

UO‘K: 543.24:622.765

doi 10.70769/3030-3214.SRT.4.1.2026.21

XONDIZA BOYITISH FABRIKASI TEXNOLOGIK JARAYONLARINI NAZORAT QILISHDA KOMPLEKSONOMETRIK TAHLIL USULINING SAMARADORLIGI



**Raxmanov Begzod
Abdilhamidovich**

Asiscent, Denov tadbirkorlik va
pedagogika instituti, Denov,
O‘zbekiston
E-mail: bekzod1902@mail.ru
ORCID ID: 0009-0004-6313-9402
Science ID: MSD-0425-0084



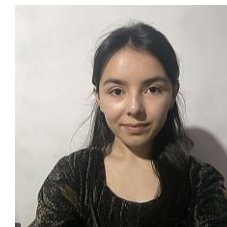
**Eshqurbonov Furqat
Bozorovich**

Professor, Termiz davlat
muhandislik va agrotexnologiyalar
universiteti, Termiz, O‘zbekiston
E-mail: furqat-8484@mail.ru
ORCID ID: 0000-0002-3182-9407
Science ID: DSD-0225-0001



**Ashurova Asal Abduolim
qizi**

Talaba, Termiz davlat muhandislik
va agrotexnologiyalar universiteti,
Termiz, O‘zbekiston
E-mail: asaashuroval@gmail.com
ORCID ID: 0009-0001-6603-3556
Science ID: BSD-0425-0013



**Abdullayeva Rayxona
Ilhom qizi**

Talaba, Termiz davlat muhandislik
va agrotexnologiyalar universiteti,
Termiz, O‘zbekiston
E-mail: rayhona8306@gmail.com
ORCID ID: 0009-0006-2562-3687
Science ID: BSD-0226-0011

Annotatsiya. Ushbu maqolada Xondiza boyitish fabrikasi texnologik jarayonlarini boshqarishda kompleksometrik tahlil usulini qo‘llashning samaradorligi o‘rganildi. Tadqiqot ob‘ekti sifatida maydalash va gidrosiklonlash bosqichlaridan olingan namunalarda tarkibidagi rux (Zn) va qo‘rg‘oshin (Pb) massaviy ulushini aniqlashning kimyoviy-analitik metodikasi ishlab chiqildi. Ishda kompleksometrik titrlashning yuqori selektivligi, ekspress-tahlil sifatidagi tezkorligi hamda ishlab chiqarish sharoitida iqtisodiy jihatdan maqbulligi ilmiy asoslandi. Tadqiqot natijalari ushbu usulni zamonaviy reagentlar va niqoblovchi agentlar yordamida takomillashtirish texnologik jarayon ustidan uzluksiz nazorat o‘rnatish va boyitish ko‘rsatkichlarini optimallashtirish imkonini berishini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: Kompleksonometriya, Xondiza boyitish fabrikasi, polimetall rudalar, rux va qo‘rg‘oshin, ekspress-tahlil, texnologik nazorat, flotatsiya.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМПЛЕКСОНОМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА АНАЛИЗА ПРИ КОНТРОЛЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ХАНДИЗИНСКОЙ ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКЕ

**Рахманов Бегзод
Абдихамидович**

Ассисент, Денауский институт
предпринимательства и
педагогика, Денау, Узбекистан

**Эшкурбонов Фуркат
Бозорович**

Профессор, Термезский
государственный университет
инженерии и агротехнологий,
Термез, Узбекистан

**Ашурова Асал
Абдуолим кизи**

Студентка, Термезский
государственный университет
инженерии и агротехнологий,
Термез, Узбекистан

**Абдуллаева Райхона
Ильхом кизи**

Студентка, Термезский
государственный университет
инженерии и агротехнологий,
Термез, Узбекистан

Аннотация. В данной статье изучена эффективность применения метода комплексометрического анализа в управлении технологическими процессами Хандизинской обогатительной фабрики. В качестве объекта исследования разработана химико-аналитическая методика определения массовой доли цинка (Zn) и свинца (Pb) в образцах, полученных на этапах измельчения и гидроциклонирования. В работе научно обоснована высокая селективность комплексометрического титрования, оперативность экспресс-анализа и экономическая целесообразность в производственных условиях. Результаты исследования показывают, что совершенствование этого метода с использованием современных реагентов и

маскирующих агентов позволяет установить непрерывный контроль над технологическим процессом и оптимизировать показатели обогащения.

Ключевые слова: Комплексометрия, Хандизинская обогатительная фабрика, полиметаллические руды, цинк и свинец, экспресс-анализ, технологический контроль, флотация.

THE EFFECTIVENESS OF THE COMPLEXOMETRIC ANALYSIS METHOD IN MONITORING THE TECHNOLOGICAL PROCESSES OF THE KHANDIZA BENEFICIATION PLANT

**Rakhmanov Begzod
Abdikhamidovich**

Assistant, Denau Institute of
Entrepreneurship and Pedagogy,
Denau, Uzbekistan

**Eshkurbonov Furkat
Bozorovich**

Professor, Termez University of
Engineering and Agrotechnologies,
Termez, Uzbekistan

**Ashurova Asal Abdulolim
kizi**

Student, Termez University of
Engineering and Agrotechnologies,
Termez, Uzbekistan

**Abdullayeva Raykhona
Ilkhom kizi**

Student, Termez University of
Engineering and Agrotechnologies,
Termez, Uzbekistan

Abstract. In this article, the effectiveness of applying the method of complexometric analysis in managing the technological processes of the Khandiza Processing Plant was studied. As an object of research, a chemical-analytical method for determining the mass fraction of zinc (Zn) and lead (Pb) in samples obtained during the grinding and hydrocyclonization stages was developed. The work scientifically substantiated the high selectivity of complexometric titration, its efficiency as an express analysis, and its economic feasibility in production conditions. The research results show that the improvement of this method using modern reagents and masking agents allows for continuous monitoring of the technological process and optimization of enrichment indicators.

Keywords: Complexometry, Khandiza Processing Plant, polymetallic ores, zinc and lead, express analysis, technological control, flotation.

Kirish. Ilmiy adabiyotlarda polimetall rudalar tarkibidagi qo'rg'oshin (Pb) va rux (Zn) miqdorini aniqlashning turli usullari qiyosiy tahlil qilingan. Xususan, G. Shvartsenbax va R. Prshibil kabi klassik tahlilchilar kompleksometrik titrlashning nazariy poydevorini yaratib, uning yuqori selektivligini isbotlaganlar [1]. Zamonaviy sharoitda esa, J. Wills o'zining "Mineral Processing Technology" asarida ta'kidlashicha, boyitish fabrikalarida tahlilning aniqligi bilan bir qatorda uning tezkorligi (express-analysis) texnologik jarayonni boshqarishda hal qiluvchi rol o'ynaydi [2].

Ko'pgina tadqiqotchilar (masalan, A.I. Busev, "Qo'rg'oshin analitik kimyosi") polimetallik tizimlarda ionlarni bir-biriga xalaqit bermasdan aniqlashda niqoblovchi (maskirovka) agentlarning ahamiyatini yoritganlar [3]. Xondiza boyitish fabrikasi kabi murakkab ruda tarkibiga ega bo'lgan ob'ektlarda atom-absorbsion (AAS) yoki ICP-MS kabi qimmatbaho usullarni qo'llash har doim ham o'zini oqlamaydi. Adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, kompleksometriya:

Vaqtini tejash: Namuna tayyorlash va tahlil qilish jarayoni instrumental usullarga qaraganda 2-3 barobar tezroq amalga oshadi;

Iqtisodiy tejamkorlik: Qimmatbaho import reagentlar o'rniga mahalliy va arzonroq komponentlarni qo'llash imkonini beradi [4].

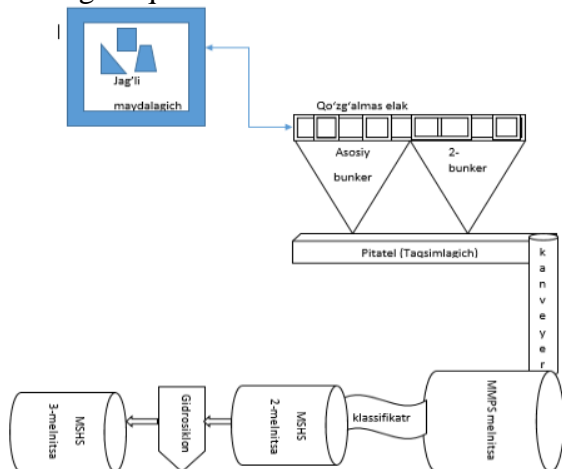
Xususan, X.A. Akramov va S.A. Abduraxmonovlar [5] Xondiza polimetall rudalarini boyitishda texnologik nazoratni to'g'ri tashkil etish metallarning yo'qolishini oldini olishning asosiy omili ekanligini ta'kidlashgan. M.I. Ismoilov [6] tomonidan olib borilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, kompleksometrik usul nafaqat tahlilning aniqligini ta'minlaydi, balki boyitish fabrikasi laboratoriyalarining operatsion xarajatlarini 15-20% gacha qisqartirish imkonini beruvchi iqtisodiy samarador usul hisoblanadi. Shuningdek, A.A. Umirzoqov [7] o'z ishlarida zamonaviy ekspresstahlil usullari fabrikadagi reagentlar sarfini real vaqt rejimida optimallashtirish uchun zarurligini ilmiy asoslab bergan.

Materiallar va tadqiqot usullari. Tadqiqot jarayonida Xondiza boyitish fabrikasining may-

dalash va tasniflash bosqichlari texnologik sxemasi asos qilib olindi. Namuna olish nuqtalari sifatida tegirmon osti mahsuloti, gidrosiklon qumlari va to'shami (sliv) hamda nazorat flotatsiyasidan oldingi tayyor mahsulotlar belgilandi. Olingan namunalarni tahlilga tayyorlashda ularning namlik darajasi va mineralogik xususiyatlari hisobga olinib, laboratoriya sharoitida 0,074 mm gacha qo'shimcha maydalash o'tkazildi. Rux miqdorini aniqlash metodikasi namunalarni sulfat va nitrat kislotalari aralashmasida to'liq parchalashga asoslangan bo'lib, jarayonda qo'rg'oshin va boshqa xalaqit beruvchi elementlarni ajratish uchun H₂SO₄ yordamida bug'latish amali bajarildi. Rux ionlarining titrlash sharoitini yaratish uchun filtrat ammiakli bufer eritmasi yordamida pH≈10 gacha neytrallandi va ruxning miqdoriy ulushi 0,05 M yoki 0,025 M konsentratsiyali Trilon B titranti yordamida erioxrom qora T indikator ishtirokida aniqlandi. Texnologik sxemaning har bir nuqtasidan olingan natijalar fabrikadagi mavjud ekspress-tahlil ma'lumotlari bilan qiyoslanib, kompleksometrik usulning maydalash siklidagi metall yo'qolishini nazorat qilishdagi samaradorligi va tezkorligi baholandi.

Natijalar va ularning tahlili. Yuqorida ta'kidlanganidek, Xondiza rudasining qattqlik darajasi yuqoriligi sababli, u bir necha bosqichli maydalash jarayonidan o'tadi. Sxemadan ko'rinadiki:

Birlamchi maydalash: Ruda dastlab "Jag'li maydalagich"da parchalanganidan so'ng, qo'z-g'almas elak orqali asosiy va ikkilamchi bunkerlarga taqsimlanadi.



1-rasm. Xondiza boyitish fabrikasida rudani maydalash va tasniflash texnologik zanjiri.

Ko'p bosqichli yanchish: Pitatel (taqsimg'ich) va konveyer orqali ruda ketma-ketlikda MMPS, so'ngra klassifikator orqali MSHS 2-melnitsa va MSHS 3-melnitsa tizimlarida yanchiladi.

Tasniflash: Gidrosiklon qurilmasi yanchilgan mahsulotni o'lchamlariga ko'ra saralab, flotatsiya jarayoni uchun maqbul bo'lgan fraksiyani tayyorlab beradi.

Ushbu texnologik zanjirning har bir bosqichida (ayniqsa melnitsadan keyingi gidrosiklon chiqishida) olinadigan namunalar bizning tadqiqotimizda qo'llanilgan kompleksometrik usul orqali nazorat qilinadi. Rudaning 100% "liberatsiya" bo'lishi (metall zarrachalarining tog'jinsidan ajralishi) aynan shu sxemaning to'g'ri ishlashiga bog'liq bo'lib, bu 1-rasmdagi yuqori konsentratsiya ko'rsatkichlariga erishishning asosiy omilidir.

Ushbu jadvalda keltirilgan 15 ta namuna boyitish jarayonining turli bosqichlari - ruda tayyorlashdan to tayyor konsentrat va chiqindigacha (xvost) bo'lgan jarayonlarni to'liq qamrab oladi.

1-jadval

Boyitish fabrikasi hududining turli nuqtalaridan olingan namunalardagi Pb metallining miqdori

| T/r | Namuna olish nuqtasi | Titrlash uchun olingan namuna massasi gr da | Pb ning miqdori % |
|-----|----------------------|---|-------------------|
| 1 | Ruda | 1 | 1.332 |
| 2 | Cu Pb cons | 0.5 | 23.64 |
| 3 | Cu Pb xvost | 1 | 0.2664 |
| 4 | Zn | 0.5 | 3.996 |
| 5 | Cu Pb pt-ya | 0.5 | 32.30 |
| 6 | Cu | 0.5 | 5.994 |
| 7 | Cu xvost | 0.5 | 29.50 |
| 8 | Pb pt-ya | 0.5 | 27.70 |
| 9 | Pb-const | 0.5 | 35.964 |
| 10 | Pb xvost | 0.5 | 12.987 |
| 11 | Xvost | 1 | 0.1665 |
| 12 | Ruda-plashatka | 1 | 1.998 |
| 13 | Pb cons | 0.5 | 35.49 |
| 14 | Geologik | 1 | 0.066 |
| 15 | Geologik | 1 | 0.099 |

1-jadvalda keltirilgan tahlil natijalari "Olmaliq KMK" AJ laboratoriyasida kompleksometrik titrlash orqali olingan bo'lib, ular metallarning butun texnologik zanjir bo'ylab taqsimlanishini ko'rsatadi. Birlamchi rudada qo'rg'oshin miqdori 1,332-1,998% oralig'ida

bo'lsa, yakuniy Pb-konsentratida bu ko'rsatkich 35,96% ga yetganligi boyitish jarayoni va flotatsiyaning yuqori samaradorligini tasdiqlaydi. Chiqindi (xvost) tarkibida Pb miqdorining atigi 0,1665% ekanligi metallni ajratib olish darajasi maksimal ekanligidan dalolat beradi.

2-jadval

Boyitish fabrikasi turli nuqtalaridan olingan namunalardagi Zn miqdori

| T/r | Namuna olish nuqtasi | Massa | Natijalar |
|-----|----------------------|-------|-----------|
| 1 | Ruda | 8 | 3.264 % |
| 2 | Cu Pb cons | 17 | 13.872 % |
| 3 | Cu Pb xvost | 9 | 3.672 % |
| 4 | Zn | 67.2 | 54.835 % |
| 5 | Cu Pb pt-ya | 19 | 15.504 % |
| 6 | Cu | 6 | 4.896 % |
| 7 | Cu xvost | 24.5 | 19.992 % |
| 8 | Pb pt-ya | 24.5 | 19.992 % |
| 9 | Pb-const | 20.5 | 16.72 % |
| 10 | Pb xvost | 31.5 | 25.70 % |
| 11 | Xvost | 1.5 | 0.612 % |
| 12 | Ruda-plashatka | 16 | 6.528 % |
| 13 | Pb cons | 21.5 | 17.54 % |
| 14 | Geologik | 0.5 | 0.204 % |
| 15 | Geologik | 0.2 | 0.0816 % |

Shu bilan birga, geologik namunalar tahlili (0,066%) qo'llanilgan usulning mikro-miqdordlarda ham metrologik ishonchligini isbotlaydi. Namuna massasining metall miqdoriga qarab 0,5 g dan 1,0 g gacha tanlanishi reagent sarfini optimallashtirish va xatolikni minimallashtirish imkonini bergan. Ushbu ma'lumotlar avvalgi diagrammani to'liq asoslab, fabrikada analitik nazoratning o'rni muhimligini namoyon etadi.

Rux miqdorini aniqlashda namuna dastlab 1:1 nisbatdagi xlorid kislotasida (HCl) eritiladi. Tahlilning aniqligini ta'minlash va xalaqit beruvchi elementlarni niqoblash uchun eritmaga ammoniy ftorid (NH₄F) qo'shiladi. Indikator sifatida metil

oranjdan foydalaniladi va titrlash jarayoni issiq muhitda amalga oshiriladi. Metall ionlari Trilon B bilan 1:1 nisbatda barqaror kompleks hosil qilishi natijalarni aniq hisoblash imkonini beradi.

2-jadval ko'rsatkichlari Xondiza boyitish fabrikasida ruxni ajratib olish texnologiyasi yuqori darajada ekanligini tasdiqlaydi. Rudada Zn miqdori 3,264% bo'lgani holda, rux konsentratida (3-nuqta) uning konsentratsiyasi 54,835% ga yetgan, bu esa boyitish jarayonining selektivligidan dalolat beradi. Chiqindi (xvost) tarkibida metall miqdorining 0,612% gacha kamayishi foydali komponentni maksimal darajada ajratib olishga erishilganini ko'rsatadi. Ushbu raqamli ma'lumotlar avvalgi diagramma va texnologik sxema bilan to'liq mos keladi. Murakkab yanchish va klassifikatsiyalash bosqichlaridan so'ng (1-rasm), kompleksometrik usul orqali olingan ushbu natijalar fabrikada real vaqt rejimida texnologik nazoratni ta'minlaydi. Barcha olingan ma'lumotlar laboratoriyaning LIMS dasturida qayta ishlanib, ishlab chiqarish samaradorligini tahlil qilish uchun asos bo'lib xizmat qiladi.

Xulosa. Olingan natijalar tahlili shuni ko'rsatadiki, tahlil qilingan mahsulotlar tarkibida metallar miqdori keng diapazonda o'zgarib turadi: qo'rg'oshin uchun 1% dan 70% gacha, rux uchun esa 2% dan 90% gacha bo'lgan ko'rsatkichlar qayd etildi. Bunday keng ko'lamlı farqlanish kon mahsulotlarini qayta ishlashda boyitish va ajratish jarayonlarining samaradorligini xolis baholashda hal qiluvchi omil bo'lib xizmat qiladi. Tadqiqotning amaliy ahamiyati shundaki, qo'llanilgan kompleksometrik usul va olingan tahliliy ma'lumotlar boyitish fabrikasidagi texnologik jarayonlarni optimallashtirish, foydali komponentlarning chiqish darajasini nazorat qilish hamda ishlab chiqarish unumdorligini oshirish bo'yicha kompleks baholash ishlarini olib borish imkonini beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

- [1] Пршибил, Р. (1960). Комплексоны в химическом анализе. Москва: Мир.
- [2] Wills, B. A., & Finch, J. A. (2015). Wills' mineral processing technology. Butterworth-Heinemann.
- [3] Бусев, А. И. (1977). Аналитическая химия свинца. Москва: Наука.
- [4] ГОСТ 4495-75. (1975). Концентраты цинковые. Методы химического анализа.
- [5] Akramov, X. A., & Abduraxmonov, S. A. (2021). Xondiza polimetall rudalarini boyitish jarayonida rux va qo'rg'oshin ajralib chiqishini texnologik nazorat qilish usullarini takomillashtirish. O'zbekiston konchilik xabarnomasi, (3), 45–48.

- [6] Ismoilov, M. I., & Zakirov, B. S. (2023). Polimetall konsentratlar tahlilida kompleksometrik titrlashning metrologik xarakteristikallari va iqtisodiy samaradorligi. *Kimyo va kimyo texnologiyasi*, (2), 2–17.
- [7] Umirzoqov, A. A., & Karimov, R. M. (2022). Boyitish fabrikalari mahsulotlarini ekspress-tahlil qilishda zamonaviy kimyoviy-analitik usullarning oʻrni. *Texnika yutuqlari*, (4), 88–92.