

**MARJONBULOQ KONI OLTIN TARKIBLI BOYITMALARINI
GIDROMETALLURGIK QAYTA ISHLASH BO'YICHA ILMIY TADQIQOTLAR**

Xasanov.A.S

Texnika fanlari doktori, professor

Rahmonova U.T

Jizzax davlat pedagogika universiteti o'qituvchisi

Raxmanova4302@gmail.com

MAQOLA MALUMOTI

ANNOTATSIYA:

MAQOLA TARIXI:

Received: 20.12.2025

Revised: 21.12.2025

Accepted: 22.12.2025

KALIT SO'ZLAR:

*oltin, konsentrat, tanlab
eritish, ekologik reagent,
sorbsiya.*

Ushbu maqolada sianlash jarayoni, Sianidsiz tanlab eritish, oltin sikada (Szin Chan) markali reagent, tadqiqotlar, oltin sikada reagenti konsentratsiyasining eritmadan oltin, kumush va misni ajratib olishga ta'siri, eritma haroratining oltin (a), kumush (b) va mis (v) ajratib olishga ta'siri kabi ma'lumotlar yoritilgan.

Kirish

Ma'danlardan oltin va kumush olish gidrometallurgiyasida eng asosiy va keng qo'llanadigan reagent sianid hisoblanadi. Natriy sianidga asoslangan sianlash jarayoni 100 yildan ortiq vaqt davomida amaliyotda samarali qo'llanib kelinmoqda hamda oltin va kumushni 80–90% gacha eritmaga o'tkazish imkonini beradi. Ushbu usul boshqa gidro–metallurgik texnologiyalar bilan solishtirilganda yuqori selektivlik, jarayonni boshqarish qulayligi, energiya va reagent sarfining nisbatan pastligi kabi muhim texnologik hamda iqtisodiy afzalliklarga ega [1, 2]. Shunga qaramay, sianidning yuqori darajada toksikligi sababli uni ishlab chiqarish jarayonlarida qo'llash ko'plab ekologik va sanitariya normalariga qat'iy rioya etishni talab qiladi. Aynan shu sababli so'nggi yillarda sianidni xavfsiz, ekologik jihatdan maqbul moddalarga almashtirish bo'yicha keng ko'lamli ilmiy izlanishlar olib borilmoqda.

Hozirgi kungacha oltin va kumushni eritmaga o'tkazishga qodir bir nechta muqobil reagentlar ma'lum bo'lib, ulardan eng ko'p o'rganilganlari — tiomochevina, natriy va ammoniy tiosulfatlari, galoidlar (xlor, brom, yod) hisoblanadi [5–9]. Biroq amaliy tajribalar shuni ko'rsatadiki, mazkur reagentlar asosida ishlab chiqilgan texnologiyalar hali sianlash jarayoniga teng bo'la oladigan darajadagi universallik, iqtisodiy samaradorlik va sanoat moslashuvchanligiga ega emas [3, 10]. Sianidsiz tanlab eritish bo'yicha istiqbolli

yo'nalishlardan biri sifatida Xitoyda yangi ekologik toza reagent ishlab chiqilib, patent olingan. Ushbu reagent kimyoviy natriy tuzlari, polimerlangan natriy sianamid, ishqoriy tiokarbamid hamda maxsus stabilizatorlardan tashkil topgan bo'lib, oddiy xomashyolardan — mochevina, kaustik soda, natriy karbonat, natriy sulfid va mos katalizatorlar asosida tayyorlanadi [10, 11]. Mazkur reagent oltin va kumushni toksik bo'lmagan sharoitda selektiv eritish imkonini berishi bilan ilmiy hamjamiyat e'tiborini tortmoqda.

Xususan, oltin sikada (Szin Chan) markali reagent ekologik toza, toksik bo'lmagan, sianidni samarali ravishda almashtira oladigan tanlab erituvchi sifatida sinovdan o'tkazildi. Ushbu reagent tarkibida faol komponentlar bo'lib, ular oltingugurtli, margimushli, sulfidli hamda oksidlangan ma'danlar tarkibida uchraydigan oltin va kumush bog'lanishlarini tez va selektiv ravishda parchalash xususiyatiga ega. Natijada reagent oltin va kumushni pulpada eruvchan kompleks birikmalar holida eritmaga o'tkazish jarayonini sezilarli darajada tezlashtirishi bilan ajralib turadi. Mazkur reagentning qo'llanilishi gidrometallurgiya jarayonlarini yanada ekologik xavfsiz qilish, toksik moddalardan voz kechish hamda metall ajratish samaradorligini oshirishda muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

Eksperimental qism

Tanlab eritish jarayonini o'rganish bo'yicha laboratoriya tajribalari uchun xom ashyo sifatida "Marjonbuloq" konidan olingan boyitmadan foydalanildi. Boyitmaning kimyoviy-mineral tarkibi jarayon samaradorligini belgilovchi asosiy omillardan biri hisoblanganligi sababli, uning tarkibidagi asosiy komponentlar miqdori aniqlanib, tahlil natijalari 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval.

"Marjonbuloq" koni xomaki boyitmasining asosiy komponentlar miqdori

Komponentlar	Tarkibi, %	Komponentlar	Tarkibi, %
Au, g/T	62,2	Pb	0,25
Ag, g/T	51,41	As, g/T	93,86
Cu	0,11	Al	8,07
Fe	1,58	Si	26,4
Zn	0,039	S	1,43

Tadqiqotlar "Minni-50-1" rusumli aralashtirgichli, termostat bilan jihozlangan laboratoriya reaktorida olib borildi. Aralashtirgichning aylanish tezligi 170 ayl/min qilib belgilandi. Oltin sikada reagentining konsentratsiyasi jarayon samaradorligiga ko'rsatadigan ta'sirini aniqlash maqsadida uning miqdori 3,3 g/dm³ dan 46,66 g/dm³ gacha bo'lgan oraliqda bosqichma-bosqich o'rganildi.

Tanlab eritish jarayoni davomiyligi 1—5 soat, eritma harorati esa 30—50 °C diapazonida sinovdan o'tkazildi. Jarayonni barqarorlashtirish va sulfidli hamda oksidlangan birikmalarni neytrallashtirish maqsadida pulpa tarkibiga S:Q = 3:1 nisbatga muvofiq CaO qo'shimchasi

=====
kiritildi. Ushbu parametrlar tanlab eritish kinetikasini va reagentning faolligini baholash imkonini berdi.

Natijalar va ularning muhokamasi

Oltin sikada reagentining konsentratsiyasi, tanlab eritish davomiyligi hamda eritma haroratining oltin, kumush va misning eritmaga o'tish darajasiga ta'siri bo'yicha o'tkazilgan tajriba sharoitlari va olingan natijalar tegishli ravishda jadval va grafiklarda keltirilgan. 2.1-rasm ma'lumotlari reagent konsentratsiyasining metallarning eritmaga o'tish kinetikasiga bevosita ta'sir ko'rsatishini yaqqol namoyon etadi. Past konsentratsiya $3,3 \text{ g/dm}^3$ da olib borilgan sinovlarda oltin va kumushning eritmaga ajratib olinishi mos ravishda 93,5% va 93,14% ni tashkil qilgani kuzatildi. Bunday holatning yuzaga kelishi reagent miqdorining yetishmasligi bilan izohlanadi. Ya'ni, past konsentratsiyada eritma tarkibida oltin va kumush bilan reaksiyaga kirishuvchi faol komponentlar soni kamaygani sababli, ma'dan zarrachalarining yuzasida reaksiyaga kirishishni cheklovchi passiv sirt qatlamlari shakllanishi ehtimoli ortadi.

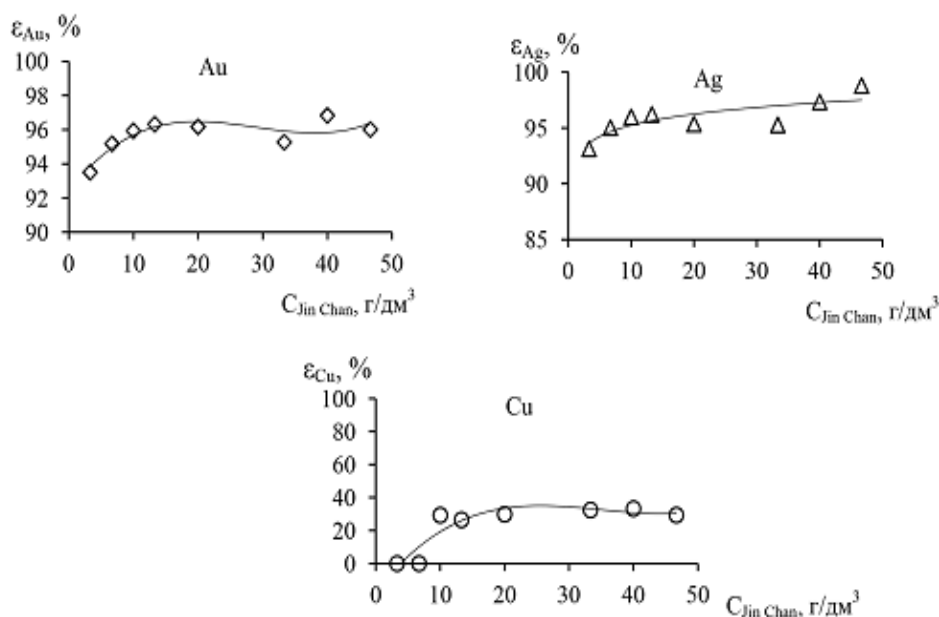
Natijada reagentning faol markazlarga kirib borishi qiyinlashadi, bu esa metallarning eritmaga o'tish jarayonini sekinlashtiradi va umumiy ajralish darajasining pasayishiga olib keladi. Optimal reagent konsentratsiyasini tanlash tanlab eritishning samaradorligini oshirishda muhim omil bo'lib, metallarning maksimal darajada eritmaga o'tishini ta'minlaydi.

2-jadval.

Oltin sikada reagenti konsentratsiyasi, tanlab eritish davomiyligi va haroratining oltin, kumush va mis ajratib olishga

ta'siriga bog'liqligi

O'rganilayotgan tajriba	Chiqish kek, %	Au, g/t kekda	Ag, g/t kekda	Cu, % kekda	Fe, %, kekda	Zn, % kekda	Pb, % kekda	Al, % kekda	As, g/t kekda	Au, %	Ag, %	Cu, %
C, oltin sikada, g/dm ³	3,3	99,0	4,08	3,56	1,52	0,037	0,26	8,39	64,79	93,51	93,14	0
(τ – 5 ч, t – 40°C, Ж:Т=3,5:1)	6,7	98,60	3,04	2,59	1,54	0,038	0,26	8,19	77,23	95,18	95,032	0
	10	97,20	2,6	2,12	1,76	0,039	0,29	8,35	78,05	95,94	96,00	29,31
	13,3	98,60	2,32	1,97	1,84	0,042	0,304	9,07	84,21	96,322	96,22	26,5
	20	97,60	2,44	2,45	1,815	0,041	0,295	8,84	75,58	96,17	95,35	29,91
t, oltin sikada	5	97,60	2,44	2,45	1,815	0,041	0,295	8,84	75,58	96,17	95,35	29,91
20 g/dm ³ ; t – 40°C, Ж:Т=3:1)	4	97,8	2,07	1,38	1,728	0,038	0,264	9,01	77,58	96,17	95,35	29,91
	3	95,40	1,92	1,53	1,770	0,043	0,272	8,99	80,42	97,05	97,16	26,28
	2	99,2	2,72	1,81	1,721	0,039	0,273	8,87	80,45	95,66	96,50	27,85
	1	98,60	4,15	1,61	1,726	0,039	0,274	80,45	86,37	93,42	96,91	27,39
t, °C oltin sikada	30	94,20	1,94	1,63	1,744	0,040	0,272	8,79	73,81	97,062	97,013	31,49
	40	97,60	2,44	2,45	1,815	0,041	0,295	8,84	75,58	96,17	96,35	29,91
20 g/dm ³ , τ – 5 ч, Ж:Т=3,5:1)	50	89,40	2,19	1,22	1,793	0,042	0,264	8,88	72,76	96,85	97,88	33,36



1-rasm. Oltin sikada reagenti konsentratsiyasining eritmada oltin, kumush va misni ajratib olishga ta'siri

Reagent konsentratsiyasi $5 g/dm^3$ dan yuqori bo'lgan holatlarda oltin va kumushning eritmaga o'tish darajasi ortib borishi kuzatildi. Biroq konsentratsiyaning bundan keyingi oshirilishi oltin va kumushni ajratib olish samaradorligiga sezilarli ta'sir ko'rsatmadi. O'tkazilgan tajribalar natijasida oltin sikada reagentining optimal konsentratsiyasi $10-12 g/dm^3$ oralig'ida ekanligi aniqlandi. Ushbu sharoitda metallarning eritmaga o'tish darajasi quyidagicha bo'ldi: Au – 96,0%; Ag – 96,0%; Cu – 29,31%.

Eritma haroratining ($30-50\text{ }^{\circ}C$) qimmatbaho komponentlarni eritmaga ajratib olish jarayoniga ta'sirini baholash uchun quyidagi tajriba sharoitlari tanlab olindi:

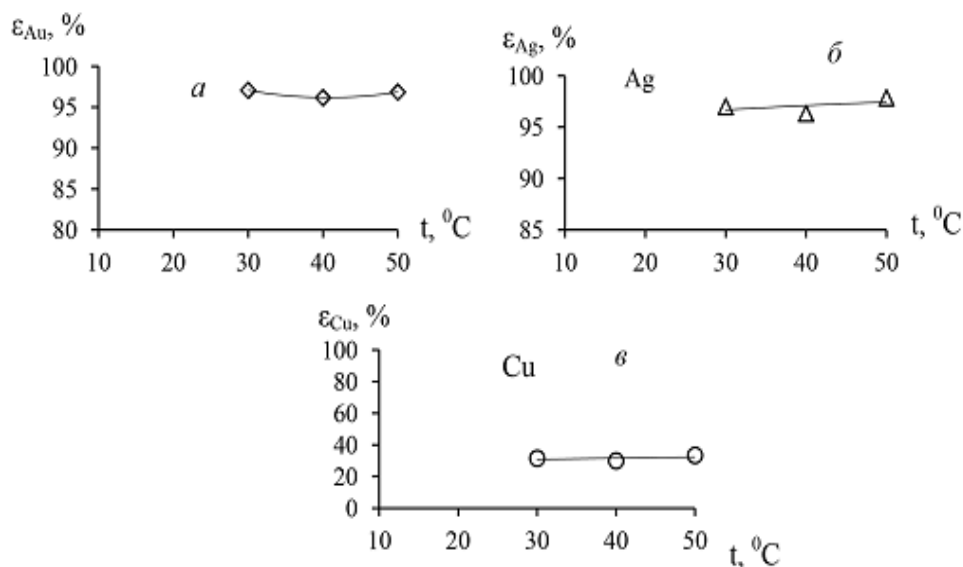
- Oltin sikada reagentining konsentratsiyasi: $20 g/dm^3$
- Suyuqlik: Qattiq faza nisbati (S:Q) = 3:1
- Tanlab eritish davomiyligi: 5 soat

Oltin (a), kumush (b) va mis (v) ning eritmaga o'tish darajasining haroratga bog'liqligi 2-rasm va 2-jadvalda keltirilgan. Adabiyotlarda [5] ta'kidlanishicha, sianlash jarayonida haroratning oshishi ikki tomonlama ta'sir ko'rsatadi:

bir tomondan — kimyoviy reaksiyalar tezligining ortishi hisobiga oltinning erish kinetikasi jadallashadi va reagentlarning diffuziyasi tezlashadi;

ikkinchi tomondan — ortiqcha qo'shimcha reaksiyalar sodir bo'lib, eritmaning ifloslanishiga, reagentning ortiqcha sarflanishiga olib keladi. Bundan tashqari, harorat yuqorilishi bilan eritmada kislorodning eruvchanligi pasayadi, bu esa sianidlarning parchalanish jarayonini tezlashtiradi. Ushbu omillar mazkur tadqiqot sharoitlarida ham o'z ifodasini topdi.

Tajriba natijalaridan ko‘rinib turibdiki, haroratning 30 °C dan 50 °C gacha ko‘tarilishi bilan oltin va kumushning eritmaga o‘tish darajasi ortadi, bu esa diffuziya jarayonlarining faollashuvi bilan bog‘liq. O‘rganilgan diapazonda qimmatbaho metallarning ajralish darajasi quyidagicha yuqori ko‘rsatkichlarga erishildi: Au – 97,0%; Ag – 97,0%; Cu – 31,4%. Mazkur natijalar haroratning ma‘lum diapazonda oshirilishi tanlab eritish jarayonining kinetikasini jadallashtirishi va reagent samaradorligini oshirishini tasdiqlaydi.



2-rasm. Eritma haroratining oltin (a), kumush (b) va mis (v) ajratib olishga ta’siri

Tanlab eritish davomiyligining oltin, kumush va misning eritmaga o‘tish darajasiga ta’siri 1–5 soat oralig‘ida maxsus laboratoriya sharoitlarida o‘rganildi. Tadqiqotlar quyidagi texnologik parametrlar asosida olib borildi:

-Qattiq–suyuqlik nisbati S:Q = 3:1,

-Eritma harorati 40 °C,

-Oltin sikada reagentining ishchi konsentratsiyasi esa 20 g/dm³ etib belgilandi. Olingan eksperimental natijalar 2-jadvalda, grafik tahlil esa 2- va 3-rasmlarda keltirilgan. Tahlil natijalariga ko‘ra (2-jadval), tanlab eritish vaqtining 1 soatdan 3 soatgacha ortishi qimmatbaho komponentlarning eritmaga o‘tish darajasini sezilarli ravishda oshirishi aniqlandi. 3 soatlik davomiylikdan so‘ng esa oltin va kumushning ajralish darajasi deyarli barqarorlashadi va qo‘shimcha o‘shish kuzatilmaydi. Oltin va kumushning maksimal erish darajasi aynan 3 soat davom etganda ta’minlanishi ilmiy jihatdan tasdiqlandi. Kumushning dastlabki 2–3 soatda yuqori erish tezligi uning oltin sikada reagentiga nisbatan reaktivligi yuqori bo‘lgan mineral faza bilan bevosita bog‘liq bo‘lib, mazkur faza konsentrat tarkibidagi umumiy kumushning qariyb 50 % ini tashkil etishi bilan izohlanadi.

Xulosa. Laboratoriya sharoitida “Marjonbuloq” koni oltin tarkibli boyitmasini qayta ishlash bo‘yicha tadqiqotlar olib borildi. Tadqiqotlar davomida oltin sikada reagenti konsentratsiyasining tanlab eritish jarayoniga ta’siri o‘rganildi. Reagent konsentratsiyasi 3,3

dan 46,66 g/dm³ gacha o'zgartirildi, tanlab eritish davomiyligi 1–5 soat, eritma harorati esa 30–50 °C oralig'ida sinovdan o'tkazildi. Eksperimental natijalar shuni ko'rsatdiki, optimal sharoitlarda sianidsiz texnologiya yordamida eritmaga o'tgan qimmatbaho komponentlarning ajratish darajasi yuqori bo'lib, quyidagi ko'rsatkichlarga erishildi:

-Oltin (Au): 97,5 %

-Kumush (Ag): 96,0 %

Olingan eritmalarini keyingi metall ajratish bosqichi uchun sorbsiya usuli orqali ishlash amalga oshirildi. Bunda eritmalar faollashtirilgan ko'mir yoki ion almashinuvchi smolalar yordamida qayta ishlanib, oltin va kumushning ajratish samaradorligi 95 % dan kam bo'lmagan darajada ta'minlandi. Ushbu natijalar sianidsiz tanlab eritish texnologiyasining amaliy samaradorligini va ekologik jihatdan xavfsiz usul sifatida boyitmalarni qayta ishlash imkoniyatlarini tasdiqlaydi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Лодейщиков В. В. Извлечение золота из упорных руд и концентратов. М.: Недра, 1968. 204 с.
2. Верхозин С. С. Новые нецианистые реагенты для выщелачивания золота производства КНР. 2016, 215. <https://zolotodb.ru/article/11540>
3. Барченков В. В., Кудияров Н. Ю. Опыт применения в Китае нецианистого реагента Flotent Gold SC570 для выщелачивания золота из руд. Золотодобыча, 2016, 215. <https://zolotodb.ru/article/11546>.
4. Хуан Лихуан. Техника добычи золота и серебра. Пекин: Металлургическая промышленность, 2009.
5. Guangxi Senhe High Technology Co., L., 30/10/2018. Jinchan gold ore dressing agent, leaching reagent, sodium cyanide replacement, s. 1. https://jinchan.en.ecplaza.net/products/jinchan-gold-ore-dressingagentleaching-reagentsodium_4092507
6. Aylmore M.G. and Muir D.M. Thiosulfate leaching of gold- a review. Minerals Engineering, 2001, 14(2), 135–174.
7. Breuer P. and Jeffrey. Thiosulfate leaching kinetics of gold in the presence of copper and ammonia. Minerals Engineering, 13(10), 1071–1081.
8. Grosse A.C., Dicinoski G.W., Shaw M.J. and Haddad P.R. Leaching and recovery of gold using ammoniacal thiosulfate leach liquors (a review). Hydrometallurgy, 2003, 69(1), 1–21.
9. Ha V.H., Lee J.-c., Jeong J., Hai H.T. and Jha M.K. Thiosulfate leaching of gold from waste mobile phones. Journal of Hazardous Materials, 2010, 178(1), 1115–1119.

=====

10.Lu Chaofei, Dan Xiaoye, Yun Yaxin, Ju Yonghui, Zhang Tao, Wang Yibing, Que Xiaofeng, Kang Jihong. Extraction of gold from concentrates with the environmentally friendly Jin chan leaching agent. Gold, 2014 (5).

11.Beyuo M., Abaka- Wood G.B., Asamoah R.K., Kabenlah A. and Amankwah R.K. A Comparative Study of Sodium Cyanide and Jinchan TM Gold Leaching Reagents: A Case Study at Goldfields Ghana Limited. 4th UMaT Biennial International Mining and Mineral Conference, 2016, pp. MR195–199.

12.Плаксин И. Н. Metallurgy благородных металлов. М.: Metallurgizdat, 1958. 338 с

13.Масленицкий И.Н., Чугаев Л. В. Metallurgy благородных металлов. М.: Metallurgy, 1972. 367 с.

14.Лодейщиков В.В., Игнатьев К. Д. Рациональное использование серебросодержащих руд. М.: Не-дра, 1973. 224 с

15.Лодейщиков В. В. Технология извлечения золота и серебра из упорных руд. Иркутск: ОАО «Ир-гиредмет», 1999. 31 с.