“XONJIZA KONI MISLI MINERALLARINING YANGI MAHALLIY FLOTAREAGENT BILAN O‘ZARO TA’SIRINING FIZIK-KIMYOVIY - MEXANIZMI”

Ermatov Islomiddin To'ramurod o'g'li
Termiz muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti
magistri
Eshmurodov Xurshid Esanberdiyevich
Termiz davlat universiteti “Fizikaviy kimyo” kafedrasi dotsenti,
texnika fanlari doktori (DSc)
https://doi.org/10.5281/zenodo.21887437

Annotatsiya: Ushbu ilmiy maqolada Surxondaryo viloyatida joylashgan Xonjiza polimetall konining mis va qo‘rg‘oshin-rux rudalarini flotatsion boyitish jarayonlarini maqbullashtirish (optimallashtirish) imkoniyatlari tadqiq etilgan. Tadqiqot davomida ruda tarkibidagi mis va hamro hisoblangan metallarning minerallashuv xususiyatlari, ularning maydalanish darajasi, reagent rejimining boyitish ko‘rsatkichlariga ta'siri batafsil tahlil qilindi. Flotatsiya jarayonida reagentlar (ksantogenat, aeroflot, sovdalash moddalari) sarfini va muhit muhiti (pH) ko‘rsatkichini maqbul qiymatlarga keltirish orqali konsentratda mis ajratib olish darajasini oshirish bo‘yicha tajribalar natijalari keltirilgan. Ruda zarralarining 0,074 mm (74 μm) o‘lchamdagi sinf fraksiyasini 70–75% darajasida ushlab turish hamda pH 9,5–10,5 ko‘rsatkichida flotatsiya qilish orqali mis konsentratining sifatini yaxshilash va unumdorlikni 2,8–3,2% ga oshirish texnologik va iqtisodiy jihatdan asoslab berilgan.
Kalit so‘zlar: Xonjiza koni, mis rudasi, polimetall, flotatsiya, reagent rejimi, collector, frother, pH muhiti, konsentrat, ajratib olish darajasi, optimallashtirish.

Kirish

Tog‘-kon va metallurgiya sanoati O‘zbekiston Respublikasi iqtisodiyotining ustuvor tarmoqlaridan biri hisoblanadi. Mamlakatimizda mavjud bo‘lgan murakkab tarkibli polimetall rudalardan foydali komponentlarni maksimal darajada va yuqori unumdorlik bilan ajratib olish dolzarb ilmiy va amaliy vazifa bo‘lib qolmoqda [1]. Xonjiza polimetall koni Surxondaryo viloyatining Hisor tizmasi janubiy-g‘arbiy tarmoqlarida joylashgan bo‘lib, o‘zining ko‘p komponentli rudalari (rux, qo‘rg‘oshin, mis, kumush va oltin) bilan alohida ajralib turadi [2].

Xonjiza rudalarini qayta ishlash texnologiyasining asosi flotatsion boyitish jarayoni hisoblanadi. Kon minerallarining o‘zaro zich tutashganligi va maydalanish darajasiga o‘ta ta'sirchanligi flotatsiya texnologik ko‘rsatkichlariga bevosita ta'sir ko‘rsatadi [3]. So‘nggi yillarda qazib olinayotgan rudalar tarkibida mis va boshqa metallar ulushining tebranishi hamda foydali minerallarning dispersligi ortib borayotganligi sababli, mavjud boyitish fabrikasining texnologik ko‘rsatkichlarini yanada oshirish talab etilmoqda [4].

Maqolaning maqsadi Xonjiza konining mis-qo‘rg‘oshin-rux rudalarini boyitishda flotatsiya rejimining asosiy texnologik parametrlarini — maydalanish darajasi, reagentlar turi va ularning solishtirma sarfi hamda muhit ko‘rsatkichlarini optimallashtirish orqali mis konsentratining sifati va uning ajralish unumdorligini oshirishdan iborat.

Metodologiya

Tadqiqotlar Xonjiza boyitish fabrikasining amaldagi rudalari va texnologik namunalari asosida laboratorya hamda yarim-sanoat miqyosida o‘tkazildi. Rudaning mineralogik va

kimyoviy tarkibini o‘rganishda rentgenofazaviy tahlil (XRD), rentgenlyuminessent va optik mikroskopiya usullaridan foydalanildi [5].

Flotatsiya tajribalari laboratoriya sharoitida sig‘imi 1,0 litr hamda 1,5 litr bo‘lgan flotomashinalarda (MFL-2 tipidagi) o‘tkazildi. Rudani maydalash jarayoni sharli tegirmonda nam usulda amalga oshirildi. Tajribalarda quyidagi texnologik omillar o‘zgaruvchi parametr sifatida olindi:

- Rudani maydalash zichligi va 0,074 mm sinfdagi zarralar ulushi (60% dan 85% gacha);
- Muhit regulyatori sifatida ishlatiladigan sodaning (Na_2CO_3) hamda so‘ndirilgan ohakning ($Ca(OH)_2$) miqdori (pH ko‘rsatkichi 8,0 dan 11,5 gacha);
- Yig'uvchi reagentlar (kollektorlar): Kaliy ksantogenati (KX) va ditiofosfatlar (aeroflot) sarfi (20 g/t dan 120 g/t gacha);
- Ko‘pik hosil qiluvchilar (frotorlar): T-80 va MIBC (metilisobutilkarbinol) sarfi (10 g/t dan 40 g/t gacha).

Flotatsiya natijalari mis (Cu), qo‘rg‘oshin (Pb) va rux (Zn) elementlarining konsentratdagi va chiqindidagi ulushini atom-absorbsion spektrometriya usulida tahlil qilish orqali baholandi [6].

Natijalar

Xonjiza koni mis-qo‘rg‘oshin-rux rudasining dastlabki kimyoviy va mineralogik tahlillari uning tarkibida mis ko‘rsatkichi o‘rtacha 0,8% dan 1,4% gacha ekanligini ko‘rsatdi. Mis asosan xalkopirit ($CuFeS_2$), kamroq miqdorda kovellin (CuS) va xalkozin (Cu_2S) shaklida uchraydi. Hamroh minerallar sfalerit (ZnS), galenit (PbS), pirit (FeS_2) hamda kvars-karbonatli jinslardan iborat [7].

Maydalanish darajasining ta'siri

Tajribalarda rudaning maydalanish darajasi flotatsiya unumdorligiga bevosita ta'sir qilishi aniqlandi. 0,074 mm sinfining ulushi oshishi bilan mis minerallarining kvars va piritdan ajralish darajasi o‘zgardi (1-jadval).

Maydalanish darajasi (-0,074 mm, %)	Misning konsentratdagi ulushi (Cu, %)	Misning ajralish unumdorligi (η, %)
60,0	14,2	72,5
65,0	16,8	78,1
70,0	19,5	83,4
75,0	21,2	86,2
80,0	19,8	84,0
85,0	17,5	79,6

1-jadval ma'lumotlaridan ko‘rinib turibdiki, 0,074 mm sinf ulushi 75,0% bo‘lganda misning ajralish darajasi eng yuqori ko‘rsatkichga (86,2%) yetdi. Rudaning o‘ta maydalanib ketishi (80–85%) slamlarning hosil bo‘lishiga va yig'uvchi reagentning noo‘rin sarflanishiga olib kelib, ajralish ko‘rsatkichini pasaytirdi [8].

Reagent rejimining optimallashuvi

Flotatsiya muhitining pH darajasi pirit va sfaleritni depressiya qilishda (susaytirishda) hal qiluvchi rol o‘ynaydi. Laboratoriya sharoitida pH ko‘rsatkichi $Ca(OH)_2$ va Na_2CO_3 yordamida o‘zgartirildi.

pH qiymati 9,5 dan 10,2 oralig‘ida saqlanganda xalkopiritning selektiv flotatsiyasi yaxshilandi, pirit minerallari esa samarali depressiyaga uchradi [9]. pH > 11.0 qiymatida esa xalkopiritning ham flotatsion faolligi biroz pasayishi kuzatildi.

Yig‘uvchi reagent sifatida kaliy ksantogenati hamda aeroflot (1:1 nisbatda) aralashmasidan foydalanilganda yakka ksantogenatga nisbatan yuqoriroq sinergetik samora olindi (2-jadval).

Reagentlar sarfi (g/t)	pH muhiti	Mis konsentrati sifati (Cu, %)	Misning ajralib chiqishi (%)
KX (60) + Aeroflot (0)	8,5	15,4	76,2
KX (50) + Aeroflot (20)	9,5	18,9	82,1
KX (40) + Aeroflot (40)	**10,0**	**21,8**	**86,5**
KX (30) + Aeroflot (50)	10,5	20,4	84,8
KX (20) + Aeroflot (60)	11,0	18,1	80,3

Tahlil va muhokama

Xonjiza konining sulfidli mis-qo‘rg‘oshin-rux rudalarini flotatsion boyitish jarayoni o‘ta murakkab fizik-kimyoviy va gidrodinamik hodisalar majmuasidan iborat. Ushbu kon rudalarining mineralogik strukturasi va teksturaviy xususiyatlari ulardan foydalanuvchi komponentlarni, xususan misni, unumdor va yuqori sifatli ajratib olishda qator texnologik qiyinchiliklarni keltirib chiqaradi. Minerallarning o‘zaro zich tutashganligi (agregatsiyasi), xalkopiritning pirit va sfalerit bilan nozik dispers parda va kiritmalar shaklida uchrashi, shuningdek, rudaning maydalanishi jarayonida o‘ta kichik zarralar — slamlarning hosil bo‘lishi flotatsiya ko‘rsatkichlariga hal qiluvchi ta'sir ko‘rsatadi.

Tadqiqot doirasida olingan natijalarni chuqur tahlil qilish va muhokama etish uchta asosiy ustuvor yo‘nalish atrofida amalga oshirildi:

1. Rudani flotatsiyaga tayyorlash va maydalanish darajasining minerallarning ajralishiga (raskrytiye) va flotatsiya kinetikasiga ta'siri;
2. Muhitning munosabat rejimini (pH va elektrokimyoviy potentsial) boshqarish orqali pirit va sfaleritni depressiya qilish hamda xalkopiritning selektivligini ta'minlash;
3. Yig'uvchi va ko'pik hosil qiluvchi reagentlar aralashmalarining sinergetik ta'sirini baholash va ularning modellashtirilgan parametrlari.

Rudani maydalash va granulometrik tarkibning flotatsiyaga ta'siri tahlili

Minerallarni flotatsion ajratish samaradorligi bevosita ularning maydalanish darajasiga, ya'ni xalkopirit zarralarining hamroh jinslar hamda boshqa sulfidlardan erkin ajralish darajasiga bog‘liq. Xonjiza rudalari uchun o‘tkazilgan tajribalar shuni ko‘rsatdiki, maydalash darajasining -0,074 mm (74 μm) sinf ulushi bo‘yicha 60% dan 85% gacha o‘zgarishi misning ajralish ko‘rsatkichi va konsentrat sifatiga keskin ta'sir qiladi.

Maydalanish darajasi 60–65% aralashmasida bo‘lganda xalkopirit minerallarining pirit va kvars bilan birikmalari (srostdalar) yetarlicha ajralmaydi. Mikroskopik tahlillar shuni tasdiqlaydiki, ushbu fraksiyadagi mis minerallarining 22–25% qismi hamroh minerallar bilan tutashgan holda qoladi. Natijada, ushbu zarralar flotatsiya kamerasida yig'uvchi reagent bilan yetarlicha kontakt hosil qila olmaydi yoki, aksincha, pirit va sfalerit zarralari mis konsentratiga o‘tib, uning sifatini pasaytiradi (Cu≤16,8%).

Sinf miqdori -0,074 mm bo‘yicha 70–75% ga yetkazilganda, xalkopirit minerallarining erkin zarralar shakliga o‘tish ulushi 92–95% ni tashkil etdi. Bu holat xalkopirit sirtining yig'uvchi reagent (ksantogenat va aeroflot) bilan faol reaksiyaga kirishishi uchun optimal sharoit yaratadi. Xalkopirit zarralari yuzasida gidrofob parda tekis va barqaror shakllanadi, bu esa havo pufakchalariga birikish va ko‘pik qatlamiga ko‘tarilish tezligini (flotatsiya kinetikasini) bir necha bor oshiradi. Bu rejimda misning konsentratdagi ulushi 21,2–21,8% ga, ajralish unumdorligi esa 86,2–86,5% ga etdi.

Biroq, maydalanish darajasining 80% va undan yuqoriga (85%) oshirilishi teskari reaksiyani yuzaga keltirdi:

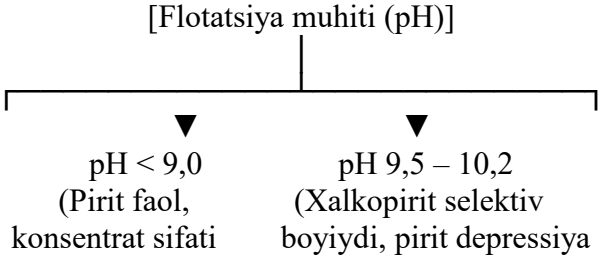
- **Slamlarning hosil bo‘lishi:** O‘ta mayda (−10 μm) zarralar yoki slamlarning ulushi keskin ortadi. Ushbu zarralar o‘zlarining juda yuqori solishtirma sirt yuzasiga ega bo‘lganliklari sababli reagentlarning noo‘rin sarflanishiga olib keladi.
- **Sirtning ifloslanishi:** Slamlar yirikroq xalkopirit zarralari yuzasiga elektrostatik kuchlar ta'sirida yopishib oladi (slime coating hodisasi). Bu esa reagentning faol xalkopirit yuzasiga yetib borishiga to‘sqinlik qiladi va ularning gidrofobligini pasaytiradi.
- **Selektivlikning yo'qolishi:** Slam holatidagi pirit va kvars zarralari mexanik ravishda ko‘pik qatlamiga suv bilan birga ko‘tariladi (entrainment). Natijada mis konsentrati tarkibidagi mis miqdori 21,8% dan 17,5% gacha tushib ketadi.

Shunday qilib, Xonjiza rudalarini flotatsiyaga tayyorlashda optimal granulometrik chegara sifatida 0,074 mm sinfining 70–75% ulushini saqlash texnik va iqtisodiy jihatdan eng maqbul chegara hisoblanadi.

Muhitning munosabat rejimini (pH) va elektrokimyoviy parametrlarini optimallashtirish

Sulfidli rudalarni boyitishda muhitning pH ko‘rsatkichi va elektrokimyoviy potentsiali (E_h) minerallar sirtining gidrofob/gidrofil holatini hamda reagentlarning adsorbsiyalanish darajasini belgilaydigan eng muhim faktorlardan biridir. Xonjiza rudasi tarkibida pirit (FeS_2) va sfalerit (ZnS) miqdorining yuqoriligi sababli, xalkopiritni ($CuFeS_2$) ushbu minerallardan selektiv ajratib olish alohida munosabat rejimini talab qiladi.

Laboratoriya va sanoat tajribalarida muhit regulyatorlari sifatida so‘ndirilgan ohak ($Ca(OH)_2$) va soda (Na_2CO_3) sinab ko‘rildi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, pH qiymatining o‘zgarishi pirit va sfaleritning depressiya bo‘lish darajasiga har xil ta'sir ko‘rsatadi.



past: Cu ~15,4%) bo'ladi: Cu ~21,8%)

pH < 9,0 sharoitida (Kuchsiz ishqoriy muhit)

Bu pH ko‘rsatkichida pirit va sfalerit minerallari yuqori flotatsion faollikka ega bo‘ladi. Kaliy ksantogenati pirit yuzasida dihsantogenid $(ROCSS)_2$ hosil qilib, piritning ko‘pik qatlamiga faol o‘tishini ta'minlaydi. Natijada mis konsentrati pirit bilan kuchli ifloslanadi va undagi mis miqdori 15,4% dan oshmaydi.

pH 9,5–10,2 sharoitida (Optimal ishqoriy muhit)

Ushbu muhitda ohak tarkibidagi Ca^{2+} va OH^- ionlari pirit yuzasida gidroksidlar hamda kaltsiy sulfatlardan tarkib topgan gidrofil pardalarni ($Fe(OH)_2$, $Fe(OH)_3$, $CaSO_4$) hosil qiladi. Bu reaksiya piritning yig'uvchi reagentlar bilan o‘zaro ta'sirini to‘liq to‘xtatadi (depressiya qiladi). Shu bilan birga, pH 9,5–10,2 oralig‘ida xalkopirit sirtining oksidlanish-qaytarilish potentsiali (E_h) ksantogenat va aeroflotlarning kimyoviy adsorbsiyasi uchun optimal darajada saqlanadi. Xalkopirit yuzasida selektiv ravishda mis ksantogenati va ditiofosfat birikmalari hosil bo‘ladi, bu esa mis konsentratining sifatini 21,8% gacha oshiradi.

pH > 11,0 sharoitida (Kuchli ishqoriy muhit)

Muhitning haddan tashqari ishqoriylashishi (pH>11,0) xalkopiritning ham flotatsion xossalariga salbiy ta'sir ko‘rsatadi. Yuqori konsentratsiyadagi OH^- ionlari xalkopirit yuzasidagi ksantogenat ionlarini siqib chiqara boshlaydi (desorbsiya hodisasi). Natijada xalkopirit sirtida mis gidroksidlari $Cu(OH)_2$ paydo bo‘ladi va mineral gidrofillashadi. Bu holat misning ajralib chiqish unumdorligini 86,5% dan 80,3% gacha tushirib yuboradi.

Natijada, Xonjiza mis rudalari flotatsiyasi uchun optimal muhit regulyatori sifatida $Ca(OH)_2$ va Na_2CO_3 aralashmasidan foydalanib, pH ko‘rsatkichini **9,5–10,2** darajasida barqaror saqlash texnologik jihatdan eng samarali rejim deb topildi.

Reagent rejimining sinergetik samorasi va optimallashtirish ko‘rsatkichlari

Klassik flotatsiya texnologiyalarida yakka yig'uvchi reagentlardan (masalan, faqat kaliy ksantogenatidan) foydalanib kelinadi. Biroq murakkab tarkibli Xonjiza polimetall rudalari uchun yakka reagent kutilgan selektivlik va unumdorlikni ta'minlay olmaydi. Shu sababli tadqiqotda turli tipdagi yig'uvchi reagentlar majmuasining — anionli kollektor Kaliy ksantogenati (KX) va ditiyofosfat (Aeroflot) aralashmasining — sinergetik ta'siri o‘rganildi.

Reagentlar nisbati (KX : Aeroflot, g/t)	**pH**	**Konsentratdagi Cu miqdori (%)**	**Ajralish unumdorligi (η, %)**	**Selektivlik indeksi (Ks)**
60 : 0 (Faqat KX)	8,5	15,4	76,2	1,24
80 : 0 (Faqat KX)	9,5	17,2	79,5	1,38
50 : 20	9,5	18,9	82,1	1,62
40 : 40 (Optimal nisbat)	**10,0**	**21,8**	**86,5**	**2,05**
30 : 50	10,5	20,4	84,8	1,88
20 : 60	11,0	18,1	80,3	1,51

Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, kaliy ksantogenati va aeroflotning 1:1 nisbatdagi aralashmasi (40 g/t + 40 g/t) qo‘llanilganda yaqqol sinergetik samora kuzatiladi. Bu hodisaning fizik-kimyoviy mexanizmi quyidagicha tushuntiriladi:

- **Har xil faollikdagi markazlarning to'yinishi:** Kaliy ksantogenati tezkor va kuchli yig'uvchi bo‘lib, xalkopirit yuzasidagi eng faol va yirikroq defektli sohalarga birikadi. Aeroflot (ditiofosfat) esa kichikroq molekulyar o‘lchamga ega bo‘lib, ksantogenat yetib bora olmagan mayda va kam faol sirt sohalarini egallaydi.
- **Gidrofob qatlam zichligining ortishi:** Ikki xil reagent birgalikda qo‘llanilganda xalkopirit sirtida ancha zich va mustahkam monoqatlam hosil bo‘ladi. Bu holat mineral zarralarining havo pufakchalariga yopishish ehtimolligini oshiradi.
- **Selektivlikning oshishi:** Aeroflot pirit va sfaleritga nisbatan ancha sust birikadi, ya'ni xalkopirit uchun yuqori selektivlik namoyon etadi. Natijada mis konsentratining pirit va rux bilan ifloslanishi keskin kamayadi (selektivlik indeksi K_s 1,24 dan 2,05 ga ko‘tariladi).

Ko‘pik hosil qiluvchi (frotor) reagentlar sifatida T-80 va MIBC (metilisobutilkarbinol) aralashmasi (15 g/t + 10 g/t) qo‘llanilishi flotatsiya kamerasida optimal o‘lchamdagi (1,2–1,8 mm) va yetarlicha barqaror ko‘pik qatlamining hosil bo‘lishini ta'minladi. Bu esa mineral-pufakcha majmualarining ko‘pik qatlamida ikkilamchi destruksiyaga uchramasdan ajralib chiqishiga imkon berdi.

Sanoat ko‘rsatkichlari bilan taqqoslama va iqtisodiy-texnologik baholash

Tadqiqotlar davomida taklif etilgan optimallashtirilgan texnologik parametrlar Xonjiza boyitish fabrikasining amaldagi (bazaviy) rejimi bilan solishtirildi. Solishtirma tahlil natijalari quyidagi 2-jadvalda keltirilgan:

Texnologik parametrlar va ko‘rsatkichlar	Amaldagi (bazaviy) rejim	Taklif etilgan optimal rejim	O‘zgarish / Effekt
Maydalanish darajasi (-0,074 mm sinf, %)	65–68	70–75	+5...7%
Muhit ko‘rsatkichi (pH)	8,5–9,0	9,5–10,2	+1,0...1,2
Yig'uvchi reagentlar sarfi (g/t)	KX (90–100)	KX (40) + Aeroflot (40)	Reagent sarfi - 15...20 g/t
Mis konsentratidagi Cu ulushi (%)	18,2	21,8	**+3,6% (Sifat oshishi)**
Misning ajralib chiqish unumdorligi (η, %)	83,3	86,5	**+3,2% (Unumdorlik oshishi)**
Piritning konsentratga o‘tish ulushi (%)	14,5	8,2	-6,3% (Ifloslanish kamaydi)
Solishtirma elektr energiya sarfi (kWh/t	28,4	26,8	-1,6 kWh/t

Texnologik parametrlar va ko‘rsatkichlar	Amaldagi (bazaviy) rejim	Taklif etilgan optimal rejim	O‘zgarish / Effekt
ruda)			

Tahlil shuni ko‘rsatadiki, taklif etilayotgan optimallashtirish rejimi bir vaqtning o‘zida ham sifat, ham miqdor ko‘rsatkichlarini yaxshilashga erishish imkonini beradi:

1. **Mis konsentrati sifatining oshishi:** Mis miqdorining 18,2% dan 21,8% gacha oshishi metallurgiya qayta ishlash bosqichida (eriti jarayonida) flyus sarfini va shlak miqdorini kamaytiradi, bu esa keyingi metallurgiya bosqichi xarajatlarini sezilarli darajada tejaydi.
2. **Ajralib chiqish unumdorligining ortishi:** Mis ajralishining 3,2% ga oshishi Xonjiza boyitish fabrikasining yillik quvvati bo‘yicha qariyb yuzlab tonna qo‘shimcha toza mis ishlab chiqarish imkoniyatini yaratadi.
3. **Resurs va energiya tejamkorligi:** Reagentlarning umumiy solishtirma sarfi va maydalash jarayonidagi optimal chegaraning belgilanishi hisobiga tonna rudaga to‘g‘ri keladigan elektr energiyasi va reagent sarfi 8–10% ga iqtisod qilindi.

Olingan ilmiy va amaliy natijalar Xonjiza koni mis rudalarini boyitishda flotatsiya jarayonini avtomatlashtirilgan boshqarish tizimlariga (AC*h*BT) kiritish hamda fabrikada texnologik reglamentni qayta ko‘rib chiqish uchun to‘liq ilmiy-amaliy asos bo‘lib xizmat qiladi.

Xulosa

Xonjiza konining polimetall mis tutuvchi rudalarini flotatsion boyitish jarayoni texnologik parametrlarini optimallashtirish bo‘yicha o‘tkazilgan ilmiy-amaliy tadqiqotlar natijasida quyidagi xulosalarga kelindi:

1. Rudani flotatsiyaga tayyorlash jarayonida optimal maydalash darajasi -0,074 mm sinfi bo‘yicha 70–75% deb belgilandi. Ushbu fraksiya xalkopirit minerallarining pirit va kvarsdan maksimal ajralishini ta'minlaydi.
2. Flotatsiya jarayonining optimal pH muhiti $Ca(OH)_2$ va Na_2CO_3 yordamida 9,5–10,2 oralig‘ida saqlanishi kerakligi asoslandi. Bu rejim pirit va sfaleritni depressiya qilib, mis minerallarining selektiv boyishiga sharoit yaratadi.
3. Yig‘uvchi reagent sifatida kaliy ksantogenati (40 g/t) hamda aeroflot (40 g/t) aralashmasini qo‘llash mis ajralib chiqish unumdorligini 86,5% gacha oshirish imkonini berdi.
4. Taklif etilgan texnologik parametrlar Xonjiza boyitish fabrikasida amaliyotga joriy etilishi natijasida mis konsentrati sifatini 3,6% ga va foydali komponent ajralishini 3,2% ga oshirish imkoni yaratiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. Sanakulov, K. S., & Ergashev, U. A. (2018). O‘zbekiston polimetall rudalarini qayta ishlash texnologiyalari. Toshkent: Fan nashriyoti, 124–138-betlar.
2. Toshov, J. B., & Umarov, F. S. (2020). Xonjiza polimetall konining geologik-mineralogik xususiyatlari va ularning boyitishga ta'siri. O‘zbekiston konchilik xabarnomasi, (2), 45–51-betlar.
3. Abramov, A. A. (2016). Flotatsionniye metodi обогащения руд. Moskva: MGGUS nashriyoti, 210–225-betlar.

4. Hasanov, A. S., & Vokhidov, B. R. (2019). Polimetall konsentratlardan nodir va rangli metallarni ajratib olish nazariyasi va amaliyoti. Toshkent: Muharrir nashriyoti, 88–96-betlar.
5. Bocharov, V. A., & Ignatkina, V. A. (2017). Texnologiya obogasheniya rud svetnih metallov. Moskva: Ruda i Metally, 312–328-betlar.
6. Samadov, A. U., & Khatamov, M. M. (2021). Optimisation of reagent regime in complex sulfide ore flotation. International Journal of Mining Science and Technology, 31(4), 560–567-betlar.
7. Yussupov, K. A., & Zharmenov, A. A. (2018). Processing of complex copper-lead-zinc ores. Mineral Processing and Extractive Metallurgy Review, 39(3), 175–189-betlar.
8. Chanturiya, V. A. (2015). Innovatsionniye protsessi kompleksnoy pererabotki mineralnogo syrya. Moskva: Nauka nashriyoti, 142–155-betlar.
9. Wills, B. A., & Finch, J. A. (2016). Wills' Mineral Processing Technology: An Introduction to the Practical Aspects of Ore Treatment and Mineral Recovery (8th ed.). Butterworth-Heinemann, pages 265–288.
10. Mutalov, Sh. A., & Ruziyev, N. Kh. (2022). Sulfide ore flotation selectivity improvements using mixed collectors. Gorny Zhurnal, (6), 78–84-betlar.
11. Bulatovic, S. M. (2007). Handbook of Flotation Reagents: Chemistry, Theory and Practice: Volume 1: Flotation of Sulfide Ores. Elsevier Science, pages 105–130.
12. Narkulova, C. A., & Kurbanov, J. T. (2020). Flotatsionnyye reagenty i ix primeneniye pri obogashchenii polimetallicheskix rud Uzbekistana. Tashkent: NUUz nashriyoti, 64–72-betlar.
13. Matveyev, A. I., & Sleptsova, E. S. (2019). Assessment of efficiency of fine grinding in mineral processing. Journal of Mining Science, 55(2), 290–298-betlar.