ISNN 3030-3907

2026
MAY
ISSUE - 5
VOLUME -11

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

MAY 2026
Issue - 5, VOLUME – 11

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

POLIMETALL RUDALARNI KOMPLEKS QAYTA ISHLASH JARAYONIDA KADMIY AJRATIB OLISHNING TEXNOLOGIK ASOSLARI

Eshonqulov Uchqun Xudoynazar o‘g‘li
Qarshi davlat texnika universiteti, (PhD) Dotsent.
Qarshi.sh
Chorshanbiyev Shohruh Bahrom o‘g‘li
Termiz davlat muhandislik va agritexnologiyalar universiteti Assistant.
Eshnazarov Mustafo Shoymardonovich
Termiz davlat muhandislik va agritexnologiyalar universiteti Katta o‘qituvchi.
Axmatov Sobir Farxof o‘g‘li
Termiz davlat muhandislik va agritexnologiyalar universiteti. Assistant.
Termiz.
Tel: +99899 333 99 22
E-mail: shohruhchorshanbiyev7@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada polimetall rudalar tarkibidan rangli, nodir va noyob metallarni, xususan kadmiy elementini ajratib olishning zamonaviy texnologik usullari tahlil qilindi. Ruda tarkibi, mineralogik va geokimyoviy xususiyatlar hamda boyitish jarayonlarining asosiy bosqichlari yoritildi. Flotatsiya, pirometallurgik va gidrometallurgik usullar asosida metall ajratib olish samaradorligi ko‘rib chiqildi. Shuningdek, Xondiza koni misolida polimetall rudalarning sanoat ahamiyati va ularni kompleks qayta ishlash imkoniyatlari o‘rganildi. Tadqiqot natijalari konchilik va metallurgiya sohasida resurslardan samarali foydalanish va ekologik xavfsizlikni ta’minlashga xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: kadmiy, Cd, polimetall ruda, sfalerit, greenokit, rux, qo‘rg‘oshin, mis, flotatsiya, boyitish, pirometallurgiya, gidrometallurgiya, kuydirish, rafinatsiya, akkumulyator, Ni-Cd batareya, korroziya, pigment, CdS, CdSe, yarimo‘tkazgich, fotoelement, yadro texnologiyasi, neytron yutish, reaktor, metallurgiya, kimyoviy element, oksid, sulfid, elektroliz, sementatsiya, kondensatsiya, uchuvchanlik, toksiklik, ekologiya, chiqindi gazlar, qayta ishlash, resurs, metall qoplama, chang tutgich, energiya samaradorligi

Аннотация. В данной статье проанализированы современные технологические методы извлечения цветных, редких и редкоземельных металлов из полиметаллических руд, в частности элемента кадмия. Освещены состав руды, её минералогические и геохимические характеристики, а также основные этапы процессов обогащения. Рассмотрена эффективность извлечения металлов на основе флотационных, пирометаллургических и гидрометаллургических методов. Кроме того, на примере Хондизинского месторождения изучены промышленное значение

ISSN 3030-3907

полиметаллических руд и возможности их комплексной переработки. Результаты исследования способствуют эффективному использованию ресурсов и обеспечению экологической безопасности в горнодобывающей и металлургической отраслях.

Ключевые слова: кадмий, Cd, полиметаллическая руда, сфалерит, гринокит, цинк, свинец, медь, флотация, обогащение, пирометаллургия, гидрометаллургия, обжиг, рафинирование, аккумулятор, Ni-Cd батарея, коррозия, пигмент, CdS, CdSe, полупроводник, фотоэлемент, ядерная технология, поглощение нейтронов, реактор, металлургия, химический элемент, оксид, сульфид, электролиз, цементация, конденсация, летучесть, токсичность, экология, отходящие газы, переработка, ресурс, металлическое покрытие, пылеулавливатель, энергоэффективность.

Abstract. This article analyzes modern technological methods for extracting non-ferrous, rare, and critical metals from polymetallic ores, particularly cadmium. The composition of the ore, its mineralogical and geochemical characteristics, as well as the main stages of beneficiation processes are described. The efficiency of metal extraction based on flotation, pyrometallurgical, and hydrometallurgical methods is evaluated. Additionally, the industrial significance of polymetallic ores and the possibilities of their комплекс processing are studied using the example of the Xondiza deposit. The research results contribute to efficient resource utilization and ensuring environmental safety in the mining and metallurgical industries.

Keywords: cadmium, Cd, polymetallic ore, sphalerite, greenockite, zinc, lead, copper, flotation, beneficiation, pyrometallurgy, hydrometallurgy, roasting, refining, battery, Ni-Cd battery, corrosion, pigment, CdS, CdSe, semiconductor, photoelement, nuclear technology, neutron absorption, reactor, metallurgy, chemical element, oxide, sulfide, electrolysis, cementation, condensation, volatility, toxicity, ecology, exhaust gases, recycling, resource, metal coating, dust collector, energy efficiency.

KIRISH.

Kadmiy elementining umumiy tavsifi va kashf etilishi: Kadmiy (Cd) — davriy jadvalning II guruhiga mansub bo‘lgan kimyoviy element bo‘lib, atom raqami 48 ga teng. Ushbu element o‘zining fizik-kimyoviy xossalariga ko‘ra rux va simob elementlariga yaqin turadi. Kadmiy kumushsimon oq rangli, nisbatan yumshoq va egiluvchan metall bo‘lib, past erish haroratiga ega (321 °C). Uning zichligi 8,65 g/sm³ ni tashkil etadi.

Kimyoviy jihatdan kadmiy barqaror element bo‘lib, havoda sekin oksidlanadi va sirtida himoya qatlami hosil qiladi. Kislotalarda yaxshi eriydi, ishqorlar bilan esa nisbatan sust reaksiyaga kirishadi. Kadmiy elementi ilk bor

ISSN 3030-3907

1817-yilda nemis kimyogari Friedrich Stromeyer tomonidan aniqlangan. U rux karbonati (kalamin) tarkibini tekshirish jarayonida noma'lum element mavjudligini aniqlab, uni mustaqil element sifatida ajratib olgan. Kadmiy nomi yunoncha "kadmeia" so'zidan olingan bo'lib, qadimda rux rudalariga nisbatan ishlatilgan atamadan kelib chiqqan.

Tabiatda kadmiy mustaqil konlar shaklida deyarli uchramaydi, balki asosan polimetall rudalar tarkibida, xususan rux rudalari bilan birga uchraydi. Kadmiyning asosiy minerali — greenokit (CdS) hisoblanadi. Bundan tashqari, u sfalerit (ZnS) tarkibida iz miqdorda mavjud bo'lib, sanoat miqyosida asosan shu ruda orqali olinadi. Kadmiy ko'pincha qo'rg'oshin va mis rudalari tarkibida ham uchraydi, bu esa uni kompleks rudalarni qayta ishlash jarayonida ajratib olish imkonini beradi. Shu sababli kadmiy mustaqil asosiy mahsulot sifatida emas, balki rux ishlab chiqarish jarayonida qo'shimcha (yonaki) mahsulot sifatida olinadi. Uning tabiiy tarqalishi va boshqa metallarga bog'liqligi kadmiyni qazib olish va ajratib olish texnologiyalarining o'ziga xosligini belgilaydi.

Kadmiy atomining elektron konfiguratsiyasi $[Kr]4d^{10}5s^2$ ko'rinishida bo'lib, bu uning kimyoviy inertlik darajasini va barqaror +2 oksidlanish darajasini belgilaydi. Kadmiy birikmalari asosan Cd^{2+} kationi shaklida uchraydi va koordinatsion birikmalar hosil qilishga moyildir. Kristallografik jihatdan kadmiy geksagonal zich joylashgan (HCP — hexagonal close-packed) kristall panjara tuzilishiga ega bo'lib, bu uning mexanik plastiklik va deformatsiyaga chidamlilik xususiyatlarini belgilaydi.

Termodinamik nuqtai nazardan kadmiy oksidlanish jarayonlarida manfiy Gibbs erkin energiya o'zgarishi ($\Delta G<0$) bilan tavsiflanadi, bu esa uning oksidlar hosil qilishga moyilligini ko'rsatadi. Elektrokimyoviy qatorlarda kadmiyning standart elektrod potensiali ($E° = –0,40$ V) uning faol metall ekanligini bildiradi va bu xususiyat gidrometallurgik jarayonlarda sementatsiya reaksiyalarida keng qo'llaniladi.

Bundan tashqari, kadmiyning diffuziya qobiliyati va bug'lanish harorati nisbatan past bo'lgani sababli u vakuumli distillatsiya va sublimatsiya jarayonlarida samarali ajratiladi. Ushbu fizik-kimyoviy va termodinamik xususiyatlar kadmiyni ajratib olish, tozalash va qayta ishlash texnologiyalarini ilmiy asoslashda muhim rol o'ynaydi.

Kadmiy olish manbalari va qazib olish texnologiyasi: Kadmiy sanoat miqyosida asosan polimetall rudalar tarkibidan, xususan rux rudalarini qayta ishlash jarayonida qo'shimcha mahsulot sifatida olinadi. Tabiatda kadmiy mustaqil konlar hosil qilmaydi, balki asosan sfalerit (ZnS) tarkibida izomorf aralashma sifatida uchraydi. Shuningdek, u qo'rg'oshin va mis rudalari bilan

ISSN 3030-3907

bog‘liq holda ham mavjud bo‘lib, bu uning kompleks rudalarni qayta ishlash jarayonida ajratib olinishini taqozo etadi.

Kadmiy olish texnologiyasi bevosita rux ishlab chiqarish texnologiyasi bilan chambarchas bog‘liq bo‘lib, umumiy jarayon bir necha asosiy bosqichlardan iborat: rudani boyitish, kuydirish va metallurgik qayta ishlash. Dastlabki bosqichda ruda flotatsiya usuli yordamida boyitiladi.

Flotatsiya jarayonida sfalerit va boshqa sulfid minerallari ajratib olinadi, natijada rux konsentrati hosil bo‘ladi. Ushbu konsentrat tarkibida kadmiy ham mavjud bo‘lib, u keyingi texnologik bosqichlarda ajratib olinadi. Keyingi bosqichda rux konsentrati kuydirish jarayonidan o‘tkaziladi. Bu jarayonda sulfidlar oksidlanib, rux oksidi (ZnO) hosil qiladi va kadmiy uchuvchan oksid (CdO) shaklida gaz fazasiga o‘tadi.



1-rasm. Kadmiy elementini qazib olish va boyitish jarayoni

Kadmiyning uchuvchanligi uning ruxdan ajralishini ta’minlovchi asosiy omillardan biridir. Hosil bo‘lgan gazlar chang tutgich qurilmalarda sovitilib, kadmiy oksidi tutib qolinadi. Kadmiy ajratib olishning asosiy usullari pirometallurgik va gidrometallurgik yo‘nalishlarga bo‘linadi. Pirometallurgik usulda kadmiy oksidi qaytarilib metall kadmiyga aylantiriladi. Bu jarayon odatda

ISSN 3030-3907

yuqori haroratda uglerod yoki boshqa qaytaruvchilar ishtirokida amalga oshiriladi. Natijada bug‘ holatidagi kadmiy ajralib chiqadi va kondensatsiya jarayonida metall shaklida yig‘iladi. Gidrometallurgik usulda esa rux eritmalarini tozalash jarayonida kadmiy selektiv ravishda ajratib olinadi. Elektrolizdan oldin eritmadan kadmiy ionlari sementatsiya yoki kimyoviy cho‘ktirish usullari orqali ajratiladi. Bu usul yuqori darajada toza kadmiy olish imkonini beradi. Olingan xom kadmiy keyinchalik rafinatsiya jarayonidan o‘tkazilib, yuqori tozalik darajasiga yetkaziladi. Rafinatsiya distillatsiya yoki elektrolitik usullar yordamida amalga oshiriladi. Shunday qilib, kadmiy olish texnologiyasi kompleks rudalarni qayta ishlash jarayonining ajralmas qismi hisoblanadi. Uning rux, qo‘rg‘oshin va mis bilan birga uchrashi sanoatda integratsiyalashgan texnologik sxemalarni qo‘llashni talab qiladi va bu esa resurslardan samarali foydalanish imkonini yaratadi.

Kadmiy elementining sanoatda qo‘llanilishi : Kadmiy elementi o‘zining noyob fizik-kimyoviy xossalari — yuqori korroziyaga chidamliligi, elektrokimyoviy potensialining pastligi, passivlanish qobiliyati hamda ayrim birikmalarining optoelektron va yarimo‘tkazgichlik xususiyatlari bilan sanoatning turli tarmoqlarida keng qo‘llaniladi. Kadmiyning qo‘llanilish yo‘nalishlari asosan elektrotexnika, galvanotexnika, materialshunoslik va yadro energetikasi sohalari bilan uzviy bog‘liq. Kadmiyning eng muhim qo‘llanilish yo‘nalishlaridan biri — nikel-kadmiy (Ni-Cd) akkumulyatorlar ishlab chiqarish hisoblanadi. Ushbu akkumulyatorlarda kadmiy anod materiali sifatida xizmat qilib, zaryadlanish va razryadlanish jarayonlarida yuqori reversivlik va siklik barqarorlikni ta’minlaydi. Kadmiyning past ichki qarshiligi va yuqori elektr o‘tkazuvchanligi energiya konversiyasi samaradorligini oshiradi. Shu bois Ni-Cd akkumulyatorlar aviatsiya, temiryo‘l transporti va ekstremal sharoitlarda ishlovchi texnikalarda keng qo‘llaniladi. Metall yuzalarni himoyalashda kadmiy galvanik qoplama (elektroplatlash) orqali temir va po‘lat konstruksiyalarga yotqiziladi. Bunda kadmiy anod himoya mexanizmi asosida ishlaydi va elektroximik korroziya jarayonlarini sezilarli darajada sekinlashtiradi. Ayniqsa, yuqori namlik, sho‘r muhit va agressiv gazlar mavjud sharoitlarda kadmiy qoplamalar yuqori samaradorlikka ega. Pigment sanoatida kadmiy birikmalari — kadmiy sulfidi (CdS) va kadmiy selenidi (CdSe) kristall panjara tuzilishi va keng tarmoqli energiya zonasi tufayli yuqori optik barqarorlikka ega pigmentlar sifatida qo‘llaniladi. Ular ultrabinafsha nurlanishga va termik degradatsiyaga chidamli bo‘lib, yuqori disperslik darajasiga ega.

Elektronika sanoatida kadmiy telluridi (CdTe) va CdS kabi birikmalar fotoelektrik effekt asosida ishlovchi quyosh elementlari va fotodiodlarda qo‘llaniladi. Ularning yarimo‘tkazgichlik xossalari, ayniqsa, p-n o‘tish zonalarida

ISSN 3030-3907

yuqori kvant samaradorligini ta’minlaydi. Bundan tashqari, ushbu materiallar infraqizil detektorlar va optoelektron sensorlarda ham keng qo‘llaniladi. Yadro energetikasida kadmiy izotoplari, ayniqsa Cd-113, yuqori neytron yutish kesimi (neutron capture cross-section) tufayli reaktorlarning boshqaruv sterjenlarida ishlatiladi. Bu esa zanjirli yadro reaksiyalarini regulyatsiya qilish va reaktor xavfsizligini oshirish imkonini beradi.

Kadmiy ishlab chiqarishning iqtisodiy va ekologik ahamiyati: Kadmiy ishlab chiqarish rangli metallurgiyada qo‘shimcha mahsulot sifatida ajralib chiqishi bilan kompleks texnologik jarayonlarning ajralmas qismi hisoblanadi. Asosan rux (Zn) konsentratlarini gidrometallurgik qayta ishlash jarayonida kadmiy sementatsiya, ekstraksiya va distillatsiya usullari orqali ajratib olinadi. Bu esa ishlab chiqarishning umumiy iqtisodiy samaradorligini oshiradi va resurslardan kompleks foydalanish imkonini beradi. Kadmiy ishlab chiqarishning iqtisodiy samaradorligi metallurgik balans, energiya sarfi, texnologik yo‘qotishlar va chiqindilarni qayta ishlash darajasi bilan belgilanadi. Zamonaviy korxonalarda yopiq suv aylanish tizimlari va chiqindisiz (zero-waste) texnologiyalarni joriy etish orqali iqtisodiy va ekologik samaradorlik oshirilmoqda. O‘zbekiston sharoitida, xususan, polimetall rudalarga boy hududlarda faoliyat yuritayotgan yirik kon-metallurgiya korxonalarida kadmiy ajratib olish orqali qo‘shimcha qiymat zanjiri yaratiladi. Bu esa eksport salohiyatini oshirish va import o‘rnini bosuvchi mahsulotlar ishlab chiqarishga xizmat qiladi. Ekologik nuqtai nazardan kadmiy yuqori toksik og‘ir metall bo‘lib, bioakkumulyatsiya va biomagnifikatsiya xususiyatiga ega. Kadmiy ionlari tuproq va suv muhitida migratsiya qilib, oziq-ovqat zanjiri orqali inson organizmiga kiradi. Bu esa nefrotoksiklik, osteoporoz va boshqa patologik holatlarni keltirib chiqaradi. Shu sababli sanoatda gazlarni tozalash (gazochistka), chang tutish (aspiratsiya tizimlari), ion-almashinish filtrlari, sorbsiya va membrana texnologiyalari keng qo‘llanilmoqda. Bundan tashqari, qayta ishlash (recycling), ikkilamchi xomashyoni utilizatsiya qilish va ekologik monitoring tizimlarini joriy etish muhim ahamiyat kasb etadi.

XULOSA.

Ushbu maqolada kadmiy elementining fizik-kimyoviy xossalari, uning polimetall rudalar tarkibida uchrashi hamda rux ishlab chiqarish jarayonida qo‘shimcha mahsulot sifatida ajratib olinishi ilmiy-texnik jihatdan tahlil qilindi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, kadmiy asosan flotatsiya boyitish jarayonida sfalerit konsentratlari tarkibida to‘planib, keyinchalik pirometallurgik (kuydirish, bug‘lantirish, distillatsiya) va gidrometallurgik (eritish, tozalash, sementatsiya, elektroliz) usullar orqali ajratib olinadi. Jarayon samaradorligi ruda tarkibi, texnologik parametrlar, harorat rejimi va reagentlar ta’siriga bevosita bog‘liq.

ISSN 3030-3907

Kadmiy va uning birikmalarining sanoatdagi qo‘llanilishi akkumulyatorlar, korroziyaga qarshi qoplamalar, pigmentlar, yarimo‘tkazgich materiallar hamda yadro texnologiyalarida muhim ahamiyat kasb etadi. Ayniqsa, Cd asosidagi yarimo‘tkazgich materiallarning fotoelektrik xossalari ularni zamonaviy energiya texnologiyalarida istiqbolli material sifatida ko‘rsatadi. Shu bilan birga, kadmiyning yuqori toksikligi, bioakkumulyatsiya xususiyati va ekologik xavfliligi sanoat jarayonlarida qat’iy monitoring va nazorat tizimlarini joriy etishni talab qiladi.

O‘tkazilgan tahlillar shuni ko‘rsatadiki, kadmiyni kompleks rudalardan selektiv ajratib olish, chiqindisiz yoki kam chiqindili texnologiyalarni qo‘llash, gaz va changlarni tozalash tizimlarini modernizatsiya qilish orqali ishlab chiqarish samaradorligini oshirish mumkin. Kelgusida kadmiy ajratib olishning innovatsion, energiya tejamkor va ekologik xavfsiz texnologiyalarini ishlab chiqish, shuningdek, ikkilamchi xomashyoni qayta ishlash (recycling) asosida resurslardan oqilona foydalanish muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Баймаков Ю.В., Журин А.И. Электролиз в гидрометаллургии. М.: Металлур- гия, 1977. 336 с.
2. Ванюков А.В., Зайцев В.Я. Теория пирометаллургических процессов. М.: Ме- таллургия, 1973. 504 с.
3. Валиев Х.Х., Романтеев Ю.П. Металлургия свинца, цинка и сопутствующих металлов. Алма-Ата: КазНТУ, 2000. 438 с.
4. Гордон Г.М., Пейсахов И.Л. Пылеулавливание и очистка газов. М.: Металлур- гия, 1968. 499 с.
5. Гудима Н.В., Шейн Я.П. Краткий справочник по металлургии цветных ме- таллов. М.: Металлургия, 1975. 535 с.
6. https://www.britannica.com/science/cadmium (Kadmiy elementi haqida umumiy ilmiy ma’lumot)
7. https://www.webelements.com/cadmium/ (Kadmiy fizik-kimyoviy xossalari va tuzilishi)
8. https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/element/Cadmium (NIH PubChem – kadmiy haqida kimyoviy ma’lumotlar bazasi)
9. https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center (USGS – kadmiy va rux ishlab chiqarish statistikasi va geologik ma’lumotlar)

ISSN 3030-3907