https://wordlyknowledge.uz/index.php/gpble
Qabul qilingan sana: 07.12.2025
Nashr etilgan sana: 30.01.2026

**Soatov Bekzod Shokir o‘g‘li**
Termiz muhandislik va agrotexnologiyalar davlat universiteti assistenti, O‘zbekiston, Termiz shahri
E-mail: bekzodsoatov16@gmail.com

# XONDIZA POLIMETALL MA’DANLARINING KOLLEKTIV-SELEKTIV FLOTATSIYASINI OPTIMALLASHTIRISH VA MIS BOYITMASINI AJRATIB OLISHNING SAMARADORLIGINI OSHIRISH

**ANNOTATSIYA**

Ushbu maqolada Xondiza polimetall konidan qazib olingan ma’dan materiallarini boyitish usulini takomillashtirish bo‘yicha olib borilgan ilmiy izlanishlar tahlili keltirilgan. Tadqiqot turli ilmiy-tadqiqot tashkilotlari va ixtisoslashgan laboratoriyalar tomonidan 1970-yildan 2002-yilgacha bo‘lgan davrda tayyorlangan ilmiy ishlar materiallariga asoslanadi. Kon ma’danlarining mineral tarkibi, ularning texnologik xususiyatlari, shuningdek, boyitish jarayonida qo‘llanilgan reagentlar haqidagi ma’lumotlar atroflicha tahlil qilingan. Ilmiy tadqiqotlarning turli bosqichlarida taklif etilgan flotatsion boyitishning turli variantlari samaradorligini o‘rganishga alohida e’tibor qaratilgan. Olingan natijalar asosida mis boyitmasini ajratib olish samaradorligini oshirish bo‘yicha ilmiy-amaliy tavsiyalar ishlab chiqildi.

**Kalit so‘zlar:** Xondiza, polimetall ma’danlar, mis konsentrati, flotatsiya, selektiv boyitish, reagent rejimi, metallarni ajratib olish, SEM-tahlil.

# ОПТИМИЗАЦИЯ КОЛЛЕКТИВНО-СЕЛЕКТИВНОЙ ФЛОТАЦИИ ХАНДИЗИНСКИХ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ РУД И ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫДЕЛЕНИЯ МЕДНОГО КОНЦЕНТРАТА

**АННОТАЦИЯ**

В статье представлен анализ научных изысканий, сфокусированных на оптимизации методики обогащения рудных материалов, добытых на полиметаллическом месторождении Хандизы. Исследование базируется на

https://wordlyknowledge.uz/index.php/gpble
Qabul qilingan sana: 07.12.2025
Nashr etilgan sana: 30.01.2026

материалах научных трудов, охватывающих период с 1970 по 2002 год, подготовленных различными научно-исследовательскими организациями и профильными лабораториями. Проанализированы сведения о минеральном составе руд месторождения, их технологических параметрах, а также о реагентах, применявшихся в ходе обогатительного процесса. Особое внимание уделено анализу эффективности различных вариантов флотационного обогащения, предлагавшихся в рамках различных этапов научных исследований. На основе полученных данных выработаны научно-практические рекомендации для улучшения результативности извлечения медного концентрата.

**Ключевые слова:** Хандиза, полиметаллические руды, медный концентрат, флотация, селективное обогащение, реагентный режим, извлечение металлов, SEM-анализ.

## OPTIMIZATION OF COLLECTIVE-SELECTIVE FLOTATION OF KHANDIZA POLYMETAL ORE AND INCREASING THE EFFICIENCY OF COPPER CONCENTRATE EXTRACTION.

### ABSTRACT

The article presents an analysis of scientific research focused on optimizing the methodology for enriching ore materials extracted from the Xondizapolymetallic deposit. The research is based on the materials of scientific works covering the period from 1970 to 2002, prepared by various research organizations and specialized laboratories. Information on the mineral composition of the deposit's ores, their technological parameters, and the reagents used in the beneficiation process were analyzed. Special attention was paid to the analysis of the effectiveness of various flotation enrichment options proposed within the framework of various stages of scientific research. Based on the obtained data, scientific and practical recommendations have been developed to improve the efficiency of copper concentrate extraction.

https://wordlyknowledge.uz/index.php/gpble
Qabul qilingan sana: 07.12.2025
Nashr etilgan sana: 30.01.2026

**Keywords:** Handiza, polymetallic ores, copper concentrate, flotation, selective beneficiation, reagent mode, metal extraction, SEM analysis.

**Kirish.** O‘zbekistonning janubiy qismida (Surxondaryo viloyati Sariosiyo tumani) joylashgan Xondiza konining polimetall ma’danlari murakkab mineralogik tarkib va boyitish jarayonining qiyinligi kuzatiladi. 1970-yillarning boshidan beri bir qator mahalliy va xorijiy ilmiy tashkilotlar ushbu ma’danlardan rangli metallar - mis, qo‘rg‘oshin va ruxni ajratib olish samaradorligini oshirish maqsadida texnologik tadqiqotlar olib bormoqdalar.

Ushbu ishning dolzarbligi murakkab tarkibli va yuqori miqdordagi qo‘shimchalarga ega bo‘lgan ma’danlarni boyitishda rangli metallarni ajratib olish samaradorligini oshirish zarurati bilan belgilanadi. Xondiza konining sanoat ahamiyati foydali komponentlarning yuqori miqdori bilan izohlanadi: mis (0,46% gacha), qo‘rg‘oshin (1,45% gacha), rux (4,.45% gacha), shuningdek, kumush va oltin mavjudligi. Biroq, an’anaviy flotatsiya usullari maqbul ajratib olish darajalarida sifatli boyitmalar olishni ta’minlay olmaydi.

“Mavjud tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, asosiy muammo – sulfid minerallarining o‘zaro kuchli bog‘langan holda uchrashi bo‘lib, bu esa boyitish jarayonida murakkab reagentlar tizimini qo‘llashni hamda ko‘p bosqichli qayta ishlash sxemalarini talab qiladi.”

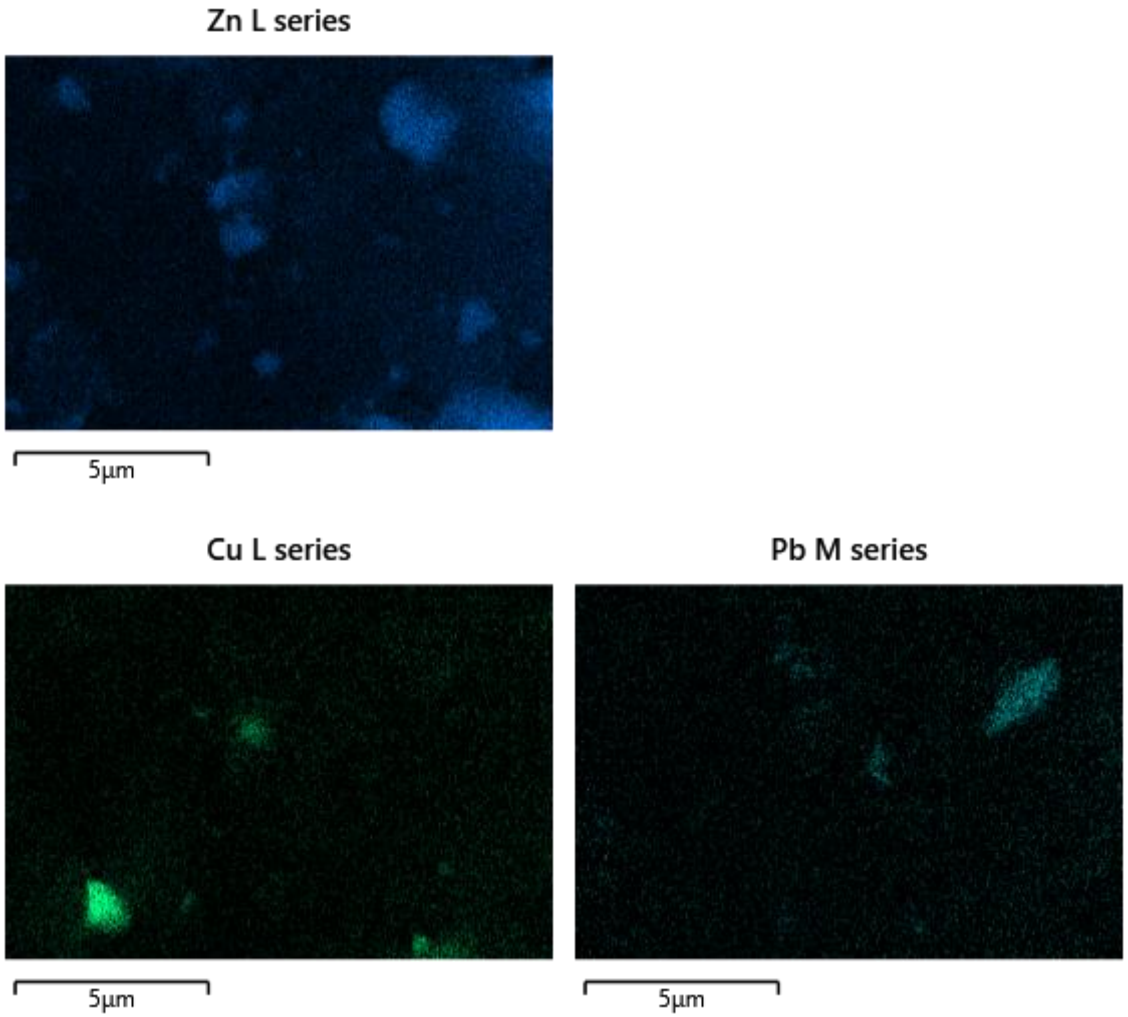
**Tadqiqotning maqsadi** — Xondiza konining polimetall ma’danlarini boyitishning texnologik sxemasini ishlab chiqish va optimallashtirish, bu orqali mis, qo‘rg‘oshin va ruxni samarali ajratib, sifatli boyitmalar olishni ta’minlash. Foydali komponentlarni maksimal darajada ajratib olishni ta’minlovchi reagent rejimlarini, maydalash darajasini va flotatsiya tartiblarini tanlashga alohida e’tibor qaratilmoqda. [1]

**Tadqiqot usullari.** Dastlab namunalar tarkibidagi qimmatli komponentlar kimyoviy tahlildan o‘tkazildi. Skanerlovchi elektron mikroskopiya usuli yordamida rux-qo‘rg‘oshin-mis mineralizatsiyali polimetall ma’danlarning strukturaviy-morfologik xususiyatlari va mineralogik tarkibi aniqlandi. To‘rtta

https://wordlyknowledge.uz/index.php/gpble
Qabul qilingan sana: 07.12.2025
Nashr etilgan sana: 30.01.2026

ma’dan namunasida o‘tkazilgan tahlillar ularda quyidagi foydali komponentlar borligini ko‘rsatdi, foiz hisobida: Cu 0,35-2,35, Pb 1,7-6,6, Zn 4,8-15,5, S5,6-22,4, $SiO_2$ 22,8-71,8. Asosiy ma’danli minerallari xalkopirit, galenit, sfalerit, pirit, jins hosil qiluvchi kvars.



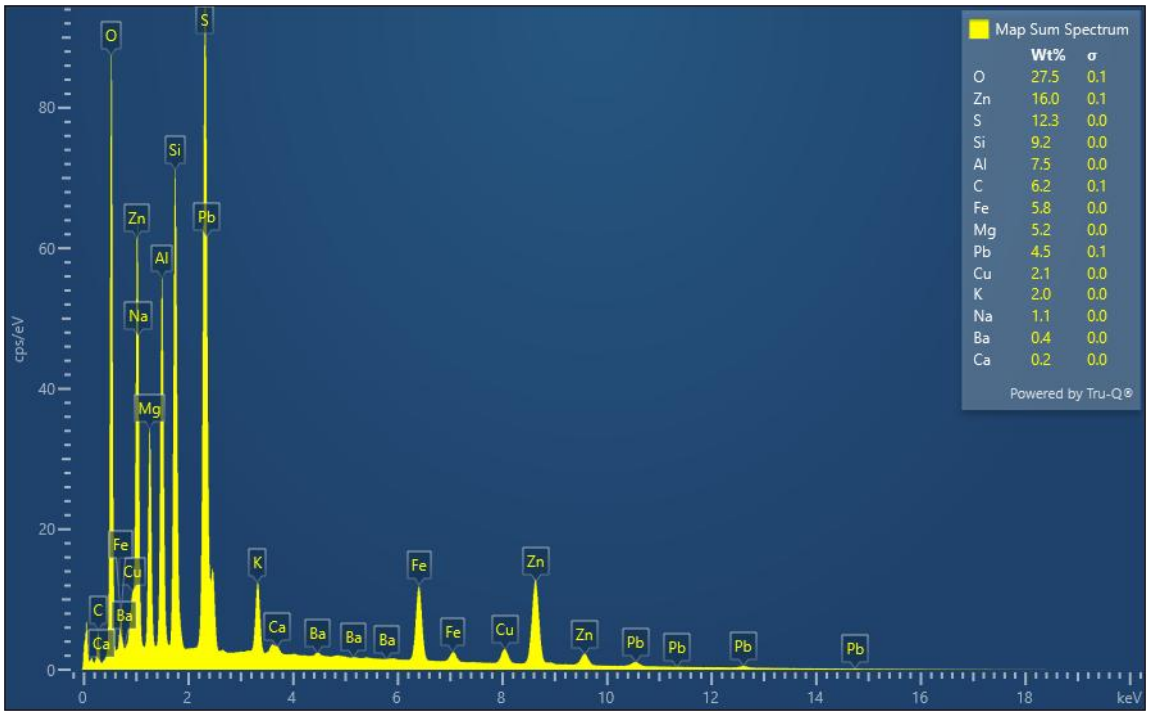




**1-rasm. Xondiza polimetall ma’danlari boshlang‘ich ma’danlarining SEM suratlari (x15000 kattalashtirishda)**

https://wordlyknowledge.uz/index.php/gpble
Qabul qilingan sana: 07.12.2025
Nashr etilgan sana: 30.01.2026

O‘rganilayotgan dastlabki namunalar SEM-ThermoFisherScientificApreo 2 S LoVac rusumli skanerlash mikroskopida elektron-mikroskopik tadqiqotlar o‘tkazish uchun tabletka shaklida tayyorlangan.

1-rasmdagi tasvir shuni ko‘rsatadiki, 01 spektrida rux va mis minerallarining yuqori konsentratsiyasi kuzatiladi, ular kvars va temirning sulfidli minerallari bilan birga uchraydi. Metall birikmalar yuqori zichligi tufayli skanerlovchi elektron mikroskopda yorqin aks etadi va g‘ovak jinslardan ajralib turadi. Ma’dan namunasining o‘rganish maydoni taxminan 50 mkm ni tashkil etadi, mikroskopik tadqiqot esa 15000 marta kattalashtirilgan holda olib borildi.




**2-rasm. Xondiza dastlabki polimetall ma’danlari diagrammasi**

Tasvir spektri (1-rasm) asosida aniqlangan asosiy va qo‘shimcha elementlarning miqdoriy tarkibi 2-rasmda diagramma shaklida ko‘rsatilgan.

Skanerlovchi elektron mikroskopiya yordamida olingan energiya dispersiya spektri tahlili shuni ko‘rsatdiki, namunaning tekshirilayotgan qismida 12,3 foizgacha oltingugurt mavjudligi qayd etilgan. Asosiy kiritma moddalar sulfidli minerallar - sfalerit, galenit, kovellin va pirit bo‘lib, ular alyumosilikatlar bilan birgalikda uchraydi.

https://wordlyknowledge.uz/index.php/gpble
Qabul qilingan sana: 07.12.2025
Nashr etilgan sana: 30.01.2026

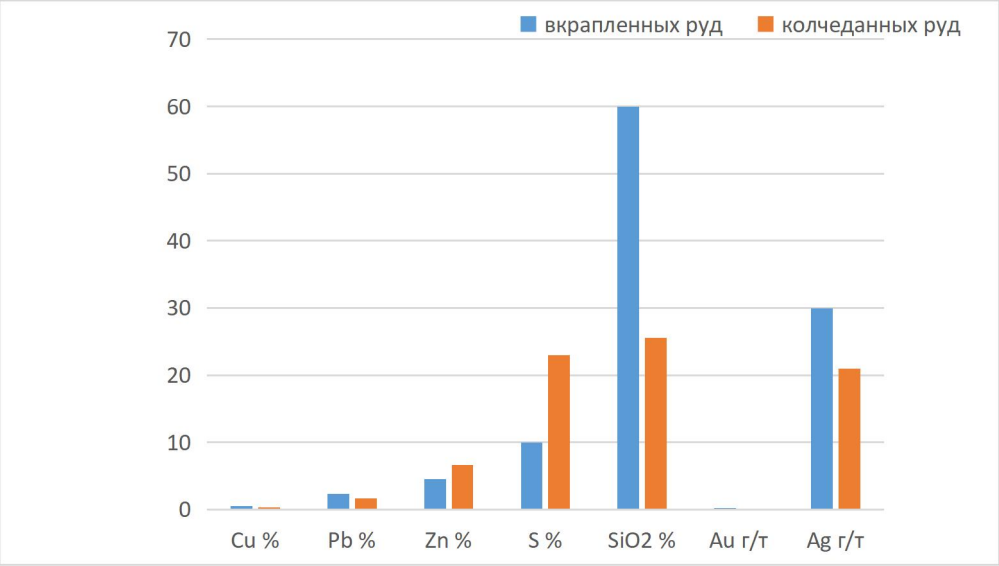
Shunday qilib, tadqiq etilayotgan namunalar qiyin boyitiluvchi polimetall ma'dandan iborat. Kollektiv boyitmani ajratishda rux kuporosi, sianid va natriy gidrosulfit kabi reagentlardan foydalanildi. Biroq, mis, qo'rg'oshin va ruxning alohida selektiv boyitmalarini olishning imkoni bo'lmadi [2].

Tajribalar to'g'ridan-to'g'ri selektiv flotatsiya sxemasi va kollektiv-selektiv sxema bo'yicha Cu-Pb boyitmasini olish hamda keyinchalik uni ajratish orqali o'tkazildi. Har ikkala sxemada rux minerallarining depressori sifatida $ZnSO_4$, qo'rg'oshin minerallarining depressori sifatida esa xrompik ishlatildi. Sianidning sarfi 300 g/t, xrompikning sarfi 6000 g/t ni tashkil etdi. Tajribalar faqat ochiq siklda o'tkazilib, quyidagi natijalar olindi:

*Mis miqdori 22% va ajratib olish darajasi 59% bo'lgan mis boyitmasii, unda qo'rg'oshin va rux miqdori mos ravishda 11,4%, 12,9% ni tashkil etdi, ya'ni aralashmalar bo'yicha konditsion bo'lmagan boyitma.*

*Qo'rg'oshin miqdori 41% va ajratib olish darajasi 69,6% bo'lgan qo'rg'oshinli nokonditsion boyitma;*

*Rux boyitmasi (konditsion) tarkibida rux miqdori 56,6% va ajratib olish darajasi 37%;*



https://wordlyknowledge.uz/index.php/gpble
Qabul qilingan sana: 07.12.2025
Nashr etilgan sana: 30.01.2026

To‘g‘ridan-to‘g‘ri selektiv flotatsiya sxemasi bo‘yicha ma’danning maydalik yirikligi -0,074 mm sinfida 80% ni, kollektiv-selektiv flotatsiya sxemasi bo‘yicha -55%, -0,074 mm ni tashkil etdi, Su-Rb k-ta 92% -0,074 mm sinfgacha maydalandi.

Shunday qilib, tadqiqotlar natijasida faqat 67% mis ajratib olingan mis boyitmasi olindi.

**3-rasm. Ma’danlarning nuqtalilik darajasiga qarab asosiy metallar (Cu, Pb, Zn) miqdorining o‘zgarishi**

Markaziy analitik laboratoriyada OKMK AJ sharoitida tarkibida %: Su-0,5, Pb-2,3, Zn-4,5, S-10,0, $SiO_2$-60-73%, Au 0,25 g/t, Ag 21-42 g/t bo‘lgan xol-xol ma’danlarning 3 ta namunasida va tarkibida: Su-0,37, Pb-1,67, Zn-6,6, S-23, $SiO_2$-25,6, Au-0,1 g/t, Ag-21 g/t bo‘lgan kolchedan ma’danlarning (No10) namunasida tadqiqotlar o‘tkazildi.

O‘tkazilgan tadqiqotlar natijasida quyidagilarni o‘z ichiga olgan kollektiv-selektiv sxema tavsiya etildi: ma’danni 75% -0,074 mm o‘lchamgacha maydalash, Cu-Pb boyitmasini olish va uni 100% -0,044 mm o‘lchamgacha maydalash; natriy gidrosulfit ($Na_2S_2O_4$, 1500 g/t ma’dan sarfi) yordamida Cu-Pb boyitmasini ajratish; mis va qo‘rg‘oshin flotatsiyasi oraliq mahsulotlarini kimyoviy ($H_2SO_4$) qayta ishlash; mis-qo‘rg‘oshin sikli qoldiqlaridan ruxni ajratib olish[3].

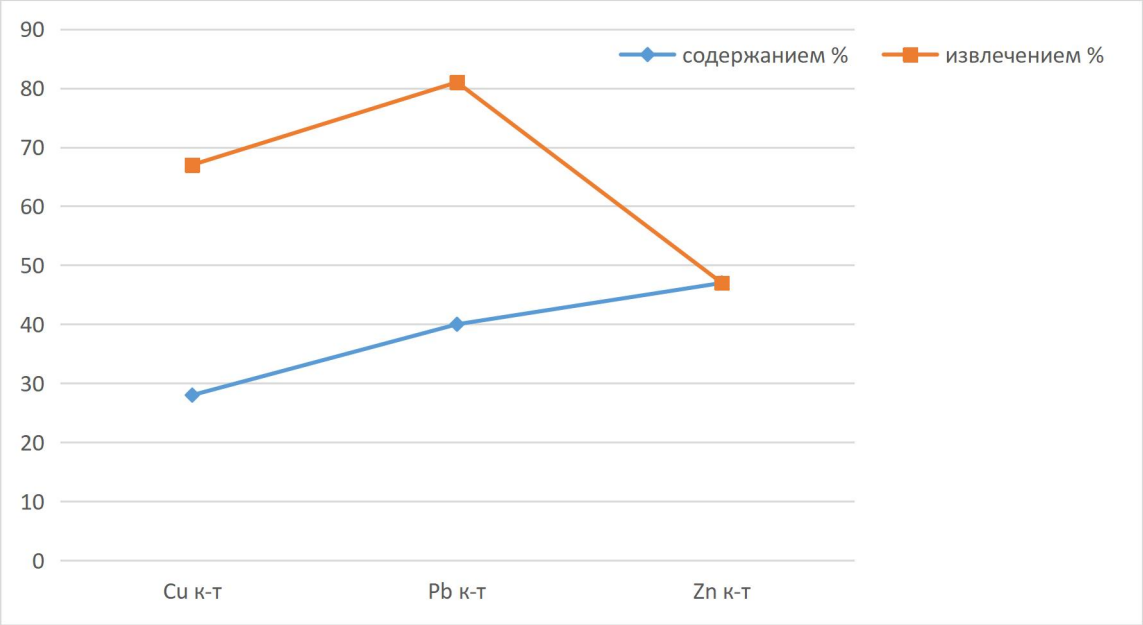
Ko‘rsatilgan sxema bo‘yicha tajribalar ochiq siklda o‘tkazildi va quyidagi ko‘rsatkichlar olindi.:

*Mis* boyitmasi *tarkibida mis 28% va ajratib olish darajasi 67%;*

*Qo‘rg‘oshin* boyitmasi *tarkibida qo‘rg‘oshin miqdori 40% va ajratib olish darajasi 81%;*

*Rux* boyitmasi *tarkibida rux miqdori 47% va ajratib olish darajasi 47%.*

https://wordlyknowledge.uz/index.php/gpble
Qabul qilingan sana: 07.12.2025
Nashr etilgan sana: 30.01.2026




**4-rasm. Mis, qo‘rg‘oshin va ruxni ajratib olishga flotoreagentlar sarfining ta’siri**

Yopiq siklda tajribalar o‘tkazishda ajratilgan sanoat mahsulotlarini hisobga olgan holda, hisob-kitoblarga ko‘ra, kutilayotgan mis ajratib olish darajasi taxminan 70 foizni, qo‘rg‘oshin taxminan 90 foizni, rux esa 70-80 foizgacha tashkil etishi mumkin.

Kolchedan ma’danlarini namunasini yopiq sikl sxemasi bo‘yicha boyitish jarayonida misni 70% gacha, qo‘rg‘oshinni 60% gacha va ruxni 80% gacha ajratib olish mumkinligi kutiladi.

Hisob-kitob ko‘rsatkichlarini tasdiqlash maqsadida, ishlab chiqilgan sxemani uzluksiz qurilmada yopiq aylanma jarayonda sinab ko‘rish tavsiya etiladi [4].

Olib borilgan tadqiqotlar natijasida ikkala turdagi ma’dan uchun quyidagi boyitish sxemasi ishlab chiqildi: ma’danni 90% -0,074 mm sinfgacha maydalash; Cu-Pb boyitmasini olish (reagentlar sarfi, g/t: $Na_2S$-2000, $ZnSO_4$-1400, KCN-300); 30 daqiqalik natriy sulfid bilan desorbsiyalash (5 kg/t ma’dan) va sulfat kislotali muhitda ($H_2SO_4$ 1500 g/t) natriy sulfit ($Na_2SO_3$ 1700 g/t) yordamida kollektiv boyitmasini ajratish, mis va qo‘rg‘oshin boyitmalarini olish (soda muhitida (1000 g/t) sianid (100 g/t) bilan to‘ldirilgandan so‘ng); mis-qo‘rg‘oshin siklining

https://wordlyknowledge.uz/index.php/gpble
Qabul qilingan sana: 07.12.2025
Nashr etilgan sana: 30.01.2026

chiqindilaridan kuchsiz ishqoriy ohak muhitida (erkin CaO miqdori 100 mg/l) sfaleritni mis kuporosi (300 g/t) bilan faollashtirgandan so‘ng rux boyitmasi olinadi[5].

Yopiq sikl sxemasi bo‘yicha tarkibida 0,56% mis, 2,55% qo‘rg‘oshin va 5,2% rux mavjud bo‘lgan xol-xolli ma’dandan quyidagilar olindi:

*Mis boyitmasi - mis miqdori 23,5 foiz, ajratib olish darajasi 79 foiz;*

*Qo‘rg‘oshin boyitmasi - qo‘rg‘oshin miqdori 48,2 foiz, ajratib olish darajasi 83,4 foiz;*

*Rux boyitmasi - rux miqdori 47 foiz, ajratib olish darajasi 84,3 foiz.*

Yuqorida ko‘rib chiqilgan barcha tadqiqotlar orasida faqat so‘nggi izlanishlargina tugallangan ko‘rinishga ega bo‘lib, ular tavsiya etilgan boyitish sxemasi va yuqori boyitish ko‘rsatkichlariga ega. Bundan tashqari, ushbu tadqiqotlarda seleksiya jarayonida sanoatda qo‘llaniladigan rejim ishlatilgan.

Shuni ta’kidlash joizki, yuqorida keltirilgan natijalar sianidning katta miqdorini (400 g/t ma’dan) qo‘llash sharoitida olingan [5].

Markaziy uchastkada sinovlar o‘tkazish uchun 1,5 tonna og‘irlikdagi namuna (№13) tanlab olindi. Unda mis miqdori 0,52%, qo‘rg‘oshin miqdori 2,52% va rux miqdori 5,39% ni tashkil etdi. [8].

Sinovlar avvalroq tavsiya etilgan [3] sxemaga ko‘ra o‘tkazildi. Bu sxema quyidagilarni o‘z ichiga olardi: ma’danni ikki bosqichda 80% -0,074 mm o‘lchamgacha maydalash boyitmasini 96% -0,044 mm gacha qo‘shimcha maydalash bilan mis-qo‘rg‘oshin flotatsiyasi hamda $Na_2SO_3$ (500 g/t), $Na_2S_2O_4$ (550 g/t), $ZnSO_4$ (2300 g/t), $Na_2S$ (100 g/t), ko‘mir (850 g/t), sianid va xrompikni 15 g/t dan qo‘llash. Cu-Pb boyitmasini ajratish, reagentlarni faollashtirilgan ko‘mir (500 g/t) bilan desorbsiyalashdan so‘ng, $H_2SO_4$ (500 g/t), $Na_2S_2O_4$ (150 g/t), $FeSO_4$ (300 g/t) yordamida amalga oshirildi. Cu-Pb flotatsiyasi qoldiqlaridan reagentlar qo‘shish orqali rux boyitmasi olindi, g/t hisobida: CaO 2000, $CuSO_4$-600, butil ksantogenati 90, T-66 60. O‘tkazilgan yarim sanoat sinovlari natijasida quyida keltirilgan ko‘rsatkichlar olindi (1-jadval) [6].

https://wordlyknowledge.uz/index.php/gpble
Qabul qilingan sana: 07.12.2025
Nashr etilgan sana: 30.01.2026

**1-jadval.**

**Polimetall ma’danni optimal rejimda flotatsiya qilishning o‘rtacha natijalari**

| Продукты | γ | β | | | ∑ % | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Cu | Pb | Zn | Cu | Pb | Zn |
| Медный к-т | 1,57 | 23,2 | 7,7 | 8,4 | 64,8 | 4,8 | 2,5 |
| Свинцовый к-т | 4,18 | 1,2 | 42,8 | 19,3 | 9,9 | 70,7 | 14,9 |
| Цинковый к-т | 7,12 | 0,6 | 2,6 | 58,4 | 8,1 | 7,3 | 77,1 |
| Хвосты | 87,15 | 0,06 | 0,50 | 0,34 | 7,2 | 7,2 | 5,5 |
| Руда | 100,0 | 0,52 | 2,5 | 5,4 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |

Tarkibida mis miqdori yuqori bo‘lgan boyitmasi pechda qayta ishlanib, yuqori texnologik ko‘rsatkichlarga erishildi [7].

**Xulosa:** Xondiza polimetall koni ma’danlarining murakkab mineralogik tarkibi ularni boyitish texnologiyasini takomillashtirishni talab qiladi. Texnologik parametrlarni moslash va maqbul reagent rejimlarini tanlash natijasida metallarni ajratishning yuqori darajasiga erishildi. O‘tkazilgan tadqiqotlar yuqori ajratish darajasiga ega rux boyitmasini olish uchun eng qulay sharoitlarni aniqlash imkonini berdi. Olingan natijalar ilmiy va amaliy ahamiyatga ega bo‘lib, ulardan sanoat ishlab chiqarishida texnologik jarayon samaradorligini oshirish maqsadida foydalanish mumkin.

**Adabiyotlar ro‘yxati:**

1. Чантурия Е.Л., Иванова Т.А., Зимбовский И.Г. О повышении селективности флотации сульфидов колчеданных руд. ФТПРПИ. 2012. № 1. С. 146-152.
2. Туресебеков А.Х. Медно - рудные формации Узбекистана. Металлогения золота и меди Узбекистана– Т.: ИГиГ АН РУз, 2012. – С. 101-195.
3. Умарова И. К. Технологические исследования на обогатимость полиметаллических проб руды месторождения Чинарсай // Социально-экономические и экологические проблемы горной

https://wordlyknowledge.uz/index.php/gpble
Qabul qilingan sana: 07.12.2025
Nashr etilgan sana: 30.01.2026

промышленности: матер. 12-й междунар. конф. Тула–Минск–Донецк, 2016. С. 332–338.

4. Хакимов К. Ж., Каюмов О. А. У., Эшонкулов У. Х. У., Соатов, Б. Ш. У. (2020). Техногенные отходы-перспективное сырье для металлургии узбекистана в оценке отвальных хвостов фильтрации медно-молибденовых руд. *Universum: технические науки*. – 2020.- №12-1 (81)).- С. 54-59
5. Xasanov A.S., Xakimov K.J., Soatov B.Sh. // Исследование Технологии Обогащения Полиметаллических Руд Хандизы С Получением Медного Концентрата // Universum: технические науки Научный журнал., Выпуск: 9(135) сентябрь, 2025 Часть 3, С. 45-50.
6. Хасанов А.С., Санакулов К.С, Юсупходжаев А.А. // Ранглиметаллар металлургияси // Ўқув қўлланма. «Фан» нашриёти. Тошкент 2009й. Б.19-24.
7. Якубов М.М. Теоретические и технологические основы производства черновой меди – Ташкент: Фан, 2005. – 127 с.
8. Xasanov A.S., Eshonqulov U.X., Soatov B.Sh. // Xondiza boyitish fabrikasining mis, qo‘rg‘oshin va rux konsentratlarini ishlab chiqarish samaradorligini oshirishdagi texnologik yondashuvlar // Sanoatda raqamli texnologiyalar №-3/2025-y, Qarshi shahar. 49-53 b