



## VOLFRAM CHIQINDILARINI QAYTA ISHLASH

Parmonov Sarvar Toshpo'latovich

Olmalik davlat texnika insitituti, fan doktori

Tuxtasinova Maftuna Musurmon qizi

Olmalik davlat texnika insitituti magistri

<https://doi.org/10.5281/zenodo.19417493>

### ARTICLE INFO

Qabul qilindi: 22-mart 2026 yil

Ma'qullandi: 26-mart 2026 yil

Nashr qilindi: 31-mart 2026 yil

### KEYWORDS

*Volfram, chiqindilar, qayta ishlash, gidrometallurgiya, pirometallurgiya, resurs tejash, ekologiya, sanoat texnologiyalari.*

### ABSTRACT

*Ushbu maqolada volfram chiqindilarini qayta ishlashning zamonaviy usullari, ularning ekologik va iqtisodiy ahamiyati keng yoritiladi. Tadqiqot davomida volfram chiqindilarining turlari, ularni qayta ishlash texnologiyalari (gidrometallurgiya, pirometallurgiya va mexanik usullar) tahlil qilinadi. Shuningdek, ushbu jarayonlarning samaradorligi, energiya tejamkorligi va atrof-muhitga ta'siri baholanadi. Natijalar shuni ko'rsatadiki, volfram chiqindilarini qayta ishlash sanoatda muhim xomashyo manbai bo'lib xizmat qiladi va resurslarni tejashda katta ahamiyatga ega.*

Hozirgi kunda sanoatning jadal rivojlanishi natijasida turli xil metall chiqindilarining hajmi sezilarli darajada ortib bormoqda. Ayniqsa, yuqori erish haroratiga, mustahkamlik va aşinishga chidamlilik kabi noyob fizik-kimyoviy xususiyatlarga ega bo'lgan volfram (W) kabi nodir metallarning chiqindilari alohida e'tiborni talab etadi. Volfram mashinasozlik, aviatsiya, kosmik texnologiyalar, elektrotexnika, energetika hamda harbiy sanoatda keng qo'llanilishi sababli uning iste'moli yil sayin ortib bormoqda. Natijada esa ushbu metallga oid ishlab chiqarish chiqindilari hajmi ham ko'paymoqda.

Volfram tabiiy resurs sifatida cheklangan bo'lib, uning rudalarini qazib olish va qayta ishlash jarayonlari murakkab, ko'p bosqichli va katta moliyaviy xarajatlarni talab qiladi. Bundan tashqari, konlardan volfram ajratib olish jarayoni ekologik muammolarni ham keltirib chiqaradi, jumladan, tuproq va suv resurslarining ifloslanishi kuzatiladi. Shu sababli, mavjud resurslardan oqilona foydalanish va ikkilamchi xomashyo manbalarini yaratish bugungi kunning dolzarb vazifalaridan biri hisoblanadi.

Ishlab chiqarish jarayonlarida hosil bo'ladigan volfram chiqindilari – kesuvchi asboblar qoldiqlari, qattiq qotishmalar, chang va shlaklar – qayta ishlash uchun muhim manba bo'lib xizmat qiladi. Ushbu chiqindilar tarkibida sezilarli miqdorda foydali metall mavjud bo'lib, ularni zamonaviy texnologiyalar yordamida qayta tiklash mumkin. Bu nafaqat yangi xomashyo qazib olishga bo'lgan ehtiyojni kamaytiradi, balki ishlab chiqarish xarajatlarini qisqartirish va ekologik yuklamani pasaytirishga ham xizmat qiladi.

Bugungi kunda jahon amaliyotida volfram chiqindilarini qayta ishlashning turli usullari – mexanik, gidrometallurgik va pirometallurgik texnologiyalar keng qo'llanilmoqda. Har bir usulning o'ziga xos afzallik va kamchiliklari mavjud bo'lib, ularni tanlash chiqindining turi,

tarkibi va iqtisodiy samaradorlikka bog'liq. Zamonaviy yondashuvlar esa ushbu jarayonlarni avtomatlashtirish, energiya tejamkorligini oshirish va ekologik xavfsizlikni ta'minlashga qaratilgan.

Shu nuqtai nazardan, volfram chiqindilarini qayta ishlash masalasi nafaqat ilmiy, balki amaliy jihatdan ham muhim hisoblanadi. Ushbu yo'nalishda olib borilayotgan tadqiqotlar resurslardan samarali foydalanish, barqaror rivojlanishni ta'minlash va sanoatda chiqindisiz texnologiyalarni joriy etishga xizmat qiladi.

#### Metodologiya

Mazkur tadqiqotda volfram chiqindilarini qayta ishlash jarayonlarini o'rganish va baholash uchun kompleks ilmiy-uslubiy yondashuv qo'llanildi. Tadqiqot bir necha bosqichda olib borilib, unda nazariy tahlil, amaliy kuzatuv va solishtirma baholash usullaridan foydalanildi.

Birinchi bosqichda volfram chiqindilarining turlari, ularning fizik-kimyoviy xususiyatlari hamda sanoatda hosil bo'lish manbalari o'rganildi. Ushbu jarayonda ilmiy adabiyotlar, darsliklar va zamonaviy tadqiqotlar tahlil qilinib, umumlashtirildi. Bu bosqich volfram chiqindilarini qayta ishlash uchun eng maqbul usullarni aniqlashga xizmat qildi.

Ikkinchi bosqichda volfram chiqindilarini qayta ishlashning asosiy usullari – mexanik, gidrometallurgik va pirometallurgik texnologiyalar alohida-alohida ko'rib chiqildi. Har bir usulning texnologik jarayoni, qo'llanish sohasi, afzallik va kamchiliklari tahlil qilindi. Shu bilan birga, ularning samaradorligi, energiya sarfi va ekologik ta'siri solishtirildi.

Uchinchi bosqichda solishtirma tahlil usuli qo'llanilib, turli texnologiyalarning natijadorligi foiz ko'rsatkichlari asosida baholandi. Bu orqali qaysi usul ma'lum sharoitda samaraliroq ekanligi aniqlandi. Shuningdek, chiqindilar tarkibiga qarab optimal qayta ishlash usulini tanlash imkoniyatlari ko'rib chiqildi.

Tadqiqot davomida tizimli yondashuv ham qo'llanilib, volfram chiqindilarini qayta ishlash jarayoni yagona tizim sifatida tahlil qilindi. Bu esa jarayonning barcha bosqichlarini o'zaro bog'liq holda o'rganish imkonini berdi.

Umuman olganda, qo'llanilgan metodologiya volfram chiqindilarini qayta ishlash jarayonlarini chuqur tahlil qilish, ularning samaradorligini baholash va amaliy tavsiyalar ishlab chiqishga xizmat qildi.

#### Natijalar

Olib borilgan tadqiqotlar natijasida volfram chiqindilarini qayta ishlash usullari samaradorligi aniqlandi va ular o'zaro solishtirildi. Tahlillar shuni ko'rsatdiki, gidrometallurgik usul eng yuqori natijadorlikka ega bo'lib, volframni ajratib olish darajasi 85–95% ni tashkil etadi. Ushbu usul ayniqsa murakkab tarkibli va mayda dispersli chiqindilar uchun samarali hisoblanadi. Pirometallurgik usul sanoat miqyosida keng qo'llanilib, yirik hajmdagi chiqindilarni qayta ishlashda samarali bo'lsa-da, yuqori energiya sarfi bilan ajralib turadi. Mexanik usul esa ekologik xavfsizligi bilan ustun bo'lsa-da, ajratish darajasi pastroq ekanligi kuzatildi.

Qayta ishlash natijasida olingan volfram mahsulotlari sanoatda qayta foydalanish uchun yaroqli bo'lib, ularning sifati ishlab chiqarish talablariga mos keladi. Bu esa tabiiy resurslardan foydalanishni kamaytiradi va iqtisodiy samaradorlikni oshiradi.

Mashhur olim Norman N. Greenwood ta'kidlaganidek:

*“Metallarni qayta ishlash va ulardan ikkilamchi foydalanish zamonaviy sanoatning ajralmas qismidir.”*

**Natijalar jadvali**

No	Qayta ishlash usuli	Afzalliklari	Kamchiliklari	Samaradorlik (%)
1	Mexanik usul	Ekologik xavfsiz, oddiy texnologiya	To'liq ajratib bermaydi	50–60 %
2	Gidrometallurgik usul	Yuqori ajratish darajasi, aniqlik yuqori	Kimyoviy reagentlar talab qiladi	85–95 %
3	Pirometallurgik usul	Katta hajmda samarali, tezkor	Yuqori energiya sarfi	70–85 %

Ushbu natijalar asosida shuni xulosa qilish mumkinki, eng samarali yondashuv – turli usullarni kombinatsiyalash orqali maksimal natijaga erishishdir.

**Munozara**

Volfram chiqindilarini qayta ishlash masalasi zamonaviy sanoat va ekologiya uchun muhim yo'nalishlardan biri hisoblanadi. Ushbu jarayon bir tomondan tabiiy resurslardan foydalanishni kamaytirsa, ikkinchi tomondan ishlab chiqarish chiqindilarining atrof-muhitga salbiy ta'sirini kamaytirishga xizmat qiladi. Ayniqsa, volfram kabi nodir va qimmatbaho metallarning qayta tiklanishi iqtisodiy jihatdan katta foyda keltiradi.

Tahlillar shuni ko'rsatadiki, mavjud qayta ishlash usullari o'ziga xos afzallik va kamchiliklarga ega. Hidrometallurgik usul yuqori samaradorligi bilan ajralib tursa-da, kimyoviy reagentlardan foydalanilishi ekologik xavfsizlik nuqtai nazaridan muammolar keltirib chiqarishi mumkin. Pirometallurgik usul sanoat miqyosida qulay bo'lsa-da, katta energiya sarfi talab etadi. Mexanik usul esa sodda va ekologik xavfsiz bo'lishiga qaramay, volframni to'liq ajratib olish imkonini bermaydi.

Shu sababli, zamonaviy yondashuv sifatida ushbu usullarni kompleks tarzda qo'llash maqsadga muvofiq hisoblanadi. Ya'ni, dastlab mexanik ajratish, so'ng gidrometallurgik yoki pirometallurgik qayta ishlash orqali yuqori natijaga erishish mumkin. Bundan tashqari, yangi texnologiyalar, jumladan, avtomatlashtirish va raqamli nazorat tizimlari qayta ishlash jarayonining samaradorligini oshirishda muhim rol o'ynaydi.

O'zbek olimi Abduqodirov A.A. ta'kidlaganidek: *“Zamonaviy texnologiyalarni ishlab chiqarishga joriy etish resurslardan samarali foydalanishning asosiy omilidir.”* Ushbu fikr volfram chiqindilarini qayta ishlash jarayonlariga ham to'liq taalluqlidir.

Umuman olganda, volfram chiqindilarini qayta ishlash texnologiyalarini takomillashtirish, ularni ekologik xavfsiz va iqtisodiy samarali shaklda joriy etish muhim ahamiyat kasb etadi. Bu esa nafaqat sanoat samaradorligini oshiradi, balki barqaror rivojlanishni ta'minlashga ham xizmat qiladi.

**Xulosa**

Ushbu maqolada volfram chiqindilarini qayta ishlashning ilmiy-nazariy va amaliy jihatlari kompleks tarzda yoritildi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, volfram kabi nodir va qimmatbaho metallarning chiqindilarini qayta ishlash nafaqat resurslarni tejash, balki sanoat

samaradorligini oshirishda ham muhim ahamiyatga ega.

O'rganishlar natijasida aniqlanishicha, gidrometallurgik, pirometallurgik va mexanik usullar volframni qayta tiklashda asosiy texnologiyalar hisoblanadi. Ularning har biri ma'lum sharoitlarda samarali bo'lib, ayniqsa gidrometallurgik usul yuqori ajratish darajasi bilan ajralib turadi. Shu bilan birga, ushbu usullarni kompleks tarzda qo'llash eng maqbul yechim sifatida baholanadi.

Volfram chiqindilarini qayta ishlash orqali yangi xomashyo qazib olishga bo'lgan ehtiyoj kamayadi, ishlab chiqarish xarajatlari qisqaradi va atrof-muhitga salbiy ta'sir darajasi pasayadi. Bu esa barqaror rivojlanish tamoyillariga mos keladi hamda ekologik muvozanatni saqlashga xizmat qiladi.

Xulosa qilib aytganda, volfram chiqindilarini qayta ishlash texnologiyalarini yanada rivojlantirish, ularni sanoatda keng joriy etish va ekologik xavfsiz usullarni qo'llash dolzarb vazifalardan biri hisoblanadi. Kelajakda innovatsion yondashuvlar va zamonaviy texnologiyalar yordamida ushbu sohada yanada yuqori natijalarga erishish mumkin.

**Foydalanilgan adabiyotlar:**

1. Abduqodirov A.A. Sanoat chiqindilarini qayta ishlash texnologiyalari. – Toshkent: Fan, 2018. – 45–52-betlar.
2. To'xtayev N.T. Metallurgiya asoslari. – Toshkent: O'qituvchi, 2019. – 78–85-betlar.
3. Qosimov N.A. Kimyoviy texnologiya asoslari. – Toshkent: Tafakkur, 2020. – 101–110-betlar.
4. Rasulov R.X. Zamonaviy sanoat texnologiyalari. – Samarqand: SamDU, 2021. – 60–68-betlar.
5. Ergashev E.E. Resurs tejovchi texnologiyalar va ekologiya. – Toshkent: Innovatsiya, 2022. – 33–41-betlar.
6. Ahmedov A.Q. Metallarni qayta ishlash texnologiyasi. – Toshkent: Fan, 2017. – 90–98-betlar.
7. Norman N. Greenwood, Earnshaw A. Chemistry of the elements. – Oxford: Butterworth-Heinemann, 1997. – 1000–1010-betlar