ISNN 3030-3907

2026
MAY
ISSUE - 5
VOLUME - 3

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

MAY 2026
Issue - 5, VOLUME - 3

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

"MINERAL QAYTA ISHLASH CHIQINDI SUVLARINI TOZALASHDA FLOKULYATSIYA VA RETSIRKULYATSIYA JARAYONLARINING OPTIMALLASHUVI"

Boybutayev S.B
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, "Avtomatlashtirish va boshqaruv" kafedrasi dotsenti,
Samadov A.A
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, "Avtomatlashtirish va boshqaruv" kafedrasi o`qituvchisi,
Suyunova M.X
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, "Avtomatlashtirish va boshqaruv" kafedrasi magistri

Abstract. In the mineral processing industry, improving the efficiency of circulating water supply systems is a priority in addressing the problem of water scarcity. In this study, the effects of anionic flocculant dosage and the sludge recirculation (SR) process on solid phase separation and sludge dewatering performance were investigated. Tests conducted on a pilot plant showed that while increasing the flocculant dosage up to 1.1% did not significantly reduce water turbidity, its application in combination with the SR process significantly increased the system's zeta potential and floc stability. Additionally, an improvement in the dewatering capacity over time (aging) was identified in sludge treated with a 0.6% flocculant dosage. The research results confirm that sludge recirculation technology is an effective method for forming large aggregates and increasing dewatering productivity. Increasing the flocculant dosage negatively affects dewatering efficiency; however, sludge treated with 0.6% flocculant significantly improves its dewatering capacity over time (during the aging process). Sludge recirculation is effective in improving dewatering, and the formation of large and stable flocs was observed when 1.1% flocculant and SR were applied.

Keywords: flocculation, coagulation, circulating water supply, sludge recirculation, dewatering, mineral processing, zeta potential.

Аннотация. В промышленности переработки минерального сырья повышение эффективности систем оборотного водоснабжения является приоритетной задачей в решении проблемы дефицита воды. В данном исследовании изучалось влияние дозировки анионного флокулянта и процесса рециркуляции шлама (SR) на разделение твердой фазы и показатели обезвоживания шлама. Испытания, проведенные на пилотной установке, показали, что, хотя увеличение количества флокулянта до 1.1% не снижает мутность воды значительно, при совместном использовании с

процессом SR дзета-потенциал системы и стабильность флокул заметно повышаются. Также выявлено улучшение способности к обезвоживанию с течением времени (старение — aging) в шламе, обработанном дозой флокулянта 0.6%. Результаты исследования подтверждают, что технология рециркуляции шлама является эффективным методом формирования крупных агрегатов и повышения производительности обезвоживания. Увеличение количества флокулянта отрицательно влияет на эффективность обезвоживания, однако шлам, обработанный 0.6% флокулянта, значительно улучшает свои характеристики обезвоживания с течением времени (в процессе старения). Рециркуляция шлама эффективна для улучшения процесса обезвоживания, и при использовании 1.1% флокулянта и SR наблюдалось образование крупных и устойчивых флокул.

Ключевые слова: флокуляция, коагуляция, оборотное водоснабжение, рециркуляция шлама, обезвоживание, переработка минерального сырья, дзета-потенциал.

Annotatsiya. Mineral xom ashyoni qayta ishlash sanoatida suv taqchilligi muammosini hal etishda aylanma suv ta’minoti tizimlarining samaradorligini oshirish ustuvor vazifa hisoblanadi. Mazkur tadqiqotda anion flokulyanti dozasi va shlamni retsirkulyatsiya qilish (SR) jarayonining qattiq fazani ajratish hamda shlamni suvsizlantirish ko‘rsatkichlariga ta’siri o‘rganildi. Pilot qurilmasida o‘tkazilgan sinovlar shuni ko‘rsatdiki, flokulyant miqdorining 1.1% gacha oshirilishi suv loyqaligini sezilarli darajada kamaytirmasada, SR jarayoni bilan birgalikda qo‘llanilganda tizimning zeta-potensiali va floklar barqarorligi sezilarli darajada ortadi. Shuningdek, 0.6% flokulyant dozasi bilan ishlov berilgan shlamda vaqt o‘tishi bilan suvsizlanish qobiliyatining yaxshilanishi (aging) aniqlangan. Tadqiqot natijalari shlamni qayta aylantirish texnologiyasi yirik agregatlar hosil qilish va suvsizlantirish unumdorligini oshirishda samarali usul ekanligini tasdiqlaydi.Flokulyant miqdorini oshirish suvsizlantirish samaradorligiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi, ammo 0.6% flokulyant bilan ishlov berilgan shlam vaqt o‘tishi bilan (aging jarayonida) suvsizlantirish qobiliyatini sezilarli darajada yaxshilaydi.Shlamni qayta aylantirish suvsizlantirishni yaxshilashda samarali bo‘lib, 1.1% flokulyant va SR qo‘llanganda yirik va barqaror floklar hosil bo‘lishi kuzatilgan.

Kalit so‘zlar: flokulyatsiya, koagulyatsiya, aylanma suv ta’minoti, shlam retsirkulyatsiyasi, suvsizlantirish, mineral qayta ishlash, zeta-potensial.

1. KIRISH.

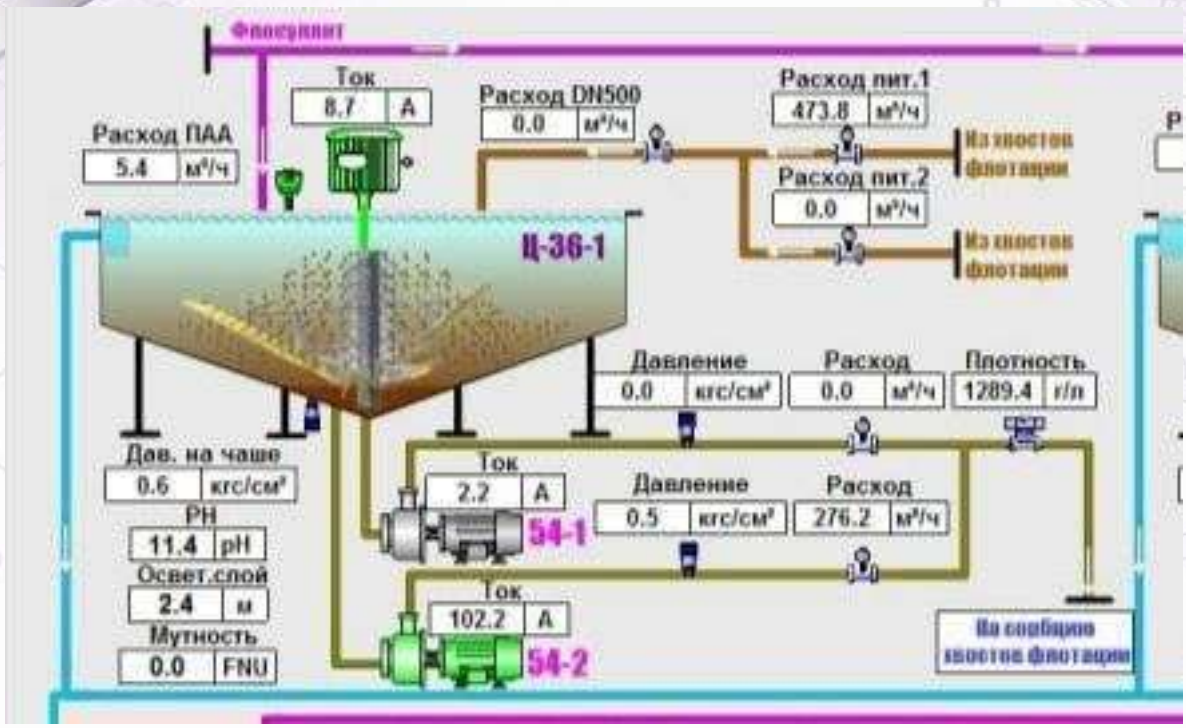
Mineral xom ashyoni qayta ishlash jarayoni foydali minerallarni rudalardan ajratib olishni o‘z ichiga oladi va bu jarayonning barcha bosqichlarida suvdan foydalanish hamda uni uzatish muhim rol o‘ynaydi. Mineral ajratishning keng

ISSN 3030-3907

tarqalgan usullaridan biri — flotatsiya bo‘lib, u tarkibida 25–35% qattiq modda mavjud bo‘lgan suv muhitida amalga oshiriladi va har bir tonna ruda uchun 1,9–3,0 m³ suv sarflanadi.Mineral qayta ishlash katta hajmdagi suvni talab qiladi, biroq ko‘pincha ushbu jarayonlar amalga oshiriladigan hududlarda suv resurslari cheklangan bo‘ladi. Shu sababli suv sarfini kamaytirish va uni qayta ishlatish muhim ahamiyatga ega.Mineral qayta ishlash chiqindi suvlari tarkibida qattiq zarrachalar, og‘ir metallar va kimyoviy reagent qoldiqlari kabi ifloslantiruvchi moddalar mavjud. Ushbu suvlarni tozalash jarayonida turli usullar qo‘llaniladi. Jumladan, koagulyatsiya va flokulyatsiya usullari suyuqlik va qattiq fazalarni ajratishda samarali hisoblanadi.Koagulyatsiya-flokulyatsiya jarayoni sanoat va tabiiy suvlarni tozalashda eng muhim va keng qo‘llaniladigan usullardan biri bo‘lib, u o‘zining soddaligi va samaradorligi bilan ajralib turadi. Koagulyatsiya jarayoni qattiq zarrachalar yuzasidagi zaryadni ionli kimyoviy moddalar yordamida neytrallash, qarama-qarshi ionlar adsorbsiyasi va elektrostatik ekranlash orqali amalga oshiriladi.Flokulyatsiya esa zarrachalarni o‘zaro bog‘lab, yiriklashtirish jarayoni bo‘lib, bu organik polimerlar yordamida amalga oshiriladi. Mineral chiqindi suvlar tarkibida suspenziyalangan zarrachalar mavjud bo‘lgani sababli, ushbu jarayonlar suvni tozalashda muhim ahamiyatga ega.

Bu jarayonlar nafaqat qattiq zarrachalarni ajratishga, balki og‘ir metallarning chiqarib tashlanishiga ham yordam beradi. Biroq, suv yoki qattiq qoldiqlarda qolib ketgan kimyoviy reagentlar ifloslantiruvchi omil bo‘lishi mumkin. Shu sababli, reagent miqdorini optimal darajada tanlash zarur.Shlamni flokulyatsiya jarayoniga qayta aylantirish qattiq zarrachalarning cho‘kishini va keyingi suvsizlantirish bosqichini yaxshilaydi. Bu, asosan, shlam tarkibida qolgan kimyoviy reagentlardan qayta foydalanish bilan bog‘liq. Bundan tashqari, bu usul past loyqali suvlarni tozalash samaradorligini ham oshiradi.

ISSN 3030-3907



1-rasm Zamonaviy boyitish fabrikalarida aylanma suv rejimining avtomatik monitoringi

Kon-metallurgiya sanoatida boyitish jarayonlarining samaradorligi ko‘p jihatdan suv-slam rejimini aniq nazorat qilishga bog‘liq. Quyida taqdim etilgan texnologik sxema asosida turg‘unlashtirish va cho‘ktirish bosqichining avtomatlashtirilgan monitoring tizimining ishlash tamoyilini ko‘rib chiqish mumkin.

Sxemaning umumiy tizilishi va nazorat nuqtalari.

Rasmda aks etganidek, jarayonning markaziy elementi maxsus dizayndagi tindirgich (shuntdor) hisoblanadi (sxemada Ц-36-1 belgisi ostida). Ushbu qurilmaga turli texnologik tarmoqlardan kelayotgan oqimlar boshqariladi. Xususan, sxemaning yuqori qismida "Flotatsiya qoldiqlaridan" (Из хвостов флотации) kelayotgan ikkita asosiy oqim ko‘rinadi. Ularning sarfi alohida datchiklar yordamida o‘lchanadi: masalan, birinchi tarmoq bo‘yicha sarf 473.8 m^3/soatni tashkil etmoqda, ikkinchisi esa hozircha yopiq holatda (0.0 m^3/soat).

Reaktivlarni Dozalash va Aralashtirish

Cho‘kish jarayonini tezlashtirish va suvi tiniqlashtirish sifatini oshirish maqsadida tizimga kimyoviy reaktivlar kiritiladi. Sxemaning yuqori chap burchagida ko‘rsatilganidek, flokulyant (Flokulyant) doimiy ravishda dozalanadi. Bundan tashqari, PAA (poliakrilamid) sarfi ham alohida nazorat qilinadi (sxemada 5.4 m^3/soat).Tindirgichning markazida elektro-mexanik aralashtirgich o‘rnatilgan bo‘lib, uning yordamida pulpa va reaktivlarning bir tekis aralashishi ta’minlanadi. Aralashtirgich dvigatelining ishchi holati va iste’mol qilayotgan

ISSN 3030-3907

toki doimiy monitoring qilinadi (ko‘rsatkich 8.7 A).Tindirish Jarayonining Sifat Ko‘rsatkichlari.

Tindirgichning pastki va markaziy qismida pulpaning fizik-kimyoviy parametrlarini o‘lchovchi datchiklar o‘rnatilgan. Ushbu ma’lumotlar jarayonning barqarorligini baholash uchun xizmat qiladi:

- pH ko‘rsatkichi (11.4 pH): Oqimning ishqoriy muhitda ekanligini ko‘rsatadi, bu flokulyatsiyaning optimal sharoitlari uchun muhim.
- Tiniqlashgan qatlam balandligi (2.4 m): Tindirgich yuzasida hosil bo‘lgan tiniq suv qatlamining qalinligini bildiradi.
- Loyqalik (0.0 FNU): Tiniqlashgan suvning yuqori darajada tozalanganligidan dalolat beradi.

Pulpani chiqarish va tizimning shlangi tartibi

Tindirgichning konus shaklidagi tubida cho‘kkan quyuq pulpa (slam) va uning bosimi nazorat qilinadi (bosim 0.6 kgf/sm²). Pulpaning zichligi ham avtomatik rejimda o‘lchanadi (ko‘rsatkich 1289.4 t/n).Ushbu zichlashgan mahsulotni keyingi bosqichlarga o‘tkazish uchun ikkita kuchli nasos agregatlari ishlatiladi (sxemada 54-1 va 54-2 nasoslari). Ushbu nasoslar kaskadli yoki zaxira rejimida ishlashi mumkin. Ularning ishchi parametrlari ham monitoring qilinadi: masalan, birinchi nasos dvigatelining toki 2.2 A, ikkinchisiniki esa 102.2 A ni tashkil etmoqda, bu esa ikkinchi nasosning asosiy ishchi yuklamani ko‘tarayotganligini ko‘rsatadi. Chiqish liniyasidagi pulpa bosimi 0.5 kgf/sm², sarfi esa 276.2 m³/soatga teng.

2. TADQIQOT USULLARI.

2.1. Eksperimental qurilma va tizim tavsifi

Tadqiqot ishlari mineral xom ashyoni boyitish natijasida hosil bo‘ladigan oqova suvlarni tozalash jarayonini modellashtiruvchi tajriba-sinov (pilot) qurilmasida amalga oshirildi. Ushbu qurilma sanoat korxonalaridagi real texnologik sharoitlarni imitatsiya qilish imkonini beradi. Tizimning ishlash mexanizmi quyidagi ketma-ket bosqichlarni o‘z ichiga oladi:

- Koagulyatsiya: mayda dispers zarrachalarning zaryadsizlanish bosqichi;
- Flokulyatsiya: zarrachalarning polimerlar yordamida yiriklashishi;
- Sedimentatsiya (Cho‘ktirish): hosil bo‘lgan agregatlarning og‘irlik kuchi ta’sirida cho‘kishi;
- Shlamni suvsizlantirish: quyuqlashtirilgan qattiq fazadan ortiqcha namlikni ajratish.

Mazkur yopiq siklli tizim yordamida texnologik chiqindilardan qattiq moddalarni ajratish va tozalangan suvni qayta ishlab chiqarishga yo‘naltirish jarayonlari o‘rganildi.

ISSN 3030-3907

2.2. Tadqiqot ob'ekti va reagentlar.

Eksperimentlar uchun bevosita mineral qayta ishlash zavodidan olingan oqova suv namunalari asosiy ob'ekt sifatida tanlandi. Ushbu suvning fizik-kimyoviy tarkibi suspenziyalangan qattiq zarrachalar, turli og'ir metall ionlari va ishlab chiqarishda qo'llanilgan kimyoviy reagentlar qoldiqlaridan tashkil topgan.

Zarrachalarni agregatsiyalash uchun anion turdagi polielektrolitdan (flokulyant) foydalanildi. Reagent ma'lum bir konsentratsiyali ishchi eritma ko'rinishida tayyorlanib, tajriba davomida uning dozalari tizimli ravishda o'zgartirib borildi.

2.3. Tajriba o'tkazish tartibi va nazorat parametrlari

Tadqiqot jarayonida tizimning samaradorligini baholash uchun quyidagi asosiy ko'rsatkichlar monitoring qilindi:

- Reagentlar dozasi: Optimal cho'ktirish sharoitlarini aniqlash maqsadida flokulyant (masalan, 0.6% va 1.1%) miqdori o'zgartirildi. Oltin tarkibli zarrachalarni cho'ktirishda $FeCl_3$ (40 mg/L) va PAM (1.5 g/m³) kabi koagulyant va flokulyantlarning samaradorligi tahlil qilindi.
- Retsirkulyatsiya (SR): Shlamni qayta tizimga qaytarishning tozalash sifatiga ta'siri o'rganildi.
- Fizik-kimyoviy ko'rsatkichlar: Tozalangan suvning loyqaligi (turbidity) va zarrachalarning barqarorlik darajasini belgilovchi zeta-potensial qiymatlari o'lchandi.
- Suvsizlanish unumdorligi: Shlam tarkibidagi namlikning ajralish darajasi va vaqt bo'yicha dinamikasi tahlil qilindi.

2.4. Tozalangan suv va loyning tavsifi

Tozalangan suv (ustki suyuqlik) cho'ktirish idishidan yig'ib olindi va joyida pH, elektr o'tkazuvchanlik (EC) hamda loyqalik darajasi o'lchandi. pH va elektr o'tkazuvchanlik portativ pH va EC o'lchagich yordamida, loyqalik esa portativ loyqalik o'lchagich (2100Q, HACH) yordamida tahlil qilindi. Tozalangan suvning zeta potentsiali zeta potentsial analizatori (Zetasizer, Malvern, Buyuk Britaniya) yordamida tahlil qilindi. Loy namunalari cho'ktirish idishida 3 soat davomida cho'ktirilgandan so'ng, loy nasosi yordamida ikkita 2 litrli polietilen idishga yig'ib olindi. Birinchi idish namuna olingandan so'ng darhol tahlil qilindi, ikkinchi idish esa hosil bo'lgan flyokulyantlar (yumaloq loy zarralari) barqarorligini tekshirish uchun ikki oy davomida saqlandi. Loyni suvsizlantirish oqava suvlarni tozalash jarayoniga qaraganda ko'proq vaqt talab qilishi va sanoat miqyosidagi inshootlarda cho'ktirish idishidan olingan loyni saqlash hajmi cheklanganligi sababli, ba'zida cho'kkan loyni oqava suvlarni tozalashdan keyin darhol suvsizlantirish imkoni bo'lmaydi. Agar loy suvsizlantirish inshootiga tashilmasa, u saqlash idishiga o'tkaziladi va sanoat

ISSN 3030-3907

miqyosidagi inshootda bir necha oy davomida saqlanadi. Shu sababli, saqlangan loyning suvsizlanish xususiyati tekshirildi. Loy namunalari yaxshilab aralashtirildi, 21 soat davomida cho‘ktirildi va ustki suyuqlik quyib olindi. Qolgan loy suvsizlanish xususiyati bo‘yicha tahlil qilindi. Suv tarkibi namunani 90 °C haroratda 24 soat davomida pechda quritishdan oldin va keyin loy vaznini o‘lchash orqali tahlil qilindi. Loy flyokulyantlarining o‘lchami lazerli diffraktsion zarrachalar o‘lchami analizatori (HELOS, Sympatec, Clausthal-Zellerfeld, Germaniya) yordamida aniqlandi. Flyokulyantlar barqarorligini baholash uchun loy zarrachalari taqsimoti 3 daqiqa davomida sonikatsiyadan (tovush to‘lqini bilan ishlov berish) oldin va keyin tahlil qilindi.

Loyni suvsizlantirish xususiyatlarini o‘lchash uchun ishlatiladigan filtratsiyaning o‘ziga xos qarshiligi (SRF) loyni vakuumli filtrlash hamda filtrat hajmi va filtrlash vaqtini o‘lchash orqali aniqlandi . O‘ziga xos qarshilik (1)-tenglama yordamida hisoblab chiqildi. SRF qiymatining yuqoriligi loyni suvsizlantirish qiyinligini ko‘rsatadi.

$$r = \frac{2bPA^2}{\mu C} \quad (1)$$

r: o‘ziga xos qarshilik (m/kg)
b: filtrat hajmi va vaqt/filtrat hajmi grafigining qiyaligi
μ: filtrat qovushoqligi (N·s/m²)
C: loyqaning kontsentratsiyasi (kg/m³)
A: filtr maydoni (m²)
P: qo‘llanilgan bosim (N/m²)
V: filtrat hajmi (m³)

Loy namunalari ikki oylik saqlashdan so‘ng qovushoqlik, namlik, zarracha o‘lchami va SRF bo‘yicha yuqorida tavsiflangan tartibda tahlil qilindi.
Shlamni qayta aylantirish (Sludge Recycling — SR)

Tajribalarda shlamni qayta aylantirish usuli ham qo‘llanildi. Bu jarayonda cho‘ktirilgan shlamning bir qismi yana flokulyatsiya bosqichiga qaytariladi.
Bu usulning asosiy afzalliklari:
mavjud kimyoviy reagentlardan qayta foydalanish
zarrachalarning tezroq cho‘kishi
suvsizlantirish jarayonining yaxshilanishi

2.5. O‘lchov usullari

Tajriba natijalarini baholash uchun quyidagi ko‘rsatkichlar o‘lchandi:
Loyqalilik (Turbidity) — suvning tozalanganlik darajasini ko‘rsatadi
Zeta-potensial — zarrachalar orasidagi elektrostatik ta’sirni baholaydi

Filtrlash qarshiligi (Specific resistance) — suvsizlantirish samaradorligini aniqlaydi

ISSN 3030-3907

Shlamning suvsizlanish darajasi

Olingan natijalar asosida turli sharoitlarning samaradorligi tahlil qilindi.

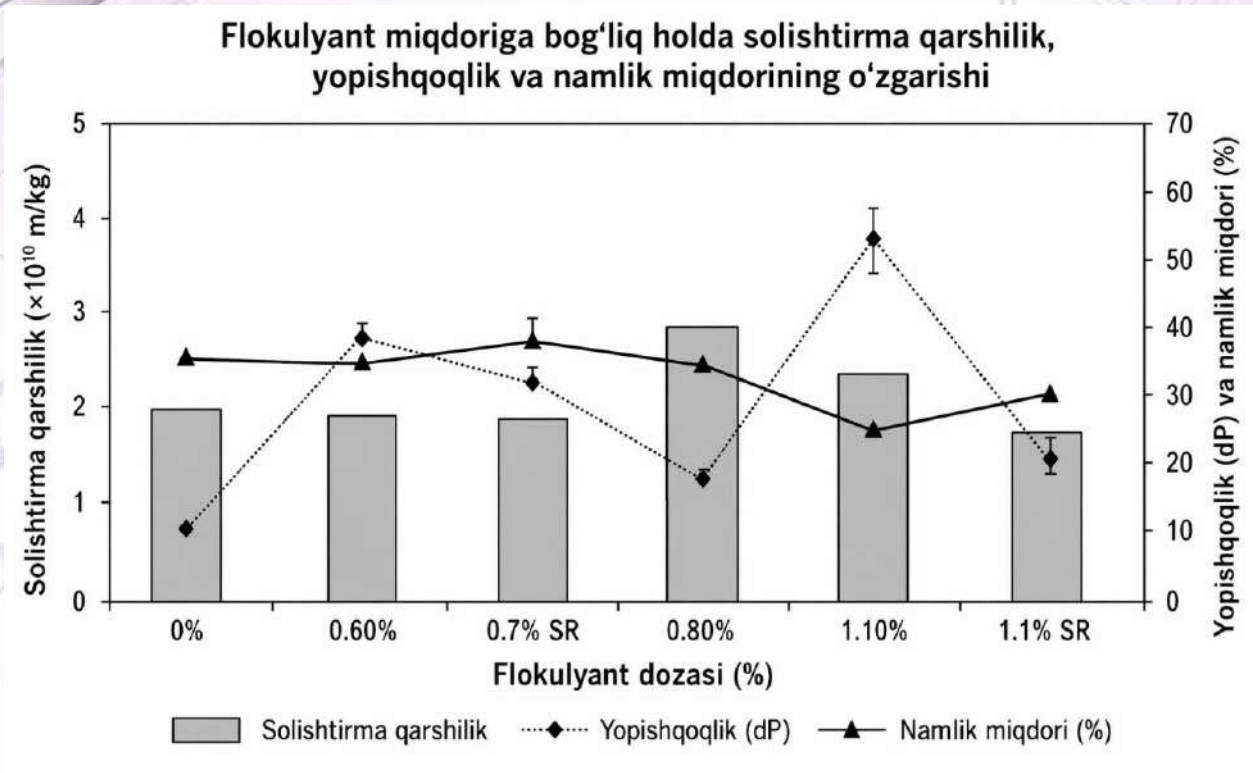
3. NATIJALAR VA MUHOKAMA.

3.1. Flokulyant dozasi ta’siri

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, flokulyant miqdorini oshirish har doim ham suvni tozalash samaradorligini yaxshilamaydi. Xususan, flokulyant dozasi 1.1% (v/v) gacha oshirilganda suvning loyqaligi sezilarli darajada kamaymagan.Bu holat shuni anglatadiki, flokulyantni ortiqcha qo‘llash iqtisodiy jihatdan samarasiz bo‘lishi bilan birga, texnologik jarayon samaradorligini ham oshirmaydi.

3.2. Loyning suvsizlantirish qobiliyati (Dewaterability of the Sludge)Oqova suvlarni tozalashdan keyin loyning suvsizlantirish qobiliyati SRF (filtratsiyaga solishtirma qarshilik), namlik va qovushoqlik ko‘rsatkichlari orqali baholandi. SRF bo‘yicha o‘lchangan suvsizlantirish qobiliyati loyning qovushoqligi va namligi bilan to‘g‘ridan-to‘g‘ri bog‘liq emas. Loyni qayta ishlash (recycling) bilan suvsizlantirish biroz yaxshilandi. Biroq, loy qayta ishlanmaganda, SRF oshdi va 0,8% flokulyant dozasi bilan eng yuqori ko‘rsatkichga erishdi (2-rasm). Bu shuni anglatadiki, flokulyant miqdorining oshishi suvsizlantirish qobiliyatiga salbiy ta'sir ko‘rsatgan, salbiy ta'sir esa loyni qayta ishlash orqali kompensatsiya qilingan. Loyni qayta ishlash yuqori flokulyant dozasining salbiy ta'sirini kompensatsiya qilgan bo‘lsa-da, birlashtirilgan ishlov berish (flokulyant va loyni qayta ishlash) uchun flokulyant dozasini oshirish yaxshi suvsizlantirish qobiliyatiga olib kelmadi. Shuning uchun, 0,7% flokulyant va loyni qayta ishlash (0,7% SR) birlashtirilgan usuli suvsizlantirish qobiliyati bo‘yicha eng samarali variant bo‘ldi.

ISSN 3030-3907



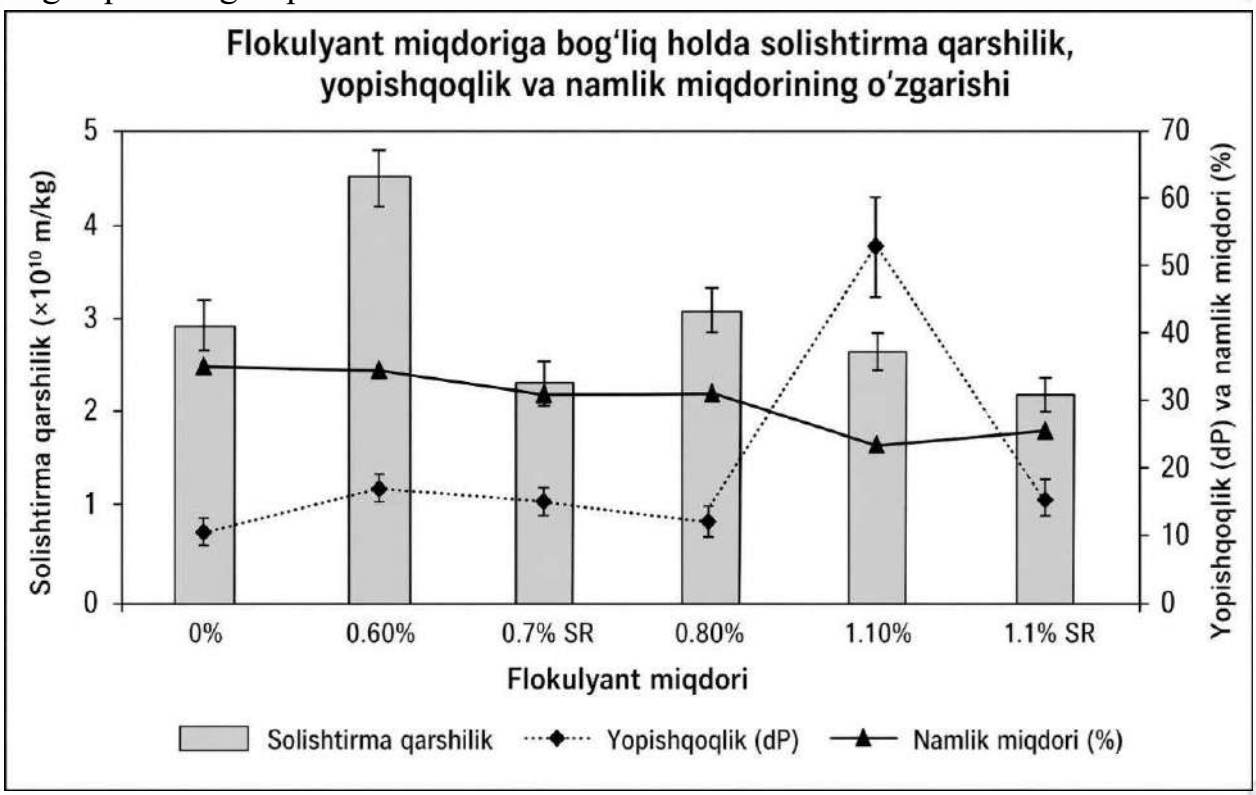
2-rasm. Oqova suvlarni tozalashdan keyin har xil dozadagi flokulyant va loyni qayta ishlash orqali to‘plangan loyning solishtirma qarshiligi, qovushoqligi va namligi.

Namlik 1,1% flokulyant qo‘shilishi bilan kamaydi, bu esa bog‘langan suv miqdori kamligini va shu bilan birga zichlangan loy floklarini anglatadi. Biroq, bog‘langan suv suvsizlantirish qobiliyati bilan bog‘liq bo‘lmasligi mumkin va SRF bog‘langan suvga emas, balki erkin suvga bog‘liq bo‘ladi. Bundan tashqari, SRF loy floklarining mikro-tuzilishi bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin.Faollashtirilgan loyning qovushoqligi suspenziyadagi zarrachalararo o‘zaro ta'sir darajasini aks ettirishi va suvsizlantirish qobiliyati bilan bog‘liqligi ma'lum. Biroq, mineral qayta ishlash loyining qovushoqligi ushbu tadqiqotda loyning suvsizlantirish qobiliyatini baholash uchun ishlatilgan SRF bilan bog‘liq emas edi. Mineral qayta ishlash loyining boshqa loylarga nisbatan turli xarakteristikalari ushbu tadqiqotda qovushoqlik va suvsizlantirish qobiliyati o‘rtasidagi bog‘liqlikning yo‘qligiga sabab bo‘lishi mumkin. Loyning qovushoqligi va suvsizlantirish qobiliyati o‘rtasidagi bog‘liqlik bo‘yicha boshqa tajribalar asosan faollashtirilgan loy bilan sinovdan o‘tgan, bunda mikroblar tomonidan kelib chiqadigan qovushoqlik o‘zgarishlari suvsizlantirish qobiliyatiga ta'sir qiluvchi muhim omillar hisoblanadi. 1,1% flokulyant bilan ishlov berilgan loyning eng yuqori qovushoqligi eng past namlik bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin, bu loyning cho‘kishi va siqilishi natijasida yuzaga kelgan (2-rasm). Suvsizlantirish qobiliyatini yaxshilash muhim, chunki u keyingi tozalash va utilizatsiya qilish xarajatlarini kamaytiradi.

ISSN 3030-3907

3.3. Flokulyant barqarorligi

Flokulyantlar (yopishqoq bo‘laklar) barqarorligi ikki oylik saqlashdan keyin loyning namlik miqdori, qovushoqligi va SRF (suvni o‘tkazishning solishtirma qarshiligi) tahlili orqali baholandi. Umuman olganda, barcha muolajalarda SRF oshdi va 0,6% flokulyant bilan ishlov berilgan loyda SRF eng yuqori bo‘ldi (3-rasm). Bu flokning saqlash davomida zichlashishi bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin. Shuning uchun, loyning uzoq muddatli barqarorligi nuqtai nazaridan, 0,6% flokulyant bilan ishlov berish samarali bo‘lmadi. Liss va boshqalar xabar berishicha, yoshi kattaroq floklar kamroq namlangan va yoshi kichikroq floklarga qaraganda jismonan barqarorroqdir. Qarigandan keyin ba'zi floklarning parchalanishi qattiq zarralarni chiqarishi mumkin, bu esa teshiklarni to‘sib qo‘yadi va SRFning oshishiga olib keladi. Loyni saqlash uning namligiga ta'sir qilmaydi, shuning uchun SRFning oshishi namlikning o‘zgarishi bilan bog‘liq emasligi oqilonadir.



3-rasm. Oqova suvlarni turli dozadagi flokulyant bilan tozalash va loyni qayta ishlashdan keyin ikki oy o‘tgach o‘lchangan loyning solishtirma qarshiligi, qovushoqligi va namligi.

0,6% flokulyant va loyni qayta ishlash bilan 0,7% flokulyant (0,7% SR) bilan ishlov berilgan namuna qovushoqligi ikki oylik saqlashdan keyin sezilarli darajada kamaydi. Odatda, qovushoqligi yuqori bo‘lgan loy past suvsizlanish qobiliyatini namoyish etadi. Biroq, ushbu tadqiqotda, qovushoqlik kamaygan bo‘lsa-da, 0,6% flokulyant bilan ishlov berilgan loyda SRF oshdi. Qovushoqlikning kamayishi agregatlarning parchalanishi bilan bog‘liq bo‘lishi

ISSN 3030-3907

mumkin. Agregatlarning parchalanishi natijasida zarralar hajmining o‘zgarishi mineral loy reologiyasining o‘zgarishiga olib kelgan bo‘lishi mumkin. 0,6% flokulyant bilan ishlov berishda ko‘rsatilgan xatti-harakatlar qarigan loyda qovushoqlik va SRF o‘rtasidagi odatda xabar qilingan munosabatlarga mos kelmaydi. Pollice va boshqalar loy qovushoqligi SRF ortishi va to‘xtab turgan loy o‘sishi bilan ortib borishini ko‘rsatdi, bu to‘xtatilgan qattiq tarkibning kamayishi bilan bog‘liq. Li va Yang xabar berishicha, qarish qovushoqlikning pasayishiga olib kelishi mumkin va yopishqoqlik barcha muolajalarda barqarorlashgan, chunki bo‘shashgan flokulyantlarning adsorbsiyasi qarish bilan ortgan. Biroq, ular bo‘shashgan ekstrasellyulyar polimerik moddalarning yuqori darajasi qovushoqlikni oshirishi mumkinligini ham xabar qilishdi. Flokulyant va shlamni qayta aylantirish (SR) birgalikda qo‘llanilganda zeta-potensial oshgani kuzatildi. Bu esa zarrachalar o‘rtasidagi o‘zaro ta’sir kuchayganini bildiradi.

Natijada:

zarrachalar tezroq birlashadi

yirik floklar hosil bo‘ladi

cho‘ktirish jarayoni yaxshilanadi

Suvsizlantirish jarayoni (Dewaterability)

Natijalar shuni ko‘rsatdiki, flokulyant miqdorini oshirish suvsizlantirish samaradorligiga salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin.

Ammo:

0.6% flokulyant ishlatilganda

va shlam ma’lum vaqt saqlanganda (aging jarayoni)

suvsizlantirish darajasi sezilarli darajada yaxshilangan.

Bu shuni ko‘rsatadiki: optimal dozani tanlash juda muhim

3.4. Shlamni qayta aylantirish (SR) ta’siri

Shlamni qayta aylantirish texnologiyasi quyidagi ijobiy natijalarni berdi:

Cho‘kish tezligi oshdi

Floklar yiriklashdi

Suvsizlantirish yaxshilandi

Ayniqsa, flokulyant va SR birgalikda qo‘llanganda:

yirik va barqaror floklar hosil bo‘ldi ular tashqi ta’sirlarga (masalan, aralashtirish yoki ultratovush) chidamli bo‘ldi

3.5. Flok tuzilishi va barqarorligi

1.1% flokulyant + SR kombinatsiyasida hosil bo‘lgan floklar:

katta o‘lchamli zich barqaror bo‘lib, ular: cho‘ktirish jarayonini tezlashtirdi filtrlashni osonlashtirdi

3.6. Umumiy tahlil

Natijalar shuni ko‘rsatdiki:

ISSN 3030-3907

Flokulyantni ko‘p berish → har doim ham foydali emas
Optimal dozani tanlash → asosiy faktor
Shlamni qayta aylantirish → samaradorlikni oshiradi

4. XULOSA

Mazkur tadqiqot doirasida mineral xom ashyoni boyitish korxonalaridan hosil bo‘ladigan oqova suvlarni tozalash unumdorligini oshirish hamda samarali aylanma suv ta’minotini tashkil etish masalalari o‘rganildi. Anion flokulyant dozasi va shlamni retsirkulyatsiya qilish (SR) usullarining kombinatsiyasi qattiq zarrachalarni ajratish jarayoniga ko‘rsatadigan ta’siri bo‘yicha quyidagi xulosalar shakllantirildi:Reagent sarfini optimallashtirish: Tajribalar shuni tasdiqladiki, flokulyant miqdorini me’yordan oshirish suv tiniqligini yaxshilashga xizmat qilmaydi. Aksincha, yuqori konsentratsiyali dozalar suvsizlantirish jarayonining kinetikasini yomonlashtirishi mumkin. Bu esa sanoat sharoitida reagentning iqtisodiy va texnologik jihatdan eng maqbul (optimal) miqdorini aniqlash zarurligini ko‘rsatadi.Shlam retsirkulyatsiyasining afzalligi: Shlamni qayta aylantirish (SR) texnologiyasi suyuq va qattiq fazalarni ajratishda yuqori samaradorlik namoyish etdi. Ushbu yondashuv tizimda gidrodinamik barqaror va yirik agregatlarning (floklarning) shakllanishini jadallashtirib, sedimentatsiya (cho‘kish) jarayonini sezilarli darajada tezlashtiradi.Resurs tejamkorligi: Tadqiqot davomida shlam tarkibidagi kimyoviy reagent qoldiqlaridan qayta foydalanish imkoniyati mavjudligi aniqlandi. Bu nafaqat yangi reagent sarfini kamaytirish, balki ishlab chiqarishning ekologik yuklamasini pasaytirish va resurs tejamkorligini oshirish imkonini beradi.Tizimli yondashuv: Optimal reagent dozasi va shlam retsirkulyatsiyasini birgalikda qo‘llash aylanma suv ta’minoti tizimini yangi bosqichga olib chiqadi. Bu usul suvni tozalash sifatini yaxshilash bilan bir qatorda, tozalangan suvni ishlab chiqarishga qaytarish darajasini maksimal darajaga yetkazadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Muzafarov A.M., Narbadalov Sh.I., Sattarov G.S. “Assessment of the possibility of off-spec water application in hydrometallurgical production”– Tsvetnye Metally Journal, 2016 O‘zbekiston (Navoiy KMK) olimlari tomonidan sanoat suvini qayta ishlatish o‘rganilgan
2. Medzhibovskiy A.S., Solomko N.G. (Olmaliq KMK hamkorligi bilan) “Flotation processing of gold-bearing porphyry copper ores from Uzbekistan deposits”Tsvetnye Metally, 2023 Oltin va mis rudalarini flotatsiya orqali ajratish texnologiyasi
3. Mirkamalov R., Divaev F., Uzokov R., Oripova N. va boshqalar “Geology of critical mineral deposits of the Kuljuktau Mountains (Uzbekistan)” SAGE Journals, 2024

ISSN 3030-3907

4. Gunson, A.J.; Klein, B.; Veiga, M.; Dunbar, S. Konchilikda suvga bo‘lgan ehtiyojni kamaytirish. J. Clean. Prod. 2012.
5. Rubio, J.; Souza, M.L.; Smith, R.W. Oqova suvlarni tozalash usuli sifatida flotatsiyaga umumiy nuqtai nazar. Miner. Eng. 2002.
6. Teh, C.Y.; Budiman, P.M.; Shak, K.P.Y.; Wu, T.Y. Koagulyatsiya-flokulyatsiyaning so‘nggi yutuqlari va ularning oqova suvlarni tozalashda qo‘llanilishi. Ind. Eng. Chem. Res. 2016.
7. Choy, S.Y.; Prasad, K.M.N.; Wu, T.Y.; Raghunandan, M.E.; Ramanan, R.N. Suvni barqaror tiniqlashtirishda o‘simlik asosidagi tabiiy koagulyantlardan muqobil sifatida foydalanish. J. Environ. Sci. 2014.
8. Pearse, M.J. Foydali qazilmalarni qayta ishlash sanoatida qattiq va suyuq fazalarni ajratish uchun kimyoviy moddalardan foydalanish tarixi va kelajakdagi rivojlanishi. Miner. Eng. 2003.
9. Johnson, P.D.; Girinathannair, P.; Ohlinger, K.N.; Ritchie, S.; Teuber, L.; Kirby, J. Koagulyatsiya va flokulyatsiya yordamida birlamchi tozalash jarayonida og‘ir metallarni ajratib olishni kuchaytirish. Water Environ. Res. 2008.
10. Lee, K.; Lee, D.; Lieu, A. "Cameco‘s Key Lake" korxonasida uran koni oqova suvlaridan cho‘kma qattiq moddalar yordamida mikroelementli metallarni ajratib olish. Mineralni qayta ishlashda suv masalalari; Drelich, J., tahriri ostida; Tog‘-kon, metallurgiya va qidiruv ishlari jamiyati: Kolorado, AQSh, 2012.
11. Chen, T.; Xu, Y.; Wang, D.; Shi, W.; Cui, F. Kam loyqalikdagi suvni tozalash uchun koagulyatsiya jarayonida loyqani qayta aylantirishning suv sifatiga ta’siri. Desalination Water Treat. 2016.
12. Dahlstrom, D.A. Suyuqlik va qattiq moddalarni ajratish. Foydali qazilmalarni qayta ishlash tamoyillari; Fuerstenau, M.C., tahriri ostida; Tog‘-kon, metallurgiya va qidiruv ishlari jamiyati: Illinoys, AQSh, 2003.
13. Park, J.H.; Oh, C.; Han, Y.S.; Ji, S.W. Foydali qazilmalarni qayta ishlash oqova suvlarini qayta ishlatish uchun flokulyantlar miqdorini optimallashtirish. Geosyst. Eng. 2016.

ISSN 3030-3907