

UO‘K: 669.295:622.7:669.053.4

doi 10.70769/3030-3214.SRT.3.4.2025.9

SHEELIT KONSENTRATLARINING PARCHALANISHI, VOLFRAM BOYITMASINI KO‘MACHLASH VA TANLAB ERITISH JARAYONLARINING TEXNOLOGIK TAHLILI



**Yusupov Ural
Sadullayevich**

O‘zbekiston Respublikasi Tog‘-kon sanoat va geologiya vazirining o‘rinbosari, t.f.d., Toshkent, O‘zbekiston



**Xasanov Adxam
Amankulovich**

*Olmaliq davlat texnika instituti, dotsent, “Konchilik ishi” kafedrasi mudiri, Olmaliq, O‘zbekiston
E-mail: adhamhasanov122@gmail.com*



**Turobov Shahriddin
Nasritdinovich**

Dotsent, Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, Navoiy, O‘zbekiston



**Boymurodov Najmiddin
Abduqodirovich**

*Qarshi davlat texnika universiteti, t.f.f.d., PhD, Qarshi, O‘zbekiston
E-mail: najmiddinboy-94@mail.ru
ORCID ID: 0009-0007-7820-7799*

Annotatsiya. Mazkur maqolada sheelit konsentratlarini qayta ishlash jarayonlari – kislotali parchalash, ko‘machlash va tanlab eritish bosqichlari tahlil qilingan. Xlorid kislotasi bilan parchalashda volfram kislotasining bevosita cho‘kishi natijasida texnologik jarayon soddalashadi. Soda va selitra aralashmasida 800–900 °C da olib borilgan ko‘machlash jarayoni volframning natriy volframat ko‘rinishiga o‘tishini 98–99 % gacha ta‘minlaydi. Tanlab eritish jarayonining 80–90 °C da olib borilishi esa volframni eritmaga to‘liq ajratib olish imkonini beradi. Olingan natijalar volfram boyitmalarini qayta ishlashning samarali, tejamkor va ekologik jihatdan maqbul texnologiyasini ishlab chiqish uchun ilmiy asos yaratadi.

Kalit so‘zlar: sheelit konsentratlari, volfram kislotasi, ko‘machlash, tanlab eritish, volfram trioksidi, natriy volframat, texnologik jarayon.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ РАЗЛОЖЕНИЯ ШЕЕЛИТОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ, СПЕКАНИЯ И ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ВОЛЬФРАМОВОГО КОНЦЕНТРАТА

**Юсупов Урал
Садуллаевич**

Заместитель министра горнодобывающей промышленности и геологии Республики Узбекистан, д.т.н., Ташкент, Узбекистан

**Хасанов Адхам
Аманкулович**

Алмалыкский государственный технический институт, доцент, заведующий кафедрой «Горное дело», Алмалык, Узбекистан

**Туробов Шахриддин
Насритдинович**

Доцент, Навоийский государственный горный и технологический университет, Навои, Узбекистан

**Боймуродов
Нажmiddin
Абдукадирович**

Каришинский государственный технический университет, доктор философии технических наук, PhD, Кариши, Узбекистан

Аннотация. В статье проведён анализ процессов переработки шеелитовых концентратов, включая кислотное разложение, спекание и селективное выщелачивание. Показано, что при обработке концентрированной соляной кислотой вольфрамовая кислота осаждается напрямую, что упрощает технологическую схему. Спекание при 800–900 °C в смеси соды и селитры обеспечивает переход вольфрама в раствор в виде натриевого вольфрамата с извлечением до 98–99 %. Селективное выщелачивание при 80–90 °C способствует полному переводу вольфрама

в раствор. Полученные результаты позволяют рекомендовать предложенную технологическую схему как эффективный и экономичный метод переработки вольфрамсодержащих концентратов.

Ключевые слова: шеелитовый концентрат, вольфрамовая кислота, спекание, селективное выщелачивание, триоксид вольфрама, натриевый вольфрамат, технологический процесс.

TECHNOLOGICAL ANALYSIS OF THE PROCESSES OF DECOMPOSITION OF SCHEELITE CONCENTRATES, COATING AND LEACHING OF TUNGSTEN CONCENTRATE

**Yusupov Ural
Sadullaevich**

Deputy Minister of Mining Industry
and Geology of the Republic of
Uzbekistan, Doctor of Technical
Sciences, Tashkent, Uzbekistan

**Khasanov Adham
Amankulovich**

Almalyk State Technical Institute,
Associate Professor, Head of the
Department of "Mining",
Almalyk, Uzbekistan

**Turobov Shahridin
Nasritdinovich**

Docent, Navoi State Mining and
Technology University,
Navoi, Uzbekistan

**Boymurodov Najmiddin
Abdukadirovich**

Karshi State Technical University,
Doctor of Philosophy in Technical
Sciences, PhD, Karshi, Uzbekistan

Abstract. This article analyzes the processing stages of scheelite concentrates, including acid decomposition, roasting (sintering), and selective leaching. It is shown that direct precipitation of tungstic acid during hydrochloric acid decomposition simplifies the technological process. Roasting with soda and nitrate at 800–900 °C ensures the conversion of tungsten into sodium tungstate with an extraction rate of 98–99 %. Selective leaching at 80–90 °C allows nearly complete transfer of tungsten into the solution. The obtained results demonstrate that the proposed technological scheme is an efficient, cost-effective, and environmentally sound method for processing tungsten concentrates.

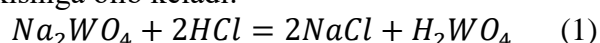
Keywords: scheelite concentrate, tungstic acid, roasting, selective leaching, tungsten trioxide, sodium tungstate, technological process.

Kirish. Sheelit konsentratlari xlorid kislotaning konsentrlangan eritmalari bilan 90–100°C haroratda nisbatan oson parchalanib, darhol texnik volfram kislotasini oladi, bunda volframning natriy volframat ko‘rinishidagi eritmaga o‘tish bosqichi chetlab o‘tiladi. Kislotali usul ishqoriy usuldan texnologik operatsiyalar sonining kamligi bilan farq qiladi. Biroq, uning qo‘llanilishi boy (75% gacha WO₃) va toza sheelit konsentratlarini qayta ishlashda eng samarali bo‘ladi. Ancha ifloslangan konsentratlarni kislotali parchalashda volfram kislotasini ikki yoki uch marta qayta tozalash zarurati tufayli usul tejamsiz bo‘lib qoladi. Sheelit konsentratlari turli xil kimyoviy ishlov berish usullari bilan belgilangan aralashmalar miqdoriga yetkaziladi. Masalan, fosfor miqdorini kamaytirish uchun sheelit konsentratlariga sovuqda xlorid kislotasi bilan ishlov beriladi. Bunda bir vaqtning o‘zida kalsit va dolomit chiqib ketadi. Mis, mishyak, vismutni yo‘qotish uchun kuydirish, so‘ngra kislotalar bilan ishlov berish va boshqa usullar qo‘llaniladi. Ferrovolfam eritishga kelayotgan konsentratlar uchun qo‘shimchalar

miqdoringin belgilangan chegaraga mos kelishi ayniqsa muhimdir. Gidrometallurgik qayta ishlash uchun ba‘zan tarkibida ba‘zi qo‘shimchalar ko‘p bo‘lgan konsentratlar ishlatiladi.

Adabiyot tahlili va metodlar. Texnik volfram kislotasining olinishi. Aralashmalardan tozalangan natriy volframat eritmasi kristall holdagi volframat kislotasi H₂WO₄ ni cho‘ktirishga yuboriladi. Volfram kislotasi bevosita cho‘ktirish yo‘li bilan yoki kalsiy volframatni cho‘ktirib, so‘ngra uni parchalash yo‘li bilan olinishi mumkin [1].

H₂WO₄ ni to‘g‘ridan-to‘g‘ri cho‘ktirish texnologik jihatdan osonroq usul hisoblanadi. Buning uchun natriy volframat eritmasini xlorid kislotasi bilan nordonlashtirish kifoya, bu esa quyidagi reaksiya bo‘yicha volfram kislotasining cho‘kishiga olib keladi:



Biroq, bu usul qiyin filtrlanadigan kolloid cho‘kmalar hosil bo‘lishi bilan birga keladi, bu esa keyingi ishlov berishni murakkablashtiradi.

Volfram trioksidi (WO₃) ning olinishi. Volfram trioksidi gidrat WO₃ · H₂O (volframat

kislota) yoki ammoniy paravolframat $(\text{NH}_4)_{10}[\text{H}_2\text{W}_{12}\text{O}_{42}] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ni 500 - 800°C haroratda termik parchalab olinadi.

WO_3 olishning yana bir usuli 500°C dan yuqori haroratda kislorod atmosferasida metall volframni oksidlashdir.

Volfram kukunini olish. Ko‘pincha kukunsimon volfram olish uchun dastlabki material sifatida zarrachalarining o‘lchami o‘ndan bir ulushdan 10-15 mkm gacha bo‘lgan volfram angidridi (WO_3) ishlatiladi. Qaytaruvchi sifatida vodorod yoki qattiq uglerod (qurum) ishlatiladi.

$\text{WO}_3 \rightarrow \text{W}$ qaytarilishida to‘kma zichlikning o‘zgarishi hisobiga yuklama hajmi ikki martadan ko‘proq kamayadi. Shuning uchun tiklash ikki bosqichda amalga oshiriladi:

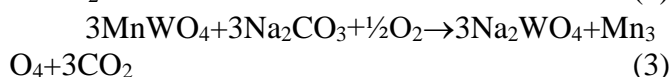
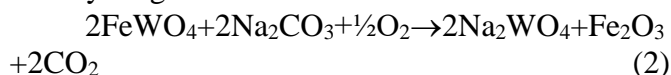
1. Birinchi bosqich - WO_3 ni WO_2 gacha qaytarish.

2. Ikkinchi bosqich - WO_2 ni W gacha qaytarish [7-8].

Jarayon mufel yoki trubali pechlarda olib boriladi. WO_3 li novchalar (qatlamning balandligi 20-50 mm) pech bo‘ylab haroratning asta-sekin ko‘tarilishi bilan harakatlanadi, vodorod esa ularga qarama-qarshi yo‘nalishda beriladi. Shunday qilib, volfram angidridi yuqori harorat va suv bug‘lari konsentratsiyasining pasayishi zonasiga harakatlanadi, bu esa uning metall volframingacha tiklanishiga yordam beradi.

Volfram minerallari konsentratlarini soda va selitra bilan ko‘machlash. Boyitmani qayta ishlash 1-rasmida keltirilgan sxema bo‘yicha olib boriladi.

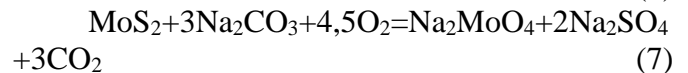
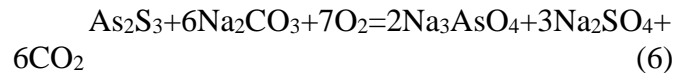
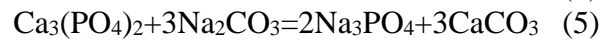
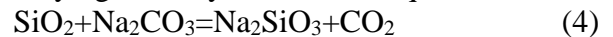
Ko‘machlash jarayonida volframit kislorod ishtirokida kalsinatsiyalangan soda bilan quyidagi reaksiyalarga kirishadi:



Reaksiyalar deyarli qaytmasdir, chunki CO_2 yo‘qotiladi va ikki valentli temir va marganes oksidlanadi. Temir va marganesni to‘liqroq oksidlash uchun shixtaga konsentrat og‘irligining 1 ÷ 4% miqdorida NaNO_3 selitra qo‘shiladi. Jarayon 800-900°C haroratda, nazariyga nisbatan 10÷15% ortiqcha soda bilan amalga oshiriladi. Konsentratning parchalanish darajasi 98-99,5%.

Volframit konsentratidagi oddiy aralashmalar

Si, P, As, Mo, Al va boshqa birikmalardir. Ular suvda eriydigan natriyli tuzlar hosil qiladi.



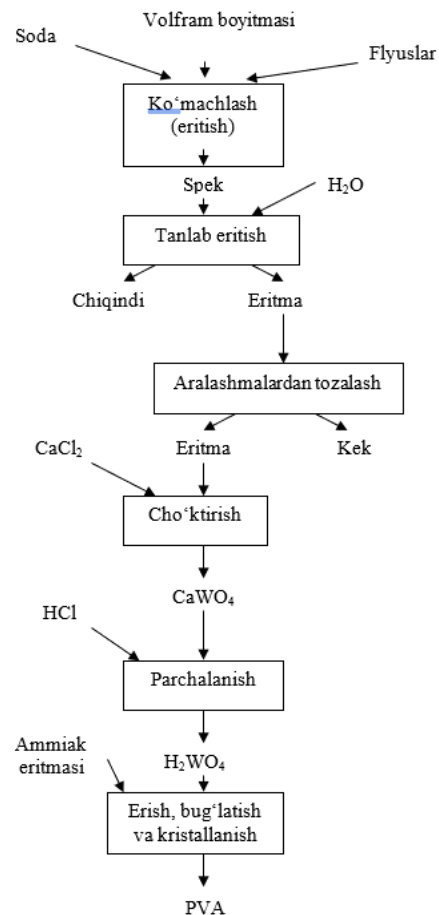
Kassiterit (SnO_2) soda bilan deyarli ta’sirlashmaydi. Temir oksidi ortiqcha soda bilan reaksiyaga kirishib, natriy ferrit hosil qiladi:



bu eritmani suv bilan ishqorlashda parchalanadi.



Reaksiyon massa (spek) xamirsimon material yoki suyuq oquvchan eritma bo‘lib, tarkibi: natriy volframat (Na_2WO_4), temir va marganes oksidlari, natriy ferrit, aralashmalarining natriyli tuzlari, ortiqcha soda, parchalanmagan volframitdan iborat [1].

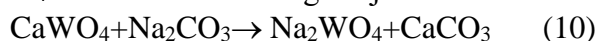


1-rasm. Volfram boyitmalarini soda bilan qo‘shib ko‘machlash usulida qayta ishlab, PVA olishning texnologik sxemasi.

Ko‘machlash davriy yoki uzluksiz ishlaydigan pechlarda olib boriladi. Davriy jarayon ishlab chiqarishning kichik miqyosida maqsadga muvofiq bo‘lib, uni kichik qaytaruvchi pechlarda olib boriladi. Katta masshtablarda uzluksiz jarayon maqsadga muvofiqdir. Uzluksiz qizdirib ko‘machlash uchun shamot bilan futerovka qilingan trubali aylanma pechlar ishlatiladi. Ushbu pechlar uchun shixta shunday tayyorlanadiki, u erimaydi va pechning futerovkasini yemirmaydi, balki bo‘laklar shaklida bo‘ladi, buning uchun shixta tarkibidagi WO_3 miqdorini taxminan 20-23% gacha kamaytiradigan miqdorda spekni tanlab eritilgandan keyin chiqindilar qo‘shiladi. Quvurli pechlarni qo‘llashning kamchiligi shixtaning chiqindilar bilan sifat-sizlanishi bo‘lib, bu pechning unumdorligini pasayishiga olib keladi. Biroq, standart aylanma pechlardan foydalanish imkoniyati va pechning uzoq muddat xizmat qilishi bu kamchilikni to‘ldiradi.

Spek bo‘laklari pechdan chiqqandan so‘ng maydalash valiklari (bo‘laklar o‘lchami 2-5 sm) dan o‘tadi, so‘ngra uzluksiz ishlaydigan ho‘l maydalash tegirmoniga tushadi, undan bo‘tana tanlab eritgichga yuboriladi.

Sheelit konsentratlarini soda va qum bilan ko‘machlash. Sheelit konsentratlarini soda bilan pishirish hatto shixtada soda miqdori sezilarli darajada ortiqcha bo‘lganda ham volframni eritmaga qoniqarli ajratib olishni ta‘minlamaydi. Ko‘machlash haroratida (800-900°C) reaksiya Na_2WO_4 hosil bo‘lish tomonga siljidi.

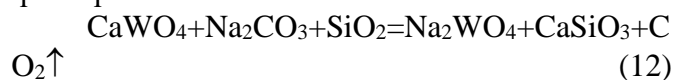


825°C dan yuqori haroratda $CaCO_3$ qisman parchalanib, CaO hosil qiladi. Natijada, keyinchalik spek suv bilan tanlab eritilganda, yana kalsiy volframat hosil bo‘ladi va cho‘kmaga tushadi.



Shixtada soda juda ko‘p bo‘lganda (3,5 marta) bu reaksiya Na_2CO_3 ning $Ca(OH)_2$ bilan o‘zaro ta‘siri natijasida sezilarli darajada bostiriladi va $CaCO_3$ hosil bo‘ladi.

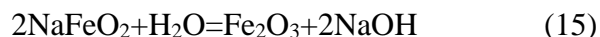
Soda sarfini kamaytirish va erkin kalsiy oksidi hosil bo‘lishining oldini olish uchun kalsiyni qiyin eriydigan silikatga bog‘lash uchun shixtaga kvarts qumi qo‘shiladi:



Shunday qilib, sheelit boyitmasini bu usulda qayta ishlashda shixta maydalangan boyitma, soda, ortiqcha kvarts qumi (50-100%) va chiqindilardan iborat bo‘ladi. Ko‘machlash volfram boyitmasiga o‘xshash uskunalarda olib boriladi.

Sodali speklarni tanlab eritish. Volframit yoki sheelit konsentratlarini qizdirib ko‘machlash olingan qizdirib ko‘machlash suv bilan ishqorlanadi (1-rasm) [2-4].

Spek suv bilan ishqorlanganda eritmaga natriy volframat Na_2WO_4 va aralashmalarning eruvchan tuzlari: natriy silikat Na_2SiO_3 , natriy fosfat va arsenat Na_2HPO_4 , Na_2HAsO_4 , natriy molibdat Na_2MoO_4 va reaksiyaga kirishmagan soda o‘tadi. Natriy ferrit parchalanib (gidrolizlanib) ishqor hosil qiladi:



Chiqindilarda temir va marganes oksidlarining oksidlari va gidratlari, parchalanmagan konsentrat, kassiterit (SnO_2) va boshqa erimaydigan aralashmalar qoladi.

Tanlab eritish davriy yoki uzluksiz ishlaydigan po‘lat apparaturada 80 - 90°C da olib boriladi. Volframni eritmaga to‘liq ajratib olish uchun ikki yoki uch bosqichli tanlab eritish qo‘llaniladi. Isitish o‘tkir bug‘ bilan amalga oshiriladi [14-16].

Uzluksiz tanlab eritish barabanli aylanuvchi tanlab eritgichlarda amalga oshiriladi. U diametri 1-1,2 m, uzunligi 2,5-3 m bo‘lgan po‘lat barabandan iborat bo‘lib, uning yon tomonlariga podshipniklarga mahkamlangan ichi bo‘sh saphali po‘lat qopqoqlar boltlar bilan mahkamlangan. Ichki qismi va qopqoqlari zirhli plitalar bilan himoyalangan. Baraban reduktor orqali elektr dvigateldan aylanadi. Ishqorsizlantirgich gorizontol holatda ikkita tayanchga o‘rnatilgan. Tanlab eritishni tezlashtirish va bir vaqtning o‘zida maydalash uchun barabanga diametri 40-80 mm bo‘lgan po‘lat sterjenlar joylashtiriladi. Yuklash saphasi orqali issiq kuyundi va suv uzluksiz kelib turadi. Bo‘tanani bo‘shatish saphasi orqali uzluksiz chiqarib tashlanadi. Eritmaga 98-99% volfram Na_2WO_4 ko‘rinishida ajratib olinadi, eritmada volfram uch oksidi miqdori taxminan 190-270 g/l. So‘ngra eritma filtrlashga yuboriladi.

Davriy tanlab eritishda filtrlash nutch-filtrlarda, filtr-presslarda amalga oshiriladi. Uzluksiz

siz jarayonda vakuum filtrlar (diskli, barabanli, lentali) qo'llaniladi. Quruq ag'darmalar og'irligi dastlabki boyitma og'irligining 30-40% ni tashkil etadi. Chiqindi tarkibidagi WO_3 miqdori 1,5-2%, WO_3 miqdori >2% bo'lgan chiqindilar ko'machlash shixtasini tayyorlashga qaytariladi.

Muhokama. Yuqoridagi o'rganilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, sheelit konsentratlarini qayta ishlashda tanlangan texnologik yo'nalish - kislotali parchalash, ko'machlash va tanlab eritish bosqichlarining ketma-ketligi volframni yuqori darajada ajratib olish imkonini beradi. Xlorid kislota bilan parchalash jarayonida volfram bevosita texnik volfram kislotasi (H_2WO_4) shaklida cho'kadi, bu esa oraliq natriy volframat hosil bo'lish bosqichini chetlab o'tish imkonini beradi. Ushbu usulning asosiy afzalligi texnologik operatsiyalar sonining kamayishi va jarayon tezligining oshishidir. Biroq, kislotali parchalashning samaradorligi faqat yuqori tozalikdagi (75% gacha WO_3) konsentratlarda yuqori natija beradi. Tarkibida aralashmalar ko'p bo'lgan konsentratlar uchun qo'shimcha tozalash va qayta cho'ktirish bosqichlari zarur bo'ladi.

Ko'machlash jarayonida soda va selitra aralashmasining qo'llanishi volframit va sheelitdagi volframni natriy volframat (Na_2WO_4) shaklida eritmaga o'tkazish uchun samarali hisoblanadi. Olingan natijalar 800–900 °C haroratda kalsinatsiya jarayonining eng maqbul bo'lishini ko'rsatdi, bunda volframning eritmaga o'tish darajasi 98–99,5% gacha yetadi. Selitra qo'shimchasi temir va marganesning yuqori oksidlanish holatiga o'tishini ta'minlab, jarayonni to'liqroq yakunlanishiga yordam beradi. Biroq yuqori haroratda soda ortiqcha sarfi pech unumdorligining pasayishiga olib kelishi mumkin, shu sababli optimal miqdor 10–15% ortiqcha nisbatda tavsiya etiladi.

Tanlab eritish bosqichi volframning natriy volframat shaklidan eritmaga o'tishida muhim rol o'ynaydi. Ishqoriy eritish jarayoni 80–90°C da olib borilganda, volframning eritmaga o'tish darajasi 98–99% ni tashkil etdi. Davriy tanlab eritish texnologiyasi kichik ishlab chiqarish sharoitlarida qo'llanilsa, uzluksiz barabanli eritgichlar yirik miqyosda yuqori unumdorlik va doimiy sifatni ta'minlaydi. Shuningdek, tanlab eritish jarayonida hosil bo'ladigan chiqindilarda WO_3 miqdori 1,5–2% dan oshmagan holatlarda texnologiya iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq hisoblanadi.

Olingan natijalar sheelit va volframit konsentratlarini qayta ishlashda har bir bosqichning o'zaro bog'liqligini va optimallashtirilgan sharoitlarda kompleks texnologik tizimni qo'llash zarurligini ko'rsatadi. Kislotali parchalashning tozaligi, ko'machlashda qo'shimchalarning nazorati va tanlab eritishda harorat rejimining barqarorligi volframni yuqori darajada ajratib olish va yakuniy mahsulot sifatini oshirishda hal qiluvchi omillar hisoblanadi.

Xulosa. O'tkazilgan tahlillar shuni ko'rsatdiki, sheelit konsentratlarini qayta ishlashda kislotali parchalash, ko'machlash va tanlab eritish bosqichlarini uyg'unlashtirish volframni samarali ajratib olish imkonini beradi. Xlorid kislota bilan parchalash oraliq bosqichlarni qisqartirib, jarayonni soddalashtiradi. Soda va selitra bilan ko'machlashda volframning eritmaga o'tish darajasi 98–99% gacha yetadi. Tanlab eritish jarayonining optimal harorati 80–90°C bo'lib, bu sharoitda texnik volfram kislotasi va natriy volframatning tozaligi yuqori darajada ta'minlanadi. Umuman olganda, taklif etilgan texnologik zanjir volfram boyitmalarini qayta ishlashning kompleks, tejamkor va ekologik jihatdan maqbul usuli sifatida tavsiyaviy xarakterga ega.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

- [1] Никифоров, К. А., & Золтоев, Е. В. (1986). Получение искусственного вольфрамового сырья из низкосортных гюбнеритовых промпродуктов обогатительной фабрики. Комплексное использование минерального сырья, (6), 62–65.
- [2] Лагов, Б. С., & Башлыкова, Т. В. (2002). Научные основы и практика разведки и переработки руд и техногенного сырья с извлечением благородных металлов. В Трудах международной научно-технической конференции (12–15 ноября 2002 г., ч. 3, сс. 54–59). Екатеринбург: Уральская Государственная Горно-Геологическая Академия.
- [3] Туробов, Ш. Н., Боймуродов, Н. А., Хужакулов, А. М., & Султонов, Ш. А. (2025). Основные принципы процесса аппаратного выделения вольфрама в автоклавах в металлургической промышленности. *Universum: технические науки*, 2(3(132)), 15–20.

- [4] Хасанов, А. А., Туробов, Ш. Н., Боймуродов, Н. А., & Хужакулов, А. М. (2024). Современные методы обогащения вольфрамовых руд для повышения эффективности добычи. *Universum: технические науки*, 2(10(127)), 24–27.
- [5] Шодиев, А., Боймуродов, Н., Хужакулов, А., Равшанов, А., & Нарзуллаев, М. (2024). Исследование и обоснование технологии получения полуфабрикатов и вольфрама в металлическом виде из промышленных отходов. *Молодые ученые*, 2(1), 107–112.
- [6] Пирматов, Э. А., Шодиев, А. Н. У., & Боймуродов, Н. А. (2023). Изучение растворимых форм вольфрама и условий кристаллизации шеелита и вольфрамита. *Universum: технические науки*, (11-2(116)), 15–19.
- [7] Туробов, Ш. Н., Боймуродов, Н. А., & Хужакулов, А. М. (2025). Анализ геолого-минералогических и экономических потенциалов для дальнейшей разработки вольфрамовых руд месторождения Ингичка. *Universum: технические науки*, 7(4(133)), 26–30.
- [8] Gürmen, S., Timur, S., Arslan, C., & Duman, I. (1999). Acidic leaching of scheelite concentrate and production of hetero-poly-tungstate salt. *Hydrometallurgy*, 51, 227–238. [https://doi.org/10.1016/S0304-386X\(98\)00080-2](https://doi.org/10.1016/S0304-386X(98)00080-2)
- [9] Orefice, M., et al. (2021). Solvometallurgical process for the recovery of tungsten from scheelite. *Industrial & Engineering Chemistry Research*. <https://doi.org/10.1021/acs.iecr.1c03872>
- [10] Li, J., et al. (2020). Sustainable and efficient recovery of tungsten from scheelite-wolframite via sulfuric/phosphoric acid systems. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*. <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.0c04216>
- [11] Alguacil, F. J., et al. (2025). Strategies for the recovery of tungsten from wolframite and scheelite. *Metals*, 15(8), 819. <https://doi.org/10.3390/met15080819>
- [12] Hasanov, A., Vokhidov, B., Babaev, M., Mamaraimov, G., & Yandashev, A. (2024). New technologies for processing tailings of a copper processing plant for the extraction of platinoids. *Acta Innovations*, 52, 51–59.
- [13] Khasanov, A. S., & Tolibov, B. I. (2018). Feasibility of sulfide material oxidation in intense roasting furnace. *Gornyi Zhurnal*, 85–89.
- [14] Khasanov, A. S., & Atakhanov, A. S. (2003). Rise of complex processing of copper and zinc raw materials at Almalyk Mining and Metallurgical Works. *Tsvetnye Metally*, 33–35.
- [15] Khasanov, A. S., Sanakulov, K. S., & Atakhanov, A. S. (2003). Process flow sheet of complex processing of slag from Almalyk mining-and-metallurgical unit. *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedeniy Tsvetnaya Metallurgiya*, 9–12.
- [16] Khojakulov, A., Ruziyev, U., Boymurodov, N., Shernazarov, I., Mashaev, E., & Shoyimova, K. (2024). Research and determination of parameters for extracting valuable components from technological waste. *BIO Web of Conferences*, 149, 01049. EDP Sciences.
- [17] Shodiev, A., Boymurodov, N., & Ravshanov, A. (2023). Study of the technology for extracting tungsten in the form of a semi-finished product and metallic form from industrial waste. *Sanoatda raqamli texnologiyalar / Цифровые технологии в промышленности*, 1(2), 87–91.
- [18] Xasanov, A. S., Boymurodov, N. A., & Xo'jakulov, A. M. (2025). Metallurgiya sanoati chiqindilari tarkibidan mass-spektrometrdan volframni ajralishi metodikasi ilmiy tahlili. *International Journal of Advanced Technology and Natural Sciences*, 6(1), 60–67.
- [19] Turobov, S. N., Boymurodov, N. A., & Xo'jakulov, A. M. (2024). Texnogen chiqindilardan volframni chuqur boyitish texnologik usullari va samaradorligini tadqiq qilish. *Sanoatda raqamli texnologiyalar*, 2(4-1), 26–30. <https://doi.org/10.70769/3030-3214.SRT.2.4-1.2024.12>