ISNN 3030-3907

2026
MAY
ISSUE - 5
VOLUME - 2

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

MAY 2026
Issue - 5, VOLUME - 2

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

ELEKTROKIMYOVIY ISHLAB CHIQARISH CHIQINDILARIDAN RANGLI METALLARNI GIDROMETALLURGIK USULLAR ASOSIDA AJRATIB OLISH

Panjiyev Hikmat Ahadillayebich
Qarshi davlat texnika universiteti. Katta o‘qituvchi
Abdiazizov Asliddin Adham o‘g‘li
Qarshi davlat texnika universiteti. Assistent
Xasanov shahzod Rasul o‘g‘li
Qarshi davlat texnika universiteti. Assistant
Baxromov Bexruzbek G‘olibovich
Qarshi davlat texnika universiteti.Talaba

Annotatsiya. Mazkur tadqiqot ishida galvanik ishlab chiqarish chiqindilaridan hosil bo‘ladigan shlamlarni qayta ishlash hamda ulardan rangli metallarni gidrometallurgik usullar asosida ajratib olish jarayonlari o‘rganildi. Tadqiqot davomida galvanik shlamning kimyoviy va granulometrik tarkibi aniqlanib, undagi nikel, mis, rux, xrom va boshqa metall komponentlarning taqsimlanish xususiyatlari baholandi. Rangli metallarni selektiv eritishga ta’sir etuvchi asosiy omillar sifatida sulfat kislotasi, Trilon B hamda ammiak-xloridli erituvchilarning samaradorligi tahlil qilindi. Tajriba natijalari sulfat kislotali muhitda rangli metallarning eritmaga o‘tish darajasi yuqori ekanligini, biroq temir va xromning ham qisman eritmaga o‘tishini ko‘rsatdi. Trilon B asosidagi eritmalar esa xromning erishini kamaytirgan holda metallarning selektiv ajralishini ta’minlashi aniqlandi. Olingan natijalar galvanik shlamlarni ekologik xavfsiz qayta ishlash va ikkilamchi xomashyodan samarali foydalanishda muhim ahamiyatga ega.

Kalit so‘zlar: galvanik shlam, gidrometallurgiya, rangli metallar, sulfat kislota, selektiv eritish, Trilon B.

Аннотация. В данной исследовательской работе изучены процессы переработки шламов, образующихся в результате гальванического производства, а также извлечения из них цветных металлов гидрометаллургическими методами. В ходе исследования были определены химический и гранулометрический составы гальванического шлама, а также оценены особенности распределения никеля, меди, цинка, хрома и других металлических компонентов. В качестве основных факторов, влияющих на селективное выщелачивание цветных металлов, проанализирована эффективность растворов серной кислоты, Трилона Б и аммиачно-хлоридных реагентов. Результаты экспериментов показали, что в сернокислой среде степень перехода цветных металлов в раствор является высокой, однако железо и хром также частично переходят в раствор. Установлено, что растворы на основе Трилона Б обеспечивают селективное

ISSN 3030-3907

извлечение металлов при снижении растворения хрома. Полученные результаты имеют важное значение для экологически безопасной переработки гальванических шламов и эффективного использования вторичного сырья.

Ключевые слова: гальванический шлам, гидрометаллургия, цветные металлы, серная кислота, селективное выщелачивание, Трилон Б.

Abstract. This research study investigates the processing of sludge generated from electroplating production and the extraction of non-ferrous metals from it using hydrometallurgical methods. During the study, the chemical and granulometric compositions of galvanic sludge were determined, and the distribution characteristics of nickel, copper, zinc, chromium, and other metallic components were evaluated. The effectiveness of sulfuric acid, Trilon B, and ammonia-chloride leaching solutions as the main factors influencing the selective dissolution of non-ferrous metals was analyzed. Experimental results showed that in a sulfuric acid medium, the transfer rate of non-ferrous metals into the solution was high; however, iron and chromium were also partially dissolved. It was determined that Trilon B-based solutions provide selective metal extraction while reducing chromium dissolution. The obtained results are of significant importance for the environmentally safe processing of galvanic sludge and the efficient utilization of secondary raw materials.

Keywords: galvanic sludge, hydrometallurgy, non-ferrous metals, sulfuric acid, selective leaching, Trilon B.

KIRISH.

Galvanik shlamlarni qayta ishlash va zararsizlantirish masalasi hozirgi davrda eng muhim ekologik hamda texnologik muammolardan biri hisoblanadi. Bunday shlamlar mis, nikel, xrom va boshqa metall qoplamalarini hosil qilish jarayonlarida ishlatiladigan elektrolit eritmalarini neytrallash hamda yuvish eritmalarini tozalash natijasida yuzaga keladi. Oqartirilgan eritmalardan metallar asosan gidroksid birikmalari shaklida cho‘kmaga tushadi. Hosil bo‘lgan shlam tarkibida rangli metallar va xromning umumiy miqdori 10–15 % gacha yetishi mumkin.

Shlam tarkibidagi metallar kam eruvchan birikmalar holatida mavjud bo‘lsa-da, ular saqlash hududlarida kislotali yog‘inlar ta’sirida asta-sekin eruvchan holatga o‘tadi. Natijada og‘ir metall ionlari atrof-muhitga tarqalib, tuproq va yer osti suvlarining ifloslanishiga sabab bo‘ladi. Shlam tarkibiy qismlarining erishi quyidagi kimyoviy reaksiyalar asosida sodir bo‘ladi:

$$Fe(OH)_2 + 2H^+ \rightarrow Fe^{2+} + 2H_2O$$

$$Al(OH)_3 + 3H^+ \rightarrow Al^{3+} + 3H_2O$$

ISSN 3030-3907

Galvanik shlamlarni qayta ishlashda jahonda asosan ikki asosiy yo‘nalish keng qo‘llaniladi. Birinchi yo‘nalish og‘ir rangli metallar va xromni kam eruvchan birikmalar holatida mustahkamlashga asoslangan. Bunda shlamlar ko‘pincha keramika buyumlari, asfaltbeton, shisha, sement hamda turli qurilish materiallari tarkibiga qo‘shimcha sifatida qo‘llaniladi. Ushbu yondashuv galvanik shlamlarni maxsus chiqindi maydonlarida saqlash zaruratini kamaytiradi.

Ikkinchi yo‘nalish galvanik shlamlardan rangli metallarni ajratib olishga qaratilgan bo‘lib, ekologik va iqtisodiy jihatdan istiqbolli usul hisoblanadi. Mazkur usul atrof-muhitga zararli ta’sirni kamaytirish bilan birga, ishlab chiqarish jarayoniga muayyan miqdordagi rangli metallarni qayta jalb etish imkonini beradi. Rangli metallarni ajratib olish pirometallurgik va gidrometallurgik usullar yordamida amalga oshiriladi.

Pirometallurgik texnologiyalar orasida galvanik shlamlarni bosqichma-bosqich qayta ishlashga asoslangan usullar alohida ahamiyatga ega. Ushbu jarayonlar shlamni suvsizlantirish va quritish, past haroratda qaytarish orqali metall konsentratlari olish hamda keyinchalik ularni eritib sof metallar yoki qotishmalar hosil qilish bosqichlarini o‘z ichiga oladi. Mazkur texnologiyalarning asosiy kamchiligi yuqori energiya sarfi va katta hajmdagi chiqindilar hosil bo‘lishidir. Shu sababli ularning ekologik samaradorligi yetarli darajada yuqori emas.

Gidrometallurgik usullarning asosiy afzalligi tarkibi va xossalari jihatidan o‘xshash bo‘lgan metallarni samarali ajratish imkoniyatining mavjudligidir. Bundan tashqari, ushbu usullar pirometallurgik jarayonlarga nisbatan texnologik jihatdan sodda bo‘lib, zararli chiqindilar miqdorini sezilarli kamaytiradi. Natijada gidrometallurgik texnologiyalar atrof-muhit ifloslanishini kamaytirish va ikkilamchi xomashyodan oqilona foydalanishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Gidrometallurgik usul qimmatli komponentlarni eritma tarkibiga o‘tkazishga asoslanadi. Erituvchi sifatida ko‘pincha sulfat kislota qo‘llaniladi, chunki u iqtisodiy jihatdan arzon va texnologik jihatdan qulay reagent hisoblanadi. Biroq sulfat kislotaning asosiy kamchiligi rangli metallar bilan bir qatorda xromning ham erib ketishidir. Rangli metallarni tanlab eritishga erishish maqsadida boshqa reagentlardan ham foydalaniladi. Jumladan, galvanik shlamlarni tanlab eritishda nitrat kislota, ammiak eritmalari hamda EDTA asosidagi erituvchilardan foydalanish bo‘yicha ilmiy ma’lumotlar mavjud.

Sulfat kislotali eritmalardan rangli metallarni ajratib olish elektrokimyoviy cho‘ktirish, suyuqlik–suyuqlik ekstraksiyasi hamda sementatsiya usullari yordamida amalga oshirilishi mumkin. Bundan tashqari, galvanik shlamlarni eritishdan hosil bo‘lgan eritmalardan metall ionlarini ajratib olishda sorbsiya jarayonlaridan foydalanish imkoniyatlari ham o‘rganilgan.

ISSN 3030-3907

Galvanik shlamlarning moddiy va fazaviy tarkibi turlicha bo‘lganligi sababli, ularni qayta ishlashning universal usuli mavjud emas. Shu bois metallarni ajratib olish uchun turli texnologik yondashuvlar va reagentlar qo‘llaniladi.

ADABIYOTLAR TAHLILI.

So‘nggi yillarda elektrokimyoviy ishlab chiqarish chiqindilarini qayta ishlash va ulardan rangli metallarni ajratib olish muammolari ko‘plab olimlar tomonidan keng o‘rganilmoqda. F. Habashi o‘zining ilmiy tadqiqotlarida gidrometallurgik usullar rangli metallarning eritmaga selektiv o‘tishini таъминlashda yuqori samaradorlikka ega ekanligini ta’kidlagan. Olim sulfat kislotali eritmalar yordamida metall ionlarini eritmaga o‘tkazish jarayonlarining termodinamik va kinetik qonuniyatlarini batafsil yoritib bergan.

F. K. Crundwell, M. S. Moats va boshqa tadqiqotchilar metallurgik chiqindilarni qayta ishlashda gidrometallurgik texnologiyalar energiya sarfi jihatidan pirometallurgik usullarga nisbatan samaraliroq ekanligini qayd etganlar. Ularning fikricha, erituvchini to‘g‘ri tanlash orqali metallarning selektiv ajralishini boshqarish mumkin. Ayniqsa, kompleks hosil qiluvchi reagentlardan foydalanish temir va xromning eritmaga o‘tishini kamaytirishga xizmat qiladi.

A. Yazawa tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda rangli metallurgiya chiqindilarini qayta ishlashda sulfat kislotali eritmalarning amaliy ahamiyati yuqori baholangan. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, sulfat kislotasi mis, nikel va ruxni yuqori darajada eritmaga o‘tkazsa-da, ayrim hollarda xrom va temir birikmalarining ham eritilishi kuzatiladi. Shu sababli eritish muhitining pH qiymatini boshqarish muhim texnologik omil sifatida ko‘rsatilgan.

R. G. Reddy va S. Prabhakar galvanik hamda metall qoplama ishlab chiqarish chiqindilaridan rangli metallarni ajratib olishda Trilon B va ammoniyli eritmalarning samaradorligini o‘rganganlar. Ularning tadqiqotlarida kompleks hosil qiluvchi reagentlar yordamida metallarning selektiv eritilishi hamda zararli komponentlarning qattiq qoldiqda ushlab qolinishi mumkinligi aniqlangan.

I. Rivera, M. Flores va F. Patiño tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda galvanik shlamlarning granulometrik tarkibi va metallarning fraksiyalar bo‘yicha taqsimlanish qonuniyatlari o‘rganilgan. Olimlar yirik fraksiyalarda rangli metallarning miqdori yuqoriroq bo‘lishini hamda mayda fraksiyalarda kremniy oksidi va boshqa mineral qo‘shimchalarning ko‘payishini aniqlaganlar.

Mahalliy olimlardan X. N. Nabiev, O. K. Qodirov va B. T. Yusupovlarning ilmiy ishlarida metallurgik jarayonlarda massa almashinuvi, eritish kinetikasi hamda rangli metallarning gidrometallurgik usullar asosida ajralish mexanizmlari keng tahlil qilingan. Ular tomonidan ishlab chiqilgan ilmiy yondashuvlar metallurgiya chiqindilarini qayta ishlash samaradorligini oshirishda muhim nazariy asos bo‘lib xizmat qiladi.

ISSN 3030-3907

TADQIQOT METADOLOGIYASI.

Tadqiqot obyekti sifatida galvanik ishlab chiqarish chiqindilaridan olingan shlam namunasi tanlab olindi. Shlamning kimyoviy tarkibini aniqlash maqsadida 1 g massa namuna nitroxlorid kislotada eritildi va hosil bo‘lgan eritma atom-absorbsiya spektroskopiyasi usuli yordamida tahlil qilindi. Tahlil natijalariga ko‘ra, shlam tarkibida 5,92 % Ni, 1,18 % Zn, 0,94 % Cu, 0,11 % Pb, 0,63 % Fe, 1,14 % Ca hamda 6,87 % Cr mavjudligi aniqlandi.

Fazaviy tarkib tahlili shlam tarkibida nikel, rux va mis gidroksidlari, shuningdek kalsiy gidroksidi, kalsiy silikatlari, kremniy oksidi hamda xrom gidroksidi birikmalari mavjudligini ko‘rsatdi. Shlam tarkibida kremniy oksidining sezilarli miqdorda uchrashi uning uzoq muddat saqlanish jarayonida mineral aralashmalar bilan boyiganligi bilan izohlanadi. Tashqi ko‘rinishiga ko‘ra shlam mayda dispers kulrang kukunsimon materialdan iborat bo‘ldi.

Granulometrik tarkibni aniqlash maqsadida shlam namunasi elakli tahlil usulida o‘rganildi. Buning uchun 100 g massa namuna turli o‘lchamdagi elaklar tizimi orqali saralandi va har bir fraksiyaning massa ulushi aniqlandi. Rangli metallarning fraksiyalar bo‘yicha taqsimlanishini baholash uchun har bir fraksiyadan 1 g miqdorda namuna olinib, qizdirilgan nitroxlorid kislotada eritildi. Hosil bo‘lgan eritma filtrlashdan o‘tkazildi va filtrat tarkibi atom-absorbsiya spektroskopiyasi yordamida tahlil qilindi.

Sulfat kislotali eritish jarayoni pH=1,6, harorat 24 °C, shlam massasi 24 g va eritma hajmi 210 sm^3 sharoitida olib borildi. Eritma muhiti 1 M konsentratsiyali sulfat kislota yordamida rostlandi. Jarayon doimiy aralashtirish ostida 60 daqiqa davom ettirildi.

Trilon B asosidagi eritish tajribalari pH=7,5–8,0 va 26 °C haroratda amalga oshirildi. Tajribada 18 g massa shlam va 190 sm^3 hajmdagi eritma qo‘llanildi. Trilon B konsentratsiyasi 72 g/dm^3 qilib belgilandi. Eritmaning muhiti NaOH eritmasi yordamida boshqarildi va eritish jarayoni uzluksiz aralashtirish ostida 1 soat davomida olib borildi.

Ammiak-xloridli eritish tajribalari pH=8,2–9,0 va 25 °C haroratda bajarildi. Tajribada 18 g massa shlam va 210 sm^3 hajmdagi eritma ishlatildi. Ammoniy xlorid konsentratsiyasi 0,22 M etib olindi. Eritmaning ishqoriy muhiti konsentrlangan ammiak eritmasi qo‘shish orqali hosil qilindi. Jarayon davomida aralashma doimiy ravishda aralashtirilib, eritish davomiyligi 1 soatni tashkil etdi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA.

Galvanik shlam namunasining fraksion tarkibini aniqlash maqsadida elakli tahlil o‘tkazildi. Tadqiqot natijalari asosida shlamning granulometrik tarkibi baholandi hamda fraksiyalar bo‘yicha massa taqsimoti aniqlandi. Olingan natijalar 1-jadvalda keltirilgan.

ISSN 3030-3907

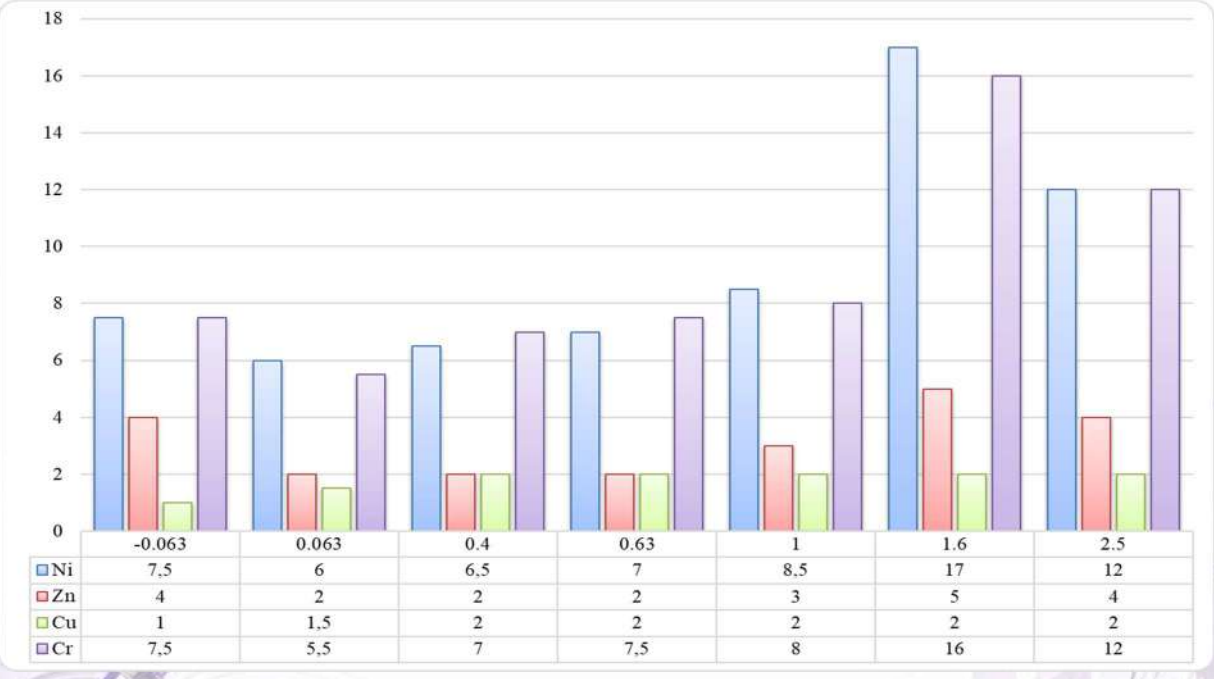
1-jadval.

Galvanik shlamning granulometrik tarkibi

Fraksiya, mm	Fraksiya miqdori, %
+2.5	14.8
-2.5 ÷ +1.6	21.3
-1.6 ÷ +1.0	10.1
-1.0 ÷ +0.63	8.9
-0.63 ÷ +0.4	9.8
-0.4 ÷ +0.063	13.7
-0.063	12.9

Tahlil natijalari shuni ko‘rsatdiki, yirik fraksiyalar tarkibida metall komponentlarning ulushi nisbatan yuqori bo‘lib, mayda fraksiyalarda esa kremniy oksidi va boshqa mineral qo‘shimchalar miqdori ortishi kuzatildi. Bu holat shlamning uzoq muddat saqlanishi davomida mineral aralashmalar bilan boyishi hamda dispers tarkibining o‘zgarishi bilan izohlanadi. Fraksiyalar tarkibida rangli metallarning deyarli barcha o‘lcham oralig‘ida mavjudligi sababli, biror fraksiyani texnologik jarayondan chiqarib tashlash maqsadga muvofiq emasligi aniqlandi.

Fraksiyalar bo‘yicha rangli metallarning taqsimlanish darajasi 1-rasmda tasvirlangan. Diagramma natijalari asosida nikel, rux va misning yirik fraksiyalarda ko‘proq to‘planganligi kuzatildi. Shu bilan birga, xrom va temir birikmalari fraksiyalar bo‘yicha nisbatan bir tekis taqsimlanganligi aniqlandi.

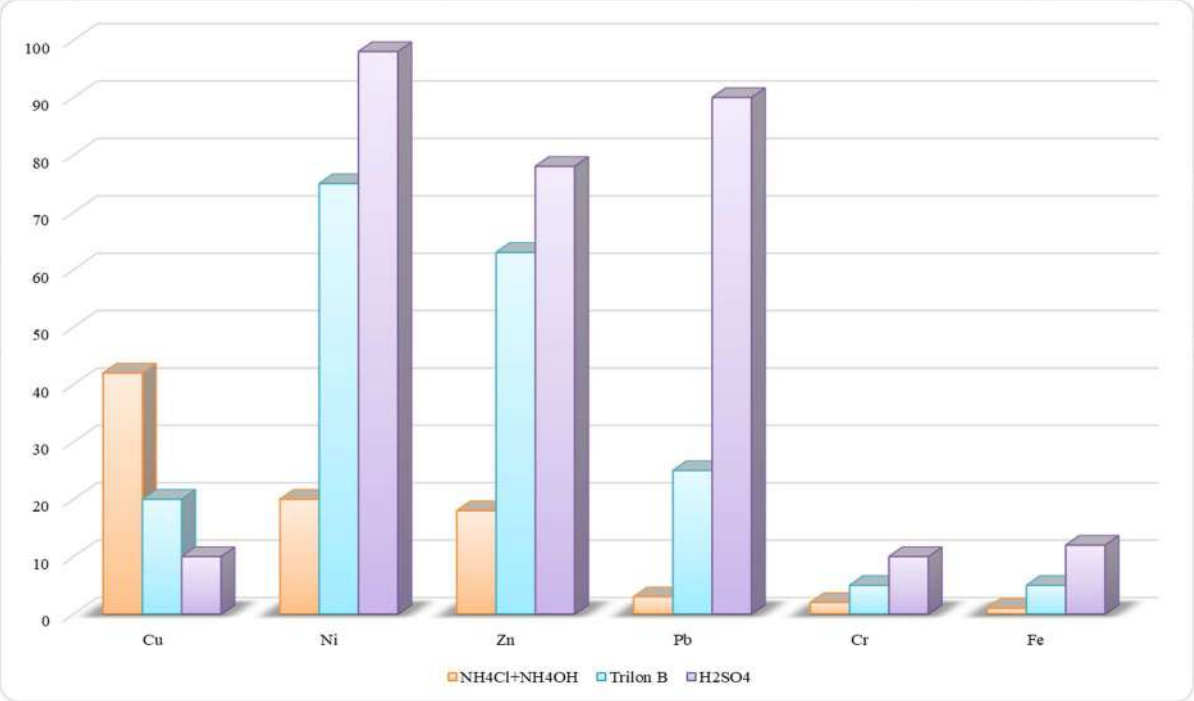


1-rasm. Fraksiyalar bo‘yicha metallarning taqsimlanishi

Sulfat kislotali eritish jarayonida mis, nikel va ruxning eritmaga o‘tish darajasi yuqori bo‘lib, ayrim hollarda 90 % dan ortiq natijalar kuzatildi. Biroq bu

ISSN 3030-3907

sharoitda temir va xromning ham qisman eritmaga o‘tishi qayd etildi. Kislota konsentratsiyasining ortishi rangli metallarning ajralish samaradorligini oshirgan bo‘lsa-da, temir va xrom gidroksidlarining eruvchanligi ham sezilarli ravishda ortishi aniqlandi.



2-rasm. Turli erituvchilar ta’sirida metallarning eritmaga o‘tish ko‘rsatkichlari

Trilon B asosidagi eritish tajribalarida rangli metallarning eritmaga o‘tishi sulfat kislotali muhitga nisbatan pastroq bo‘lsa-da, xromning eritmaga o‘tishi juda kam darajada kuzatildi. Bu esa kompleks hosil qiluvchi reagentlarning selektiv xususiyatga ega ekanligini ko‘rsatadi. Ammoniy-xloridli eritmalarda esa rangli metallarning eritmaga o‘tish darajasi o‘rtacha qiymatlarni tashkil etdi, biroq temirning asosiy qismi qattiq qoldiq tarkibida saqlanib qoldi.

Turli erituvchilarning samaradorligini solishtirish maqsadida metallarning ajralish darajasi diagramma ko‘rinishida ifodalandi. Olingan natijalar 2-rasmda keltirilgan.

Tahlillar natijasida qo‘rg‘oshin va kalsiy birikmalarining asosiy qismi qattiq qoldiq tarkibida qolishi aniqlandi. Bunga sulfat kislotali muhitda ushbu metall gidroksidlarining yuzasida passiv qatlam hosil bo‘lishi sabab bo‘ladi. Tajribalar shuni ko‘rsatdiki, pH>1,5 sharoitida temirning katta qismi qattiq fazada saqlanib qoladi. Xrom esa tajriba sharoitlariga bog‘liq ravishda eritma va qoldiq mahsulot o‘rtasida deyarli teng taqsimlanishi kuzatildi.

XULOSA.

Mazkur tadqiqotda elektrokimyoviy ishlab chiqarish chiqindilaridan hosil bo‘ladigan shlamlarning kimyoviy va granulometrik tarkibi o‘rganildi hamda

ISSN 3030-3907

ulardan rangli metallarni gidrometallurgik usullar asosida ajratib olish imkoniyatlari tahlil qilindi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, shlam tarkibida nikel, mis, rux va xrom kabi qimmatli komponentlar sezilarli miqdorda mavjud bo‘lib, ularni qayta ishlash texnologik va iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq hisoblanadi. Fraksion tahlil natijalariga ko‘ra, metall komponentlarning asosiy qismi yirik fraksiyalarda to‘planganligi aniqlandi.

Tajriba sinovlari davomida sulfat kislotasi, Trilon B hamda ammiak-xloridli erituvchilarning metallarni eritmaga o‘tkazish samaradorligi baholandi. Sulfat kislotali muhit rangli metallarning yuqori darajada eritmaga o‘tishini ta’minlagan bo‘lsa-da, temir va xromning ham qisman eritilishi kuzatildi. Trilon B asosidagi eritmalar esa selektiv eritish xususiyati bilan ajralib turdi va xromning eritmaga o‘tishini kamaytirdi. Olingan natijalar elektrokimyoviy shlamlarni ekologik xavfsiz qayta ishlash, ikkilamchi xomashyodan oqilona foydalanish hamda rangli metallarning qayta tiklanish samaradorligini oshirishda muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega ekanligini ko‘rsatdi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Abdurahmonov, A. A., & Rahimov, Sh. Sh. (2018). Rangli metallurgiya asoslari. Toshkent: O‘qituvchi.
2. Crundwell, F. K., Moats, M. S., Ramachandran, V., Robinson, T. G., & Davenport, W. G. (2011). Extractive metallurgy of nickel, cobalt and platinum group metals. Elsevier.
3. Habashi, F. (1997). Handbook of extractive metallurgy (Vol. 2). Wiley-VCH.
4. Ismoilov, X. T., & Qodirov, O. K. (2020). Elektrokimyoviy chiqindilarni qayta ishlash texnologiyasi. Kimyo va kimyoviy texnologiya, 4(2), 45–52.
5. Nabiev, X. N. (2020). Metallurgik jarayonlarda issiqlik va massa almashinuv. Toshkent: Tafakkur.
6. Qodirov, O. K., & Yusupov, B. T. (2019). Pirometallurgiya jarayonlari nazariyasi. Toshkent: Fan.
7. Rahmonov, S. M. (2022). Avtogen eritish pechlari va Ausmelt texnologiyasi. Toshkent: Innovatsion rivojlanish nashriyoti.
8. Reddy, R. G., & Prabhakar, S. (2015). Hydrometallurgical processing of industrial sludge for non-ferrous metal recovery. Journal of Environmental Chemical Engineering, 3(4), 2765–2772.
9. Rivera, I., Flores, M., & Patiño, F. (2018). Selective leaching of heavy metals from electroplating sludge. Hydrometallurgy, 181, 210–217.
10. Tursunov, B. R., & Karimov, A. M. (2021). Galvanik chiqindilarni gidrometallurgik qayta ishlash usullari. O‘zbekiston konchilik xabarnomasi, 3(1), 66–73.

ISSN 3030-3907

11. Wang, J., & Chen, C. (2009). Biosorbents for heavy metals removal and their future. Biotechnology Advances, 27(2), 195–226.
12. Yazawa, A. (1990). Flash smelting and bath smelting processes. Elsevier.
13. Yusupov, B. T., & Erkaev, A. E. (2021). Rangli metallarning selektiv eritilish qonuniyatlari. Metallurgiya axborotnomasi, 5(3), 28–35.
14. Ziyodullayev, S. A., & Po‘latov, N. Q. (2022). Sulfat kislotali eritmalarda metall ionlarining ajralish samaradorligi. Kimyo sanoati muammolari, 2(4), 74–81.
15. Zhou, L., Li, Y., & Liu, H. (2017). Recovery of valuable metals from electroplating sludge by hydrometallurgical methods. Transactions of Nonferrous Metals Society of China, 27(9), 1964–1972.

ISSN 3030-3907