ISSN 2181-4732
E-ISSN 2181-4015

UO‘K 669.28:66.061.34 https://doi.org/10.70769/218-4732.ITJ.2026-3.17

MAGNIT SEPARATSIYA CHIQINDILARIDAN MOLIBDEN VA BOSHQA QIMMATBAHO KOMPONENTLARNI AJRATIB OLISHNI TADQIQ ETISH

Shodiyev Abbos Ne’mat o‘g‘li, texnika fanlari doktori (DSc), professor,
E-mail: abbos.shodiyev.91@mail.ru, ORCID: 0000-0003-2589-7179, Science ID: DQD-0325-0001
Qayumov Oybek Azamat o‘g‘li, texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD), dotsent,
E-mail: oybekqayumov@mail.ru, ORCID: 0000-0003-4620-6429, Science ID: FQD-0225-0028
Boymurodov Najmiddin Abduqodirovich, texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD), dotsent,
E-mail: najmiddinboy-94@mail.ru, ORCID: 0009-0007-7820-7799, Science ID: MQD-0625-0004
Xushvaqtova Dilshoda Shavkat qizi, mustaqil tadqiqotchi, Science ID: MQD-0426-0016

Qarshi davlat texnika universiteti, Qarshi, O‘zbekiston

Annotatsiya. *Ushbu maqolada magnit separatsiya chiqindilaridan molibden va boshqa qimmatli komponentlarni ajratib olish jarayoni tadqiq etilgan. Tadqiqotlarda magnit separatsiyadan keyingi nomagnit fraksiyani ikki bosqichli sodali tanlab eritish va hosil bo‘lgan kekni yuvish texnologiyasi qo‘llanilgan. Tanlab eritish jarayoniga natriy karbonat konsentratsiyasi, qattiq va suyuq fazalar nisbati, harorat hamda jarayon davomiyligining ta’siri o‘rganilgan. Laboratoriya va tajriba-sanoat sinovlari natijasida molibdenning eritmaga o‘tish darajasi hamda mahsuldor eritmalardagi molibden va reniy miqdori aniqlangan. Shuningdek, qoldiq kek tarkibida mis, oltin va kumushning to‘planishi qayd etilgan. Olingan natijalar ikki bosqichli sodali tanlab eritish va kekni yuvish asosidagi texnologiyaning molibdenni samarali ajratib olish hamda chiqindidagi boshqa qimmatli komponentlarni keyingi qayta ishlash uchun konsentratsiyalash imkonini berishini ko‘rsatadi.*

Kalit so‘zlar: *molibden, reniy, magnit separatsiya chiqindilari, sodali tanlab eritish, natriy karbonat, ikki bosqichli tanlab eritish, kek, yuvish, qimmatli komponentlar, gidrometallurgiya.*

УДК 669.28:66.061.34

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗВЛЕЧЕНИЯ МОЛИБДЕНА И ДРУГИХ ЦЕННЫХ КОМПОНЕНТОВ ИЗ ХВОСТОВ МАГНИТНОЙ СЕПАРАЦИИ

Шодиев Аббос Неъмат угли, доктор технических наук (DSc), профессор
Каюмов Ойбек Азамат угли, доктор философии по техническим наукам (PhD)
Боймуродов Нажмиддин Абдукодирович, доктор философии по техническим наукам (PhD)
Хушвактова Дилшода Шавкат кизи, независимый исследователь

Каршинский государственный технический университет, г. Карши, Узбекистан

Аннотация. *В статье исследован процесс извлечения молибдена и других ценных компонентов из хвостов магнитной сепарации. В исследованиях применена технология двухстадийного содового выщелачивания немагнитной фракции после магнитной сепарации с последующей промывкой полученного кека. Изучено влияние концентрации карбоната натрия, соотношения твердой и жидкой фаз, температуры и продолжительности процесса на эффективность выщелачивания. По результатам лабораторных и опытно-промышленных испытаний определены степень перехода молибдена в раствор, а также содержание молибдена и рения в продуктивных растворах. Установлено также концентрирование меди, золота и серебра в остаточном кеке. Полученные результаты показывают, что технология двухстадийного содового выщелачивания с промывкой кека позволяет эффективно извлекать молибден и одновременно концентрировать другие ценные компоненты в твердом остатке для их последующей переработки.*

Ключевые слова: *молибден, рений, хвосты магнитной сепарации, содовое выщелачивание, карбонат натрия, двухстадийное выщелачивание, кек, промывка, ценные компоненты, гидрометаллургия.*

ISSN 2181-4732
E-ISSN 2181-4015

UDC 669.28:66.061.34

INVESTIGATION OF MOLYBDENUM AND OTHER VALUABLE COMPONENTS RECOVERY FROM MAGNETIC SEPARATION TAILINGS

Abbos Shodiev, Doctor of Technical Sciences (DSc), Professor
Oybek Kayumov, Doctor of Philosophy in Technical Sciences (PhD)
Najmiddin Boymurodov, Doctor of Philosophy in Technical Sciences (PhD)
Dilshoda Khushvaktova, Independent Researcher

Karshi State Technical University, Karshi, Uzbekistan

Abstract. *This article investigates the recovery of molybdenum and other valuable components from magnetic separation tailings. A two-stage soda leaching process was applied to the non-magnetic fraction obtained after magnetic separation, followed by washing of the resulting cake. The effects of sodium carbonate concentration, solid-to-liquid ratio, temperature, and leaching duration on the process efficiency were studied. Based on laboratory and pilot-scale tests, the degree of molybdenum transfer into solution and the concentrations of molybdenum and rhenium in the pregnant solutions were determined. The accumulation of copper, gold, and silver in the residual cake was also observed. The results demonstrate that two-stage soda leaching followed by cake washing provides an effective approach for molybdenum recovery while simultaneously concentrating other valuable components in the solid residue for further processing.*

Keywords: *molybdenum, rhenium, magnetic separation tailings, soda leaching, sodium carbonate, two-stage leaching, cake, washing, valuable components, hydrometallurgy.*

Kirish

Molibden zamonaviy metallurgiya, mashinasozlik, energetika va kimyo sanoatida keng qo‘llaniladigan muhim strategik metallardan biri hisoblanadi. Uning yuqori haroratga chidamliligi, korroziyabardoshligi hamda po‘lat va maxsus qotishmalarning mexanik xossalarini yaxshilash xususiyati molibdenli xomashyoga bo‘lgan talabning barqaror oshib borishiga sabab bo‘lmoqda. Shu bilan birga, birlamchi mineral xomashyo zaxiralaridan oqilona foydalanish, texnogen hosilalarni qayta ishlash va ulardan qimmatli komponentlarni maksimal darajada ajratib olish zamonaviy gidrometallurgiyaning dolzarb yo‘nalishlaridan biri sanaladi [1].

Rudalarni boyitish va metallurgik qayta ishlash jarayonlarida hosil bo‘ladigan magnit separatsiya chiqindilari tarkibida ma’lum miqdorda molibden, reniy, mis, oltin va kumush kabi qimmatli komponentlar saqlanib qolishi mumkin. Bunday texnogen mahsulotlarni chiqindi sifatida saqlash nafaqat qimmatli metallarning yo‘qotilishiga, balki qo‘shimcha ekologik va iqtisodiy muammolarning yuzaga kelishiga ham olib keladi [1–2]. Shu sababli magnit separatsiyaning nomagnit fraksiyasini ikkilamchi xomashyo sifatida kompleks qayta ishlash muhim ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi.

Tadqiq qilinayotgan magnit separatsiya kekining kimyoviy tarkibida molibden bilan bir qatorda mis, reniy, oltin va kumush mavjudligi aniqlangan. Jumladan, dastlabki mahsulot tarkibida molibden miqdori 3,98 %, mis 2,51 %, reniy 0,011 % bo‘lib, oltin va kumush ham sanoat nuqtai nazaridan qiziqish uyg‘otadigan miqdorlarda uchraydi. Bu esa ushbu texnogen mahsulotni kompleks qayta ishlash va undan qimmatli komponentlarni bosqichma-bosqich ajratib olish zarurligini ko‘rsatadi.

Molibdenni bunday xomashyodan ajratib olishda gidrometallurgik usullar, xususan, sodali tanlab eritish usuli muhim o‘rin tutadi. Natriy karbonat muhitida molibdenning eruvchan birikmalarga o‘tishi, bir qator qo‘shimcha komponentlarning esa qattiq fazada saqlanib qolishi jarayonning ma’lum darajada selektivligini ta’minlaydi. Biroq tanlab eritish samaradorligi natriy karbonat konsentratsiyasi, qattiq va suyuq fazalar nisbati, harorat, jarayon davomiyligi va eritish bosqichlari soniga sezilarli darajada bog‘liq bo‘ladi. Tadqiqotlarda ushbu omillarni maqbullashtirish orqali molibdenning eritmaga o‘tish darajasini oshirishga alohida e’tibor qaratilgan.

ISSN 2181-4732
E-ISSN 2181-4015

Mazkur ishda magnit separatsiya chiqindilarining nomagnit fraksiyasini ikki bosqichli sodali tanlab eritish, hosil bo‘lgan keklarni yuvish hamda mahsuldor eritmalarda molibden va reniyni konsentratsiyalash jarayonlari o‘rganildi. Tadqiqotlarda qattiq va suyuq fazalar nisbati 1:4–1:5, harorat 80–90 °C atrofida, natriy karbonat konsentratsiyasi esa turli qiymatlarda o‘zgartirilib, jarayonning texnologik ko‘rsatkichlariga ta’siri baholandi [3].

Laboratoriya va tajriba-sanoat sinovlari ikki bosqichli sodali tanlab eritish hamda keklarni yuvish natijasida molibdenning asosiy qismini eritmaga o‘tkazish mumkinligini ko‘rsatdi. Shuningdek, qoldiq kek tarkibida mis, oltin va kumushning nisbatan konsentratsiyalanishi ularni keyingi bosqichlarda alohida qayta ishlash imkonini beradi. Olingan natijalar ishlab chiqilgan texnologik yondashuv magnit separatsiya chiqindilarini kompleks qayta ishlash, molibden va reniy ajratib olish hamda boshqa qimmatli komponentlarni ikkilamchi xomashyo sifatida saqlab qolish nuqtai nazaridan istiqbolli ekanini ko‘rsatadi.

Tadqiqotning maqsadi – magnit separatsiya chiqindilaridan molibden va boshqa qimmatli komponentlarni ajratib olish uchun ikki bosqichli sodali tanlab eritish jarayonining samarali texnologik parametrlarini aniqlash hamda olingan mahsulotlarni keyingi kompleks qayta ishlash imkoniyatlarini baholashdan iborat.

Adabiyot tahlili. Molibden va reniy saqlovchi birlamchi hamda texnogen xomashyolarni gidrometallurgik qayta ishlash bo‘yicha J.M. Juneja, Sohan Singh, D.K. Bose, Lihua Shi, Xue-Wen Wang, Ming-Yu Wang, Jun Peng, Bingbing Liu, Bei Zhang, Guihong Han, shuningdek, MDH davlatlari va mahalliy olimlardan E.A. Pirmatov, A.S. Xasanov, B.R. Vohidov hamda boshqa tadqiqotchilar tomonidan ilmiy izlanishlar olib borilgan. Ushbu tadqiqotlarda molibdenni sodali kuydirish, ishqoriy va sodali tanlab eritish, suv bilan eritish hamda molibden va reniyni mahsuldor eritmalardan selektiv ajratib olish usullari o‘rganilgan.

J.M. Juneja, Sohan Singh va D.K. Bose past navli molibdenit konsentratlaridan molibden va reniyni ajratib olishda soda ishtirokidagi kuydirish va keyingi gidrometallurgik qayta ishlash samaradorligini o‘rgangan. Lihua Shi va hammualliflar Na_2CO_3 va CaO ishtirokida molibdenni selektiv ajratish jarayonlarini tadqiq qilgan. Bingbing Liu, Bei Zhang, Guihong Han va boshqa tadqiqotchilarning ishlarida esa molibden va reniyni mineral hamda ikkilamchi xomashyolardan kompleks ajratib olish, mahsuldor eritmalarni tozalash va qimmatli komponentlarni selektiv ajratish masalalariga e’tibor qaratilgan.

Mavjud tadqiqotlarda molibdenni gidrometallurgik usullar bilan eritmaga o‘tkazish bo‘yicha sezilarli natijalarga erishilgan. Biroq magnit separatsiya chiqindilarini ikki bosqichli sodali tanlab eritish, hosil bo‘lgan keklarni yuvish, molibden va reniyni eritmaga o‘tkazish hamda mis, oltin va kumushni qattiq qoldiqda konsentratsiyalash jarayonlarini yagona texnologik tizim doirasida o‘rganish yetarli darajada yoritilmagan. Shu jihatdan magnit separatsiya chiqindilarini kompleks qayta ishlash texnologiyasini tadqiq etish ilmiy va amaliy ahamiyat kasb etadi.

Materiallar va uslublar

Tadqiqot obyekti sifatida ho‘l magnit separatsiyadan keyin hosil bo‘lgan nomagnit fraksiya – magnit separatsiya chiqindi keki qabul qilindi. Dastlabki kekning o‘rtacha kimyoviy tarkibida 3,98 % Mo, 2,51 % Cu, 8,73 % Fe, 0,011 % Re, shuningdek, 29,4 g/t Au va 69,3 g/t Ag mavjud bo‘lib, materialning 91,0 % qismi 0,08 mm dan kichik zarrachalardan tashkil topgan.

Molibden va boshqa qimmatli komponentlarni ajratib olish uchun ikki bosqichli sodali tanlab eritish usuli qo‘llanildi. Tajribalar laboratoriya reaktorida Na_2CO_3 eritmasidan foydalanilgan holda olib borildi. Jarayonda qattiq va suyuq fazalar nisbati Q = 1:4–1:5, harorat 80–90 °C, tanlab eritish davomiyligi 2,0–3,0 soat, aralashtirish tezligi esa 120–140 ayl/min oralig‘ida o‘zgartirildi. Natriy karbonat konsentratsiyasining molibdenning eritmaga o‘tish darajasiga ta’siri alohida o‘rganildi.

Birinchi bosqich tanlab eritishdan so‘ng eritma va kek filtrlash orqali ajratildi. Hosil bo‘lgan kek ikkinchi bosqich sodali tanlab eritishga yuborildi. Ikkinchi bosqichdan olingan qattiq qoldiq esa dastlab issiq sodali eritma, keyinchalik issiq suv bilan yuvildi. Yuvish eritmalaridan sodali eritmani

ISSN 2181-4732
E-ISSN 2181-4015

qayta tayyorlashda aylanma eritma sifatida foydalanildi Bu esa reagent sarfini kamaytirish va eritmada qolgan molibdenni qo‘shimcha ravishda ajratib olish imkonini berdi [3-4].

Har bir tajriba bosqichida mahsuldor eritmalardagi Mo, Re va Cu miqdori, qattiq qoldiqning chiqishi va namligi hamda kek tarkibidagi Mo, Cu, Fe, Re, Au va Ag miqdorlari nazorat qilindi. Olingan natijalar asosida molibdenning eritmaga ajralish darajasi hisoblanib, Na_2CO_3 konsentratsiyasi va boshqa texnologik parametrlarning jarayon samaradorligiga ta’siri baholandi.

Laboratoriya tajribalari natijalari asosida tanlangan texnologik rejim tajriba-sanoat sharoitida ham sinovdan o‘tkazildi. Laboratoriya va tajriba-sanoat natijalarining o‘zaro yaqinligi ikki bosqichli sodali tanlab eritish va keklarni yuvish usulining magnit separatsiya chiqindilaridan molibdenni ajratib olish uchun texnologik jihatdan samarali ekanligini baholash imkonini berdi [4].

Natijalar va muhokama

Molibden va boshqa qimmatli komponentlarni tarkibida (foizlarda): 4,8 Mo; 0,011 Re; 2,5 Cu bo‘lgan shlam kekini nam separatsiyalash qoldiqlaridan (magnitlanmaydigan fraksiyadan) ajratib olish uchun ikki bosqichli qarama-qarshi oqimli sodali tanlab eritish bo‘yicha laboratoriya tajribalari o‘tkazildi [5].

Magnit separatsiyasi qoldiq kekini tanlab eritish bo‘yicha tajribalar quyidagi ketma-ketlikda o‘tkazildi: nam magnit separatsiyasi qoldiqlari (magnitlanmagan qismi) T:S = 1,0–4,0 nisbatda, 60,0–100,0 °C haroratda 2,0–3,0 soat davomida ikki bosqichli sodali tanlab eritishga duchor qilinadi. Har bir tanlab eritish bosqichining keklari eritmadan filtrlash yo‘li bilan ajratiladi, olingan eritmadan molibden va reniy ajratib olinadi; birinchi bosqichda ajratilgan kek T:S = 1,0–4,0 nisbatda, 60,0–100,0 °C haroratda 2,0–3,0 soat davomida qayta ishqorlanadi. Ikkinchi bosqich tanlab eritish keki avval issiq kalsinatsiyalangan soda eritmasi, so‘ngra issiq suv bilan yuviladi. Yuvindi eritmalar tanlab eritish uchun sodali eritma tayyorlashda ishlatiladi. Yuvilgan kek tanlab eritish qurilmasining yakuniy mahsuloti bo‘lib, tarkibida mis va qimmatbaho metallar mavjud. Quritilgan kek mis va qimmatbaho metallarni pirometallurgik usulda ajratib olish uchun keyingi qayta ishlashga yuboriladi.

Magnit separatsiyasidan keyin olingan kekning o‘rtacha kimyoviy tarkibi quyidagicha: Mo-3,98, Cu-2,51, SiO2-21,05, Fe-8,73, WO3-aniqlanmagan, P-0,012, As-0,015, Re-0,011, MoS2-0,63, Au-29,4 g/t, Ag-69,3 g/t va zarracha yirikligi 91,0 % 0,08 mm dan oshmaydi.

Magnit separatsiya chiqindi kekidan molibden va boshqa qimmatli komponentlarni ajratib olish samaradorligini aniqlash maqsadida sodali tanlab eritish jarayonining asosiy texnologik parametrlari ta’siri o‘rganildi. Dastlabki xomashyo tarkibida 3,98 % Mo va 2,51 % Cu mavjud bo‘lib, tajribalarda qattiq va suyuq fazalar nisbati, Na_2CO_3 konsentratsiyasi, harorat va jarayon davomiyligi o‘zgartirildi. Molibden saqlovchi xomashyolarni natriy karbonat ishtirokida qayta ishlash imkoniyati avvalgi tadqiqotlarda ham qayd etilgan [1, 2].

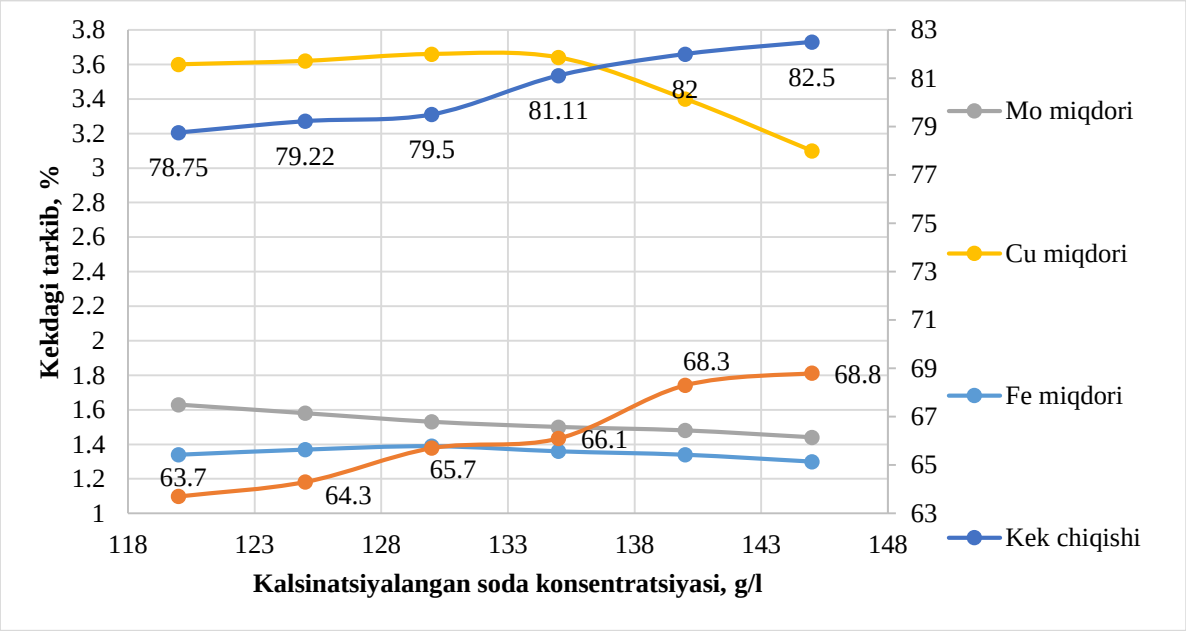
1-jadval. Magnit separatsiya chiqindilaridan molibden va boshqa qimmatli komponentlarni ajratib olish bo‘yicha 1-bosqichli yuvish tajribalari natijalari

Tajriba №	Olingan eritmaning tarkibi			Olingan kek:					
				Chiqish, %	W, %	Kek tarkibi, %			ε, %
	Mo, г/л	Re, мг/л	Cu, мг/л			Mo	Cu	Fe	
1	18,6	50,2	81,0	78,75	50	1,63	3,6	1,34	63,7
2	19,8	45,8	78,0	79,5	52	1,53	3,66	1,53	65,7
3	21,8	620	74,0	82,0	47,5	1,48	3,4	1,34	68,3

Birinchi bosqich tanlab eritish tajribalarida mahsuldor eritmadagi molibden konsentratsiyasi 18,6–21,8 g/l oralig‘ida bo‘ldi. Molibdenning eritmaga ajralish darajasi tajriba sharoitiga qarab 63,7 dan 68,3 % gacha oshdi. Eng yuqori ko‘rsatkich tajriba-sanoat rejimiga yaqin sharoitda kuzatilib, mahsuldor eritmada 21,8 g/l Mo va 620 mg/l Re aniqlandi. Shu sharoitda eritmadagi mis miqdori 74 mg/l ni tashkil etgan, temir esa aniqlanmagan (1-jadval).

ISSN 2181-4732
E-ISSN 2181-4015

Na_2CO_3 konsentratsiyasining oshishi molibdenning eritmaga o‘tishiga ijobiy ta’sir ko‘rsatdi. Tajriba natijalariga ko‘ra, soda konsentratsiyasi 140–145 g/l atrofida bo‘lganda molibdenning ajralish darajasida sezilarli o‘sish kuzatildi, undan keyingi oshirish esa jarayon samaradorligining keskin yaxshilanishiga olib kelmadi. Bu natija reagentning ma’lum konsentratsiyasidan keyin molibden ajralishidagi qo‘shimcha o‘sish cheklanishini ko‘rsatadi (1-rasm). Natriy karbonat miqdori va boshqa texnologik parametrlarning molibden ajralishiga sezilarli ta’siri boshqa tadqiqotchilar ishlarida ham ko‘rsatilgan [1, 2].



1-rasm. Na_2CO_3 konsentratsiyasining molibdenning eritmaga ajralish darajasiga ta’siri.

Birinchi bosqichdan keyingi kek tarkibidagi molibden miqdori 1,48–1,63% gacha kamaygan bo‘lsa, mis miqdori 3,4–3,66 % gacha oshdi. Ushbu natija molibdenning eritmaga nisbatan selektiv o‘tishi, misning asosiy qismining esa qattiq fazada qolishini ko‘rsatadi. Natijada qoldiq kek keyingi bosqichlarda mis va boshqa qimmatli komponentlarni ajratib olish uchun ikkilamchi xomashyo sifatida qaralishi mumkin.

Ikkinchi bosqich sodali tanlab eritish birinchi bosqichdan keyin qattiq fazada qolgan molibdenni qo‘shimcha ravishda eritmaga o‘tkazish imkonini berdi. Ushbu bosqichda mahsuldor eritmadagi molibden miqdori 8,2–13,8 g/l ni, qattiq qoldiqdagi molibden miqdori esa 1,10–1,48 % ni tashkil etdi. Molibdenning ikkinchi bosqichdagi ajralish darajasi 69,17–70,5 % oralig‘ida bo‘ldi. Eng yuqori ko‘rsatkich qayd etilgan tajribada ikkinchi bosqich kekidagi molibden miqdori 1,10 % gacha kamaydi (2-jadval).

Ikkinchi bosqichda Na_2CO_3 konsentratsiyasi jarayon ko‘rsatkichlariga sezilarli ta’sir ko‘rsatdi. Soda konsentratsiyasining 125–135 g/l oralig‘ida o‘zgarishi kek chiqishining sezilarli o‘zgarishiga olib kelgan. Umuman olganda, tajriba natijalarida jarayon ko‘rsatkichlarining eng sezilarli o‘zgarishi Na_2CO_3 konsentratsiyasining 120–135 g/l oralig‘ida kuzatildi [5, 6].

2-rasmda boshlang‘ich xomashyodan yakuniy yuvilgan kekka qadar molibden miqdorining bosqichma-bosqich kamayishi ko‘rsatilgan: 3,98 % → 1,48–1,63 % → 1,10–1,48 % → 1,03 % Mo. Bu holat ikki bosqichli tanlab eritish va keyingi yuvish operatsiyasining ketma-ket qo‘llanilishi qattiq fazadagi molibden miqdorini sezilarli kamaytirishini ko‘rsatadi.

Ikki bosqichli tanlab eritishdan keyingi kekni yuvish molibden yo‘qotilishini kamaytirishda muhim texnologik operatsiya ekanligi aniqlandi. Birinchi laboratoriya variantida yuvish jarayonida molibdenning yuvish eritmasiga ajralish darajasi 56,36 % ni tashkil etdi, ikki bosqichli tanlab eritish va yuvishdan keyingi ko‘rsatkich esa 79,9 % bo‘ldi. Ikkinchi va tajriba-sanoat variantlarida ushbu ko‘rsatkichlar mos ravishda 79,49 va 79,23 % ni tashkil etdi.

ISSN 2181-4732
E-ISSN 2181-4015

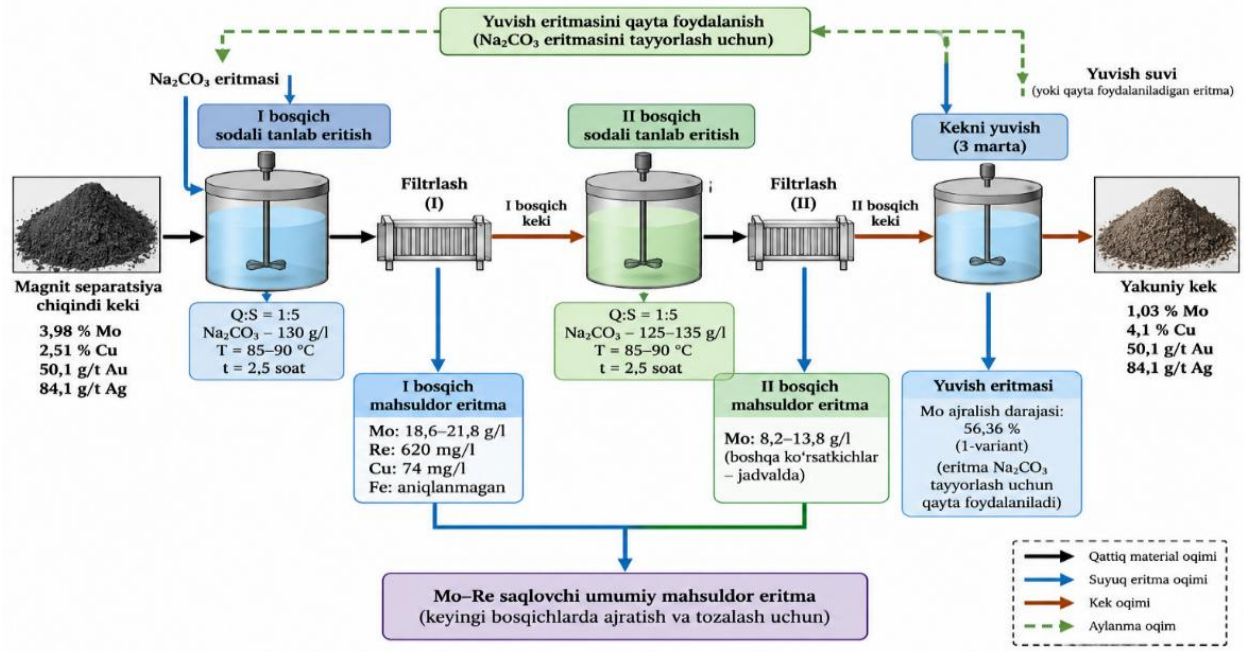
2-jadval. Laboratoriya va tajriba-sanoat sinovlari natijalarining taqqoslanishi [7, 8]

Tajriba raqami	Olingan eritmaning tarkibi			Olingan kek:					
				Chiqish, %	W, %	Kek tarkibi, %			ε, %
	Mo, g/l	Re, g/l	Na_2CO_3, g/l			Mo	Cu	Fe	
1	8,2	12,0	65,6	57,14	52,0	1,48	3,9	2,4	69,17
2	12,0	-	76,0	80,0	54,0	1,3	3,93	2,51	69,32
3	13,8	-	68,0	83,0	51,0	1,1	3,9	1,41	70,5

Tajriba-sanoat sinovlarida 200 kg boshlang‘ich kek qayta ishlandi. Birinchi bosqichda Q = 1:5, Na_2CO_3 konsentratsiyasi 130 g/l, harorat 85–90 °C va jarayon davomiyligi 2,5 soat bo‘lgan sharoitda mahsuldor eritmada 21,8 g/l molibden va 620 mg/l reniy aniqlandi. Molibdenning ushbu bosqichdagi ajralish darajasi 68,3 % ni tashkil etdi.

Tajriba-sanoat sinovining ikkinchi bosqichida mahsuldor eritmadagi molibden konsentratsiyasi 13,8 g/l bo‘lib, qattiq qoldiqdagi Mo miqdori 1,10% gacha kamaydi. Keyingi uch karra yuvishdan so‘ng kek tarkibidagi molibden miqdori 1,03% gacha pasaydi. Shu bilan birga, yakuniy kek tarkibida 4,1 % Cu, 50,1 g/t Au va 84,1 g/t Ag qayd etildi [7].

Mazkur natijalar molibdenning eritmaga o‘tishi bilan bir vaqtda mis, oltin va kumushning qattiq qoldiqda nisbiy konsentratsiyalanishini ko‘rsatadi. Bu esa yakuniy kekni chiqindi sifatida emas, balki Cu–Au–Ag ajratib olish uchun qimmatli ikkilamchi texnogen xomashyo sifatida ko‘rib chiqish imkonini beradi. Molibden va reniyni texnogen va ikkilamchi xomashyolardan kompleks ajratish hamda keyinchalik mahsuldor eritmalardan selektiv ajratish zarurligi zamonaviy tadqiqotlarda ham alohida ta’kidlangan [8-10].



2-rasm. Magnit separatsiya chiqindilarini ikki bosqichli sodali tanlab eritishning tavsiya etilayotgan texnologik sxemasi.

Xulosa

Tadqiqot natijalari magnit separatsiya chiqindilarini ikki bosqichli sodali tanlab eritish va keyingi yuvish orqali kompleks qayta ishlash samarali ekanligini ko‘rsatdi. Jarayonda molibden va reniy asosan eritma fazasiga o‘tgan, mis, oltin va kumush esa qattiq qoldiqda konsentratsiyalangan. Yuvish eritmasini Na_2CO_3 eritmasini tayyorlashda qayta ishlatish reagent va suv sarfini kamaytirish imkonini beradi. Tajriba natijalariga ko‘ra, Q = 1:5, harorat 85–90 °C, jarayon davomiyligi 2,5 soat va Na_2CO_3 konsentratsiyasi 130–140 g/l oralig‘i samarali texnologik rejim sifatida tavsiya etiladi.

ISSN 2181-4732
E-ISSN 2181-4015

Adabiyotlar

[1] Karimov, S. R., & Tursunov, B. B. (2023). Innovative methods in mining: Case of Uzbekistan. Journal of Mining Technologies, 18(2), 45–59.
[2] Rashidov, A. T. (2022). Sustainable mineral resource development in Southern Uzbekistan. *Earth Science Reviews*, *210*, 103359. https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2022.103359.
[3] State Committee of Geology of Uzbekistan. (2021). *Mineral resources of the South*. Tashkent: GosGeoNedra.
[4] Safirova, E. (2025). The mineral industry of Uzbekistan in 2022. U.S. Geological Survey.
[5] Faizullaev, M. A., Nurmatov, A. U., & Khujakulov, S. U. (2023). Economic geographical characteristics of the development of industrial networks of Kashadarya region. Proceedings of International Conference on Modern Science and Scientific Studies, 125–134.
[6] Sultonov, Sh. A., Navotova, D. I., & Aliyeva, D. I. (2020). Qashqadaryo viloyati mineral resurslari va ulardan foydalanishning geografik xususiyatlari. Science and Education in the Modern World: Challenges of the XXI Century, 12–15.
[7] Ali, D., & Frimpong, S. (2020). Artificial intelligence, machine learning and process automation: Existing knowledge frontier and way forward for mining sector. Artificial Intelligence Review, 53, 6025–6042. https://doi.org/10.1007/s10462-020-09841-6.
[8] Tagwai, M. G., Jimoh, O. A., Shehu, S. A., & Zabidi, H. (2024). Application of GIS and remote sensing in mineral exploration: Current and future perspectives. World Journal of Engineering, 21(3), 487–502. https://doi.org/10.1108/WJE-09-2022-0395.
[9] Johnson, D. B. (2014). Biomining—Biotechnologies for extracting and recovering metals from ores and waste materials. Current Opinion in Biotechnology, 30, 24–31. https://doi.org/10.1016/j.copbio.2014.04.008.
[10] Пирматов, Э. А., Шодиев, А. Н. У., & Боймуродов, Н. А. (2023). Изучение растворимых форм вольфрама и условий кристаллизации шеелита и вольфрамита. Universum: технические науки, (11-2 (116)), 15-19.