

VOLFRAM TARKIBLI RUDALARNI BOYITISHNING ZAMONAVIY HOLATI VA RIVOJLANISH TENDENSIYALARI

F.S.Sodiqov¹, M.A. Mutalova², R.B. Usenov², S.U.Xolmatova³

¹ Mineral resurslar instituti. Biotexnologiya va gidrometallurgiya
laboratoriyasi. kichik ilmiy xodim

² Olmaliq davlar texnika instituti Konchilik ishi kafedrası dotsenti

³ Olmaliq davlar texnika instituti Konchilik ishi kafedrası tayanch doktoranti

ANNOTATSIYA

Mazkur maqolada volfram tarkibli rudalarni boyitishning zamonaviy holati hamda rivojlanish tendensiyalari tahlil qilingan. Volframning strategik ahamiyati, uni qazib olish va qayta ishlash jarayonlarida yuzaga kelayotgan muammolar, xususan boyitish chiqindilarida sheelitning yo'qotilishi masalalari yoritilgan. Shuningdek, O'zbekiston konlarida uchraydigan volfram rudalari, ularning mineralogik xususiyatlari va texnogen chiqindilardan foydali komponentlarni qayta ajratib olishning iqtisodiy hamda ekologik ahamiyati asoslab berilgan. Maqolada gravitatsion boyitish, flotatsiya, markazdan qochma konsentratorlar, selektiv reagentlar va nozik fraksiyalarni ajratishning innovatsion usullari bo'yicha ilmiy manbalar tahlili keltirilgan. Natijada volfram rudalarini kompleks qayta ishlash va chiqindilardan volfram ajratib olish bo'yicha zamonaviy texnologik yo'nalishlar aniqlangan.

Kalit so'zlar: volfram, sheelit, volframit, boyitish, gravitatsiya, flotatsiya, texnogen chiqindilar, Knelson, Falkon, selektiv reagentlar, fraksiya.

АННОТАЦИЯ

В данной статье проведён анализ современного состояния и тенденций развития обогащения вольфрамсодержащих руд. Рассмотрено стратегическое значение вольфрама, а также основные проблемы его добычи и переработки, включая потери шеелита в хвостах обогащения. Освещены особенности вольфрамовых месторождений Узбекистана, их минералогические характеристики и экономическая и экологическая целесообразность

повторного извлечения ценных компонентов из техногенных отходов. Представлен обзор научных исследований по применению гравитационных методов, флотации, центробежных концентраторов, селективных реагентов и современных подходов к извлечению тонких фракций. Определены перспективные направления комплексной переработки вольфрамовых руд и повышения эффективности извлечения вольфрама из отходов.

Ключевые слова: вольфрам, шеелит, вольфрамит, обогащение, гравитационный метод, флотация, техногенные отходы, Кнелсон, Falcon, селективные реагенты, фракции.

ABSTRACT

This article analyzes the current state and development trends in the beneficiation of tungsten-bearing ores. The strategic importance of tungsten and the key challenges of its extraction and processing are discussed, with particular attention to scheelite losses in beneficiation tailings. The study highlights tungsten deposits in Uzbekistan, their mineralogical characteristics, and the economic and environmental significance of recovering valuable components from technogenic waste. A review of scientific research on gravity concentration, flotation, centrifugal concentrators, selective reagents, and innovative methods for fine fraction recovery is presented. As a result, modern technological approaches and перспективные directions for complex processing of tungsten ores and efficient recovery of tungsten from tailings are identified.

Keywords: tungsten, scheelite, wolframite, beneficiation, gravity, flotation, technogenic waste, Knelson, Falcon, selective reagents, fractions.

Volfram sanoatning eng muhim strategik metallari qatoriga kirib, yuqori qattiqligi, issiqlikka chidamliligi, kimyoviy barqarorligi va yuqori erish harorati bilan ajralib turadi. U aerokosmik texnologiyalar, harbiy sanoat, energetika, neft-gaz burg'ilash uskunalari, mexanik ishlov berish asboblari va yuqori haroratli qotishmalar ishlab chiqarish jarayonlarida keng qo'llaniladi. Shu sababli volframni

iqtisodiy samaradorlik bilan ajratib olish va qayta ishlash masalalari bugungi kunda dolzarb ilmiy-texnik vazifalardan biridir.

1-jadval. O‘zbekiston volfram konlarining umumiy xususiyatlari

№	Kon nomi	Asosiy volfram minerali	Hamroh minerallar	Boyitishdagi asosiy muammo
1	Qo‘ytosh	Sheelit	kalsit, kvarts	karbonat bilan kollektiv flotatsiya
2	Ingichka	Sheelit/volframit	silikatlar	nozik tarqalgan fraksiya
3	Charkesar	Volframit	temir oksidlari	magnit ajralish murakkab
4	Sariq-Chilik	Sheelit	dolomit	reagent sarfi yuqori

O‘zbekiston hududida volfram zaxiralari asosan Qo‘ytosh, Ingichka, Charkesar va boshqa konlarda uchraydi (1- jadval). Ayniqsa, Qo‘ytosh koni tarkibidagi sheelitli rudalar va ularni qazib olish jarayonida hosil bo‘layotgan boyitish chiqindilari iqtisodiy jihatdan katta qiymatga ega bo‘lishiga qaramay, ulardan yetarli darajada foydalanilmayapti. Amaldagi texnologik jarayonlarda qimmatli komponent — sheelitning ma’lum qismi yo‘qotishlar bilan chiqindi tarkibiga o‘tib ketmoqda. Bu esa foydali komponentlarni qayta tiklash imkoniyatining yo‘qolishi, konning iqtisodiy samaradorligining pasayishi, chiqindilar hajmining ortishi va ekologik bosimning kuchayishiga sabab bo‘ladi.

Zamonaviy tadqiqotlar chiqindi tarkibida o‘rtacha 0,04% gacha volfram mavjudligini ko‘rsatmoqda. Bu miqdor sanoat uchun past ko‘rinishi mumkin, ammo katta tonnadagi chiqindilar hisobga olinganda iqtisodiy jihatdan nihoyatda ahamiyatlidir. Shunday ekan, chiqindi materiallardan sheelitni qayta ajratib olish resurslardan oqilona foydalanish, iqtisodiy samaradorlikni oshirish, ekologik xavfsizlikni ta’minlash va zamonaviy boyitish texnologiyalari uchun ilmiy asos yaratish nuqtai nazaridan nihoyatda zarurdir.

O‘zbekistonda volframga bo‘lgan talab yuqori, ammo uning qayta ishlanishi va tayyor mahsulot chiqarish darajasi hanuz past. Chiqindilardan samarali volfram ajratib olish texnologiyasi bu masalani hal etishga katta yordam beradi.

XX asrning o‘rtalaridan boshlab Rossiya, Xitoy, Kanada va Avstriya olimlari volfram minerallarining boyitilish texnologiyasi bo‘yicha keng ko‘lamdagi izlanishlar olib brogan (2-jadval). Xitoy olimlari sheelitning flotatsiya xossalarini, kalsit kabi karbonat va gidroksid minerallar bilan kollektiv ajralish masalalarini chuqur o‘rgangan. Ayniqsa, natriy oleat, oksalatlar, natriy silikat va modifikatsiyalangan kollektorlar yordamida pH muhitini boshqarish texnologiyalari ishlab chiqilgan. Rossiya ilmiy maktabi sheelitning gravitatsion usullarda ajralishini chuqur yoritgan bo‘lib, konsentratsion stol, vintli separator va cho‘ktirish mashinalarining turli konstruksiyalaridan foydalanish samaradorligini ko‘rsatib, ilmiy natijalarni asoslab bergan.

2-jadval. Jaxondagi volfram ajratib olish bo‘yicha tadqiqot yo‘nalishlari

№	Mamlakat / ilmiy maktab	Tadqiqot yo‘nalishi	Asosiy natija	Qo‘llangan reagent/uskunalar
1.	Xitoy	Sheelit flotatsiyasi	Kalsitdan selektiv ajratish texnologiyasi rivojlangan	Na-oleat, Na_2SiO_3 , oksalatlar
2.	Rossiya	Gravitatsion boyitish	Stol va spiral ajratish samaradorligi asoslangan	konsentratsion stol, vintli separator
3.	Kanada	Nozik fraksiyalarni ajratish	Nozik fraksiyada ajratish darajasi oshirilgan	Falcon, Knelson
4.	Avstriya/Ispaniya	Kompleks ruda qayta ishlash	Gravitatsiya + flotatsiya kombinatsiyasi keng qo‘llanilgan	kombinatsiyalashgan sxemalar

O‘zbekistonda volfram rudalari bo‘yicha ilmiy tadqiqotlar asosan Ingichka, Qo‘ytosh, Sariq-Chilik va boshqa konlar misolida olib borilgan. Bundan tashqari bir qancha olimlar O‘zbekiston Milliy universiteti, Toshkent davlat texnika universiteti, Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti hamda “Navoiy KMK” ilmiy laboratoriyalarida sheelitning rudalar va sanoat chiqindilaridan ajratish texnologiyalari ustida izlanishlar olib borilgan.

Zamonaviy dunyoda ilmiy-texnik taraqqiyot tabiiy resurslar iste'molining keskin o'sishi va shu bilan birga ishlab chiqarish chiqindilari miqdorining ko'payishi bilan birga kechmoqda. Utilizatsiya va ulardan oqilona foydalanish muammosi sanoat ishlab chiqarishining samaradorligi, atrof-muhitni muhofaza qilish va texnogen chiqindilarni utilizatsiya qilish sohasidagi yangi ishlanmalar bilan chambarchas bog'liq.

Jahonda tog'-kon sanoatining texnogen chiqindilarini utilizatsiya qilish muhim muammolardan biri hisoblanadi. Bir tomondan, texnogen chiqindilar tarkibida ko'p miqdorda qimmatbaho va rangli metallar bo'lgan qimmatli mahsulotlar bo'lib, ularni qazib olish, tashish va maydalashni talab qilmaydi, bu esa ularni qayta ishlashni sezilarli darajada arzonlashtiradi. Boshqa tomondan, texnogen chiqindilar chiqindixonalarda to'planib, katta maydonlarni egallaydi va atrof-muhit uchun ma'lum darajada ekologik xavf tug'diradi.

Balans va balansdan tashqari ma'dan uyumlari, chiqindixonalar va shlak uyumlari ko'rinishida to'plangan chiqindilarning to'plangan miqdori mineral resurslarning bir turini tashkil etadi va texnogen konlar sifatida tasniflanadi.

Iqtisodiy islohotlarni chuqurlashtirishning hozirgi bosqichi tub tarkibiy siljishlarni, iqtisodiyotni intensiv rivojlanish yo'liga o'tkazishni taqozo etmoqda. Xalq xo'jaligining rivojlanayotgan tarmoqlari ehtiyojlarini qondirish bo'yicha dolzarb vazifalar majmuida mineral resurslardan oqilona foydalanish va texnogen chiqindilarni qayta ishlashga qaratilgan mexanizmni joriy etishga katta o'rin ajratilmoqda. Foydali qazilmalarni qazib olishni rivojlantirishning ekstensiv yo'li, ya'ni foydalanish jarayonida tobora yangi konlarni jalb qilish hozirgi sharoitda maqbul emas. Bunday yondashuv ko'plab foydali qazilma konlarining tugashiga, xomashyo sifati pastroq, qazib olishning murakkab kon-texnik sharoitlariga ega bo'lgan obyektlardan foydalanish zarurligiga olib keladi va hokazo. Xomashyo tarkibidagi foydali komponentlarning kamayishi tufayli bir xil miqdordagi mahsulotni olish uchun ko'proq kon massasini qayta ishlashga to'g'ri keladi, qiyin boyitiladigan ma'danlarning ulushi ortadi, bu esa yakuniy mahsulotni ishlab

chiqarish uchun moddiy, mehnat va moliyaviy xarajatlarning oshishiga va ko'p miqdorda texnogen chiqindilarning paydo bo'lishiga olib keladi. Bularning barchasi tadqiqotlarni jadallashtirish, mineral resurslarni oqilona o'zlashtirish va texnogen chiqindilarni qayta ishlash muammosini hal qilish yondashuvlarini izlashni talab qiladi.

Og'irlik markazini mineral xomashyo ishlab chiqarishni ko'paytirishdan undan foydalanishni keskin yaxshilashga o'tkazish texnogen chiqindilarni ishlab chiqarishga jalb qilmasdan mumkin emas. Muammoni hal qilish, birinchi navbatda, yangi ilmiy ishlanmalar va texnologik yechimlarni ishlab chiqarishga joriy etish orqali amalga oshirilishi mumkin.

Ko'rinib turibdiki, chiqindilarni qo'shimcha qayta ishlash yoki ishlab chiqarishda foydalanish orqali ularning miqdorini kamaytirish, yanada zamonaviy va samarali texnologiyalarni joriy etish ekologik vaziyatni yaxshilashga, resurslar va energiyani qo'shimcha tejashga, shuningdek, yer osti boyliklarini to'liq o'zlashtirishga yordam beradi.

Volfram rudalarining mineralogik tarkibi va struktura-xususiyatlari ularni boyitish jarayonini murakkablashtiradi. Ayniqsa, maydalangan fraksiyalarda foydali komponentning nozik tarqalganligi ularni an'anaviy gravitatsion usulda ajratishni cheklaydi. Dunyo bo'yicha volfram ishlab chiqarishda Xitoy, Vyetnam, Kanada, Avstriya, Ispaniya yetakchilik qiladi. Zamonaviy tendensiyalar volfram rudalarini boyitishda quyidagilarga asoslanadi:

- Ko'p bosqichli maydalanish va klassifikatsiya jarayonlarini takomillashtirish;
- Gravitatsion boyitishning yangi tipdagi konsentratorlari (Knelson, Falcon)dan foydalanish;
- Flotatsiya jarayonida selektiv kollektorlarni qo'llash;
- Nozik fraksiyalar uchun gidrometallurgik yechimlarni joriy etish;
- Kompleks rudalarni qayta ishlashda fizika-kimyoviy usullarni integratsiya qilish.

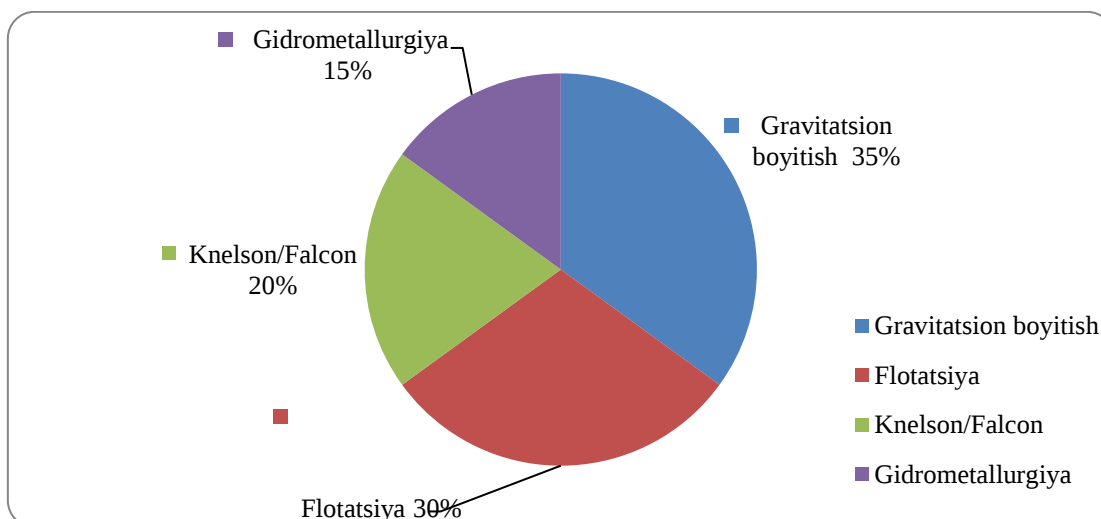


Diagramma 1. Volfram boyitishda zamonaviy yoʻnalishlar ulushi

Xulosa qilib aytadigan boʻlsak, Ilmiy manbalar tahlili shuni koʻrsatadiki, volfram rudalarini boyitishda gravitatsion usul asosiy oʻrin tutadi. Sheelit va volframitning yuqori zichligi ular uchun spiral separatorlar, konsentratsion stollar va markazdan qochma konsentratorlar ishining samaradorligini oshiradi. Biroq zamonaviy tadqiqotlar flotatsiya jarayonining ahamiyatini orttirgan. Xususan, natriy oleat, oksigidroksammat kollektorlar, sulfid reagentlari sheelitni ohaktoshli aralashmalardan ajratishda yuqori natija bergan. Nozik fraksiyalarni ajratishda esa ultratovush, mikroflotatsiya, elektrostatik separatsiya qoʻllangan. Koʻplab ilmiy ishlar volframni kompleks rudalardan ajratish boʻyicha olib borilgan boʻlib, bunda flotatsiya kombinatsiyasi, selektiv reagentlar, temperatura va pH boshqaruvi muhim ahamiyat kasb etgan.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR ROʻYXATI:

1. Муталова Мархамат Акрамовна, & Холматова Сарвиноз Улугбек Кизи (2025). ТЕХНОЛОГИЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ВОЛЬФРАМА ИЗ ЛЕЖАЛЫХ ХВОСТОВ ИНГИЧКИНСКОЙ ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ. *Universum: технические науки*, 3 (11 (140)), 31-34. doi: 10.32743/UniTech.2025.140.11.21347
2. UMAROVA, I., AMINJANOVA, S., & HOLMATOVA, S. (2020). STUDY OF METHODS OF ENRICHMENT OF DUMP TRAILS OF THE COPPER CONCENTRATING FACTORY AGMK. *INNOVATIVE DEVELOPMENT OF RESOURCE-SAVING TECHNOLOGIES AND SUSTAINABLE USE OF NATURAL RESOURCES*, 130.

3. Mutalova, M. A., Xasanov, A. A., & Ibragimov, I. S. S., X..(2023). *Issledovanie Sovremennyx Texnologiy Pererabotki Lejalyx Xvostov Obogatitelnyx Fabrik. Markaziy Osiyo nazariy va amaliy fanlar jurnali*, 4 (1), 138–142.
4. S.B. Jo'raqulova, R.B. Usenov, A.N.Bekbotayev, O.K. Kuralov, & S.U.Xolmatova. (2026). QALMOQQIR KONINING OKSIDLANGAN MIS RUDALARIDAN OLTIN AJRATIB OLISH BO'YICHA TADQIQOT NATIJALARI. *IMRAS*, 9(1), 105–111. Retrieved from <https://journal.imras.org/index.php/sps/article/view/2725>
5. Markhamat Akramovna Mutalova, Sarvinoz Ulugbek Kizi Kholmatova, & Dilafruz Muratovna Kholboyeva (2025). Research on modern technologies for processing waste from processing plants. *Science and Education*, 6 (12), 127-133.
6. Xolmatova, S. U. (2022). Texnogen bo'yicha flotatsiya usulida jarayonlari. *Evrosiyo matematika nazariyasi va kompyuter fanlari jurnali* , 9 , 28.
7. Mutalova Markhamat, Kholmatova Sarvinoz, & Khakimova Dilafruz (2025). STUDYING THE GEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF PRODUCTION WASTE FROM THE KUYTASH DEPOSIT. *Universum: технические науки*, 10 (5 (134)), 55-58. doi: 10.32743/UniTech.2025.134.5.20176
8. Mutalova, M. A., Xolmatova, S. U. Q., & Xolboyeva, D. M. (2025). Qayta ishlash korxonalari chiqindilarini qayta ishlashning zamonaviy texnologiyalari bo'yicha tadqiqotlar. *Fan va ta'lim*, 6(12), 127-133.
9. УСЕНОВ, Р., АЛМАТОВ, И., & НУРМУХАМЕДОВ, И. ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА ОКИСЛЕННЫХ МЕДНЫХ РУД МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЛЬМАКЫР (УЗБЕКИСТАН).
10. Усенов, Р. Б., Алматов, И. М., & Сагдиева, М. Г. (2019). Определение пригодности чанового сернокислотного выщелачивания отвальных окисленных медных руд месторождения кальмакыр. In *Современные тенденции в области теории и практики добычи и переработки минерального и техногенного сырья* (pp. 423-426).
11. Юсупходжаев, А. М., Алимов, Р. С., Усенов, Р. Б., & Алматов, И. М. КОНЦЕПЦИЯ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ АНГРЕНСКОЙ И НОВОАНГРЕНСКОЙ ТЭС. Главный редактор, 172.
12. Xasanov, A. A., Usenov, R. B., Geydarov, A. E., & Jo'raqulova, S. B. (2026). QALMOQQIR KONIDAGI OKSIDLANGAN MIS RUDALARINI CHANLARDA TANLAB ERITISH BO'YICHA TADQIQOT NATIJALARI. *Sanoatda Raqamli Texnologiyalar*, 4(1). <https://doi.org/10.70769/3030-3214.SRT.4.1.2026.10>
13. Jurakulova, S. B., Usenov, R. B., Khasanov, A. A., Kuralov, O. K., & Jeong, Y. (2026). COPPER RECOVERY FROM SULFURIC ACID LEACH SOLUTIONS. *AMERICAN JOURNAL OF EDUCATION AND LEARNING*, 4(2), 30-39.
14. Jo'raqulova, S. B., Usenov, R. B., Bekbotayev, A. N., Kuralov, O. K., & Xolmatova, S. U. (2026). QALMOQQIR KONINING OKSIDLANGAN MIS RUDALARIDAN OLTIN AJRATIB OLISH BO 'YICHA TADQIQOT NATIJALARI. *IMRAS*, 9(1), 105-111.