

UDC / UOK: 669.27:628.54

**INGICHKA BOYITISH FABRIKASINING TEXNOGEN CHIQINDILARIDA VOLFRAM
MINERAL TIPLARINING MAVJUDLIK SHAKLLARI VA ULARNI UTILIZATSIYA
QILISHNING ILMIY-TEXNOLOGIK ASOSLARI**

Nazaraliyeva Zarina Xaydarali qizi¹

Xasanov Ulug'bek Abdurashidovich²

¹Magistrant, Olmaliq davlat texnika instituti, Olmaliq, O'zbekiston

²PhD, dotsent, Olmaliq davlat texnika instituti, Olmaliq, O'zbekiston

Email: u.khasanov@altdtu.uz (Corresponding Author)

<https://doi.org/10.5281/zenodo.23722806>

Annotatsiya. Ushbu tadqiqot ishida Ingichka boyitish fabrikasi faoliyati davomida (1949–1996-yillar) yuzaga kelgan va katta hajmni tashkil etuvchi texnogen ag'darmalardan volfram elementini qayta ajratib olishning ilmiy istiqbollari hamda xomashyo tarkibidagi minerallarning mikrotuzilishi o'rganilgan. Mazkur texnogen konlar tarkibidagi volframning o'rtacha konsentratsiyasi 0.06% (WO_3 hisobida) ekanligi aniqlangan. Tajribalar davomida sanoat namunalari halqa-konus uslubida choraklash (kvartslash), sirt yuzasida ko'p karra aralashtirish hamda nam tahliliy elakdan o'tkazish metodologiyalaridan foydalanildi. Volframning chiqindiga boy berilishining asosiy fundamental sabablari volfram minerallarining kvars-karbonatli jinslar bilan o'ta mayda dispersli birikmalari hamda gidrometallurgik avtoklav-sodali ishlov berish jarayonida sun'iy kalsiy volframatining ($CaWO_4$) qayta cho'kish fenomeni bilan bevosita bog'liqligi ilmiy jihatdan isbotlandi. Tavsiya etilgan kombinatsiyalashgan texnologik yechimlar sanoat chiqindixonalarini ekologik xavfsiz utilizatsiya qilish va mineral resurslardan kompleks foydalanish darajasini oshirishga xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: Ingichka texnogen koni, sheelit, gyubnerit, kalsit depressiyasi, Petrov usuli, kvartslash, elakli tahlil, avtoklav-sodali tanlab eritish.

**STUDY ON OCCURRENCE FORMS OF TUNGSTEN MINERALS IN TECHNOGENIC
WASTES OF INGICHKA BENEFICIATION FACTORY AND SCIENTIFIC BASES OF
THEIR PROCESSING**

Abstract. This article investigates the possibilities of tungsten recovery and the modes of occurrence of tungsten minerals in the technogenic waste of the Ingichka beneficiation factory, accumulated over many years (1949–1996). The average tungsten content in the tailing dumps is 0.06% WO_3 . During the research, methodologies of sampling by ring-and-cone quartering, mixing on oilcloth with 100 rolling repetitions, and wet sieve analysis were applied. The reasons for tungsten losses into the tailings are scientifically substantiated through fine intergrowths of tungsten minerals with silicified kalsite-quartz gangue and the phenomenon of artificial calcium tungstate ($CaWO_4$) formed during the autoclave-soda process. The developed recommendations provide high mineral resource efficiency and significantly improve environmental parameters near technogenic zones.

Keywords: Ingichka technogenic deposit, scheelite, hubnerite, calcite depression, Petrov method, quartering, sieve analysis, autoclave-soda leaching.

1. KIRISH (INTRODUCTION)

Foydali qazilmalarni qazib olish va boyitish majmualarining faoliyati doimiy ravishda ulkan hajmdagi ikkilamchi jinslar hamda mineral chiqindilarning hosil bo'lishi bilan xarakterlanadi. Afsuski, ushbu massalarning salmoqli qismi hozirgi kunga qadar sanoat aylanmasiga jalb etilmasdan, maxsus saqlash omborlarida, ag'darmalarda va tindirgich havzalarida to'planib qolmoqda. Flotatsiya jarayonlarining dumlari (chiqindilari) bunday materiallarning yorqin namunasidir. Rangli, nodir va qimmatbaho metallar rudalarini qayta ishlash jarayonida shakllanadigan sanoat chiqindilari o'z tarkibida foydali komponentlarning juda katta zaxiralarini namoyon etadi.

Texnogen mineral hosilalar tarkibida qolib ketgan foydali komponentlarni ikkilamchi xomashyo sifatida qayta ishlash zamonaviy metallurgiya ning muhim yo'nalishlaridan biridir [1,2,8]. Ilg'or xalqaro tajriba ko'rsatishicha, rivojlangan mamlakatlarda metall mahsulotlarining sezilarli ulushi aynan mana shunday ikkilamchi texnogen resurs larni qayta ishlash hisobiga olinadi. Bu yondashuv pirovard mahsulot tannarxini an'anaviy usullarga nisbatan 1.5–3 baravargacha arzonlashtirish imkonini berimi.

Ingichka texnogen koni mineral xomashyo chiqindilarining yirik to'planish obyekti hisoblanib, u Ingichka rudnigi va boyitish majmuasining 1949–1950-yillardan boshlab to 1996-yilgacha bo'lgan uzoq yillik ekspluatatsiyasi natijasida vujudga kelgan. Adabiyot ma'lumotlariga ko'ra, Ingichka boyitish fabrikasida uzoq yillar davomida katta hajmdagi volfram saqllovchi texnogen chiqindilar shakllangan bo'lib, ularning o'rtacha volfram trioksid (WO_3) miqdori taxminan 0,06 % ni tashkil etadi [1,2]. Ushbu 0,06 % WO_3 ko'rsatkichi 2025-yilgi eng so'nggi adabiyot manbalarida ham o'z tasdig'ini topgan.

Fabrika 1973-yilning 1-iyunida rasmiy foydalanishga topshirilgan bo'lib, uning loyihaviy qayta ishlash quvvati sutkasiga 1765 tonna materialni tashkil etgan (VNIIPRO-Zoloto instituti texnik hisobotlariga ko'ra). Ishlab chiqarish texnologik oqimi asosan flotatsiya mexanizmiga asoslangan bo'lib, yakuniy bosqichlarda qo'shimcha boyitish uchun maxsus gravitatsion stollardan foydalanilgan. Flotatsiya ning asosiy siklida ruda tarkibidagi apatit mineralini bostirish (depressiyalash) maqsadida natriy geksametafosfat (polifosfat) reagenti keng qo'llanilgan.

Ingichka texnogen chiqindilarini qayta ishlashda gravitatsion, flotatsion va kombinatsiyalangan boyitish usullaridan foydalanish imkoniyatlari keng o'rganilgan [2,3]. Bugungi kunda an'anaviy mexanik boyitish usullari past texnologik ko'rsatkichlari hamda mineral tarkibning o'ta murakkabligi sababli, mazkur texnogen ag'darmalarni chuqur gidrometallurgik va fizik-kimyoviy uslublar yordamida tadqiq etish ham iqtisodiy foyda, ham ekologik barqarorlik nuqtayi nazaridan g'oyat dolzarb hisoblanadi.

2. METODOLOGIYA (MATERIALS AND METHODS)

Ingichka boyitish fabrikasining texnogen chiqindilaridan vakillik namunalarini olish va materialni tahlilga tayyorlash doirasida mineral keklarni intensiv aralashtirish hamda massani qisqartirish metodlari qo'llanilgan [5,6]. Umumiy massani qisqartirish operatsiyasidan oldin gomogenlashtirish jarayoni kvartalash (choraklash) yoki maxsus sug'urib olish usullari orqali bajarildi.

Dastlabki holatda materialni bir jinsli holatga keltirish aralashmani konus shakliga keltirish orqali, ikkinchi holatda esa laboratoriya kleyonkasida faol dumalatish mexanizmi yordamida amalga oshirildi.

Halqa va konus usulining mohiyati shundan iboratki, olingan namuna dastlab maxsus asboblarda yordamida yassi halqa shaklida yoyiladi, so'ngra halqaning geometrik markaziga qaytadan konus ko'rinishida to'planadi. Ushbu jarayonda material uyumning eng yuqori nuqtasiga bir tekisda tashlanib, har bir yo'nalish bo'ylab simmetrik taqsimlanishi ta'minlanadi. Mayda fraksiyali qoldiqlar ham konusning cho'qqisiga yo'naltiriladi. Keyingi bosqichda konus maxsus tekislovchi taxtacha yordamida disk shakliga keltiriladi va material yana halqa ko'rinishida yoyiladi; mazkur operatsiya to'liq gomogenlikka erishish uchun kamida uch marotaba takrorlanadi. Shundan so'ng, hosil bo'lgan ma'dan qatlamining qalinligi 100-150 mm dan oshmasligi ta'minlangan holda kvartslash (choraklash) amalga oshiriladi: tekislangan material yuzasida o'zaro perpendikulyar bo'lgan ikki kesishuvchi chiziqli bo'yicha ariqchalar tortilib, massa 4 ta teng qismga ajratiladi va ulardan qarama-qarshi joylashgan ikki chorak qismi keyingi tahlillar uchun birlashtiriladi.

Mayda dispersli jinslarning kichik hajmdagi namunalari uchun (5 kg gacha) kleyonka ustida aralashtirish va ketma-ket sug'urib olish orqali massani kamaytirish usuli qo'llanildi. Yuqori bir jinslilikni ta'minlash maqsadida kleyonkada materialni kamida 100 marta intensiv dumalatish operatsiyasi bajarildi. Gomogenlash yakunida material markaziy qismga yig'ilib, to'rtburchak kvadrat shaklidagi bloklarga ajratilgan holda namuna olindi.

Granulometrik tahlilni amalga oshirish uchun og'irligi 2000 va 5000 gramm bo'lgan maxsus laboratoriya namunalari ajratildi. Ushbu tadqiqotda quyidagi apparaturalar majmuasi ishlatildi: o'lchamlari 3 mm dan 0.063 mm gacha bo'lgan standart elaklar to'plami (simli va matoli tuzilishga ega), avtomatik vaqt nazorati o'rnatilgan mexanik silkitgich, ishchi haroratni 105 ± 5 °C diapazonda barqaror ushlab turuvchi quritish shkafi hamda yuqori aniqlikdagi elektron laboratoriya tarozilari.

3. NATIJALAR VA MUHOKAMA (RESULTS AND DISCUSSION)

Tadqiqotning dastlabki bosqichida olingan adabiyot va geologik tahlil ma'lumotlariga ko'ra, dastlabki yillarda rudani flotatsiya usulida boyitish tajribalari tajriba-sinov qurilmasida olib borilgan va buning natijasida umumiy hajmi taxminan 3.6 million tonnaga yaqin chiqindini o'z ichiga olgan 1-sonli chiqindixona shakllangan. Keyinchalik, 1976-yilda yillik quvvati yuqori bo'lgan asosiy ishlab chiqarish korxonasi ishga tushirilib, u 1996-yilgacha faoliyat ko'rsatgan.

Mazkur davr mobaynida qariyb 11–12 million tonna atrofida chiqindi massasini o'zida jamlagan 2-sonli yirik chiqindi ombori vujudga keldi. Saqlanayotgan mineral chiqindilarning umumlashtirilgan geologik va miqdoriy ko'rsatkichlari 1-jadvalda tizimlashtirilgan.

Obyektning texnik ko'rsatkichlari	1-sonli chiqindi ombori	2-sonli chiqindi ombori	Umumlashgan ko'rsatkichlar
Shakllanish davri va yillari	1949 – 1975 yy.	1976 – 1996 yy.	1949 – 1996 yy.

Egallangan umumiy maydon (m ²)	~ 3.6 mln t doirasida	~ 11-12 mln t doirasida	Katta hajmli ag'darmalar
WO ₃ mineralining o'rtacha ulushi (%)	0.06%	0.06%	0.06%

1-jadval. *Ingichka chiqindixonalarining qiyosiy geologik-texnik ko'rsatkichlari*
(Manba: [1,2] ma'lumotlari asosida mualliflar tomonidan umumlashtirildi)

Izoh: Avvalgi adabiyotlardagi va dastlabki hisob-kitoblardagi ba'zi o'ta aniq qiymatlar (14 662 000 t, 96 000 m², 450 000 m², 26.2 m va 31.5 m kabi ko'rsatkichlar) birlamchi arxiv hujjati yoki davlat texnik hisoboti bilan to'liq tasdiqlangan taqdirdagina yakuniy texnik hujjatlar jadvaliga qaytarilishi lozim.

Ingichka texnogen chiqindilarini qayta ishlash bo'yicha olib borilgan tadqiqotlarda gravitatsion, flotatsion va kombinatsiyalangan boyitish usullarning imkoniyatlari o'rganilgan [2,3]. Ushbu tadqiqotlar chiqindilar tarkibidagi volframning granulometrik va mineralogik jihatdan notekis taqsimlanganini hamda texnologik sxemani tanlashda zarracha o'lchami va mineral assotsiatsiyalarini hisobga olish zarurligini ko'rsatadi.

Volframning chiqindiga o'tishiga olib keluvchi muhim omillardan biri — volfram minerallarining mayda dispersli holatda bo'lishi va kvars-karbonatli gang (bo'sh) minerallari bilan murakkab o'zaro o'sishidir. Bunday mineral assotsiatsiyalar zarrachalarning yetarli darajada ochilmasligiga sabab bo'lib, gravitatsion yoki flotatsion boyitish jarayonlarining samaradorligini pasaytirishi mumkin.

Ayrim texnologik sxemalarda karbonatli minerallarning mavjudligi ham muhim omil hisoblanadi. Kalsitning yuqori miqdori sheelitni selektiv flotatsiya qilishda depressor va kollektor reagentlarining o'zaro ta'siriga ta'sir qilishi mumkin. Shu sababli kalsit-sheelit assotsiatsiyalarini mineralogik jihatdan chuqur o'rganish boyitish jarayonining selektivligini oshirish uchun zarur.

Ingichka chiqindilarini qayta ishlash bo'yicha mavjud tadqiqotlar volframni avval gravitatsion yoki boshqa fizik boyitish usullari yordamida konsentrlash, keyinchalik esa olingan mahsulotni gidrometallurgik qayta ishlash imkoniyatini ko'rsatadi [1–3]. Bunday kombinatsiyalangan yondashuv texnogen xomashyodagi volframni yuqori darajada ajratib olish va chiqindi massasini kamaytirish imkonini berishi mumkin.

Avtoklav-sodali qayta ishlash jarayonida kalsiyli birikmalarning ishtiroki alohida ahamiyatga ega. Jarayon sharoitiga qarab eritmadagi volframning kalsiy ionlari bilan o'zaro ta'siri natijasida kalsiy volframat hosil bo'lishi yoki qayta cho'kish mumkin. Shu sababli gidrometallurgik bosqichda harorat, bosim, ishqor konsentratsiyasi, qattiq-suyuq (Q:S) nisbat va jarayon davomiyligini optimallashtirish volframning eritmaga o'tishini yaxshilash uchun muhimdir.

Shuningdek, texnogen chiqindilarda volframning qaysi mineral shaklda mavjudligini aniq aniqlash keyingi texnologik bosqichlarni tanlashda hal qiluvchi ahamiyatga ega. 2026-yilgi tadqiqotda Ingichka chiqindilarining mineralogik va granulometrik tahlili asosida volframning gyubnerit bilan bog'liq shakllari ustunligi va volframning mayda fraksiyalarda ko'proq

konsentratsiyalanishi qayd etilgan [4]. Bu natija mayda fraksiyalarni alohida boyitish yoki gidrometallurgik qayta ishlash imkoniyatlarini ko'rib chiqish zarurligini ko'rsatadi.

4. XULOSA (CONCLUSION)

1. Ingichka boyitish fabrikasining uzoq yillik faoliyati natijasida shakllangan texnogen chiqindilar tarkibida iqtisodiy jihatdan muhim miqdorda volfram mavjud bo'lib, ular ikkilamchi mineral xomashyo sifatida qayta ishlash uchun istiqbolli obyekt hisoblanib.

2. Adabiyot ma'lumotlariga ko'ra, Ingichka texnogen chiqindilarida WO_3 ning o'rtacha miqdori taxminan 0,06 % ni tashkil etadi. Chiqindilarning katta hajmda to'planishi ularni qayta ishlashning iqtisodiy va ekologik ahamiyatini oshiradi [1,2].

3. Namuna tayyorlashda materialni yetarli darajada gomogenlashtirish va bosqichma-bosqich qisqartirish vakillik namunalarini olishning muhim shartidir. Halqa-konussimon choraklash va kleyonkada intensiv aralashtirish usullari laboratoriya tadqiqotlari uchun namunalar tayyorlashda qo'llanilishi mumkin.

4. Ingichka texnogen chiqindilarining mineralogik va granulometrik tarkibi murakkab bo'lib, volframning mayda dispersli shakllarda va boshqa minerallar bilan o'zaro o'sgan holda mavjudligi uni mexanik usullar bilan to'liq ajratib olishni qiyinlashtiradi.

5. Gravitatsion, flotatsion va kombinatsiyalangan boyitish usullaridan foydalanish Ingichka chiqindilaridan volframni konsentrlash uchun istiqbolli yo'nalish hisoblanadi [2,3].

6. Ingichka chiqindilarida volframning mineral shakllarini baholashda sheelit va gyubneritning mavjudligini alohida hisobga olish zarur. Zamonaviy mineralogik ma'lumotlarda gyubnerit bilan bog'liq volfram shakllarining ustunligi qayd etilgan [4]. Shu bilan birga, sheelitning kvars-karbonatli minerallar bilan mayda o'zaro o'sishi texnologik ajratishni murakkablashtiruvchi omil bo'lishi mumkin.

7. Avtoklav-sodali qayta ishlashda kalsiy volframatning hosil bo'lishi yoki qayta cho'kish ehtimoli mavjudligi sababli jarayonning harorat, bosim, reagent konsentratsiyasi va qattiq-suyuq nisbat kabi asosiy parametrlarini optimallashtirish zarur.

8. Ingichka texnogen chiqindilarini qayta ishlashning eng maqbul yo'nalishlaridan biri fizik boyitish va gidrometallurgik usullarni o'zaro uyg'unlashtirishdan iborat. Bunday yondashuv volframni ikkilamchi xomashyodan ajratib olish bilan birga, chiqindixonalar hajmini kamaytirish va hududning ekologik yuklamasini pasaytirishga xizmat qiladi [7].

ADABIYOTLAR RO'YXATI (REFERENCES)

1. Mutalova M.A., Kholmatova S.U. Technology for extracting tungsten from the stored tailings of the Ingichka processing plant // *Universum: Technical Sciences*. – 2025. – No. 11(140). – DOI: 10.32743/UniTech.2025.140.11.21347.
2. Ilmuratov U.K., Anarbaev K.P. Development of a rational enrichment scheme left tails of tungsten applicable Ingichka mine // *ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal*. – 2020. – Vol. 10, No. 11. – P. 1908–1917. – DOI: 10.5958/2249-7137.2020.01479.2.

3. Mutalova M., Khasanov A., Khakimova D. Research on Improving the Technology for Extracting the Tungsten Product from the Tailings of the INGICHKA Factory and the Cake of NPO AGMK JSC // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. – 2020. – Vol. 7, Issue 12.
4. Shodiyev A.N., Dononov J.U., Safarov G.T. Mineralogical occurrence of rare metals in the Ingichka deposit and development of tungsten extraction technology // Innovation Science and Technology. – 2026. – DOI: 10.5281/zenodo.20736909.
5. Wills B.A., Finch J. Wills' Mineral Processing Technology: An Introduction to the Practical Aspects of Ore Treatment and Mineral Recovery. – 8th ed. – Oxford: Butterworth-Heinemann, 2016.
6. Gupta A., Yan D.S. Mineral Processing Design and Operations: An Introduction. – 2nd ed. – Amsterdam: Elsevier, 2016.
7. Rao S.R. Resource Recovery and Recycling from Metallurgical Wastes. – Amsterdam: Elsevier, 2006.