

## XONDIZA KONI POLIMETALL RUDALARINI FLOTATSIYALASH TEXNOLOGIYALARINING HOZIRGI HOLATI

**Shodiyev Abbos Ne'mat o'g'li**

Qarshi davlat texnika universiteti

“Neft-gaz va geologiya” fakulteti dekani dotsent (DSc)

Email: [abbos.shodiyev.91@mail.ru](mailto:abbos.shodiyev.91@mail.ru)

**Egamberdiyev Baxtiyor Barat o'g'li**

Qarshi davlat texnika universiteti

“Geologiya va konchilik ishi” kafedrasida assistenti

Email: [egamberdiyevbaxtiyor885@gmail.com](mailto:egamberdiyevbaxtiyor885@gmail.com)

**Annotatsiya:** Mazkur maqolada Xondiza koni polimetall rudalarining mineralogik tarkibi va ularni flotatsiyalash texnologiyalarining hozirgi holati tahlil qilingan. Rudalarning tarkibida galenit, sfalerit, xalkopirit va pirit minerallarining mavjudligi flotatsiya jarayonining murakkablashishiga sabab bo'lishi ko'rsatib o'tilgan. Kollektiv-selektiv flotatsiya sxemalari, zamonaviy reagentlar hamda kolonnali flotatsiya texnologiyalarining samaradorligi yoritilgan. Shuningdek, rudalarni boyitishda uchraydigan texnologik muammolar va ularni bartaraf etishning istiqbolli usullari bayon etilgan.

**Kalit so'zlar:** polimetall ruda, flotatsiya, galenit, sfalerit, kollektor, boyitish, reagent.

**Аннотация:** В данной статье проанализированы минералогический состав полиметаллических руд Хондиза кони и современное состояние технологий их флотационного обогащения. Показано, что наличие галенита, сфалерита, халькопирита и пирита усложняет процесс флотации. Рассмотрены коллективно-селективные схемы флотации, современные реагенты и эффективность колонной

флотации. Также приведены основные технологические проблемы обогащения руд и перспективные методы их решения.

**Ключевые слова:** полиметаллическая руда, флотация, галенит, сфалерит, реагент, обогащение.

**Abstract:** This article analyzes the mineralogical composition of polymetallic ores from Xondiza koni and the current state of flotation technologies used for their processing. The presence of galena, sphalerite, chalcopyrite, and pyrite minerals complicates the flotation process. Collective-selective flotation schemes, modern reagents, and the efficiency of column flotation technologies are discussed. In addition, the main technological problems in ore beneficiation and promising methods for solving them are presented.

**Keywords:** polymetallic ore, flotation, galena, sphalerite, reagent, beneficiation.

### **Kirish.**

Hozirgi kunda dunyo kon-metallurgiya sanoatida polimetall rudalarni samarali qayta ishlash va ulardan foydali komponentlarni maksimal darajada ajratib olish muhim ilmiy va texnologik vazifalardan biri hisoblanadi. Rangli metallarga bo‘lgan talabning ortib borishi, mavjud rudalarning tarkib jihatidan murakkablashuvi hamda yuqori sifatli xomashyo zaxiralarining kamayishi boyitish jarayonlarini takomillashtirishni talab etmoqda. Shu nuqtai nazardan flotatsiya usuli polimetall rudalarni boyitishda eng samarali va iqtisodiy jihatdan maqbul texnologiyalardan biri sifatida keng qo‘llanilmoqda.

Xondiza koni O‘zbekiston Respublikasining yirik polimetall konlaridan biri bo‘lib, kon rudalari tarkibida asosan qo‘rg‘oshin, rux, mis va boshqa hamroh elementlar mavjud. Mazkur rudalar murakkab mineralogik tarkibi, foydali minerallarning mayin singib ketganligi hamda oksidlangan minerallarning uchrashi bilan tavsiflanadi. Bu esa rudalarni boyitish jarayonida yuqori selektivlikka ega flotatsiya texnologiyalarini qo‘llash zaruratini yuzaga keltiradi.

Xondiza rudalarida galenit, sfalerit, xalkopirit va pirit minerallari asosiy sulfid komponentlar hisoblanadi. Ularning fizik-kimyoviy xossalari bir-biriga yaqinligi foydali komponentlarni selektiv ajratishni murakkablashtiradi. Bundan tashqari,

maydalash jarayonida hosil boʻladigan mayin dispers shlamlar flotatsiya samaradorligining pasayishiga sabab boʻladi. Shu bois flotatsiya reagentlarini toʻgʻri tanlash, maydalash darajasini optimallashtirish hamda zamonaviy texnologik sxemalarni ishlab chiqish dolzarb masala hisoblanadi.

Soʻnggi yillarda polimetall rudalarni boyitishda kolonnali flotatsiya, mikrokoʻpik flotatsiyasi, kombinatsiyalashgan kollektorlar va avtomatlashtirilgan reagent boshqaruv tizimlari kabi innovatsion texnologiyalar qoʻllanilmoqda. Ushbu texnologiyalar foydali komponentlarning ajralish darajasini oshirish, reagent sarfini kamaytirish hamda konsentrat sifatini yaxshilash imkonini bermoqda.

Mazkur maqolaning asosiy maqsadi Xondiza koni polimetall rudalarini flotatsiyalash texnologiyalarining hozirgi holatini ilmiy jihatdan tahlil qilish, mavjud texnologik muammolarni aniqlash hamda ularni bartaraf etishning istiqbolli yoʻnalishlarini baholashdan iborat.

### **Adabiyotlar tahlili va metodologiya.**

Polimetall rudalarni flotatsion boyitish texnologiyalarini takomillashtirish boʻyicha olib borilgan ilmiy tadqiqotlar shuni koʻrsatadiki, rudalarning murakkab mineralogik tarkibi hamda foydali komponentlarning oʻzaro mayin singib ketganligi selektiv flotatsiya samaradorligiga sezilarli taʼsir koʻrsatadi. Ayniqsa qoʻrgʻoshin-rux va misli sulfid rudalarni boyitishda reagent rejimini toʻgʻri tanlash, maydalash darajasini optimallashtirish hamda flotatsiya bosqichlarini takomillashtirish muhim ilmiy-amaliy masala hisoblanadi [1, b. 267–315].

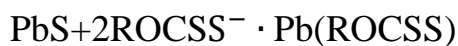
B.A. Wills va J. Finch tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda polimetall rudalarni flotatsion boyitishning nazariy va texnologik asoslari keng yoritilgan. Mualliflarning fikricha, foydali minerallarning ochilish darajasi hamda maydalash yirikligi flotatsiya samaradorligini belgilovchi asosiy omillardan biridir. Tadqiqotlarda kollektiv va selektiv flotatsiya bosqichlarini optimal tashkil etish orqali metall ajralishini oshirish mumkinligi koʻrsatib berilgan [1, b. 267–315].

S. Bulatovic oʻz ilmiy ishlarida ksantogenatlar, ditiofosfatlar va kombinatsiyalashgan kollektorlarning sulfid minerallari yuzasida adsorbsiyalanish mexanizmlarini oʻrgangan.

Tadqiqot natijalariga ko‘ra, kollektorlarning mineral yuzasida gidrofob qatlam hosil qilishi flotatsiya selektivligini oshirishda muhim rol o‘ynaydi. Ayniqsa sfalerit va galenit flotatsiyasida ditiofosfat kollektorlarining samaradorligi yuqori ekanligi aniqlangan [2, b. 145–198].

M.C. Fuerstenau hamda R. Woods tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda flotatsiya jarayonining elektrokimyoviy asoslari chuqur tahlil qilingan. Mualliflar mineral yuzasining oksidlanish darajasi kollektor adsorbsiyasiga sezilarli ta’sir ko‘rsatishini qayd etganlar [3, b. 421–438; 4, b. 1–5].

Galenit yuzasida ksantogenatlarning adsorbsiyalanishi quyidagi reaksiya asosida izohlangan:



Mazkur reaksiya natijasida mineral yuzasi gidrofob holatga o‘tadi va havo pufakchalariga yopishish qobiliyati ortadi [4, b. 3–5].

Mahalliy tadqiqotchilar tomonidan ham Xondiza koni polimetall rudalarini boyitish texnologiyalarini takomillashtirish bo‘yicha qator ilmiy ishlar amalga oshirilgan. Xususan, A.S. Xasanov, U.X. Eshonkulov va B.Sh. Soatovlarning tadqiqotlarida Xondiza boyitish fabrikasida kollektiv-selektiv flotatsiya sxemasini optimallashtirish masalalari o‘rganilgan. Mualliflar maydalash va qayta tozalash bosqichlarini takomillashtirish orqali mis, qo‘rg‘oshin va rux konsentratlarining sifat ko‘rsatkichlarini yaxshilash mumkinligini asoslab bergan [5, b. 88–126].

Shodiyev A.N. va Egamberdiyev B.B. tomonidan olib borilgan zamonaviy tadqiqotlarda Xondiza koni polimetall rudalarini flotatsiyalashda reagent rejimini takomillashtirish masalalari batafsil o‘rganilgan. Tadqiqotda mis–qo‘rg‘oshin flotatsiyasi chiqindilaridan ruxni ajratib olish jarayoniga alohida e’tibor qaratilgan bo‘lib, BKK yig‘gichi va mis kuporosi sarfini optimallashtirish orqali rux konsentratidagi Zn miqdorini 55% gacha, umumiy ajratib olish darajasini esa 73,16% gacha oshirish mumkinligi aniqlangan [6, b. 511–516].

Mazkur tadqiqotlarda qo‘shimcha nazorat flotatsiyasi bosqichini joriy etish hamda reagent sarfini bosqichma-bosqich moslashtirish flotatsiya selektivligini oshirishi ilmiy

jihatdan asoslab berilgan. SEM va EDS tahlillari asosida ruxning konsentrat tarkibida asosan sfalerit shaklida jamlangani aniqlangan [6, b. 514–515].

K.J. Xakimov va Sh.X. Rajabovlarning ilmiy ishlarida ham Xondiza rudalarining flotatsion boyitilish jarayonlari laboratoriya hamda ishlab chiqarish sharoitida tadqiq qilingan. Mualliflar kollektor va aktivator reagentlar sarfini maqbullashtirish orqali rux ajralishini oshirish mumkinligini ko'rsatganlar [7, b. 52–57].

Shuningdek, xorijiy tadqiqotlarda kolonnali flotatsiya, mikroko'pik flotatsiyasi va kombinatsiyalashgan reagentlardan foydalanish orqali mayin dispers polimetall rudalarni samarali ajratish imkoniyatlari keng o'rganilgan [2, b. 178–198].

Yuqoridagi ilmiy manbalar tahlili shuni ko'rsatadiki, mavjud tadqiqotlarning aksariyatida texnologik sxemalarni takomillashtirish yoki alohida metall komponentlarni ajratib olish masalalari o'rganilgan. Biroq reagent rejimining kollektiv va selektiv flotatsiya bosqichlaridagi kompleks ta'sirini baholash, shuningdek reagentlarning o'zaro sinergetik xususiyatlarini chuqur tahlil qilish bo'yicha qo'shimcha tadqiqotlar olib borish zarur hisoblanadi.

### **Natijalar va muhokama.**

Olib borilgan tadqiqotlar natijalari Xondiza koni polimetall rudalarini flotatsion boyitishda reagent rejimi hamda flotatsiya bosqichlari soni texnologik ko'rsatkichlarga sezilarli ta'sir ko'rsatishini tasdiqladi. Ayniqsa mis–qo'rg'oshin flotatsiyasi chiqindilaridan ruxni ajratib olish jarayonida kollektor va aktivator reagentlar sarfini optimallashtirish yuqori samaradorlikni ta'minlashi aniqlandi.

Tadqiqot davomida ruxli flotatsiya bir necha bosqichda olib borildi. Asosiy flotatsiya bosqichida kollektor sifatida BKK yig'gichi, ko'pik hosil qiluvchi reagent sifatida T-92 hamda aktivator sifatida mis kuporosi qo'llanildi. Birinchi nazorat flotatsiyasi bosqichida BKK sarfi 60 g/t, T-92 sarfi 40 g/t va mis kuporosi sarfi 120 g/t miqdorida belgilandi. Ikkinchi nazorat flotatsiyasida esa reagent sarflari bosqichma-bosqich kamaytirildi va mos ravishda BKK — 30 g/t, T-92 — 20 g/t hamda mis kuporosi — 100 g/t miqdorida qo'llanildi [6, b. 513–514].

Natijalar shuni ko'rsatdiki, reagent rejimini optimallashtirish orqali rux minerallarining flotatsion faolligi sezilarli darajada oshgan. Qo'shimcha nazorat flotatsiyasi bosqichining joriy qilinishi ruxning ko'pik mahsulotiga o'tish darajasini yaxshilagan hamda flotatsiya selektivligini oshirgan.

Tajriba natijalariga ko'ra, umumlashtirilgan rux konsentratida Zn miqdori 55% gacha yetgan va umumiy ajratib olish darajasi 73,16% ni tashkil qilgan [6, b. 514–516].

Metallarning ajratib olish samaradorligi quyidagi formula orqali aniqlandi:

$$\varepsilon = \frac{\beta \cdot \gamma}{\alpha} \cdot 100\% \quad (1)$$

bu yerda:

$\varepsilon$  (**epsilon**) — foydali komponentning ajratib olinishi darajasi, %;

$\beta$  (**beta**) — konsentrat tarkibidagi metall miqdori, %;

$\gamma$  (**gamma**) — konsentrat chiqishi, %;

$\alpha$  (**alpha**) — dastlabki rudaning metall miqdori, %.

Tadqiqot natijalari asosida ruxli flotokonsentratning texnologik ko'rsatkichlari quyidagicha qayd etildi:

**Xondiza koni polimetall rudalarini flotatsiyalash natijasida olingan konsentratlarning texnologik ko'rsatkichlari**

**Jadval:1**

Ko'rsatkich	Qiymat
Zn miqdori	55 %
Pb miqdori	3,0–3,23 %
Umumiy Zn ajralishi	73,16 %
BKK sarfi	30–60 g/t
Mis kuporosi sarfi	100–120 g/t

Tahlillar shuni ko'rsatdiki, reagent sarfini bosqichma-bosqich moslashtirish flotatsiya selektivligini oshiradi hamda qo'rg'oshinning rux konsentratiga o'tishini kamaytiradi. Shu bilan birga, rux konsentratida ma'lum miqdorda qo'rg'oshinning saqlanib qolishi selektiv flotatsiya jarayonini yanada takomillashtirish zarurligini ko'rsatadi.

SEM va EDS tahlillari natijalariga ko'ra, rux konsentrat tarkibida asosan sfalerit minerali ustunlik qilishi aniqlangan. Mikroskopik tahlillarda ruxning yuqori intensivlikdagi piklari oltingugurt bilan mos kelgani ruxning sulfid shaklida ajralganligini tasdiqlagan [6, b. 515].

Tadqiqot davomida flotatsiya jarayonining samaradorligi maydalash darajasi va rudaning granulometrik tarkibiga ham bevosita bog'liq ekanligi aniqlandi. Mayin dispers shlamlarning ortishi reagent sarfini oshirib, flotatsiya kinetikasini pasaytirishi kuzatildi. Shu sababli maydalashning optimal darajasini tanlash flotatsiya samaradorligini oshirishda muhim omil ekanligi qayd etildi.

Olingan natijalar xorijiy va mahalliy tadqiqotchilar tomonidan olingan ilmiy ma'lumotlar bilan mos keladi hamda Xondiza koni rudalarida kollektiv-selektiv flotatsiya sxemasini takomillashtirish imkoniyatlari mavjudligini ko'rsatadi. Ayniqsa qo'shimcha nazorat flotatsiyasi bosqichini joriy etish va reagent rejimini optimallashtirish orqali metall ajralishini oshirish mumkinligi ilmiy jihatdan asoslandi.

### **Xulosa.**

Olib borilgan tadqiqotlar natijasida Xondiza koni polimetall rudalarini flotatsion boyitishda reagent rejimi va texnologik sxema flotatsiya samaradorligiga sezilarli ta'sir ko'rsatishi aniqlandi. Rudalarning murakkab mineralogik tarkibi, foydali komponentlarning mayin singib ketganligi hamda shlamlanish jarayonlari selektiv flotatsiyani murakkablashtiruvchi asosiy omillar ekanligi qayd etildi.

Tadqiqotlar davomida kollektiv-selektiv flotatsiya sxemasi Xondiza rudalarini boyitishda samarali texnologik usullardan biri ekanligi tasdiqlandi. Flotatsiya jarayonida BKK yig'gichi, T-92 ko'pik hosil qiluvchi reagent va mis kuporosidan foydalanish rux minerallarining flotatsion faolligini oshirish imkonini berdi.

Reagent rejimini optimallashtirish va qo‘shimcha nazorat flotatsiyasi bosqichini joriy etish orqali rux konsentratidagi Zn miqdorini 55% gacha, umumiy ajratib olish darajasini esa 73,16% gacha oshirish mumkinligi aniqlandi [6, b. 514–516].

SEM va EDS tahlillari ruxning konsentrat tarkibida asosan sfalerit shaklida jamlanganini ko‘rsatdi. Shu bilan birga, rux konsentratida ma’lum miqdorda qo‘rg‘oshinning saqlanib qolishi flotatsiya selektivligini yanada oshirish zarurligini ko‘rsatadi.

Tadqiqot natijalari maydalash yirikligini optimallashtirish, mayin dispers shlamlar miqdorini kamaytirish hamda reagent sarfini bosqichma-bosqich moslashtirish flotatsiya samaradorligini oshirishda muhim ahamiyatga ega ekanligini tasdiqladi.

Kelgusida Xondiza koni polimetall rudalarini boyitishda kolonnali flotatsiya texnologiyalarini joriy etish, kombinatsiyalashgan kollektor reagentlardan foydalanish hamda avtomatlashtirilgan reagent boshqaruv tizimlarini qo‘llash texnologik ko‘rsatkichlarni yanada yaxshilash imkonini beradi.

Olingan natijalar polimetall rudalarni flotatsion boyitish texnologiyalarini takomillashtirish va rangli metallurgiya korxonalarida xomashyo resurslaridan samarali foydalanishni oshirishda muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

### **Foydalanilgan adabiyotlar:**

1. Bulatovic, S. M. (2010). *Handbook of flotation reagents: Chemistry, theory and practice* (Vol. 1: Flotation of sulfide ores). Elsevier.
2. Fuerstenau, M. C. (Ed.). (2007). *Froth flotation: A century of innovation*. Society for Mining, Metallurgy, and Exploration.
3. Gaudin, A. M. (1957). *Flotation* (2nd ed.). McGraw-Hill.
4. Rao, S. R. (2004). *Surface chemistry of froth flotation* (3rd ed.). Springer.
5. Shodiyev, A. N., & Egamberdiyev, B. B. (2026). Xondiza koni polimetall rudalarini flotatsiyalashda reagent rejimini takomillashtirish. *Muhandislik va iqtisodiyot*, 1, 511–516.

6. 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.). Elsevier.
7. Woods, R. (2003). Electrochemistry of sulphide flotation. *Minerals Engineering*, 16(1), 1–5.
8. Xakimov, K. J., & Rajabov, S. X. (2021). Polimetall rudalarni selektiv flotatsiyalash texnologiyasi. *Konchilik axborotnomasi*, 3, 52–57.
9. Yusupxodjaev, A., & Xudoyarov, S. (2018). *Rangli metall rudalarini boyitish texnologiyasi*. Fan va texnologiya.
1. Umarova, I. K. (2020). Polimetall rudalarning boyitiluvchanligi va flotatsiya jarayonlari tahlili. *Konchilik va metallurgiya axborotnomasi*, 4(2), 44–49.
11. Hasanov, A. S., Eshonkulov, U. X., & Soatov, B. Sh. (2019). Xondiza boyitish fabrikasida polimetall rudalarni qayta ishlash samaradorligini oshirish. *O'zbekiston konchilik xabarlari*, 2, 36–41.
12. Klimpel, R. R. (2002). *Mineral processing plant design, practice and control*. Society for Mining, Metallurgy, and Exploration.
13. Wark, I. W. (1938). *Principles of flotation*. Australasian Institute of Mining and Metallurgy.
14. Leja, J. (1982). *Surface chemistry of froth flotation*. Plenum Press.
15. Fuerstenau, D. W., Jameson, G. J., & Yoon, R. H. (2007). *Froth flotation: A century of innovation*. SME Publications.
16. Crozier, R. D. (1992). *Flotation: Theory, reagents and ore testing*. Pergamon Press.
17. Sutherland, K. L., & Wark, I. W. (1955). *Principles of flotation*. Australasian Institute of Mining and Metallurgy.
18. Gupta, A., & Yan, D. S. (2016). *Mineral processing design and operation: An introduction* (2nd ed.). Elsevier.
19. Pradip, & Fuerstenau, D. W. (1983). The activation of zinc flotation by copper sulfate. *International Journal of Mineral Processing*, 11(2), 121–134.



20. Lynch, A. J. (1977). *Mineral crushing and grinding circuits: Their simulation, optimisation, design and control*. Elsevier.