



SULFIDLI MINERALLARNI BOYITISHDA CHET EL TAJRIBALARINI TAHLIL QILISH VA ULARNING SOHADAGI AHAMIYATI

Mirzaliyev Sharofiddin Shavkatjon o'g'li

“Konchilik ishi” kafedrasida magistranti

Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti

Maxmarejabov Dilmurod Baxtiyarovich

“Konchilik ishi” kafedrasida professori, DSc.

Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti

<https://doi.org/10.5281/zenodo.19547814>

ARTICLE INFO

Qabul qilindi: 10-aprel 2026 yil

Ma'qullandi: 11-aprel 2026 yil

Nashr qilindi: 13-aprel 2026 yil

KEYWORDS

Sulfidli minerallar, to'plovchi, flotareagent, mis, ksantatlar, ditikakbamat, ajralishi, chiqishi, gidrofob, ko'pik.

ABSTRACT

Ushbu maqola Sulfidli minerallarni boyitish jarayonlarida chet el tajribalari orqali boyitishning sifat-miqdor ko'rsatgichlarini o'rganish va tahlil qilishga bag'ishlangan. Maqolada minerallarni boyitish samaradorligini oshirish, ajratib olish sarf-harajatlarini kamaytirish va foydali qazilma boyliklarimizdan oqilona foydalanishni ta'minlash uchun amaliy tavsiyalar ishlab chiqiladi. Davlat va xususiy sektordagi foydali qazilma korxonalari uchun zamonaviy boyitish texnologiyalar va metodologiyalar tadqiq qilinib, mavjud muammolarga samarali yechimlar topish yuzasidan bir nechta tavsiyalar beradi. Maqoladagi tavsiyalar zamonaviy global hayotimizda yer resurslarini optimal foydalanish, konchilik sanoatining atrof-muhitga bo'lgan ta'sirini kamaytirish hamda iqtisodiy samarador bo'lgan usullar va texnologiyalarni yaratish va qo'llashga xizmat qiladi.

O'zbekiston Respublikasi hududida yuzlab foydali qazilma konlari mavjud. Ammo bu konlar ichida asosiy komponent sifatida mis yoki oltin qazib oladigan foydali qazilma konlar alohida o'rin egallaydi. Bundan tashqari konchilik korxonalarining ish faoliyati foydali qazilmalarning fizik kimyoviy xususiyatlari bilan bevosita bog'liq. Aynan mana shu xususiyatlar qazib olish va kerakli komponentlarni ajratib olish usullari hamda qo'llaniladigan texnologiyalarni tanlashda muhim o'rin tutadi.

Hozirgi kunda global iqtisodiy rivojlanish va konchilik sohasidagi bir qator muammolar mavjud. Shuningdek, yer osti va yer usti resurslaridan oqilona foydalanish, konchilik sanoatimizda iqtisodiy, ekologik, havfsizlik ba'zi hollarda siyosiy yutuqlarga erishish soha mutahassislari oldida dolzarb masala bo'lib turibdi. Bu masalalarni to'g'ri yechish maqsadida bir qator horij tajribalarini o'rganish hamda samaralarini qo'llash muhim hisoblanadi.

Ajratib olish usullari

Sherwood Copper kompaniyasiga tegishli Minto koni (Kanadaning Yukon hududida joylashgan) rudalari ham sulfidli ham oksidli ko'rinishda uchraydi. Tadqiqodchilar tajribada ikki xil rudani aralashirgan holda kerakli reagentlardan foydalanib boyitishni amalga oshirishgan.

[1] Og'irlik bo'yicha 70% sulfidli minerallar (bornit, xalkoperit) 30% va oksidli minerallar

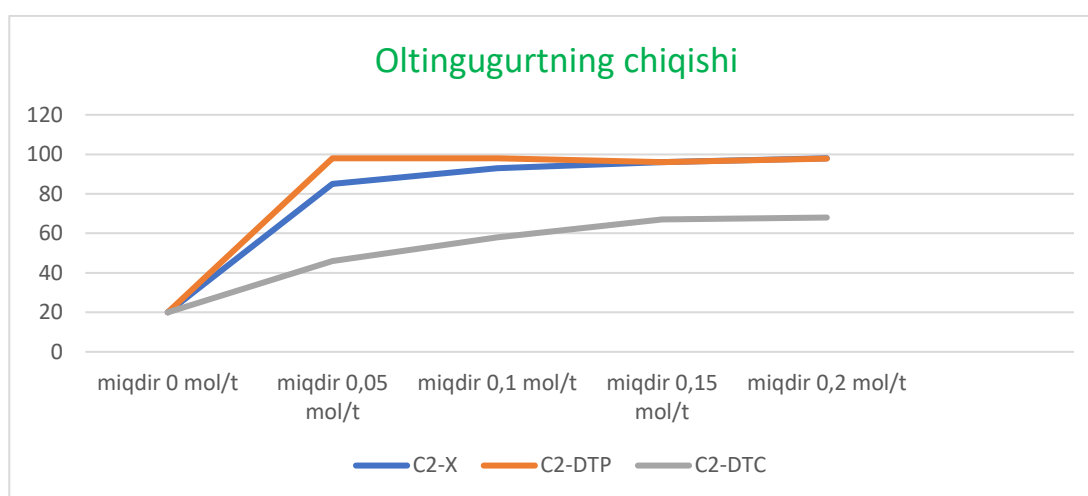
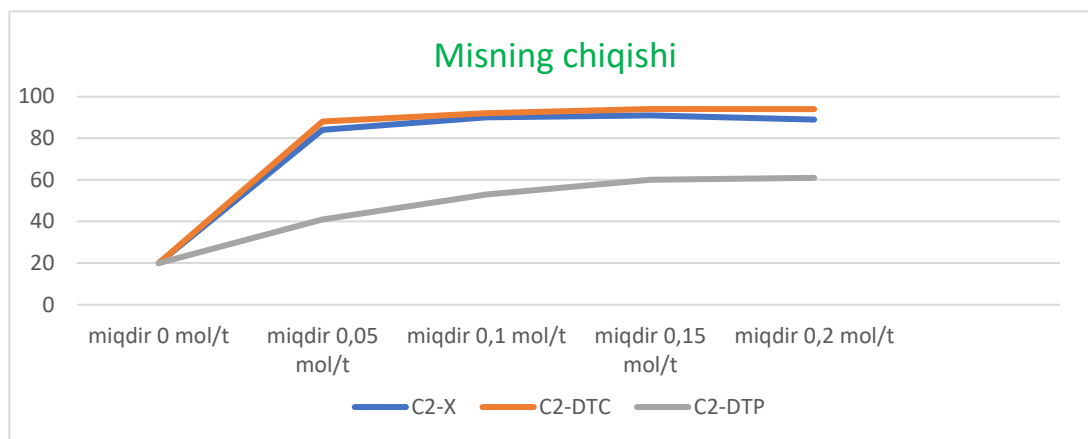
(malaxit, azurit) aralashtirilgan. Tadqiqod shuni ko'rsatadiki Ausmelt Limited tomonidan ishlab chiqarilgan AM28 to'plovchisi (n-oktil gidroksamat turiga kiradi, asosan oksidli mislar boyitiladi) odatiy to'plovchilar (masalan natiy sulfat Na_2S va ammoniy sulfat $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ bilan birgalikda ishlariladi. Reagentda sulfidli va oksidli minerallarni tutib olish hususiyati mavjudligi sabab boyitish jarayonida samarali ekanligi aniqlangan.

Sulfid va oksid minerallarining birgalikda boyitishning samaradorligi shundaki, ularni ajraish va alohida boyitish uchun sharoitlar yaratish ko'p mablag', vaqt va texnologiyalar talab qilishidir. Odatda bir konda turli hil hususiyatga ega minerallarning uchrashi ham tabiiy va kutilgan holat hisoblanadi.

Okiep Copper Kompaniyasiga Janubiy Afrikaning Shimoliy Cape hududidagi konidan olingan mis rudasining har xil boyitish sinovlari o'tkazilgan. [2] Tahlil natijalariga ko'ra kondagi ruda sulfidli tarkibidagi komponent miqdori 1,8%ni tashkil etadi. Asosan rudalar bornitdan kam miqdorlarda xalkotsit, xalkopirit va deginit minerallaridan tashkil topgan. Dastlab mineral zarrachalar o'lchamlari katta va dag'al bo'gan. Laboratoriya o'tkazilishidan oldin 60% qismi 75 mikron o'lchamga keltirilgan. Minerallardan komponentlarni ajratib olishda tiol to'plovchilari keng qo'llanilgan. Ma'lumki ksantatlar, ditiofosfatlar va ditikarbamatlar to'plovchilari sulfidli mineral zarralari yuzasida turlicha sirt hosil qiladi.

Ko'pgina tajribalar shuni ko'rsatadiki sulfidli minerallarni boyitishda sof to'plovchilar o'rniga aralashtirilgan to'plovchilardan foydalangan holda ham kamroq reagent sarfi, selektivlikning oshishi, flotatsiya tezligi va samaradorligining yaxshilanishi hamda yirik zarrachalarning ham ko'proq ajralib chiqishi kabi yaxshi natijalarga erishish mumkin. Mazkur tajribada ksantat (C2-X) va ditikarbamat (C2-DTC yoki C2-DTP) 90-10 nisbatda aralashtirilgan.

Natijalarga ko'ra C2 DTC to'plovchisi bilan aralashtirilgan flotatsiya chiqishi kamroq bo'lgan. Dastlab ularni konsentratsiyasi ko'proq bo'lganida orasidagi farq unchalik sezilmagan (biroz C2-DTCda ko'proq). 0,0348 mol/tonna taxminan (5g/t) dozada ishlatilganida mahsulotning chiqishi yaqqol ortgan. Buga sabab C2-DTPning C2-X ga nisbatan yuqori gidrofobligi va C2 DTCning funksional farqi hisoblanadi. Flotatsiya jarayonlarida gidrofoblik muhim o'rin tutadi. C2-DTP dagi alkil zanjirlari mineral yuzasida gidrofoblik xususiyati yaxshilanishiga olib keladi. [3] Okiep mis koni rudalarini boyitishda ksantat va ditikorbamatlarni aralashtirib foydalanish turlicha natija berishi kuzatildi. Ksantatni C2 DTC dikorbamat bilan aralashtirganda C2-X dan ko'ra past natija bergan. Shunga qaramasdan, ksantatni C2 DTP dikorbamat bilan birga foydalanilganida C2-X dan ko'ra yuqori samaradorlik olingan. Bu murakkab tarkibli to'plovchi Okiep koni rudalarini boyitishda tavsiya etilgan.



1-rasm O'tkazilgan sinov natijalariga grafiklari

Bundan tashqari, ksantat va ditiofosfat aralashmasi uchun past to'plovchi konsentratsiyalarida to'plovchilarning qo'shma adsorbsiyasi kuchaygan bo'lishi mumkin. [4] Boyitish jarayonlariga ta'sir etuvchi omillarni tahlil qilish shuni ko'rsatadiki, dikarbamatlarning minerallarga ta'siri ularning yuzasida gidrofoblik xususiyatini oshirish bilan bog'liq bo'lishi mumkin. Bu holat flotatsiya jarayonida zarrachalarning havo pufakchalari bilan oson birikishiga va ko'pik hosil bo'lish samaradorligining ortishiga xizmat qiladi. Natijada, minerallarning ajralish jarayoni yanada samarali bo'lgan va boyitish ko'rsatkichlari yaxshilangan. [5,6]

Sulfidli ruda tarkibidagi juda kam miqdordagi foydali komponentlarni boyitish qayta ishlash jarayonida komponentlar ajralishini oshirish maqsadida o'tkazilgan tajribalar mavjud. Mayda tarqalgan sulfidli rudalarni qayta ishlash samaradorligini oshirish ilg'or reagentli flotatsiya rejimlarini qo'llash, reagentlarni optimallashtirilgan qayta ishlash hamda zamonaviy texnologik va uskunaviy yechimlardan foydalanish orqali amalga oshirilishi mumkin [7-11].

Tadqiqoda o'rganilgan mis-molibden rudasi tarkibida 0,43% mis hamda 0,0089% molibden saqlagan hamda xalkopirit, xalkozin, kamroq kovellin, molibdenit minerallari mavjud. [12] flotatsiya foydalanilgan mineral zarralarning 99,6% qismi 0,0037mm o'lcham kichik. Boyitish jarayonlari asosiy, nazorat va 3 ta tozalash flotatsiyasidan iborat murrakkab boyitish texnologiya qo'llangan. Boyitish samaradorligini maqsadida to'plovchi reagent sifatida

reaflot, tionokorbamat hamda butil ksantat 1:3:15 nisbatda aralashtirib mikroemulsiya holatiga keltirilib qo'llangan. Oddiy usullar va reagentlar qo'llanilganida 16,25% misli boyitma, 77,79% ajralish ko'rsatgichiga, 0,45% molibdenli boyitma, 79,38% ajralishga erishgan. Yangi taklif qilinayotgan reagentdan foydalanilganda ajralishi 83,58% bo'lgan 18,2%li mis konsentrati hamda ajralishi 88,46% bo'lgan 0,49 foizli molibden olindi. Kombinatsiyalangan to'plovchi reagentdan foydalanilganda flotatsiya chiqindilaridagi mis saqlovchi loy zarrachalari miqdori 10,09% ga kamaygan. Umumiy olganda misning ajralishi 5,79% molibdenning ajralishi 9,08% ga ortgan ortganligi reagent samarador ekanini isbotlagan.

Olingan xulosalar va fikrlar

Yuqorida uchta turli flotatsion tadqiqodlarni ko'rib chiqdik va bu tadqiqodlarda qo'llanilgan usullar va foydalanilgan flotareagentlar bir biridan farq qiladi. Turli yondashuvlar bo'lishiga qaramasdan yaxshi natijalar qayd etilga ushbu tadqiqodlarning siri - ruda zarrachalarining fizikaviy, kimyoviy mexanik xususiyatlarini to'g'ri talqin etishda ekanligi ma'lum bo'ldi. Tajribalarda qo'llanilgan rudalar turli mintaqalarda joylashgan, ularning kimyoviy tarkibi, mineral tarkibi, foydali komponentlarning joylasuvi va o'lchami mutlaqo har xil. Har qaysi tajribada iqtisodiy samara olingan O'zbekiston Respublikasi konlarida ham mana shunday fizik-kimyoviy xususiyatlarga ega bo'lgan ruda zarralari mavjud bo'lish extimoli borligi shunday tahliliy izlanishlarni ahamiyatini oshiradi. Ko'rilgan birinchi tajriba boyitish fabrikalarini loyihalashtirish, har hil husuyatli rudalarga universal yechim topish uchun bag'ishlangan. Chunki bu tajribani amalga tadqiq etish orqali qurilish hamda minerallardan foydalanishda yengilliklarga erishish mumkun. Ikkinchi tajribada esa dikorbamat va ksantat guruhiga kirivchi to'plovchi reagentlarni birgalikda qo'llash samara bergan. Uchinchi tajriba haqiqatdan murrakkab boyitish texnologiyasi bo'lib bu texnologiyada nafaqat reagentlar balki rudani maydalash darajasi hamda flotatsiya bosqichlari ham odatdagidan farq qiladi. Olingan natijalar ham juda ijobiy hisoblanadi. Chunki ushbu tajribada boyitilgan mahsulot tarkibida juda kam miqdorda komponent mavjud. Boyitishga qo'yiladigan tabablarni hisobga olsak bunday rudalarni boyitish juda muskul. Zamonning rivojlanishi, texnologiyalarni yangilanishi, tabiiy yer resurslariga bo'lgan talablarning ortishi, tarkibi boy bo'lmagan rudalarni boyitish usullari va texnologiyalariga bo'lgan talabni oshiradi

Adabiyotlar ro'yxati:

1. K. Lee, D. Archibald, J. McLean va M. A. Reuter, "Flotation of mixed copper oxide and sulphide minerals with xanthate and hydroxamate collectors", *Minerals Engineering*, Vol. 22, 2009, pp. 395–401. <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2008.11.005>
2. Hangone, G., Bradshaw, D. J., Ekmekci, Z, Flotation of a copper sulphide ore from Okiep using thiol collectors and their mixtures. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*. 2005. 105(3): 199–206. https://hdl.handle.net/10520/AJA0038223X_3022
3. D. Bradshaw, C.T. O'Connor. Flotation of pyrite using mixtures of dithiocarbamates and other thiol collectors. *Minerals Engineering*, 7(5–6), 681–690, (1994).
4. Wakamatsu, T., & Numata, N. (1980). Fundamental study on flotation of minerals using two types of collectors. In P. Somasundaran (Ed.), *Fine Particle Processing* (pp. 787–801). New York: AIME.
5. Harris, P.J. (1982). Frothing phenomena and frothers. In: King, R.P. (ed.), *Principles of Flotation*, South African Institute of Mining and Metallurgy, Monograph Series No. 3, Johannesburg, pp. 236–250.

6. Dippenaar, A. (1978). The effect of particles on the stability of flotation froths. Report No. 1988, National Institute of Metallurgy, Johannesburg.
7. Chanturia, V.A.; Weisberg, L.F.; Kozlov, A.P. Priority areas of research in the field of mineral processing. *Ore Beneficiation*, 2014, 2, 3–9.
8. Zimbovsky, I.G.; Ivanova, T.A.; Chanturia, V.A.; Chanturia, E.L. Complex-forming collector for selective flotation of chalcopyrite. *Physico-Technical Problems of Mineral Processing*, 2015, 3, 124–129.
9. Balaramesh, P.; Venkatesh, P.; Jabbar, A. Influence of dithiocarbamate on metal complex and thin film depositions. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 2014, 3, 15301–15309.
10. Buckley, A.N.; Hope, G.A.; Lee, K.C.; Petrovic, E.A.; Woods, R. Adsorption of O-isopropyl-N-ethyl thionocarbamate on copper sulfide minerals. *Mineral Engineering*, 2014, 69, 120–132.
11. Bu, Y.; Hu, Y.; Sun, W.; Gao, Z.; Liu, R. Fundamental flotation behaviors of chalcopyrite and galena using O-isopropyl -N-ethyl thionocarbamate as a collector. *Minerals*, 2018, 8, 115.
12. Semushkina, L.; Abdykirova, G.; Mukhanova, A.; Mukhamedilova, A. Improving the Copper–Molybdenum Ores Flotation Technology Using a Combined Collecting Agent. *Minerals*, 2022, 12(11), 1416. <https://doi.org/10.3390/min12111416z>



INNOVATIVE
ACADEMY