

MIS VA KADMIY IONLARINI SANOAT CHIQINDILARIDAN KOMPLEKS AJRATIB OLISHNING KIMYOVIY-TEXNOLOGIK ASOSLARI

Abdullayeva Nigina Abdulhakimovna

Olmalik Davlat Texnika Instituti

Kimyoviy texnologiyalar

kafedrası 2-bosqich talabasi

Email: niginaabdullayeva2026@gmail.com

Ilmiy rahbar: **Mirzaxmedov Rustamjon Mirxamidovich**

Kimyo fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent

Olmalik Davlat Texnika Instituti

"Matematika va tabiiy fanlar " kafedrası mudiri.

Abduqaxxorova Nilufar Ikrom qizi

Olmalik Davlat Texnika Instituti

Kimyoviy texnologiyalar

kafedrası 1-bosqich talabasi

Annotatsiya. Ushbu maqolada metallurgiya sanoatida hosil bo'ladigan mis va kadmiy saqlovchi texnogen chiqindilarni kompleks qayta ishlash hamda ulardan qimmatli metall ionlarini ajratib olishning kimyoviy-texnologik asoslari o'rganilgan. Tadqiqotda sanoat keklari va texnologik oqova suvlari tarkibidagi Cu(II) va Cd(II) ionlarini tanlab eritish, cho'ktirish, ekstraksiya va elektrokimyoviy qayta tiklash usullari tahlil qilindi. Metall ionlarining eritmaga o'tish qonuniyatlari, ekstraksiya jarayonining fizik-kimyoviy parametrlari va ajratish samaradorligiga ta'sir etuvchi omillar o'rganildi. Olingan natijalar sanoat chiqindilaridan mis va kadmiy ionlarini selektiv ajratib olishning samarali texnologik sxemasini ishlab chiqish imkonini beradi. Taklif etilgan texnologiya qimmatli metallarning qayta tiklanish darajasini oshirish bilan bir qatorda atrof-muhitga salbiy ta'sirni kamaytirishga xizmat qiladi.

Kalit soʻzlar: mis, kadmiy, texnogen chiqindilar, gidrometallurgiya, ekstraksiya, sementatsiya, elektroliz, ogʻir metallar, kimyoviy texnologiya.

Kirish. Jahon miqyosida sanoat ishlab chiqarishining rivojlanishi natijasida hosil boʻlayotgan texnogen chiqindilar miqdori yil sayin ortib bormoqda. Metallurgiya sanoati ushbu chiqindilarning asosiy manbalaridan biri hisoblanadi. Rangli metallurgiya korxonalarida hosil boʻladigan keklar, shlamlar, filtr qoldiqlari va texnologik oqava suvlari tarkibida katta miqdorda qimmatli metall komponentlari mavjud boʻlib, ularni qayta ishlash iqtisodiy va ekologik jihatdan muhim ahamiyat kasb etadi. Mis va kadmiy sanoat uchun muhim strategik metallar hisoblanadi. Mis elektr texnikasi, elektronika, mashinasozlik va energetika tarmoqlarida keng qoʻllanilsa, kadmiy akkumulyatorlar, korroziyaga chidamli qoplamalar, yarimoʻtkazgich materiallar va maxsus qotishmalar ishlab chiqarishda ishlatiladi. Shu bilan birga kadmiy yuqori toksiklikka ega boʻlib, uning atrof-muhitga tarqalishi ekologik muammolarni keltirib chiqaradi. Texnogen chiqindilar tarkibidagi Cu(II) va Cd(II) ionlarini qayta tiklash bir tomondan qimmatli metall resurslarini saqlab qolishga xizmat qilsa, ikkinchi tomondan ekologik xavfsizlikni taʼminlaydi. Shu sababli sanoat chiqindilaridan mis va kadmiy ionlarini ajratib olishning samarali va ekologik maqbul texnologiyalarini ishlab chiqish dolzarb ilmiy-amaliy masala hisoblanadi.

Soʻnggi yillarda gidrometallurgik usullar metall saqlovchi chiqindilarni qayta ishlashda eng istiqbolli yoʻnalishlardan biri sifatida qaralmoqda. Ushbu usullar tarkibidagi qimmatli komponentlarni eritmaga oʻtkazish, selektiv ajratish va yuqori tozalikdagi mahsulotlar olish imkonini beradi. Ayniqsa ekstraksiya, ion almashinish, sementatsiya va elektroliz jarayonlari ogʻir metall ionlarini qayta ishlashda keng qoʻllanilmoqda.

Tadqiqotning dolzarbligi. Bugungi kunda metallurgiya korxonalarida hosil boʻladigan chiqindilar tarkibidagi mis va kadmiy ionlarining katta qismi yoʻqotilmoqda yoki chiqindixonalarga joylashtirilmoqda. Bu esa nafaqat qimmatli metallarning yoʻqolishiga, balki tuproq va suv resurslarining ifloslanishiga ham sabab boʻladi. Kadmiy ionlari ekologik jihatdan eng xavfli ogʻir metallardan biri boʻlib, tirik organizmlarda bioakkumulyatsiyalanish xususiyatiga ega. Mis ionlarining ortiqcha miqdorda toʻplanishi

ham ekologik tizimlarga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Shu sababli Cu(II) va Cd(II) ionlarini texnologik eritmalardan ajratish va qayta tiklash muhim vazifalardan biri hisoblanadi. Mavjud texnologiyalarning ko'pchiligi faqat bitta metallni ajratishga yo'naltirilgan bo'lib, kompleks qayta ishlash samaradorligi yetarli darajada emas. Shuning uchun mis va kadmiy ionlarini bir vaqtning o'zida qayta ishlashning ilmiy asoslangan texnologik sxemasini yaratish muhim ahamiyatga ega.

Tadqiqotning maqsadi. Metallurgiya sanoati chiqindilari tarkibidagi Cu(II) va Cd(II) ionlarini tanlab eritish, selektiv ajratish, konsentrlash va metall holatigacha qaytarishning samarali gidrometallurgik texnologiyasini ishlab chiqish hamda jarayonning fizik-kimyoviy qonuniyatlarini o'rganish.

Tadqiqot obyekti

Tadqiqot obyekti sifatida metallurgiya korxonalarida hosil bo'ladigan: - mis saqllovchi sanoat keklari; kadmiy saqllovchi texnologik cho'kmalar; texnologik oqova suvlari; gidrometallurgik ishlab chiqarish qoldiqlari tanlandi. Tadqiqot metodikasi Tadqiqotlar metallurgiya korxonalarida hosil bo'ladigan mis va kadmiy saqllovchi texnogen chiqindilar asosida laboratoriya sharoitida olib borildi. Namunalarning kimyoviy tarkibi dastlab fizik-kimyoviy tahlil usullari yordamida o'rganildi. Namunalardagi Cu(II) va Cd(II) ionlari miqdori ICP-OES (iCAP 7000) usulida aniqlandi. Fazaviy tarkib rentgen difraksion (XRD) usul yordamida o'rganildi. Eritmalarning optik zichligi spektrofotometrik usulda nazorat qilindi. Tadqiqot bir necha bosqichda amalga oshirildi:

Tanlab eritish bosqichi Sanoat chiqindilarini eritmaga o'tkazish maqsadida sulfat kislotali eritish usuli qo'llanildi. Jarayon quyidagi sharoitlarda olib borildi: H₂SO₄ konsentratsiyasi – 60–90 g/l; Harorat – 25–65°C;

Eritish davomiyligi – 20–24 soat; Qattiq va suyuq fazalar nisbati – 1:5; pH – 1,0–3,0. Jarayon davomida mis va kadmiy ionlarining eritmaga o'tish darajasi muntazam ravishda nazorat qilindi. Sementatsiya bosqichi Eritmalardagi qo'shimcha metall ionlarini kamaytirish maqsadida temir kukuni yordamida sementatsiya jarayoni amalga

oshirildi. Jarayon parametrlari; $\text{pH} = 1,5-5,5$; davomiylik 4–12 soat; harorat 20–30°C. Natijada eritmaning keyingi ekstraksiya bosqichiga mos tarkib hosil qilindi.

Ekstraksiya bosqichi Cu(II) va Cd(II) ionlarini selektiv ajratish uchun organik ekstragentlardan foydalanildi. Jarayon davomida ekstraksiya samaradorligiga pH , harorat va kontakt vaqtining ta'siri o'rganildi. Ekstraksiya parametrlari: harorat 20–50°C; kontakt vaqti 2–10 minut; pH 1,0–6,0; organik va suvli fazalar nisbati 1:1. Elektrokimyoviy qayta tiklash Ajratilgan metall ionlarini metall holatigacha qaytarish elektroliz usulida amalga oshirildi. Jarayon sharoitlari: tok kuchi – 2,0–2,5 A; kuchlanish – 6–8 V; harorat – 45–50°C; pH – 3,0–4,5.

Katod yuzasida cho'kkan metallarning massasi gravimetrik usulda aniqlandi. Natijalar va muhokama. Mis va kadmiy ionlarini eritmaga o'tkazish qonuniyatlari Tadqiqot natijalari sanoat chiqindilari tarkibidagi mis va kadmiy ionlarining sulfat kislotali muhitda yaxshi erishini ko'rsatdi. Haroratning ortishi bilan metallarning eritmaga o'tish darajasi oshishi kuzatildi. 60–65°C haroratda Cu(II) va Cd(II) ionlarining asosiy qismi eritmaga o'tishi aniqlandi. Buning sababi harorat ortishi bilan massa almashinish tezligining oshishi va qattiq fazaning parchalanishidir.

Eritma tarkibida mis ionlari kadmiy ionlariga nisbatan tezroq erishi kuzatildi. Bu ularning kimyoviy faolligi va birikmalarining eruvchanligi bilan izohlanadi. Sementatsiya jarayonining ta'siri Temir ishtirokidagi sementatsiya natijasida eritmadagi ayrim aralash metall ionlarining miqdori kamaydi.

Jarayon natijasida: eritma tarkibi tozalandi; maqsadli komponentlar konsentratsiyasi ortdi; ekstraksiya bosqichining samaradorligi yaxshilandi. Ayniqsa mis ionlarini ajratib olishda sementatsiya muhim texnologik bosqich ekanligi aniqlandi.

Cu(II) ionlarini ajratish Tadqiqotlar davomida mis ionlari ekstraksiya jarayonida yuqori faollik namoyon qilishi kuzatildi. pH qiymati ortishi bilan mis ionlarining organik fazaga o'tishi tezlashdi. pH 3,5–5,0 oralig'ida ekstraksiya samaradorligi maksimal qiymatlarga erishdi. Mis ionlari organik ekstragentlar bilan barqaror komplekslar hosil qilishi sababli selektiv ajratish imkoniyati yuzaga keldi.

Ekstraksiya jarayonidan so'ng mis ionlari reekstraksiya orqali qayta ajratib olinib, elektroliz bosqichiga yuborildi. Cd(II) ionlarini ajratish Kadmiy ionlari ham ekstraksiya jarayonida yuqori samaradorlik bilan ajratildi. Tadqiqot natijalari pH muhitining kadmiy ekstraksiyasiga kuchli ta'sir ko'rsatishini ko'rsatdi. pH qiymati 4,5–6,0 oralig'ida bo'lganda maksimal ajratish darajasi kuzatildi.

Cd(II) ionlarining organik fazaga o'tishi natijasida eritmadagi kadmiy miqdori sezilarli kamaydi. Bu esa texnologik oqava suvlarning ekologik xavfsizligini oshirish imkonini berdi. Elektroliz natijalar Elektroliz jarayonida Cu(II) va Cd(II) ionlari metall holatiga qaytarildi. Katod yuzasida hosil bo'lgan metall qatlamlarining fizik holati va massasi gravimetrik usulda baholandi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, elektroliz usuli yordamida yuqori tozalikdagi metall mahsulot olish mumkin.

Ajratib olingan mis elektr texnika va metallurgiya sanoatida, kadmiy esa akkumulyator va qoplama materiallari ishlab chiqarishda foydalanilishi mumkin. Tadqiqotning ilmiy yangiligi Mis va kadmiy saqlovchi texnogen chiqindilarni kompleks qayta ishlashning fizik-kimyoviy qonuniyatlari aniqlandi.

Cu(II) va Cd(II) ionlarini selektiv ajratishning optimal texnologik parametrlari ishlab chiqildi. Eritish–sementatsiya–ekstraksiya–elektroliz bosqichlaridan iborat. kompleks texnologik sxema taklif qilindi. Oqartirilgan texnologik eritmalaridan mis va kadmiy ionlarini qayta tiklashning samarali usuli yaratildi. Taklif etilgan texnologiya ekologik va iqtisodiy samaradorligi asoslandi. Tadqiqotning amaliy ahamiyati Taklif etilgan texnologiya metallurgiya sanoatida hosil bo'ladigan mis va kadmiy saqlovchi chiqindilarni kompleks qayta ishlash imkonini beradi. Texnologik sxemaning asosiy afzalligi shundaki, unda qimmatli metall komponentlar bir vaqtning o'zida ajratib olinadi va qayta ishlab chiqarish jarayoniga qaytariladi.

Ishlab chiqilgan texnologiya quyidagi amaliy natijalarga erishish imkonini beradi: texnogen chiqindilar hajmini kamaytirish; qimmatli metallarning yo'qotilishini oldini olish; mis va kadmiy metallari olish samaradorligini oshirish;

oqova suvlar tarkibidagi toksik komponentlarni kamaytirish; ekologik xavfsizlik darajasini oshirish; metallurgiya korxonalarining iqtisodiy samaradorligini

yaxshilash. Mazkur texnologiya Olmaliq kon-metallurgiya kombinati AJ hamda rangli metallurgiya sanoatining boshqa korxonalarida qo'llanilishi mumkin.. Texnologik sxemaning afzalliklari Taklif etilgan texnologik jarayon quyidagi bosqichlardan iborat: Sanoat chiqindisi → Tanlab eritish → Filtrlash → Sementatsiya → Ekstraksiya → Reekstraksiya → Elektroliz → Metall mahsulot. Mazkur texnologik sxemaning afzalliklari: jarayonning selektivligi yuqori;

qimmatli komponentlarning qayta tiklanish darajasi yuqori; reagent sarfi nisbatan kam; sanoat sharoitida joriy qilish imkoniyati mavjud;

ekologik xavfsiz texnologiya hisoblanadi. Kompleks qayta ishlash natijasida texnologik eritmalar tarkibidagi Cu(II) va Cd(II) ionlari samarali ajratib olinadi hamda yuqori tozalikdagi metall mahsulotlar olinadi..

Iqtisodiy samaradorlik. Metallurgiya korxonalarida hosil bo'ladigan texnogen chiqindilar tarkibida katta miqdorda qimmatli metallar mavjud. Ularni qayta ishlash qo'shimcha xomashyo manbai yaratadi.

Mis metallining elektr sanoati, energetika va mashinasozlikdagi ahamiyati yuqori bo'lib, unga bo'lgan talab yildan-yilga ortib bormoqda. Kadmiy esa akkumulyator ishlab chiqarish, korroziyaga qarshi qoplamalar va maxsus qotishmalar tayyorlashda qo'llaniladi. Taklif etilgan texnologiya asosida: chiqindilarni saqlash xarajatlari kamayadi; qimmatli metallarning yo'qotilishi qisqaradi; qo'shimcha metall mahsulot olish imkoniyati yaratiladi; import qilinadigan ayrim xomashyolarga ehtiyoj kamayadi; korxona rentabelligi oshadi. Texnologiya joriy etilishi iqtisodiy foyda bilan bir qatorda ekologik samaradorlikni ham ta'minlaydi.

Xulosa.

Metallurgiya sanoatida hosil bo'ladigan texnogen chiqindilar tarkibida mis va kadmiy kabi qimmatli metall komponentlarning mavjudligi ularni qayta ishlashning ilmiy asoslangan texnologiyalarini ishlab chiqishni talab etadi.

Tadqiqot davomida sanoat chiqindilaridan Cu(II) va Cd(II) ionlarini ajratib olishning fizik-kimyoviy qonuniyatlari o'rganildi hamda tanlab eritish, sementatsiya, ekstraksiya va elektroliz bosqichlaridan iborat kompleks texnologik sxema ishlab chiqildi. Olingan

natijalar sulfat kislotali muhitda metall ionlarini eritmaga o'tkazish samaradorligi yuqori ekanligini ko'rsatdi. Temir ishtirokida amalga oshirilgan sementatsiya jarayoni eritmalarni tozalash va maqsadli komponentlarni konsentrlash imkonini berdi. Ekstraksiya bosqichida Cu(II) va Cd(II) ionlarini selektiv ajratishning optimal sharoitlari aniqlandi. Elektroliz usuli yordamida esa metall ionlari metall holatigacha qaytarildi va yuqori tozalikdagi mahsulotlar olindi. Taklif etilgan texnologiya sanoat chiqindilarini kompleks qayta ishlash, qimmatli metall resurslarini qayta tiklash hamda atrof-muhitga salbiy ta'sirni kamaytirish imkonini beradi. Shunday qilib, mis va kadmii ionlarini sanoat chiqindilaridan kompleks ajratib olishning ishlab chiqilgan kimyoviy-texnologik yondashuvi metallurgiya sanoatida resurs tejamkor va ekologik xavfsiz texnologiyalarni rivojlantirishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Foydalanilgan adabiyotlar.

1. Gupta C.K., Mukherjee T.K. Hydrometallurgy in Extraction Processes. – Boca Raton: CRC Press, 1990. – 284 p.
2. Habashi F. Handbook of Extractive Metallurgy. – Weinheim: Wiley-VCH, 1997. – 681 p.
3. Ritcey G.M. Solvent Extraction: Principles and Applications to Process Metallurgy. – Amsterdam: Elsevier, 2006. – 456 p.
4. Rydberg J., Cox M., Musikas C., Choppin G.R. Solvent Extraction Principles and Practice. – New York: CRC Press, 2004. – 904 p.
5. Davenport W.G. Extractive Metallurgy of Copper. – 5th ed. – Amsterdam: Elsevier, 2011. – 648 p.
6. Rao S.R. Resource Recovery and Recycling from Metallurgical Wastes. – Amsterdam: Elsevier, 2006. – 560 p.
7. Sole K.C., Cole P.M. Solvent Extraction of Copper and Cadmium from Sulfate Solutions // Hydrometallurgy. – 2002. – Vol. 64. – No. 1. – P. 1–15.
8. Preston J.S. Solvent Extraction Processes for Base Metals // Hydrometallurgy. – 1985. – Vol. 14. – No. 2. – P. 171–188.

9. Cheng C.Y. Hydrometallurgical Processing of Metal-Bearing Wastes // Hydrometallurgy. – 2000. – Vol. 56. – No. 3. – P. 369–385.
10. Wang L., Lee M.S. Recovery of Copper and Cadmium from Industrial Solutions // Hydrometallurgy. – 2020. – Vol. 195. – Article 105397.
11. Li Q., Wang X. Advances in Heavy Metal Recovery Technologies // Separation and Purification Technology. – 2022. – Vol. 298. – Article 121621.
12. Sun X., Ji Y., Hu F. Recovery of Valuable Metals from Industrial Wastes // Journal of Cleaner Production. – 2021. – Vol. 321. – Article 128914.
13. Zhang Y., Liu H. Sustainable Recovery of Heavy Metals from Secondary Resources // Hydrometallurgy. – 2023. – Vol. 219. – Article 106103.
14. Chen X., Zhao Z. Recovery of Cadmium from Industrial Wastewater // Journal of Environmental Chemical Engineering. – 2022. – Vol. 10. – No. 6. – Article 108734.
15. Xu H., Chen J. Metal Recovery Technologies from Metallurgical Wastes // Minerals. – 2024. – Vol. 14. – No. 2. – P. 145–162.
16. Vogel A.I. Quantitative Chemical Analysis. – 6th ed. – Harlow: Pearson Education, 2000. – 800 p.
17. Skoog D.A., Holler F.J., Crouch S.R. Principles of Instrumental Analysis. – 7th ed. – Boston: Cengage Learning, 2018. – 1072 p.
18. Niyazov A.N. Rangli metallurgiya asoslari. – Toshkent: O‘qituvchi, 2020. – 312 b.
19. Rahimov A.R. Gidrometallurgik jarayonlar nazariyasi va amaliyoti. – Toshkent: Fan va texnologiyalar, 2021. – 285 b.
20. Mirzaxmedov R.M. Og‘ir metall ionlarini ajratish va konsentrlash texnologiyalari. – Toshkent: Innovatsion rivojlanish nashriyoti, 2022. – 248 b.