mahsulotlarga bo'lgan ehtiyojni ham qondirish muammosini yechish imkoniyatini beradi.

Markaziy Qizilqum fosforit rudalari tarkibidagi karbonatli minerallar yuqori miqdorda bo'lishi bilan tavsiflanib, ular namunalarda 50% dan oshishi mumkin.

Fosforit rudalarining kimyoviy va mineralogik tarkibi

Fosforit rudalari tavsifini aniqlash uchun, ularning tarkibini kimyoviy, mineralogik, fazali va spektral tahlillar yordamida o'rganildi, ularning natijalari 11 va 12-jadvallarda keltirilgan va fosforitlarning difraktogrammalari va termograviogrammalari suratga olindi. Quyidagi 1 va 2 jadvallardan ko'rinib turibdiki, rudaning foydali komponenti – fosfat donalari asosan umurtqasizlarning fosfatlangan organik qoldiqlari, asosan foraminifer chig'anoqlaridan tashkil topgan. Ko'p hollarda bunday fosfat donalarining o'lchami (muhim texnologik tavsifi) 0,03-0,05mm dan 0,3mm gacha bo'ladi. Undan tashqari, o'lchami 0,01mm dan 0,1-1sm gacha bo'lgan umurtqalilarning fosfatli suyak detritlari (tishlari, umurtqalari) ham mavjud. Ikkinchi, kam tarqalgan fosfat birikmalarining ko'rinishi-o'lchami 0,7mm gacha bo'lgan oolitlar.

11-jadval.

Fosforit rudalarining kimyoviy tarkibi, %

№	Namunalar raqami	Komponentlarning o'rtacha miqdori, mass. %												
		R ₂ O ₃	SiO ₂	MgO	CO ₂	F	FeO	Fe ₂ O ₃	R ₂ O ₂	SO ₃	E.Q.	R ₂ O	H ₂ O	Organ. b-a
1.	1-namuna	14,88	46,0	0,6	16,3	1,94	-	0,99	1,35	-	0,57	0,97	0,73	0,08
	2-namuna	13,48	44,74	1,07	20,88	1,04	0,06	1,03	5,60	2,10	6,56	0,58	0,78	0,11
	3-namuna	20,84	50,53	0,74	12,6	1,92	-	1,56	6,44	3,66	10,48	-	0,99	-

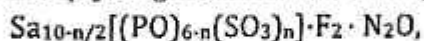
12-jadval.

Fosforit rudalarining mineralogik tarkibi, %

№	Minerallar	Minerallarning miqdori, %			O'lchami (mm) va shakli
		Namuna	Namuna	Namuna	
		1	2	3	
1.	Frankolit	55,0	37,0	63,3	0,01-2,0
2.	Kalsit	23,0	39,6	16,0	0,001-0,3
3.	Gidroslyudalar	10,0	14,0	10,0	Mayda tangachasimon

					agregatlar
4.	Gips	3,0	2,5	3,5	0,1-0,2
5.	Getit	2,5	2,2	2,9	0,5 -1,0
6.	Kvarts	3,0	1,0	0,5	0,05-0,5
7.	Temir gidroslyudalari	1,0	1,5	1,0	Matexalar, oxralar
8.	Karbonli birikmalar	0,4	0,3	0,6	0,5-1,0
9.	Selestin	0,1	0,1	0,1	0,1-0,5
10.	Barit	-	-	-	0,05-0,1
11.	Dala shpatlari	2,0	1,8	2,1	0,03-0,05

Fosfat minerali - ftorkarbonatapatit (frankolit). Maxsus laboratoriya uskunalar bilan yuzasidagi ifloslanishlardan tozalangan tarkibida 32-33% P_2O_5 bo'lgan va u quyidagi formula bilan aniqlangan mineral:



Bu yerda, n – uglerod o'rnini egallagan fosfor atomi soni.

Ikkinchi jinsimon mineral rudasi bo'lib, kaltsit minerali hisoblanadi. Uning miqdori 60% dan 67% gacha o'zgarib turadi. Asosiy qismi, ya'ni 80-90% gacha tsementda jamlangan, bu erda mayda do kaltsit, «ekzokaltsit» fosforitli moddani semonlaydi. Mineralning bitta qismini morfologik ko'rinishi - «endokaltsit». Bu kaltsit fosfat donalarini ichida joylashadi va fosfat bilan aralashgan chig'anoq skeletlari va fosfat tomonidan o'rin egallashi saqlanilgan birlamchi kaltsit reliktlari ko'rinishida namoyon bo'ladi.

Fosforit rudalarini boyitish usullari

Balansdan tashqari rudalar tarkibida P_2O_5 - 14,88 % bo'lsa, ularni quruq holatda elashda mayda sinfning chiqishi 50 % miqdorida bo'ladi. Bu sinfda P_2O_5 ning miqdori 16,45 %. Amalda bu sinfdagi CO_2

ning miqdori dastlabkisiga nisbatan 3% ga kam bo'ladi. Bundan tashqari fosforit mineralining kimyoviy tarkibi o'zgaruvchan, undagi P_2O_5 ning miqdori 27% dan 35% gacha, zichligi – 3,1-3,2 g/sm³, qattiqligi Moos shkalasi buyicha 5 ga teng bo'ladi. Agar maydalash jarayoni «yumshoq» sharoitlarda o'tkazilsa, unda fosforit mineralarining ma'lum qismi mayin fraktsiyaga yengil o'tadi.

Demak, quruq usullar (elash, havoli saralash) bilan fosforitdan bo'sh tog' jinslarni yetarlicha ajratishga yetishib bo'lmaydi. Shuning uchun bo'sh tog' jinslardan fosforitni ajratishning flotatsiya usulini tadqiq qilish zarur.

Tadqiq qilinayotgan namunaning kimyoviy tarkibi shuni ko'rsatadiki fosforit rudasi tarkibida gidroslyudalar 10-14%, gips 2,5-3,5%, ko'mirli moddalar 0,3-0,6%, dala shpati 1,8-2,1%, oson yanchiluvchan shlam hosil qiluvchi moddalar yig'indisi esa 14,6-20,2% ni tashkil qiladi.

Shuning uchun flotatsiyagacha yuvish yo'li bilan shlamni yo'qotish kerak.

Shlamsizlantirish va flotatsiyalash bo'yicha laboratoriya tajribalarini o'tkazishda Markaziy Qizilqumning yuqori karbonatli fosforit rudalaridan 3 ta namuna qo'llanildi. Ruda laboratoriya yanchish tegirmonidan foydalanib -0,074 mm sinfda 40-45% gacha yanchildi.

Fosforit rudasini shlamsizlantirish va xlorisizlantirish jarayonida zaruriy S:Q nisbati olish uchun S:Q bo'yicha 1:1-3 nisbatlari belgilandi.

Fosforit rudasini shlamsizlantirish bo'yicha o'tkazilgan tajribalar natijalaridan ko'rinadiki, P_2O_5 ning tarkibi bo'yicha turli ma'danlar uchun jarayonning eng o'rinli sharoiti bo'lib, S:Q nisbatini 2,5:1 yetib ta'minlash hisoblanadi, bunda P_2O_5 ning miqdori tegishli holda 16,7; 14,9; 23,5% bo'lgan kontsentratsiyaning chiqishi 82,3, 83,1 va 81,7% ni, kontsentratsiyaga P_2O_5 ning ajralishi 92,36; 92,11 va 93,12% ni tashkil etdi.

Shlamsizlantirish jarayoni davomiyligini mahsulot sifatiga ta'siri ham o'rganilib, olingan natijalarga asoslanib eng o'rinli shlamsizlantirish davomiyligi 30 minut hisoblanadi, bunda P_2O_5 ning miqdori

tegishli holda 16,6; 15,0; 23,2%, konsentratning chiqishi 82,4; 82,6; 83,1% ni, konsentratga P_2O_5 ning ajralishi - 92,16; 91,90; 92,47% ni tashkil etadi.

Shunga ko'ra, yanchilgan rudaning shlamlarini yuvib ketkazish bo'yicha tajribalarning natijalaridan ko'rinadiki, tarkibida P_2O_5 6-10 % bo'lgan ruda massasidan 10-17 % shlamga o'tadi. Shlam bilan R_2O_5 ning yo'qotilishi dastlabki miqdorga nisbatan 7-8 % ni tashkil qiladi. Yuvilgan rudadagi P_2O_5 ning miqdori 1,5-2% ga oshadi, bunda xlor ionining miqdori dastlabkisiga nisbatan 60-65 % ga kamayadi va 0,04 % ni tashkil etadi.

Rudani suv bilan yuvish jarayonida shlam hosil qiluvchi moddalar (asosan slyudalar, gips, gil, dala shpati) yo'qotiladi. Yuvilgan ruda asosan fosfat va kal'tsit qoladi. erkin holatdagi kal'tsitning miqdori o'rtacha 40-45% ni tashkil qiladi. Tadqiqotlar natijasidan ko'rinadiki, kislotali muhitda bu minerallarning yuza xususiyatlarining farqini oshishi hisobiga kaltsitdan fosfatni ajratish imkoniyatlari paydo bo'ladi. Fosfatning flotatsiyalanishi yomonlashib, kaltsitning flotatsiyalanishi yaxshilanadi. Shunga ko'ra, biz tadqiqot uchun karbonat-fosforit flotatsiyasi sxemasini tanladik, ya'ni, avval karbonatli minerallar flotatsiyalanadi, so'ngra esa kamera maxsulotidan fosfat minerali flotatsiyalanadi. Bu texnologik sxema Qorotov koni rudalarini boyitishda qo'llaniladi. Jaroy-Sardara va Qorotov konlarining farqi shundan iboratki, R_2O_5 ning miqdori bo'yicha Qorotov koniga nisbatan Jaroy-Sardara koni rudasi kambag'al hisoblanadi. Bundan tashqari, Jaroy-Sardara koni rudasida kaltsitning miqdori Qorotov koni rudasiga nisbatan yuqori. Qorotov koni rudasida esa dolomit mineralining miqdori ko'p.

Karbonat flotatsiyasi buyicha laboratoriya tajribalari tarkibida P_2O_5 16,7 % bo'lgan shlamsizlantirilgan mahsulot (1-namuna, P_2O_5 ning boshlang'ich miqdori 14,88 %) bilan sig'imi 0,5 l bo'lgan tajriba flotomashinasida bajarildi.

Karbonatli minerallar flotatsiyasida yig'uvchi - reagentlar sifatida soapstok (yog'-moy kombinati chiqindisi) ning atsetondagi eritmasi-

dan foydalanildi. PH muhit fosfor va azot kislotasi bilan sozlandi. Karbonatlarni ko'pikli mahsulotga ajratishni PH muhitga, sozlovchi reagent turiga, sarfiga va shuningdek flotatsiyalanish vaqtiga bog'liqligi o'rganildi. Birinchi variantda kislotali muhit ($pH=4,0-5,5$) bir vaqtning o'zida fosfatga depressor hisoblanuvchi fosfor kislotasi yordamida hosil qilindi. Flotatsiya vaqti 8 minut. Soapstok sarfi 500 g/t.

22-§. Grafit rudalarini boyitish texnologiyasi

Grafit va uning fizik-kimyoviy xossalari

Grafit uglerodning kristall shakllaridan biri bo'lib, kulrang tusli, silliq, yumshoq va yaltiroq. Solishtirma og'irligi 2.17 dan 2.3 gacha etadi. Grafitning tuzilishiga ko'ra uglerod atomlari paralel tekislikda turadigan muntazam oltiburchakning uchlariga joylashgan. Oltiburchakdagi atomlar oraliği $1.42 \text{ \AA}$, paralel tekisliklar oraliği esa $3.35 \text{ \AA}$ ga teng. Shuning uchun ham bir tekislikda joylashgan atomlar orasidagi bog'lanish ikkinchi tekislikdagi atomlarning bir-biri bilan bog'lanishiga qaraganda kuchliroqdir. Ulanish tekisligi o'ta mukammal, yaltirab turuvchi yuzalar bo'yicha plastinkalar va varakalarga ongina ajraladi. Bir tekislikda joylashgan uglerod atomlari kovalent bog'lanadi. Bunda ba'zi uglerod atomlari metall bog'lanishga ega bo'lganligi, ya'ni elektronlarning bir qismi "Elektron gaz" holida bo'lgani uchun grafit metallarga o'xshash yaltiroq, elektr va issiqlikni yaxshi o'tkazadi. Grafitning turli yo'nalishidagi mustahkamligi turlichadir, ya'ni mexanik anizotrop xossaga egadir.

Grafit geksoanal singoniyali mineral. To'g'ri shakllangan kristallari tabiatda keng tarqalgan. Asosan donador, plastinkachalar, tabletkalar yoki tuproqsimon massalar holida uchraydi. Qattiqligi 1, rangi qoradan kulranggacha. Chizig'i qoramtir kulrang yaltiroq. Kulga yog'langandan unnab, qora dog' qoldiradi. elektr tokini yaxshi o'tkazadi. Unga kislota ta'sir etmaydi. Xavo kislorodi bilan yuqori temperaturada ko'mirga nisbatan sekin birikadi.

Grafitning texnika uchun muhim xossasi, uning dispersli tuzilishi bilan belgilanadi. Sanoatda ishlatilishi uchun esa, uning yog'liligiga va mayinligiga bog'liq. Sanoatda grafitning qiymatliligi quyidagicha guruhlanadi:

1. Sof kristalli grafit:

A) tangachasimon

B) zich kristalli

2. Yashirin kristalli (zich)

3. Grafitga oid (grafitli antratsit ya'ni yuqori sifatli toshko'mir)

4. Ko'mirlar

Grafitda elementar kristallarning to'g'ri shakllanganligi uning yog'liligini va mayinligini belgilaydi, bu uning texnik qiymatini oshiradi.

Grafit rudalarining turlari

Grafit rudalari grafit biriktirishi va tuzilishiga ko'ra uch turga ajratiladi:

1. Tangachasimon tuzilishi

2. Ziya kristalli

3. Yashirin kristalli

Grafitning miqdori 5-6% va undan kam hollarda ham katta zahirali konlari uchun uning turlaridan eng kimmatlisi tangachasimon grafitli ruda hisoblanadi. Rudada asosan shpatit, kvarts, slyuda va kristalli slantslarni o'z ichiga olgan jinslar odatda biotit, kaltsit, pirit va boshqalar uchraydi. Yashirin kristalli grafitli ruda- metamorflangan ko'mirdan iborat bo'lib, undagi grafit miqdori 70-80% yuqori. Sanoatda sun'iy yo'l bilan tayyorlangan grafit ham ishlatiladi. U koks (ko'mirning yaxshi navlarini xavosiz joyda qizdirib olinadi) yoki antrotsitni elektr pechlarida domna jarayonlari mahsuloti sifatida 2200-3000° gacha qizdirib olinadi. Uning sifati ko'mirning naviga va qizdirish sharoitlariga bog'liq.

Grafitning ishlatilishi va unga qo'yiladigan texnik talablar

Grafit xalq xo'jaligida, sanoatda turli maqsadlarda: grafit tigellari tayyorlashda, moylash ishlarida, elektro texnikada, qolip ishlab chiqarishda, bukettlar, nusxa ko'chiradigan qora qog'oz, qalam tayyorlashda ishlatiladi.

Grafit bilan qog'ozga chizilganda qog'ozda uning palaxsa-palaxsa bo'lib ajralgan yassi kristallari izlari qoladi. Buni mikroskop ostida yaqqol ko'rish mumkin. Grafitning bu xossasidan qalay ishlab chiqarishda foydalaniladi. Grafit kukuni ko'pincha mineral modda bilan aralashtirilib, mashinalar uchun surkov materiali sifatida ishlatiladi. Mashinaning xarakatlanuvchi qismlari yuzasidagi chuqur joylar grafitning yassi kristallari bilan to'lib, yuza tekis bo'ladi va mashina qismlari yaxshi ishlaydi. Grafitda elektr tokini yaxshi o'tkazish xususiyati bo'lgani uchun u elektrotexnika va elektrometallurgiyada elektrodlar tayyorlashda ishlatiladi.

Grafit issiqlikni yaxshi o'tkazuvchan va o'tga chidamli bo'lganligi sababli unga tuproq va qum qo'shib, yuqori temperaturaga chidamli kimyoviy idishlar, metallar suyuqlantirib olinadigan tigellar yasashda ishlatiladi. Pechlarni bo'yashda ishlatiladigan o'tga chidamli qora yoqqlar ham grafitdan tayyorlanadi. Atom kotellarida ximoyalovchi ok sifatida ishlatiladi. Sun'iy olmos tayyorlashda, yarim o'tkazgichlar ishlab chiqarishda qo'llaniladi. Yog'lanmay ishlatiladigan metall grafitli vavtulkalar, vkladishlar, podshipniklar va boshqalar tarkibiga kiradi. Porx donalari grafitda polirovkalanadi-silliqlanadi.

Grafitga qo'yilgan asosiy talab uning tozaligi va donadorligi tarkibi xisoblanadi. Tigel grafiti yirik tangachali tarkibdan iborat bo'lmog'i kerak. Unda mayda qismlar miqdori ma'yorlanadi, chegaralanadi. Boshqa hamma navli grafitlar mayin maydalangan xolda iolatilib, yirik qismlar miqdori meyorlanadi.

Grafitning tozaligi, ko'mir kabi yondirilganda xosil bo'ladigan qoldiq miqdori-kul miqdori (zolnosti) bilan belgilanadi. Kul qoldiq miqdorini uglerod hisobida ifodalashda uchuvchi komponentlar va namlik miqdorini ham aniqlash lozim.

Grafti mahsulotlaridagi uglerod miqdori:

$$\alpha = 100 - (A + C)$$

A-kul miqdori %

S-uchuvchilar va namlik miqdori %

Konlari

MDH davlatlarida dunyodagi eng yirik 4 ta garfit koni joylashgan. Aniqlangan zaxiralari 92 mln.t. oshiq. Shundan 11 mln.t. kristall va tangachasimon tuzilishlidir. Botogolsk, Kureysk, Noginsk, Zavalevsk konlari. Chet mamlakatlarda: Brazilyada, Madagaskarda, Meksikada. Avstraliya, norvegiya, Pokiston, Indiya, Kanada va boshqalar.

O'zbekistonda Toshqozin (Buxoro viloyati) grafit koni ham katta konlardan hisoblanadi. Buxoroning Gujundi, Toshvan, Shaydaros, Kuljigtog, Samarqand viloyatining Qoratepa va Nurota tog'larida grafit borligi aniqlangan.

Jahon bozorida 1t amorf grafiti 60-120 doll., tangachasimon tuzilishli grafit esa 250-350 doll. turadi.

Grafit rudalarini boyitish asoslari

Tangachasimon va kristall grafitlar tarkibi foydali komponentlar yuqori bo'lganda ishlatilishi mumkin. Shuning uchun ham kambag'al rudalarni boyitish zaruriyati mavjud.

Grafit rudalarini boyitishda foydalanadigan grafitning asosiy xossasi uning kam namlanishidir. Bu uni yuqori flotatsiyalanishi uchun zamin yaratadi, undan tashqari flotatsiyalanish ruda mayda zarralarini tuzilishiga bog'liq bo'lib tangachasimon grafitda flotatsiyalanishga (boyishga) moyillik kuchli bo'lsa, yashirin kristalli grafitda esa flotatsiyalanish moyilligi kuchsizdir.

Reagentlar aralashmalari tarkibini oddiyligi grafit rudasi tarkibidagi nokerak jinslar minerallari-silikatlari, oksidlarig nisbatan flotatsiya tanlovini amalga oshirishni qoniqarli darajada ta'min etadi.

Hozirda rudani boyitish xavoli-ko'pikli flotatsiyalash jarayonida amalga oshiriladi. Grafit rudasini boyitishda ishlatiladigan boshqa xususiyati-grafitning qiyin yanchilishidir. Bu xossa uning tuzilishi

bilan bog'liq bo'lib, tangachasimon grafitda yaqqol ko'rinadi. Yanchishda mayda fraktsiyada odatda nokerak jins materiallari kontsentratsiyalashuvi kuzatiladi.

Rudani boyitishda uning (past temperaturada) kimyoviy turg'unligidan foydalanish mumkin. Kimyoviy boyitish rudani kislotali ishlash bilan amalga oshirilib, kislotalarning tabiati, kontsentratsiyasi grafitni ifloslovchi qo'shimchalarning eruvchanligi bilan bog'liq. Sulfat va xlorid kislotalarining kuchsiz eritmalarida gidrokarbonat mineralarini yo'qotsa, kuchli eritmalarda oksidlovchilar qo'shilganda pirit (Fe_2S), magnetit (Fe_3O_4) chiqarib yuboriladi. Bu usulning kamchiligi ko'p chiqimliligi, kam samaradoriligi va ekologik talablarga javob bermasligidir.

Termik boyitish- yanchilgan grafitni elektr pechlarida 2200 °C yuqori temperaturada qizdirish bilan amalga oshiriladi. Bunda, kul hosil qiluvchi qo'shimchalarning asosiy qismi parchalanadi. (termik boyitilgan kontsentratsiyadagi kul miqdori 0.1-1% ni tashkil etadi)-mayda zarralar tuzilishi o'zgaradi, kristallariyiriklashadi natijada grafitning xossalari yaxshilanadi. Xuddi shunday mahsulotni, ancha arzon to'mirni termik rafinatsiyada olish mumkin bo'lganidan bu usul kam qo'llaniladi.

Yashirin kristalli grafitning ishlatiladigan mahsulotlardagi kulchanlik 10-20% va undan yuqori bo'lishi mumkin. Shuning uchun ham, u kamdan-kam hollarda boyitiladi. Asosan quruq usulda yanchiladi. Grafit navlari donadorlik tarkibi va kulchanlikka ko'ra bir necha xillarga ajraladi.

Grafit rudasini flotatsiyali boyitish

Sanoat miqyosida grafit rudalarini flotatsiyalashda yig'uvchi reagent sifatida kerosin (yoki neft mahsuloti) ishlatiladi. (uning sarfi 0.5dan 2.5kg/t ruda) odatda ko'pik hosil qiluvchi-sosna yog'i vaboshqalar qo'shiladi. Rostlovchi reagentlar depressorlar asosidan rudada yengil flotatsiyalanuvchi minerallar turg'un xolatga keltirilmasa (suyuq shisha-depressor yordamida yoki boshqalar) ko'pik mahsulotida-

gi bir qism grafitni siqib chiqarib, uning konsentratga ajralishini kuchli pasaytiradi.

Tangachasimon grafit rudasining kambag'alligi va uning yaxshi flotatsiyalanishi, asosiy flotatsiyani kechishi uchun shunday imkon tug'diradiki, bunda xomaki konsentrat va tashlandiq chiqindi ajratib olinadi.

Odatda tangachasimon grafit rudasini ochish uchun juda mayda maydalash zaruriyati yo'q. 0.8-0.6mm kattalikkacha yanchish flotatsiyada to'liq ajralish uchun yetarlidir. Xomaki konsentrat bir necha marotaba tozalanadi. Birinchi tozalash effektivligi odatda yuqori bo'lsa, konditsion konsentrat olinmaydi. Keyingi tozalashlar konsentratni yanchimasdan o'tkazilsa, uning sifati oshmaydi. Shuning uchun ham boyitish sxemasi bir necha marotaba konsentratni yanchish operatsiyasi kiritiladiki, grafit tangachalari bilan jins o'smalari parchalanishga erishiladi.

Tangachasimon grafit rudasini olti karra flotatsiyali tozalash, xomaki konsentratni 3 marotaba yanchish tipik sxemasi 1 suratda keltirilgan. Tozlash va yanchishlar soni ruda xususiyatiga ko'ra va konsentratga qo'yiladigan talabga ko'ra kamaytirilishi mumkin.

Tozalash va yanchishlar sonini oshirib kulchanligi 82% bo'lgan rudalardan 4-5% mahsulot olish mumkin, ammo bunda qiyin yanchiladigan tangachalari kattaligi keskin pasayadi.

Nazorat uchun savollar:

1. Ruda konlari necha turga bo'linadi?
2. Moddiy tarkibiga ko'ra rudalar qanday turlarga bo'linadi?
3. Fizik xususiyatlariga ko'ra rudalar qanday turlarga bo'linadi?
4. Boyitishning xalq xo'jaligidagi ro'li nimadan iborat?
5. Foydali qazilmalarni boyitish deganda nima tushuniladi?

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Q.S. Sanaqulov, N.A. Doniyarov, A.A. Saidaxmedov. Foydali qazilmalarni boyitish va qayta ishlash asoslari. O'quv qo'llanma – T.: 2020.
2. A.A. Saidaxmedov, O.A. Azimov, A.N. Shodiyev, Sh.N. Turobov. Foydali qazilmalarni boyitish jarayonlari. Darslik – T.: 2021.
3. A. Barry Wiils and A. James Finch. «Wiil's Mineral Processing Technology». USA University of Technology, 2015.
4. A.S. Xasanov, A.A. Saidaxmedov, A.N. Shodiev, U.U. Xo'jamov, U.X. Eshonqulov, F.G. Pirnazarov. Gravitatsiya usulida boyitish. O'quv qo'llanma – T.: 2022.
5. I.K. Umarova, G.Q. Solijanova. Foydali qazilmalarni qayta ishlash va boyitish. . O'quv qo'llanma – Toshkent, 2009.
6. B.M. Авдохин. Основы обогащения полезных ископаемых. Учебник - М.: МГГУ, 2006.
7. Э.В. Адамов. Технология руд цветных металлов: Учебник ля вузов. – М.: МИСиС, 2007. – 513 с.
8. А.А. Абрамов. Флотационные методы обогащения. чебник. М., Горная книга, 2016. 597 с.
9. Основы обогащения полезных ископаемых. Metso. Издание 3. 2010.
10. В.В. Кармазин, И.К. Младецкий, П.И. Пилов. Расчеты технологических показателей обогащения полезных ископаемых: учеб. пособие для вузов / - М.: Изд-во МГГУ, 2006. - 221 с.
11. А.А. Саидахмедов. «Разработка технологии извлечения металлов из техногенных отходов». Автореф. дисс. на соиск. уч. степ. доктора философии по техническим наукам (PhD). – Навои.: НГГИ. 2020. – 44 с.
12. Э.В. Адамов. Основы проектирование обогатительных фабрик. Учебник. – М.: Изд. Дом МИСиС, 2012. – 647 с.
13. S.A. Abdurahmonov. Gidrometallurgiya jarayonlari nazariyasi va dastgohlari. Navoiy, NDKI, 2001.

14. А.Н. Шодиев. «Исследование и разработка технологии извлечения молибдена, цветных и благородных металлов из сбросных растворов молибденового производства». Автореф. дисс. на соиск. уч. степ. доктора философии по техническим наукам (PhD). – Ташкент.: ГУП «Фан ва тфрфккиёт». 2020. – 44 с.

15. К.С. Санакулов, Н.А. Ахатов. Совершенствование технологии флотационного обогащения минерального сырья // Горный Вестник Узбекистана. 2012. – №2. – с33.

16. К.С. Санакулов, У.А. Эргашев. Теория и практика освоения переработки золотосодержащих упорных руд кызылкумов – Монография. Ташкент, ГП НИИМР. 2014. 297 с.

17. К.С. Санакулов, Х. Ахмедов, И.С. Нурмухамедов. Разработка технологии переработки сульфидных руд месторождений Кокпатас и Даугызтау // Горный Вестник Узбекистана. 2019. – №3. – с54.

18. К.С. Санакулов, Е.С. Ткаченко. Минерального-технологические особенности сульфидных руд месторождений Кокпатас, Даугызтау и продуктов их обогащения // Горный Вестник Узбекистана. 2017. – №4. – с61-64

19. В.А. Бочаров, В.А. Игнаткина. Технология обогащения золотосодержащих руд и россыпей. Част II. Обогащения золотосодержащего сырья. Москва, «Учеба» 2003.

20. А.А. Абрамов. Технология переработки обогащения руд цветных металлов: учеб. пособие для вузов: в 2 кн. / А. А. Абрамов. – М.: Изд-во Моск. гос. горн. ун-та, 2005. – Кн. 1: Рудоподготовка и Cu, Cu-Py, Cu-Fe, Mo, Cu-Mo, Cu-Zn руды.

21. А.А. Абрамов. Технология переработки обогащения руд цветных металлов: учеб. пособие для вузов: в 2 кн. / А. А. Абрамов. – М.: Изд-во Моск. гос. горн. ун-та, 2005. – Кн. 2: Pb, Pb-Cu, Zn, Pb-Zn, Pb-Cu-Zn, C-Ni, Co-, Bi-, Sb, Hg-содержащие руды.

22. М.В. Верхотуров. Гравитационные процессы обогащения: учеб. для вузов / М.В. Верхотуров. – М.: МАКС-Пресс, 2006.

23. Прогрессивные методы обогащения и технологии глубокой переработки руд цветных, редких и платиновых металлов (Плаксинские чтения): матер. междунар. совещания (2-8 октября 2006 г.); ГОУ ВПО «ГУЦМиЗ»; ИХХТ СО РАН. – Красноярск, 2006.

24. А.В. Фатьянов. Проектирование обогатительных фабрик: учеб. пособие / А.В. Фатьянов. – Чита: ЧитГТУ, 2003.

25. Л.А. Вайсберг. Вибрационные дробилки. Основы расчёта, проектирования и технологического применения / Л.А. Вайсберг, Л.П. Зарогатский, В.Я. Туркин; ред. Л.А. Вайсберг. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2004.

26. Г.Г. Пивняк, Л.А. Вайсберг, В.И. Кириченко [и др.]. Измельчение. Энергетика и технология: учеб. пособие для вузов. – М.: Издат. дом «Руда и металлы», 2007.

27. Н.А. Донияров, И.А. Тагаев. Изучение влияния новых флотационных реагентов на минералы фосфоритовых руд Кызылкумов при комбинированном обогащении // Научный журнал *Universum: Технические науки* // Выпуск: 5(62) 2019. – с58.

MUNDARIJA

KIRISH	3
I BOB. METALLI FOYDALI QAZILMALARNI	
BOYITISH TEXNOLOGIYASI	5
1-§ Foydali qazilmalarni boyitish texnologiyasi fani to'g'risida umumiy ma'lumotlar	5
2-§ Mis va mis-pirit rudalarini boyitish texnologiyasi	10
3-§ Mis va pirit minerallarining flotatsiyalanish xususiyatlari	16
4-§ Foydali qazilmalarni boyitishning texnologik sxemalari	21
5-§ Monometall rudalarning flotatsion sxemasi	24
6-§ Ruxli rudalarning flotatsion sxemasi	26
7-§ Polimetall rudalarning flotatsion sxemasi	28
8-§ Polimetalli rudalarni kollektiv va selektiv flotatsiyalashning printsipl sxemalari	35
9-§ Oksidlangan va aralash rudalarni qayta ishlash texnologiyasi	45
10-§ Mis-rux rudalarini boyitish texnologiyasi	52
11-§ Rux minerallarining flotatsiyalanish xususiyatlari	56
12-§ Qo'rg'oshin rudalarni boyitish texnologiyasi	61
13-§ Qo'rg'oshin minerallarining flotatsiyalanish xususiyatlari	66
14-§ Molibden rudalarini boyitish texnologiyasi	70
15-§ Mis-molibden rudalarini flotatsiyalashning texnologik sxemalari	73
16-§ Volfram va molibden-volfram rudalarni boyitish texnologiyasi	76
17-§ Nikel rudalarni boyitish texnologiyasi	84
18-§ Oltin rudalari konlarining xarakteristikasi	91
19-§ Oltin rudalarini qayta ishlashga tayyorlash	98
20-§ Depressorlar, ularning vakillari	101
II BOB. NOMETAL FOYDALI QAZILMALARNI	
BOYITISH TEXNOLOGIYASI	107
21-§ Fosforit rudalarini boyitish texnologiyasi	107
22-§ Grafit rudalarini boyitish texnologiyasi	112
Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati	118

**Sh.N.Turobov, O.U. Fuzaylov, K.J.Xakimov,
T.T. Sirojov**

FOYDALI QAZILMALARNI BOYITISH TEXNOLOGIYASI

O'quv qo'llanma

Muharrir: B. Musayev

Musahhih: I. Tog'ayev

Texnik muharrir: M. Tog'ayev

Kompyuterda sahifalovchi: A. Abdiraxmonova

Tasdiqnoma. 5165, 02.03.2021.

Terishga berildi: 29.10.2022 y.

Bosishga ruxsat etildi: 23.11.2022 y.

Ofset qog'oz. Qog'oz bichimi: 60x84 1/16.

"Cambria" gar. Ofset bosma.

Hisob nashriyot t.: 7,60. Shartli b. t.: 7,60.

Adadi: 35 nusxa. Buyurtma № 74

«Intelлект» nashriyotida tayyorlandi.

QarMII kichik bosmaxonasida chop etildi.

180100. Qarshi shahri, Mustaqillik ko'chasi, 225 – uy.

Telefon 91-466-80-32.



INTELLEKT
NASHRIYOTI

ISBN 978-9943-9308-5-8

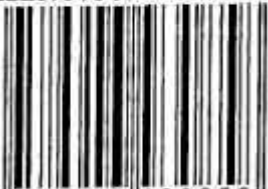


9 789943 930858



INTELLEKT
NASHRIYOT

ISBN 978-9943-9308-5-8



9 789943 930858