HSR London International Conference on Multidisciplinary Academic Research
(HSR-ICMAR) 2026
https://houghtonstreetreview.com/index.php/conference

TEXNOGEN CHIQINDILAR TARKIBIDAGI QO‘RG‘OSHIN VA UNING BIRIKMALARINI GIDROMETALLURGIK USULDA AJRATIB OLISH TEXNOLOGIYASINI TAKOMILLASHTIRISH

Haqberdiyev Dilshod Qodir o‘g‘li
Qarshi davlat texnika universiteti
Geologiya va konchilik ishi kafedrasi assistenti
E-mail: dilshodhaqberdiyev5@gmail.com
https://doi.org/10.5281/zenodo.24043044

Annotatsiya. Maqolada mis eritish korxonalarida hosil bo‘ladigan konverter changi tarkibidagi qo‘rg‘oshin va uning birikmalarini ajratib olish imkoniyatlari tahlil qilingan. Xomashyoning kimyoviy, mineralogik va granulometrik xususiyatlari hamda gidrometallurgik qayta ishlashga ta’sir etuvchi omillar ko‘rib chiqilgan. Tahlil ma’lumotlariga ko‘ra, konverter changida qo‘rg‘oshin miqdori 25–45 foizni tashkil etadi. Shuningdek, unda mis, rux, vismut va qimmatbaho metallar mavjudligi aniqlangan. Sulfat kislotali tanlab eritish orqali mis va ruxni dastlabki ajratish, qo‘rg‘oshin saqlovchi qattiq qoldiqni esa keyingi bosqichda qayta ishlash yondashuvi taklif etilgan. Mazkur yondashuv texnogen chiqindilarni kompleks qayta ishlash va ikkilamchi metall resurslaridan foydalanish samaradorligini oshirishga xizmat qilishi mumkin.

Kalit so‘zlar: texnogen chiqindilar, konverter changi, qo‘rg‘oshin, qo‘rg‘oshin birikmalari, gidrometallurgiya, tanlab eritish, kompleks qayta ishlash.

KIRISH

Bugungi kunda rangli metallurgiya sanoatida ishlab chiqarish jarayonida hosil bo‘ladigan texnogen chiqindilarni qayta ishlash, ularning tarkibidagi qimmatbaho va strategik ahamiyatga ega metallarni ajratib olish dolzarb ilmiy-texnologik muammolardan biri hisoblanadi. Ayniqsa, mis eritish korxonalarida hosil bo‘ladigan konverter changlari, metallurgik shlaklar va boshqa ikkilamchi xomashyolar tarkibida qo‘rg‘oshin, rux, mis, vismut, temir hamda qimmatbaho metallar mavjudligi ularni muhim ikkilamchi resurs sifatida baholash imkonini beradi. Ushbu chiqindilarni samarali qayta ishlash orqali nafaqat sanoat uchun zarur bo‘lgan metallarni qayta tiklash, balki ishlab chiqarish chiqindilari hajmini kamaytirish va atrof-muhitga salbiy ta’sirni pasaytirishga ham erishish mumkin.

Metallurgiya sanoatida hosil bo‘ladigan konverter changlari murakkab kimyoviy va mineralogik tarkibga ega bo‘lib, ularda qo‘rg‘oshin miqdori sezilarli darajada yuqori bo‘lishi mumkin. Xususan, mis eritish korxonalari konverter changlari tarkibida qo‘rg‘oshin miqdori 25–45 % gacha yetishi, shuningdek, mis, rux, vismut, kadmiy va boshqa elementlarning mavjudligi qayd etilgan. Qo‘rg‘oshinning $PbSO_4$, PbO va murakkab oksidli birikmalar shaklida uchrashi uni boshqa metall komponentlardan selektiv ajratib olish jarayonini murakkablashtiradi. Shu sababli texnogen xomashyoning kimyoviy va fazaviy tarkibini chuqur o‘rganish, undagi qo‘rg‘oshin birikmalarining fizik-kimyoviy xususiyatlarini aniqlash hamda ularni samarali ajratish sharoitlarini ishlab chiqish muhim ahamiyat kasb etadi.

Hozirgi vaqtda texnogen chiqindilarni qayta ishlashda pirometallurgik va gidrometallurgik usullar, jumladan, kislotali va ishqoriy tanlab eritish, selektiv cho‘ktirish, eritmalarni tozalash hamda metall birikmalarini ajratib olish texnologiyalaridan foydalaniladi. Gidrometallurgik usullarning muhim afzalligi jarayon parametrlarini boshqarish, metall komponentlarini selektiv ravishda eritmaga o‘tkazish va keyingi bosqichlarda ularni alohida mahsulot sifatida ajratib olish imkoniyatidir. Shu bilan birga, qo‘rg‘oshin sulfat kabi qiyin eruvchan birikmalarning mavjudligi ularni qayta ishlash uchun maxsus texnologik sharoitlarni tanlashni talab etadi. Bunda reagentlar konsentratsiyasi, harorat, jarayon

davomiyligi, suyuq va qattiq fazalar nisbati hamda aralashtirish tezligi kabi omillar ajratib olish samaradorligiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi.

Shu nuqtayi nazardan, texnogen chiqindilar tarkibidagi qo‘rg‘oshin va uning birikmalarini kompleks ajratib olishning samarali texnologiyasini ishlab chiqish muhim ilmiy va amaliy ahamiyatga ega. Bunday texnologiyani yaratishda qo‘rg‘oshin saqlovchi birikmalarning tarkibi va xususiyatlarini hisobga olish, ularni boshqa rangli metallar bilan birgalikda yoki selektiv ravishda qayta ishlash, reagentlar sarfini optimallashtirish hamda ikkilamchi chiqindilar hosil bo‘lishini kamaytirish asosiy vazifalardan hisoblanadi.

Mazkur tadqiqotning maqsadi texnogen chiqindilar tarkibidagi qo‘rg‘oshin va uning birikmalarini ajratib olishning samarali texnologik usullarini ishlab chiqish, jarayonning asosiy fizik-kimyoviy qonuniyatlarini o‘rganish hamda yuqori darajada metall ajratib olish imkonini beruvchi maqbul texnologik parametrlarni aniqlashdan iborat. Tadqiqot natijalari metallurgiya sanoati chiqindilaridan ikkilamchi xomashyo sifatida foydalanish, qo‘rg‘oshin resurslarini qayta tiklash va ekologik jihatdan samarali texnologiyalarni joriy etish uchun ilmiy-amaliy asos yaratishga xizmat qiladi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Tadqiqot obyekti sifatida mis eritish korxonalarida hosil bo‘ladigan, tarkibida qo‘rg‘oshin va uning birikmalari mavjud bo‘lgan texnogen chiqindilar, xususan, konverter changlari tanlab olindi. Tadqiqot jarayonida ushbu xomashyoning kimyoviy, mineralogik, granulometrik va morfologik xususiyatlarini aniqlash hamda tarkibidagi qo‘rg‘oshinni boshqa metall komponentlardan ajratib olish imkoniyatlarini o‘rganishga asosiy e’tibor qaratildi.

Dastlabki bosqichda texnogen chiqindi namunalarining granulometrik tarkibi aniqlanib, zarrachalarning o‘lchamlari va taqsimlanish xususiyatlari o‘rganildi. Bunda lazer difraksiyasi usulidan foydalanish orqali zarrachalarning o‘lcham bo‘yicha taqsimlanishi baholandi. Xomashyoning kimyoviy tarkibi rentgen-fluorestsent tahlil (XRF) usulida aniqlanib, undagi qo‘rg‘oshin, mis, rux, vismut, temir va boshqa elementlarning miqdori baholandi. Mineralogik va fazaviy tarkibni o‘rganish uchun rentgen-fazaviy tahlil (XRD) usuli qo‘llanildi. Shuningdek, zarrachalarning morfologik tuzilishi va elementlarning taqsimlanish xususiyatlari skanerlovchi elektron mikroskopiya (SEM) hamda energiya-dispersiv rentgen spektroskopiyasi (EDS) yordamida tahlil qilindi.

Keyingi bosqichda qo‘rg‘oshin saqlovchi texnogen chiqindilarni gidrometallurgik qayta ishlash imkoniyatlari o‘rganildi. Bunda qo‘rg‘oshin birikmalarining kimyoviy va mineralogik xususiyatlaridan kelib chiqib, ularni eritmaga o‘tkazish uchun mos reagentlar va texnologik sharoitlarni tanlash nazarda tutildi. Tanlab eritish jarayonining samaradorligiga reagent konsentratsiyasi, harorat, jarayon davomiyligi, suyuq va qattiq fazalar nisbati hamda aralashtirish tezligining ta’sirini aniqlash tadqiqotning asosiy yo‘nalishlaridan biri sifatida belgilandi. Tajribalar natijasida qo‘rg‘oshin birikmalarining erish darajasi va boshqa metall komponentlarning eritmaga o‘tish xususiyatlarini baholash ko‘zda tutildi.

Tanlab eritish jarayoni yakunlangach, hosil bo‘lgan suyuq va qattiq fazalar filtrlash orqali ajratiladi. Olingan eritma tarkibidagi qo‘rg‘oshin miqdori va boshqa metall ionlari konsentratsiyasi analitik usullar yordamida aniqlanadi. Eritmadan qo‘rg‘oshinni ajratib olish uchun selektiv cho‘ktirish yoki boshqa mos gidrometallurgik usullardan foydalanish imkoniyatlari baholanadi. Bunda qo‘rg‘oshin birikmalarini alohida mahsulot sifatida olish, hosil bo‘lgan cho‘kmaning kimyoviy tarkibi va tozaligini aniqlash hamda texnologik jarayonning samaradorligini baholashga alohida e’tibor qaratiladi.

Tadqiqot natijalarini baholashda qo‘rg‘oshinning eritmaga o‘tish darajasi, ajratib olish koeffitsiyenti, reagentlar sarfi va moddiy balans ko‘rsatkichlari hisobga olinadi. Qo‘rg‘oshinni ajratib olish darajasi quyidagi formula asosida aniqlanadi:

$$\eta_{Pb} = \frac{m_{Pb,\,ajratilgan}}{m_{Pb,\,dastlabki}} \times 100\%$$

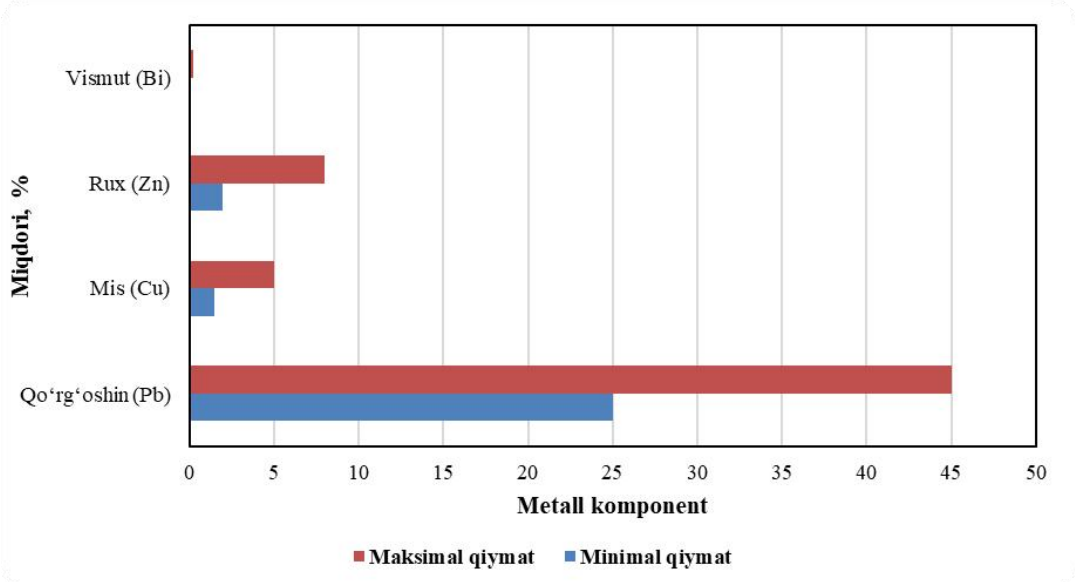
buyerda: η_{Pb} - qo‘rg‘oshinni ajratib olish darajasi (%). m_{Pb}, ajratilgan - ajratib olingan qo‘rg‘oshin massasi (g). m_{Pb}, dastlabki - dastlabki xomashyo tarkibidagi qo‘rg‘oshin massasi (g). 100% - natijani foizda ifodalash koeffitsiyenti.

Olingan eksperimental natijalar o‘zaro taqqoslanib, jarayonning eng maqbul texnologik sharoitlarini aniqlashga yo‘naltiriladi. Yakuniy bosqichda texnogen chiqindilar tarkibidagi qo‘rg‘oshin va uning birikmalarini ajratib olishning texnologik sxemasini shakllantirish, metallni qayta tiklash samaradorligini baholash hamda ikkilamchi chiqindilardan kompleks foydalanish imkoniyatlarini asoslash ko‘zda tutiladi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

O‘tkazilgan ilmiy tahlillar shuni ko‘rsatadiki, mis eritish korxonalarida hosil bo‘ladigan konverter changlari qo‘rg‘oshin va uning birikmalarini ajratib olish uchun istiqbolli ikkilamchi xomashyo hisoblanadi. Tadqiqot uchun asos sifatida olingan konverter changining kimyoviy tarkibi tahlil qilinganda, unda qo‘rg‘oshin miqdori 25–45 % ni, mis 1,5–5,0 % ni, rux 2,0–8,0 % ni, vismut 0,1–0,25 % ni tashkil etishi aniqlangan. Bunday tarkib xomashyoni kompleks qayta ishlash va undagi metall komponentlarni alohida mahsulotlar ko‘rinishida ajratib olish imkoniyatlari mavjudligini ko‘rsatadi.

Xomashyoning granulometrik tarkibini o‘rganish natijalariga ko‘ra, konverter changining asosiy qismi 0,074 mm dan kichik zarrachalardan tashkil topgan bo‘lib, o‘rtacha zarracha o‘lchami (d50) taxminan 15 mkm ni tashkil etadi. Zarrachalarning yuqori dispersligi ularning solishtirma sirt yuzasini oshiradi va gidrometallurgik jarayonlarda reagentlar bilan o‘zaro ta’sirlashish sharoitini yaxshilaydi. Shu bilan birga, mayda dispers zarrachalarning aglomeratsiyalanishi va filtrlash jarayonidagi xususiyatlarini ham hisobga olish talab etiladi. Mazkur omillar qo‘rg‘oshin birikmalarini ajratib olish texnologiyasining samaradorligini belgilovchi muhim ko‘rsatkichlar hisoblanadi.



1-rasm. Konverter changi tarkibidagi asosiy metall komponentlarning minimal va maksimal miqdor ko‘rsatkichlari (%).

Rentgen-fazaviy tahlil (XRD) natijalari konverter changining murakkab mineralogik tarkibga ega ekanligini ko‘rsatadi. Xomashyo tarkibida $PbSO_4$, Bi_2O_3, $Bi_2O(SO_4)_3$, Cu_2SO_4, CuO, Fe_3O_4 va Fe_2O_3 kabi birikmalar mavjudligi aniqlangan. Ayniqsa, qo‘rg‘oshinning $PbSO_4$ shaklida mavjudligi uni

boshqa metall birikmalaridan ajratib olish jarayonida muhim ahamiyatga ega. Chunki qo‘rg‘oshin sulfatning qiyin eruvchanligi oddiy kislotali tanlab eritish jarayonida uning eritmaga o‘tishini cheklashi mumkin. Shu sababli qo‘rg‘oshin saqlovchi fazalarning kimyoviy xususiyatlarini hisobga olgan holda maxsus gidrometallurgik qayta ishlash usullarini tanlash zarur.

Konverter changini dastlabki qayta ishlashda sulfat kislotali tanlab eritish usulining samaradorligi ham muhim natijalarni ko‘rsatgan. Manba maqolada sulfat kislotaning 50 g/l konsentratsiyasida, xona haroratida va 60 daqiqa davomida olib borilgan jarayonda misning eritmaga o‘tish darajasi 80–90 % ga yetgan. Bunda vismutning asosiy qismi qattiq qoldiqda saqlanib qolgan va uning miqdori taxminan 5,3 % gacha oshgan. Ushbu natijalar texnogen xomashyoni bosqichma-bosqich qayta ishlash va metall komponentlarni ularning eruvchanlik xususiyatlariga qarab ajratish imkoniyatini tasdiqlaydi.

Qo‘rg‘oshin birikmalarini ajratib olish nuqtayi nazaridan ushbu natijalar alohida ilmiy ahamiyatga ega. Sulfat kislotali tanlab eritish jarayonida mis va ruxning eritmaga o‘tishi, qiyin eruvchan qo‘rg‘oshin birikmalarining esa qattiq fazada saqlanishi ehtimoli keyingi texnologik bosqichlarda qo‘rg‘oshinni boyitish uchun qulay sharoit yaratishi mumkin. Biroq qo‘rg‘oshinning qattiq qoldiqda saqlanish darajasi va uning miqdoriy o‘zgarishini aniqlash uchun dastlabki xomashyo hamda tanlab eritishdan keyingi qoldiqning kimyoviy tarkibini alohida tahlil qilish talab etiladi.

Olingan ilmiy ma’lumotlar asosida qo‘rg‘oshin va uning birikmalarini ajratib olish texnologiyasini bir necha ketma-ket bosqichda tashkil etish maqsadga muvofiq deb hisoblanadi. Birinchi bosqichda konverter changining kimyoviy va mineralogik tarkibi aniqlanadi. Ikkinchi bosqichda mis va rux kabi nisbatan oson eritmaga o‘tuvchi komponentlarni selektiv tanlab eritish orqali ajratish ko‘zda tutiladi. Uchinchi bosqichda qo‘rg‘oshin saqlovchi qattiq qoldiq alohida qayta ishlanib, undagi $PbSO_4$ va boshqa qo‘rg‘oshin birikmalarini eritmaga o‘tkazish uchun mos reagentlar hamda texnologik sharoitlar tanlanadi. Keyingi bosqichda eritmadagi qo‘rg‘oshin ionlarini selektiv cho‘ktirish yoki boshqa gidrometallurgik usullar yordamida ajratib olish imkoniyatlari baholanadi.

Taklif etilayotgan texnologik yondashuvning samaradorligini baholashda reagent konsentratsiyasi, harorat, tanlab eritish davomiyligi, suyuq va qattiq fazalar nisbati hamda aralashtirish tezligi kabi parametrlarning ta’sirini o‘rganish muhim hisoblanadi. Shuningdek, qo‘rg‘oshinning eritmaga o‘tish darajasi, ajratib olingan mahsulotning kimyoviy tarkibi, reagentlar sarfi va moddiy balans ko‘rsatkichlari asosiy baholash mezonlari sifatida qabul qilinadi.

Umuman olganda, tahlil natijalari mis eritish korxonalarining konverter changlari qo‘rg‘oshin va uning birikmalarini olish uchun muhim ikkilamchi xomashyo ekanligini ko‘rsatadi. Xomashyoning yuqori qo‘rg‘oshin miqdori, murakkab fazaviy tarkibi va mayda dispers tuzilishi uni bosqichma-bosqich gidrometallurgik qayta ishlash zarurligini asoslaydi. Shu bois selektiv tanlab eritish, qattiq qoldiqni qayta ishlash va qo‘rg‘oshinni eritmadan ajratib olish jarayonlarini o‘zaro uyg‘unlashtirish orqali texnogen chiqindilardan qo‘rg‘oshin va uning birikmalarini kompleks ajratib olish texnologiyasini yaratish istiqbolli yo‘nalish hisoblanadi.

XULOSA

O‘tkazilgan tahlillar natijasida mis eritish korxonalarida hosil bo‘ladigan konverter changlari qo‘rg‘oshin va uning birikmalarini ajratib olish uchun istiqbolli ikkilamchi xomashyo ekanligi aniqlandi. Xomashyo tarkibida qo‘rg‘oshin miqdorining 25–45 % ni tashkil etishi, shuningdek, mis (1,5–5,0 %), rux (2,0–8,0 %) va vismut (0,1–0,25 %) kabi metallarning mavjudligi chiqindilarni kompleks qayta ishlash zarurligini ko‘rsatadi. Mineralogik tahlil natijalarida qo‘rg‘oshinning $PbSO_4$ shaklida uchrashi uni boshqa metall komponentlardan selektiv ajratib olish jarayonida muhim texnologik omil ekanligi asoslandi.

Tadqiqot natijalari asosida konverter changlarini bosqichma-bosqich gidrometallurgik qayta ishlash, dastlab mis va ruxni tanlab eritish, keyingi bosqichda esa qo‘rg‘oshin saqlovchi qattiq qoldiqni alohida qayta ishlash istiqbolli texnologik yo‘nalish sifatida belgilandi. Bunda reagent konsentratsiyasi, harorat, jarayon davomiyligi va suyuq-qattiq fazalar nisbatini optimallashtirish qo‘rg‘oshinni ajratib

olish samaradorligini oshirishda muhim ahamiyatga ega. Taklif etilgan yondashuv texnogen chiqindilar tarkibidagi metall resurslardan kompleks foydalanish, ikkilamchi xomashyo bazasini kengaytirish va metallurgiya chiqindilarining atrof-muhitga salbiy ta'sirini kamaytirish uchun ilmiy-amaliy asos bo'lib xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Eshonkulov U.X.U., Xakberdiyev D.K.U. Предварительная гидрометаллургическая переработка конвертерной пыли медеплавильного производства методом сернокислотного выщелачивания // Universum: технические науки. – 2026. – № 8 (149).
2. Saidakhmedov A.A. va boshq. Исследование распределения дисперсных частиц ценных компонентов при переработке конвертерной пыли медеплавильных заводов // Sanoatda raqamli texnologiyalar. – 2024. – Т. 2. – С. 49–56.
3. Saidakhmedov A.A., Khudoyarov S.R., Mirzanova Z.A. Разработка технологии получения свинца из конвертерной пыли // ТЕСНика. – 2020. – С. 20–23.
4. Yusupkhodjaev A.A. Научно-технические основы технологий переработки техногенных отходов. – Ташкент: ТГТУ, 2019.
5. Caplan M. et al. Hydrometallurgical leaching of copper flash furnace electrostatic precipitator dust for the separation of copper from bismuth and arsenic // Metals. – 2021. – Vol. 11. – No. 2.
6. Dosmukhamedov N., Zholdasbay E., Argyn A. Extraction of Pb, Cu, Zn and As from fine dust of copper smelting industry via leaching with sulfuric acid // Sustainability. – 2023. – Vol. 15.
7. Gao W. et al. Comprehensive recovery of valuable metals from copper smelting open-circuit dust with a clean and economical hydrometallurgical process // Chemical Engineering Journal. – 2021. – Vol. 424.
8. Nakhaei F. et al. Characterization and leaching feasibility studies of copper flue dust for the recovery of main and trace metals // Journal of Sustainable Metallurgy. – 2025. – Vol. 11. – P. 2215–2235.
9. Wang X. et al. Valuable metals recovery and hazardous waste elimination from copper smelting dusts: A review // Separation and Purification Technology. – 2025.
10. Wu J.Y., Chang F.C., Wang H.P., Tsai M.J., Ko C.H., Chen C.C. Selective leaching process for the recovery of copper and zinc oxide from copper-containing dust // Environmental Technology. – 2015. – Vol. 36. – P. 2952–2958.
11. Zhang Y., Feng X., Qian L., Luan J., Jin B. Separation of arsenic and extraction of zinc and copper from high-arsenic copper smelting dusts by alkali leaching followed by sulfuric acid leaching // Journal of Environmental Chemical Engineering. – 2021. – Vol. 9.