UNIVERSAL JOURNAL OF MEDICAL AND NATURAL SCIENCES
ISSN 2992-8826
https://sr-journals.org/index.php/UJMANS

Kobalt saqlovchi sanoat chiqindilarini kompleks qayta ishlashning kimyoviy-texnologik asoslari

Abdullayeva Nigina Abdulhakimovna
Olmaliq Davlat Texnika Instituti, Kimyo muhandislik yo'nalishi bakalavri
E-mail: niginaabdullayeva2026@gmail.com
Abduqaxxorova Nilufar Ikrom qizi
Olmaliq Davlat Texnika Instituti, Kimyo muhandislik yo'nalishi bakalavri

Annotatsiya. Ushbu maqolada Olmaliq KMK AJ tarkibida hosil bo'ladigan kobalt saqlovchi texnogen chiqindilarni kompleks qayta ishlashning kimyoviy-texnologik asoslari o'rganilgan. Tadqiqot davomida kadmiy-kobalt-nikel keklari, gidrat keklari va texnologik oqova suvlari tarkibidagi Co(II), Ni(II), Cu(II) hamda Cd(II) ionlarini selektiv ajratish, konsentrlash va qayta tiklash jarayonlari tadqiq qilindi. Metall ionlarini aniqlashda ICP-OES, XRD va elektrokimyoviy usullardan foydalanildi. Cyanex 272 ekstragenti yordamida kobalt ionlarini selektiv ekstraksiyalashning optimal sharoitlari aniqlandi. Natijada qimmatli metall komponentlarini qayta tiklashga asoslangan samarali va ekologik xavfsiz texnologiya ishlab chiqildi.

Kalit so'zlar: Kobalt, nikel, kadmiy, mis, texnogen chiqindilar, Cyanex 272, ekstraksiya, gidrometallurgiya, ICP-OES, kimyoviy texnologiya.

Аннотация. В статье исследованы химико-технологические основы комплексной переработки кобальтсодержащих техногенных отходов АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат». Изучены процессы селективного извлечения, концентрирования и восстановления ионов Co(II), Ni(II), Cu(II) и Cd(II) из кеков и технологических сточных вод. Для анализа использованы методы ICP-OES, XRD и электрохимические исследования. Определены оптимальные условия экстракции кобальта с использованием экстрагента Cyanex 272. Разработана эффективная и экологически безопасная технология извлечения ценных металлов.

Ключевые слова. Кобальт, никель, кадмий, медь, техногенные отходы, Cyanex 272, экстракция, гидрометаллургия, ICP-OES, химическая технология.

Abstract This article investigates the chemical and technological basis of complex processing of cobalt-containing technogenic wastes generated at Almalyk Mining and Metallurgical Complex JSC. Selective leaching, concentration and recovery processes of Co(II), Ni(II), Cu(II) and Cd(II) ions from industrial cakes and wastewater were studied. ICP-OES, XRD and electrochemical methods were used for metal analysis. Optimal conditions for selective extraction of cobalt using Cyanex 272 were determined. An efficient and environmentally safe technology for recovering valuable metals was developed.

Keywords Cobalt, nickel, cadmium, copper, technogenic waste, Cyanex 272, extraction, hydrometallurgy, ICP-OES, chemical technology.

KIRISH. So'nggi yillarda elektromobilsozlik, qayta tiklanuvchi energetika, elektronika va yuqori texnologiyali materiallar ishlab chiqarishning jadal rivojlanishi natijasida kobalt, nikel va boshqa rangli metallarga bo'lgan talab . sezilarli darajada ortib bormoqda. Ayniqsa, kobalt litiy-ion akkumulyatorlari, maxsus qotishmalar, katalizatorlar va elektrotexnika mahsulotlari ishlab chiqarishda muhim strategik xomashyo hisoblanadi.Tabiiy mineral resurslarning kamayib borishi, rudalarni qazib olish xarajatlarining oshishi hamda ekologik muammolarning kuchayishi ikkilamchi xomashyo manbalaridan samarali foydalanishni dolzarb masalaga aylantirmoqda. Metallurgiya

korxonalarida hosil bo‘ladigan texnogen chiqindilar tarkibida sezilarli miqdorda kobalt, nikel, mis va kadmiy kabi qimmatli metall komponentlari mavjud bo‘lib, ularni qayta ishlash iqtisodiy va ekologik jihatdan katta ahamiyatga ega.Olmaliq kon-metallurgiya kombinati AJ korxonalarida hosil bo‘ladigan kadmiy-kobalt-nikel keklari, gidrat keklari va texnologik oqova suvlari tarkibida kobalt va unga yondosh metallar mavjud. Ushbu chiqindilarni kompleks qayta ishlash orqali qimmatli metallarni qayta tiklash, xomashyo resurslaridan samarali foydalanish hamda atrof-muhitga salbiy ta’sirni kamaytirish mumkin. Shu sababli kobalt saqlovchi sanoat chiqindilarini gidrometallurgik usullar asosida kompleks qayta ishlashning kimyoviy-texnologik asoslarini ishlab chiqish muhim ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi.

MAVZUGA OID ADABIYOTLARNING TAHLILI. Kobalt va nikel saqlovchi sanoat chiqindilarini qayta ishlash bo‘yicha so‘nggi yillarda ko‘plab ilmiy tadqiqotlar olib borilgan. Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, texnogen chiqindilar tarkibidagi qimmatli metall komponentlarini ajratib olishda gidrometallurgik usullar eng samarali texnologiyalardan biri hisoblanadi. Xususan, tanlab eritish, ekstraksiya, sementatsiya va elektrokimyoviy qayta tiklash jarayonlari keng qo‘llanilmoqda.G.M. Ritcey, F. Habashi va C.K. Gupta kabi olimlarning

tadqiqotlarida kobalt va nikel ionlarini eritmalardan ajratishda solvent ekstraksiya usulining yuqori samaradorligi ko‘rsatib berilgan. Cyanex 272, D2EHPA va Versatic Acid 10 kabi ekstragentlar yordamida Co(II) va Ni(II) ionlarini selektiv ajratish imkoniyatlari keng o‘rganilgan. Tadqiqot natijalariga ko‘ra Cyanex 272 ekstragenti kobalt ionlariga nisbatan yuqori selektivlikka ega bo‘lib, sanoat miqyosida keng qo‘llaniladi.Ayrim tadqiqotlarda mis, kadmiy va nikel saqlovchi metallurgiya chiqindilarini qayta ishlash texnologiyalari ishlab chiqilgan bo‘lsa-da, kobalt saqlovchi sanoat chiqindilarini kompleks qayta ishlash va bir vaqtning o‘zida bir nechta qimmatli metallarni ajratib olish masalalari yetarli darajada o‘rganilmagan. Shu sababli kobalt, nikel, mis va kadmiy ionlarini kompleks qayta ishlashning samarali texnologiyalarini ishlab chiqish dolzarb ilmiy yo‘nalishlardan biri hisoblanadi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI. Mazkur tadqiqotda Olmaliq kon-metallurgiya kombinati AJ korxonalarida hosil bo‘ladigan kobalt saqlovchi texnogen chiqindilarni kompleks qayta ishlashning kimyoviy-texnologik qonuniyatlarini aniqlash maqsadida eksperimental va analitik tadqiqot usullaridan foydalanildi. Tadqiqot obyekti sifatida kadmiy-kobalt-nikel keklari, gidrat keklari, mis va rux ishlab chiqarish jarayonlarining oraliq mahsulotlari hamda texnologik oqova suvlari tanlandi.

Dastlab namunalarning element va fazaviy tarkibini aniqlash maqsadida induktiv bog‘langan plazmali optik emissiya spektrometriyasi (ICP-OES, iCAP 7000) hamda rentgen difraksion tahlil (XRD) usullari qo‘llanildi. Olingan natijalar asosida chiqindilar tarkibidagi Co, Ni, Cu va Cd metallari miqdori hamda ularning oksid, gidroksid va kompleks birikmalar shaklidagi mavjudlik holati baholandi.

Metall ionlarini eritmaga o‘tkazish maqsadida sulfat kislotali muhitda tanlab eritish jarayonlari amalga oshirildi. Jarayon harorati 60–65°C oralig‘ida, eritish davomiyligi 20–24 soat davomida olib borildi. Eritishdan so‘ng hosil bo‘lgan suspenziyalar vakuum filtrlash usuli yordamida qattiq va suyuq fazalarga ajratildi. Eritmalardagi metall ionlarining konsentratsiyasi analitik usullar yordamida nazorat qilindi.

Eritmalardan aralash metall ionlarini bosqichma-bosqich ajratish uchun sementatsiya va ekstraksiya jarayonlari qo‘llanildi. Kobalt ionlarini selektiv ajratish maqsadida Cyanex 272 organofosforli ekstragenti ishlatildi. Ekstraksiya tajribalari turli pH qiymatlarida, organik va suvli fazalar nisbatlarini o‘zgartirish orqali olib borildi. Jarayon samaradorligi taqsimlanish koeffitsienti, ekstraksiya darajasi va ajratish koeffitsienti ko‘rsatkichlari asosida baholandi.

Ajratib olingan metall ionlarini metall holatigacha qaytarish uchun elektrokimyoviy cho‘ktirish usulidan foydalanildi. Elektroliz jarayonlari 45–50°C haroratda, pH 3,0–4,5 oralig‘ida, tok kuchi 2,1 A va kuchlanish 7,1 V sharoitlarida amalga oshirildi. Olingan metall cho‘kmalarining massasi gravimetrik usul yordamida aniqlanib, texnologik jarayonning umumiy samaradorligi hisoblab chiqildi.

TAHLIL VA NATIJALAR. Tadqiqotlar natijasida Olmaliq KMK AJ korxonalarida hosil bo‘ladigan texnogen chiqindilar tarkibida kobalt, nikel, mis va kadmiy metallari sezilarli miqdorda mavjudligi aniqlandi. ICP-OES tahlillari chiqindilar tarkibida Co, Ni, Cu va Cd ionlari bilan bir qatorda Fe, Zn va Sb kabi qo‘shimcha metall komponentlar ham mavjudligini ko‘rsatdi. XRD tahlillari esa metallarning asosan oksid, gidroksid va sulfat birikmalari shaklida uchrashini tasdiqladi.

Tanlab eritish jarayonida sulfat kislotali muhitning metall ionlarini eritmaga o‘tkazishda yuqori samaradorlikka ega ekanligi aniqlandi. Harorat 60–65°C va eritish davomiyligi 20–24 soat bo‘lganda kobalt va nikelning asosiy qismi eritmaga o‘tdi. Jarayon natijasida keyingi ajratish bosqichlari uchun qulay tarkibli texnologik eritmalar olindi.

Sementatsiya bosqichida eritma tarkibidagi ayrim aralash metall ionlari samarali ravishda cho‘ktirildi. Natijada mis ionlarining sezilarli qismi dastlabki bosqichda ajratib olinib, eritmaning selektivligi oshirildi. Bu esa keyingi ekstraksiya jarayonlarining samaradorligini ta’minladi.

Kobalt ionlarini Cyanex 272 ekstragenti yordamida ekstraksiyalash natijasida ekstraksiya samaradorligi eritma pH qiymatiga bevosita bog‘liq ekanligi aniqlandi. pH qiymati oshishi bilan kobalt ionlarining organik fazaga o‘tish darajasi ortib bordi va maksimal ekstraksiya samaradorligi pH=5,6 da kuzatildi. Ushbu sharoitlarda kobalt ionlari Cyanex 272 bilan barqaror kompleks birikmalar hosil qilib, organik fazaga yuqori darajada o‘tdi.

Kobalt va nikel ionlarini ajratish bo‘yicha o‘tkazilgan tajribalar Cyanex 272 ekstragenti kobaltga nisbatan yuqori selektivlikka ega ekanligini ko‘rsatdi. Natijada Co–Ni tizimida samarali ajratish amalga oshirildi va kobaltning konsentrlanish darajasi sezilarli oshdi.

Elektrokimyoviy qayta tiklash jarayonida metall ionlari katod yuzasida metall holatda cho‘ktirildi. Jarayonning optimal parametrlarida yuqori tozalikdagi metall mahsulotlar olindi. Gravimetrik tahlillar metallarning qayta tiklanish darajasi yuqori ekanligini tasdiqladi.

Hisob-kitob natijalariga ko‘ra ishlab chiqilgan texnologiyani sanoat miqyosida joriy etish orqali yiliga qo‘shimcha ravishda 7–9 tonna kobalt, 4,4–5,6 tonna nikel, 45–60 tonna mis va 52–67 tonna kadmiy ajratib olish mumkinligi aniqlandi. Bu esa korxonaning iqtisodiy samaradorligini oshirish va texnogen chiqindilar hajmini

XULOSA. O‘tkazilgan tadqiqotlar natijasida Olmaliq KMK AJ korxonalarida hosil bo‘ladigan kobalt saqlovchi texnogen chiqindilarni kompleks qayta ishlashning kimyoviy-texnologik asoslari ishlab chiqildi. Tadqiqot davomida chiqindilar tarkibidagi Co, Ni, Cu va Cd ionlarining fizik-kimyoviy holati o‘rganilib, ularni tanlab eritish, sementatsiya, ekstraksiya va elektrokimyoviy qayta tiklash usullari yordamida samarali ajratish imkoniyatlari aniqlandi.

ICP-OES va XRD tahlillari chiqindilar tarkibidagi qimmatli metall komponentlarni aniqlash hamda texnologik parametrlarni optimallashtirish imkonini berdi. Cyanex 272 ekstragenti yordamida kobalt ionlarini selektiv ekstraksiyalashning optimal sharoitlari aniqlandi va Co–Ni tizimida yuqori ajratish samaradorligiga erishildi.

Ishlab chiqilgan texnologiyani sanoat miqyosida qo‘llash natijasida yiliga qo‘shimcha ravishda 7–9 tonna kobalt, 4,4–5,6 tonna nikel, 45–60 tonna mis va 52–67 tonna kadmiy metallini qayta tiklash mumkinligi asoslandi. Taklif etilgan texnologiya qimmatli metall resurslaridan samarali foydalanish, texnogen chiqindilar hajmini kamaytirish hamda atrof-muhit muhofazasini ta’minlashga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Habashi F. Handbook of Extractive Metallurgy. – Weinheim: Wiley-VCH, 1997. – 1750 b.
2. Gupta C.K., Mukherjee T.K. Hydrometallurgy in Extraction Processes. – Boca Raton: CRC Press, 2018. – 520 b.
3. Ritcey G.M. Solvent Extraction: Principles and Applications to Process Metallurgy. – Amsterdam: Elsevier, 2006. – 1267 b.
4. Alguacil F.J. Recovery of cobalt from industrial solutions by solvent extraction // *Minerals Engineering*. – 2019. – Vol. 132. – P. 318–325.

5. Sole K.C., Cole P.M. Solvent extraction of cobalt and nickel by Cyanex 272 // *Hydrometallurgy*. – 2002. – Vol. 64. – P. 123–133.
6. Xolmurodov A.X., Karimov U.A. Gidrometallurgik jarayonlar nazariyasi va amaliyoti. – Toshkent: Fan, 2021.
7. Babayev A.A. Rangli metallurgiya chiqindilarini qayta ishlash texnologiyalari. – Toshkent: Innovatsiya, 2022.
8. Olmaliq KMK AJ texnologik reglamentlari va ishlab chiqarish hisobotlari. – Olmaliq, 2023–2025.