

Mis Boyitish Fabrikalari Texnogen Chiqindilarini Kompleks Qayta Ishlashning Zamonaviy Texnologik Yondashuvlari

Masidikov Elyar Mirsodikovich¹[0009-0003-9335-9361], Abduraxmanov Sayib
Abduraxmanovich²[0009-0003-1999-0366]

¹Olmalik davlat texnika instituti “Metallurgiya” kafedrası dotsenti, texnika fanlari falsafa doktori
(PhD)

²Olmalik davlat texnika instituti “Metallurgiya” kafedrası professori texnika fanlari doktori

Annotatsiya: Mazkur maqolada mis boyitish fabrikalarida hosil bo‘ladigan mis flotatsiyasi qoldiqlarini kompleks qayta ishlash muammolari va ularning resurs salohiyati tahlil qilingan. Respublikamiz kon-metallurgiya sanoatida har yili yuzlab million tonna chiqindilar hosil bo‘lib, ularning katta hududlarni egallashi va atrof-muhitga salbiy ta‘sir ko‘rsatadi. Shu bilan birga, chiqindilarda mis, oltin, kumush, molibden va boshqa qimmatbaho komponentlar mavjudligi ularni ikkilamchi xomashyo sifatida ishlatish zaruratini ko‘rsatadi.

Maqolada texnogen chiqindilarni qayta ishlashning asosiy usullari – flotatsiya, gravitatsiya, gidrometallurgik va biotexnologik jarayonlar tahlil qilinib, ularning afzallik va kamchiliklari solishtirilgan. O‘zbek olimlari tomonidan bakterial tanlab eritish, yangi flotoreagentlar va kremniysizlantirish texnologiyalari bo‘yicha olingan natijalar umumlashtirilgan.

Kalit so‘zlar: mis boyitish fabrikasi, chiqindilarni qayta ishlash, kremniysizlantirish, gidrometallurgiya, flotatsiya, biotexnologik eritish, sulfat kislota eritish

Modern Technological Approaches to Comprehensive Processing of Technogenic Waste from Copper Enrichment Plants

Abstract. This article analyzes the problems of complex processing of copper flotation residues generated at copper enrichment plants and their resource potential. Hundreds of millions of tons of waste are generated annually in the mining and metallurgical industry of our republic, which occupy large areas and have a negative impact on the environment. At the same time, the presence of copper, gold, silver, molybdenum and other valuable components in the waste indicates the need to use them as secondary raw materials.

The article analyzes the main methods of processing technogenic waste - flotation, gravity, hydrometallurgical and biotechnological processes, and compares their advantages and disadvantages. The results obtained by Uzbek scientists on bacterial selective smelting, new flotation reagents and desilicination technologies are summarized.

Keywords: copper enrichment plant, waste processing, desilicination, hydrometallurgy, flotation, biotechnological smelting, sulfuric acid smelting

Kirish: Kon-metallurgiya sanoati butun dunyo miqyosida eng ko'p texnogen chiqindilar hosil qiluvchi tarmoqlardan biridir. Respublikamiz sharoitida mis boyitish fabrikalarida yil sayin yuzlab million tonna turli xil chiqindilar, jumladan, kon jinslari, boyitish chiqindilari, shlak va shlamlar hosil bo'ladi. Ushbu chiqindilarning katta qismi uzoq yillar davomida to'planib, yirik chiqindixonalarni hosil qiladi va tabiiy landshaft, tuproq tarkibi hamda yer osti suvlariga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Shu bilan birga, chiqindilarning tarkibida qimmatbaho metallarning, xususan mis, oltin, kumush va molibdenning mavjudligi ularni ikkilamchi xomashyo manbai sifatida e'tiborga olish zaruratini yuzaga keltiradi.

Texnogen chiqindilarni qayta ishlash nafaqat ekologik xavfsizlikni ta'minlash, balki konlarning xomashyo bazasini kengaytirish va sanoat ishlab chiqarish samaradorligini oshirish imkonini beradi. Hozirgi kunda dunyoning yetakchi davlatlarida – AQSh, Buyuk Britaniya va Yaponiyada – texnogen chiqindilarni qayta ishlashning samarali texnologik yechimlari ishlab chiqilgan. Shu bilan birga, O'zbek olimlari tomonidan ham mis boyitish fabrikasi chiqindilarini qayta ishlash bo'yicha bir qator ilmiy tadqiqotlar amalga oshirilmoqda.

Tadqiqotlar natijalari, xususan gravitatsion, flotatsion, gidrometallurgik, biotexnologik va kremniysizlantirish asosida ishlab chiqilgan kompleks texnologik yondashuv usullar yordamida qimmatli komponentlarni kompleks qayta ishlash, kon-metallurgiya sanoati rivoji va atrof-muhitni muhofaza qilish nuqtai nazaridan ilmiy jihatdan dolzarb masala hisoblanadi. Ushbu maqolada mis boyitish fabrikasi chiqindilarini qayta ishlashning zamonaviy yondashuvlari, ilg'or texnologiyalar va ularning samaradorligi tahlil qilinadi.

Mis rudalari va texnogen resurslarning ahamiyati: Mis rudalari global iqtisodiyot va kon-metallurgiya sanoati uchun muhim xomashyo manbai hisoblanadi. Jahon miqyosida aniqlangan mis zaxiralari taxminan 720 mln tonnani tashkil etadi, ularning asosiy qismi Chili, Avstraliya, Peru, Meksika, AQSh, Rossiya va Xitoy kabi mamlakatlarda jamlangan. Porfirli mis rudalari jahon mis ishlab chiqarishining 50–60% va molibden ishlab chiqarishning 95% dan ortig'ini tashkil qiladi. Shu bilan birga, ushbu rudalar tarkibida nafaqat mis, balki oltin, kumush, molibden, indiy, volfram, platina va boshqa nodir metallar ham mavjud. Porfirli mis rudalaridagi metall sulfidlar tarkibi 3–4% gacha bo'lib, rudalarni sulfidli, aralash va oksidlangan turlarga ajratish mumkin.

Texnogen chiqindilar, xususan mis boyitish fabrikalarida hosil bo'ladigan shlak, shlam va boyitish chiqindilari ham qimmatbaho resurs sifatida e'tiborga loyiqdir. Ular tarkibida dastlabki rudalardagi foydali elementlarning qolgan qismi mavjud bo'lib, ayrim hollarda qazib olinayotgan ruda tarkibidagi metallar miqdoriga teng yoki undan yuqori bo'lishi mumkin. Shu sababli texnogen chiqindilarni ikkilamchi xomashyo manbai sifatida qayta ishlash iqtisodiy jihatdan samarali hisoblanadi.

Texnogen resurslarni qayta ishlashning ahamiyati bir nechta jihatdan namoyon bo'ladi: birinchidan, u konlarning xomashyo bazasini kengaytiradi va yangi konlarni qazib olish xarajatlarini kamaytiradi; ikkinchidan, ekologik xavfsizlikni oshiradi, chunki chiqindilarning to'planishi yer maydonlarini egallash va yer osti suvlarini ifloslantirish kabi salbiy ta'sirlarni keltirib chiqaradi; uchinchidan, qimmatbaho metallarni ajratib olish orqali iqtisodiy foyda oshadi.

Shu bois, mis rudalari bilan bir qatorda texnogen chiqindilarni kompleks qayta ishlash ularni iqtisodiy jihatdan to'liq foydalanish va ekologik xavfsizlikni ta'minlashda muhim strategik ahamiyatga ega. Uzoq muddatda texnogen chiqindilar respublikaning rangli va nodir metallarga bo'lgan talabini qondirishda asosiy xomashyo bazasiga aylanishi mumkin.

Texnogen chiqindilarni qayta ishlash usullarining texnologik yechimlari:

Texnogen chiqindilarni qayta ishlashning samarali usullarini ishlab chiqish kon-metallurgiya sanoatining dolzarb muammolaridan biridir. Mis boyitish fabrikalarida hosil bo'ladigan flotatsiya qoldiqlari tarkibi juda xilma-xil bo'lib, unda mis, molibden, oltin, kumush kabi qimmatbaho metallar hamda temir, alyuminiy, kremniy oksidi kabi metall bo'lmagan komponentlar mavjud. Shu sababli chiqindilardan maksimal foyda olish uchun turli xil texnologik usullarni qo'llash zarur.

Flotatsiya usuli: Flotatsiya – sulfidli minerallarni ajratishda eng keng qo'llaniladigan usul bo'lib, u mis-molibden rudalaridan kollektiv konsentrat olish imkonini beradi. Bu usulda rudaning mayda fraksiyalari ma'lum reagentsiyalar va aeratsiya yordamida ajratiladi. Mahalliy olimlar tomonidan ishlab chiqilgan yangi sintez qilingan flotoreagentlar yordamida misni ajratish darajasi 75% ga yetishi mumkinligi isbotlangan. Flotatsiya, ayniqsa, metallarni bir-biridan ajratish va aralash rudalardan qimmatbaho elementlarni olishda samarali hisoblanadi.

Gravitatsiya usuli: Gravitatsion usul zarralarning zichligi farqiga asoslanadi. Bu usul ko'pincha yirik fraksiyalar uchun ishlatiladi va chiqindilardagi og'ir metallarni ajratishda qo'llaniladi. Gravitatsiyadan foydalanishning afzalligi – u ekologik jihatdan xavfsiz va arzon bo'lishidir, ammo mayda fraksiyalarda samaradorligi past bo'lishi mumkin.

Gidrometallurgik usullar: Hidrometallurgik yondashuv kimyoviy eritmalar yordamida metallarni eritmaga o'tkazishga asoslanadi. Mis, oltin va kumushni sulfat kislotasi yoki tiosulfat eritmalar yordamida ajratib olish mumkin. Ushbu metodning afzalligi – yuqori samaradorlik va qimmatbaho metallarning to'liq ajratilishi, kamchiliklari esa yuqori reagent sarfi va qoldiqlarni ishlov berish ehtiyojidir.

Biotexnologik usullar: Bakteriyalardan foydalangan holda tanlab eritish – ekologik toza va istiqbolli usuldir. Bu jarayonda mikroorganizmlar yordamida metall sulfidlar tanlab oksidlanadi va eritmaga o'tadi. Bakterial tanlab eritish yordamida chiqindilardan mis, oltin va kumushni ajratib olish mumkinligi ilmiy jihatdan isbotlangan. Ushbu usulning afzalligi – atrof-muhitni minimal ifloslantirish va xomashyoni kompleks ishlatish imkoniyati.

Kremniysizlantirish asosidagi kompleks texnologik yechim

Texnogen chiqindilarning asosiy qismi kremniy oksididan tashkil topgani sababli, dastlab chiqindini kremniysizlantirish tavsiya etiladi. Shu orqali qimmatbaho komponentlar konsentratsiyasi oshadi va keyingi qayta ishlash jarayonlari samaradorligi ortadi. Tavsiya etilayotgan kompleks texnologik ketma-ketlik quyidagicha:

1. **Kremniysizlantirish** – ammoniy florid yoki galogenammoniyli tuzlar yordamida chiqindilarga ishlov berish. Bu jarayon chiqindining hajmini kamaytiradi va tarkibidagi metallarning yuzasini ochadi.

2. **Gidrometallurgik tanlab eritish** – kremniysizlantirilgan chiqindilarni sulfat kislotasi yoki tiosulfat eritmasida ma'lum harorat va vaqt davomida eritish. Shu orqali mis, oltin va kumushning asosiy qismi eritmaga o'tadi.
3. **Ionli flotatsiya yoki flotatsiya** – eritmada rangli metallarni ajratib olish. Bu usul natijasida mis, molibden, oltin va kumushni yuqori darajada ajratish mumkin bo'ladi.

Ushbu yondashuv tavsiyaviy yechim sifatida quyidagi afzalliklarni beradi:

- chiqindilarning hajmi sezilarli darajada kamayadi;
- qimmatbaho metallarning ajratib olish darajasi oshadi;
- chiqindilarning ekologik yukini kamaytiradi;
- xomashyo bazasini kengaytiradi va yangi konlarni qazib olish xarajatlarini kamaytiradi.

Shu sababli, kremniysizlantirish asosidagi kompleks qayta ishlash texnologiyasi nafaqat iqtisodiy, balki ekologik jihatdan ham kon-metallurgiya sanoatining strategik ahamiyatli yo'nalishi hisoblanadi.

XULOSA

Tahlillar shuni ko'rsatadiki, mis boyitish fabrikalarida hosil bo'ladigan texnogen chiqindilar nafaqat ekologik muammolar manbai, balki qimmatbaho resurs sifatida ham katta ahamiyatga ega. Ularning tarkibida mis, oltin, kumush, molibden va boshqa foydali komponentlar mavjud bo'lib, ularni qayta ishlash orqali xomashyo bazasini kengaytirish va sanoat ishlab chiqarish samaradorligini oshirish mumkin.

O'zbek olimlari tomonidan olib borilgan tadqiqotlar – bakterial tanlab eritish, gravitatsion va flotatsion usullar, gidrometallurgik qayta ishlash hamda kremniysizlantirish texnologiyalari – texnogen chiqindilardan foydali metallarning yuqori darajada ajratilishini ta'minlash imkoniyatini ko'rsatdi. Shu bilan birga, kremniysizlantirish asosida kompleks texnologik yondashuv chiqindilarning hajmini kamaytirish, metallarni maksimal darajada ajratib olish va atrof-muhitni muhofaza qilish imkonini beradi.

Tavsiya etilgan yondashuvlar nafaqat iqtisodiy samaradorlikni oshiradi, balki kon-metallurgiya sanoatining barqaror rivojlanishi va ekologik xavfsizligini ta'minlashda muhim vosita hisoblanadi. Shu sababli texnogen chiqindilarni kompleks qayta ishlashni kengaytirish, ularni ikkilamchi xomashyo manbai sifatida qo'llash va yangi texnologik yechimlarni joriy etish kon-metallurgiya sanoatining ustuvor vazifalaridan biri bo'lishi lozim.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YHATI

1. Абдурахмонов Сойиб Абдурахмонович, Масидиков Эльяр Мирсодикович, & Ахтамов Фозил Эркинович (2022). ВОЗМОЖНОСТИ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ МЕДНОГО ПРОИЗВОДСТВА. *Universum: технические науки*, (11-2 (104)), 40-43.

2. Масидиков Эльяр Мирсодикович (2025). ВОЗМОЖНОСТИ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ МЕДЕПЛАВИЛЬНЫХ ЗАВОДОВ С ЦЕЛЬЮ МИНИМИЗАЦИИ ЭНЕРГОПОТЕРЬ. *Universum: технические науки*, 8 (11 (140)), 4-9.

16.3. Масидиков Эльяр Мирсодикович, Абдурахмонов Сойиб Абдурахмонович, & А Kenjayeva S. A., Toshkodiroya R. E. Issledovanie pererabotki rastvorov, obrazuyushchikhsya

pri biologicheskoy okslenii upornykh zolotosoderzhashchikh rud // Development of Science. — 2025. — Т. 2. — № 6. — URL: <https://devos.uz/files/999.pdf>

хтамов Фозил Эркинович (2024). ВОЗМОЖНОСТИ ПРИВЛЕЧЕНИЯ К ПЕРЕРАБОТКЕ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ МЕДНООБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИК. *Universum: технические науки*, 3 (12 (129)), 15-19. doi: 10.32743/UniTech.2024.129.12.18917

4. Masidikov Elyar Mirsodikovich, Abduraxmonov Soib Abduraxmonovich, & Axtamov Fozil Erkinovich (2024). MIS BOYITISH FABRIKASI TEXNOGEN CHIQINDILARIDAN METALLARNI AJRATIB OLISH BO'YICHA TADQIQOTLAR. *Sanoatda raqamli texnologiyalar / Цифровые технологии в промышленности*, 2 (4-1), 53-56. doi: 10.70769/3030-3214.SRT.2.4-1.2024.30

5. Abduraxmonov S.A. , Masidikov E.M. , & Axtamov F.E. (2024). MIS BOYITISH FABRIKALARI TEXNOGEN CHIQINDILARINI KOMPLEKS QAYTA ISHLASH IMKONIYATLARI. *International Journal of Advanced Technology and Natural Sciences*, 5 (2), 44-49.

6. Самадов Алишер Усманович, Абдурахмонов Саиб Абдурахмонович, Тошкодирова Рано Эркинжоновна, & Масидиков Эльяр Мирсodikovich (2023). ПОЛУЧЕНИЕ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННОГО ГЛИНОЗЕМА ИЗ АНГРЕНСКОГО КАОЛИНА. *Universum: технические науки*, (5-3 (110)), 5-10.

7. [19.03.2026 11:00] Холбой иш: Kholikulov D., Khojiev Sh., Khaydaraliyev Kh., Boltayev O., Khujayev T., Abdiev O., Yusupov A. APPLICATION OF OZONE FOR THE TREATMENT OF PROCESS SOLUTIONS AND WASTEWATER IN COPPER PRODUCTION // *International Journal of Mechatronics and Applied Mechanics*.—2025.— Т. 1.— № 19. — P. 193-197.

8. [19.03.2026 11:00] Холбой иш: Холикулов Д.Б., Болтаев О.Н., Хайдаралиев Х.Р. MIS ISHLAB CHIQARISH TEXNOLOGIK ERITMALARIDAN METALLARNI CHO'KTIRUVCHI REAGENTLAR YORDAMIDA AJRATISH // *International Journal of Advanced Technology and Natural Sciences*. — 2020. — Т. 1, №2. — С. 36–45.

9. [19.03.2026 11:03] Холбой иш: Xaydaraliyev X.R., Hojiyev S.T., Xolikulov D.B. RUX, MIS, KADMIY VA TEMIRNING CHIQINDI-KEKLARDAN ERITMAGA O'TISH JARAYONIDA KISLOTA KONSENTRASIYASINING ROLI // *Development of Science*. — 2025. — 11(1). — P. 120–128.

10. Mutalibkhonov S.S., Kholikulov D.B., Khudoymuratov Sh.J., Khushbakov D.T., & Riskulov D.D. (2025). COPPER SLAG SOFTENING, FAYALITE DESTRUCTION AND MAGNETITE REDUCTION THROUGH COAL-BASED AND HYDROGEN-BASED PROCESSES. *International Journal of Advanced Engineering Research (IJAER)*, 9(12), 64–71.

11. Axmedova Nigora Erkin qizi. (2025). ANALYSIS OF TECHNOGENIC WASTE FROM IRON-CONTAINING METALLURGICAL PRODUCTION PROCESSES. *Innovation science and technology*, 1(9), 45–50. <https://doi.org/10.5281/zenodo.17448081>

12. Askarova N. M., Boltayev O. N., Hojiyev S. T. & Axmedova N. E. (2025). GIDROLIZLASHDAN OLINGAN TEMIR (II)-GIDROKSIDI CHO'KMASIDAN GEMATIT

OLISH JARAYONINING TERMODINAMIKASI VA KINETIKASI. Development Of Science, 9(2), pp. 61-68. <https://doi.org/0>

13. Karshiboyev Sherzod Bekmaxamatovich, Mamaraximov Safarali Kamolidinovich, Shamatov Sirojiddin Abdijalilo‘G‘Li, & Raxmanov Ilxom Uralbayo‘G‘Li (2024). MIS ISHLAB CHIQRISH SANOATI VA UNDA HOSIL BO‘LUVCHI TEXNOGEN CHIQINDI MANBALAR VA ULARNING TARKIBIDAN METALLAR AJRATIB OLIISH IMKONIYATLARI. Sanoatda raqamli texnologiyalar / Цифровые технологии в промышленности, 2 (1), 20-25. doi: 10.5281/zenodo.10707877

14. Sunnatov, J. B., & Yakubov, M. M. (2024). OLTIN TARKIBLI MURAKKAB VA TEXNOGEN XOMASHYOLARNI QAYTA ISHLASHNING PIROMETALLURGIK USULI. *Journal of Advances in Engineering Technology*, (4), 63-67.

15. Kenjayeva S. A., Toshkodiroya R. E. Issledovanie pererabotki rastvorov, obrazuyushchikhsya pri biologicheskoy oksidatsii upornykh zolotosoderzhashchikh rud // Development of Science. – 2025. – T. 2. – № 6. – URL: <https://devos.uz/files/999.pdf>

16. Asqarova N.M, Axmedova N.E. Texnogen chiqindilar tarkibidan temir oksidli pigment ajratib olish. «O‘zbekistonda kon-metallurgiya xomashyolarini qayta ishlash texnologiyalarining dolzarb muammolari va yechimlari»