

UO‘K: 622.349

 10.70769/3030-3214.SRT.4.3.2026.25

© 2026 Authors. Licensed under CC BY 4.0

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

MARJONBULOQ KONI RUDASIDAN OLTINNI JINCHAN REAGENTI YORDAMIDA TANLAB ERITISHNING TEXNOLOGIK SAMARADORLIGINI NATRIY SIANIDI BILAN QIYOSIY BAHOLASH



**Rahmonova Umida
Toshpo'latovna**

Qarshi davlat texnika universiteti,
Mustaqil izlanuvchi, Qarshi,
O'zbekiston
Email:
Raxmanova4302@gmail.com
ORCID ID: 0009-0000-8279-0138
Science ID: MUZ-0426-0028



**Xasanov Abdurashid
Soliyevich**

Texnika fanlari doktori, professor,
“Olmaliq kon-metallurgiya
kombinati” AJ Innovatsion
texnologiyalarni rivojlantirish va
joriy etish markazi texnologiya
bo'yicha direktor o'rinbosari,
Olmaliq, O'zbekiston
E-mail: a.xasanov@srt-journal.uz
ORCID ID: 0009-0004-9162-7622
Science ID: DTV-1225-0005



**Saidaxmedov Aktam
Abdisamiyevich**

Navoiy davlat konchilik va
texnologiyalar universiteti, t.f.d.,
dotsent, Navoiy, O'zbekiston
E-mail: aktam.saidaxmedov@bk.ru
ORCID ID: 0000-0002-0482-3413
Science ID: DSN-1225-0001

Annotatsiya. “Jinchan” ekologik xavfsiz reagentlari yordamida oltinni tanlab eritmaga o'tkazish jarayonini o'rganish maqsadida Marjonbuloq oltin tarkibli ruda konidan olingan namunalarda tajriba-tadqiqot ishlari olib borildi. Tajriba natijalariga ko'ra, ruda -0,074 mm zarracha o'lchamigacha 90% dan ortiq darajada yanchilganda, bo'tanadagi qattiq zarralar miqdori 40%, oxak sarfi 3 kg/t, ishqoriy muhitda dastlabki ishlov berish vaqti 2 soat, “Jinchan” reagenti sarfi 350 g/t va tanlab eritish davomiyligi 16 soat bo'lgan optimal texnologik sharoitlarda oltinni tanlab eritmaga o'tkazish darajasi 95,2% ga yetdi. Olingan natijalar “Jinchan” reagenti oltinni yuqori samaradorlik bilan tanlab eritmaga o'tkazish imkoniyatiga ega ekanligini hamda uni an'anaviy sianidli texnologiyalarga ekologik xavfsiz muqobil reagent sifatida qo'llash istiqbolli ekanligini ko'rsatdi. Tadqiqot natijalariga ko'ra, an'anaviy sianlash texnologiyasi bilan taqqoslaganda, ekologik xavfsiz «Jinchan» reagenti yordamida oltinni tanlab eritish davomiyligi 4 soatga qisqardi, bu esa texnologik jarayonning unumdorligi va iqtisodiy samaradorligini sezilarli darajada oshirdi. Tanlab eritishdan keyin hosil bo'lgan chiqindilarning ekologik xavfsizligi ham baholandi. Tahlillar natijasida chiqindilar tarkibidagi erkin sianid, qo'rg'oshin, rux va myshyak miqdorlari amaldagi davlat ekologik standartlarida belgilangan ruxsat etilgan me'yorlardan past ekanligi aniqlandi. Shu sababli, mazkur chiqindilar qo'shimcha detoksikatsiya jarayonisiz ekologik talablarga muvofiq joylashtirilishi mumkin. Qiyosiy iqtisodiy tahlil natijalari «Jinchan» reagentini qo'llash ishlab chiqarish xarajatlarini sezilarli darajada qisqartirishini ko'rsatdi. **Kalit so'zlar:** Jinchan reagenti, natriy sianidi, oltin, tanlab eritish, gidrometallurgiya, Marjonbuloq koni, kinetika, ekologik xavfsiz reagent, oltinni ajratib olish, reagent konsentratsiyasi.

Received: 15.07.2026

Accepted: 07.09.2026

Issue publication: 28.09.2026

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИЗБИРАТЕЛЬНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ЗОЛОТА ИЗ РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ МАРЖОНБУЛОК С ПОМОЩЬЮ РЕАГЕНТА JINCHAN И ЦИАНИДА НАТРИЯ

**Рахмонова Умида
Тошпулатовна**

Самостоятельный соискатель
Каришского государственного
технического университета,
Кариш, Узбекистан

**Хасанов Абдурашид
Солиевич**

Доктор технических наук,
профессор, заместитель
директора по технологиям
Центра развития и внедрения
инновационных технологий АО
«Алматынский горно-
металлургический комбинат»,
Алматы, Узбекистан

**Саидахмедов Ақтам
Абдисамиевич**

Доктор философии (PhD) по
техническим наукам, доцент,
Навоийский государственный
университет горного дела и
технологий, Навои, Узбекистан

Аннотация. С целью изучения процесса выщелачивания золота с использованием экологически безопасных реагентов «Джинчан» были проведены опытно-исследовательские работы на образцах, полученных из золотосодержащего рудного месторождения Марджанбулак. По результатам экспериментов при измельчении руды до размера частиц $-0,074$ мм свыше 90%, содержание твердых частиц в пульпе составило 40%, расход извести 3 кг/т, время предварительной обработки в щелочной среде 2 часа, расход реагента «Джинчан» 350 г/т и продолжительность выщелачивания 16 часов при оптимальных технологических условиях степень выщелачивания золота достигла 95,2%. Полученные результаты показали, что реагент «Джинчан» обладает высокой эффективностью селективного перехода золота в раствор и его использование в качестве экологически безопасного альтернативного реагента к традиционным цианидным технологиям является перспективным. Согласно результатам исследования, по сравнению с традиционной технологией цианирования, продолжительность выщелачивания золота с использованием экологически безопасного реагента «Джинчан» сократилась на 4 часа, что значительно повысило производительность и экономическую эффективность технологического процесса. Также была проведена оценка экологической безопасности отходов, образующихся после выщелачивания. В результате анализа было установлено, что содержание свободного цианида, свинца, цинка и мышьяка в отходах ниже допустимых норм, установленных действующими государственными экологическими стандартами. Поэтому эти отходы могут быть размещены в соответствии с экологическими требованиями без дополнительного процесса детоксикации. Результаты сравнительно-экономического анализа показали, что применение реагента «Джинчан» значительно снижает производственные затраты.

Ключевые слова: Реагент Джинчан, цианид натрия, золото, выщелачивание, гидрометаллургия, месторождение Марджанбулак, кинетика, экологически безопасный реагент, извлечение золота, концентрация реагента.

COMPARATIVE EVALUATION OF THE TECHNOLOGICAL EFFICIENCY OF SELECTIVE GOLD LEACHING FROM MARJONBULOQ ORE USING JINCHAN REAGENT AND SODIUM CYANIDE

Rahmonova Umida
Toshpulatovna

*Independent Researcher, Karshi
State Technical University, Karshi,
Uzbekistan*

Khasanov Abdurashid
Solievich

*Doctor of Technical Sciences,
Professor, Deputy Director for
Technology, Center for the
Development and Implementation of
Innovative Technologies, JSC
"Almalyk Mining and Metallurgical
Combine", Almalyk, Uzbekistan*

Saidakhmedov Aktam
Abdisamievich

*PhD in Technical Sciences,
Associate Professor, Navoi State
University of Mining and
Technologies, Navoi, Uzbekistan*

Abstract. To study the process of selective gold leaching using environmentally safe "Jinchan" reagents, experimental research was conducted on samples taken from the Marzhanbulak gold-bearing ore deposit. According to the experimental results, under optimal technological conditions, where the ore was ground to a particle size of -0.074 mm at more than 90%, the solid particle content in the slurry was 40%, the lime consumption was 3 kg/t, the initial treatment time in an alkaline medium was 2 hours, the "Jinchan" reagent consumption was 350 g/t, and the leaching duration was 16 hours, the degree of gold leaching reached 95.2%. The results obtained showed that the "Jinchan" reagent has the ability to selectively dissolve gold with high efficiency, and its use as an environmentally safe alternative reagent to traditional cyanide technologies is promising. According to the research results, compared to traditional cyanidation technology, the duration of gold leaching using the environmentally friendly "Jinchan" reagent was reduced to 4 hours, which significantly increased the productivity and economic efficiency of the technological process. The environmental safety of the waste generated after leaching was also assessed. As a result of the analysis, it was established that the content of free cyanide, lead, zinc, and arsenic in the waste is below the permissible limits established by current state environmental standards. Therefore, these wastes can be disposed of in accordance with environmental requirements without additional detoxification processes. The results of the comparative economic analysis showed that the application of the "Jinchan" reagent significantly reduces production costs.

Keywords: Jinchan reagent, sodium cyanide, gold, leaching, hydrometallurgy, Marjanbulak deposit, kinetics, environmentally safe reagent, gold extraction, reagent concentration.

Kirish. Bungi kunda rivojlangan davlatlarda mineral resurslarni «yashil» konchilik tamoyillari asosida o'zlashtirish, ya'ni foydali qazilmalarni oqilona qazib olish va atrof-muhitni muhofaza qilishga qaratilgan yangi yondashuv ilgari surilmoqda. Ushbu ekologik yo'nalishdagi siyosat va konchilik sohasidagi yangi talablar natijasida atrof-muhitga xavfi past bo'lgan texnologiyalarni ishlab chiqishga alohida e'tibor qaratila boshlandi. Xususan, oltinni sianid qo'llamasdan tanlab eritmaga o'tkazish texnologiyalarini tadqiq etish, takomillashtirish va sanoatda qo'llash bugungi kunda dolzarb ilmiy va amaliy yo'nalishlardan biriga aylandi. Hozirgi kunda oltinni sianidsiz tanlab eritishning bir qator muqobil texnologiyalari ishlab chiqilgan va ular ustida keng ko'lamli ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda. Bular qatoriga tiokarbamidli tanlab eritish, tiosulfatli tanlab eritish, galogenlash usuli, mikrobiologik tanlab eritish va boshqa ekologik xavfsiz texnologiyalar kiradi. Ushbu usullar yuqori zaharli natriy sianidiga nisbatan ekologik xavfsizligi bilan ajralib turadi va

oltinni ajratib olishning samarali muqobil texnologiyalari sifatida baholanadi. An'anaviy oltinni tanlab eritish texnologiyalarida ko'pincha zaharli va qimmat reagentlardan foydalaniladi, bu esa ularning keng miqyosda sanoatda qo'llanilishini cheklaydi. Shu sababli so'nggi yillarda olimlar tomonidan oltinni tanlab eritmaga o'tkazish uchun ekologik xavfsiz va samarali reagentlar yaratish bo'yicha ko'plab tadqiqotlar olib borildi. Natijada bozorda oltinni tanlab eritish uchun yangi avlod ekologik toza reagentlari, jumladan, "Shimoli-sharqiy yo'lbars", "Sikada" va "Szin Sin" kabi preparatlar paydo bo'ldi. Ushbu reagentlardan foydalanish atrof-muhitga salbiy ta'sirni kamaytirish hamda ishlab chiqarish xavfsizligini oshirish imkonini berdi. Gidrometallurgiya zavodlarida ruladarni sianidli qayta ishlash jarayonida atrof-muhitning ifloslanishi va suv resurslarining zararlanish xavfi yuqori hisoblanadi. Mazkur xavflarni kamaytirish hamda ekologik xavfsizlikni ta'minlash maqsadida oltinni ekologik toza reagentlar yordamida tanlab eritmaga o'tkazish

texnologiyalarini qo'llash muhim ahamiyat kasb etadi.

Ushbu maqolada Marjonbuloq oltin koni rudalarini ekologik xavfsiz «Jinchan» reagenti yordamida tanlab eriti bo'yicha o'tkazilgan tajribalar natijalari keltirilgan. Tadqiqotda «Jinchan» reagentining oltinni tanlab eritmaga o'tkazish samaradorligi, texnologik ko'rsatkichlari hamda uning ekologik afzalliklari baholangan.

Adabiy manbalar tahlili va tadqiqot metodologiyasi. Rudaning ko'p elementli tahlil natijalari 1-jadvalda keltirilgan. Tahlil natijalariga ko'ra, ruda tarkibidagi asosiy qimmatbaho element oltin bo'lib, uning miqdori 2,4 g/t ni tashkil etadi. Shuningdek, rudada oltin bilpn bir qatorda kumush mavjud bo'lib, mis, qo'rg'oshin, rux, margimush va boshqa elementlarning miqdori juda past ekanligi aniqlangan. Ruda tarkibida umumiy uglerod miqdori 7,4% ni tashkil etadi. Keyingi tahlillar natijalari uglerodning asosiy qismi noorganik shaklda ekanligini ko'rsatdi. Shu sababli mazkur uglerod sianidli eritmalarida oltinni tanlab eritish jarayoniga sezilarli salbiy ta'sir ko'rsatmaydi.

Rudaning asosiy mineralogik tarkibi 2-jadvalda keltirilgan. Tahlil natijalariga ko'ra, mazkur ruda uglerodli oltin rudasi turiga mansub bo'lib, mineralogik tarkibi nisbatan sodda hisoblanadi. Ruda tarkibida margimush va boshqa zararli aralashmalarning miqdori past darajada ekanligi aniqlangan. Oltinning umumiy miqdori yuqori bo'lmaganligiga qaramasdan, u asosan o'rta va mayda zarrachalar ko'rinishida tarqalgan. Oltin zarrachalarining katta qismi monomineral (erkin) holda va kvars bilan uchraydi hamda yaxshi ochilganligi sababli ularni tanlab eritish jarayonida eritmaga o'tkazish uchun qulay sharoit mavjud.

1-jadval

Rudalarning ko'p elementli tahlili natijalari (%)

Elementlar	Au*	Ag*	Cu	Pb	Zn
Tarkibi	2,4	4,1	0.005	0.007	0.001
Elementlar	S	Fe	As	C	CaO
Tarkibi	0.17	0.15	0.007	7.4	5.47
Elementlar	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃		
Tarkibi	0.34	52.06	0.24		

*— g/t.

Marjonbuloq oltin konini o'zlashtirish loyihasida mazkur rudadan oltinni ajratib olish uchun yanchilgan rudani sianidli tanlab eritish texnologiyasi asosiy jarayon sifatida tanlangan.

Tadqiqotlar uchun texnologik sxema rudani

tayyorlash, tanlab eritish, qattiq va suyuq fazalarni ajratish hamda oltinni eritmadan ajratib olish bosqichlarini o'z ichiga oladi. Tajribalarda rudaning yanchilish mayinligi -0,074 mm (90% dan yuqori) qilib tayyorlandi. Mineralogik tahlil natijalariga ko'ra, metall minerallari asosan 0,3% limonit hamda oz miqdorda pirit, mis minerallari va arsenopiritdan iborat. Rudaning asosiy qismini silikatli minerallar tashkil etadi. Jumladan, kvarsning umumiy miqdori 89,12% gacha yetadi. Shuningdek, kalsit, dolomit, seritsit va xlorit ikkinchi darajali minerallar sifatida uchraydi.

2-jadval

Rudaning mineral tarkibi

	Minerallar	Nisbiy miqdori (%)
Metall rudalar	Pirit	0.05
	Arsenopirit	0.01
	Mis minerallari	0,1-0,5
	Limonit	0.2
	Boshqa oksidlangan temir rudasi	0.16
	kvars	89,12
	Kvars, kalsit, dolomit va minerallar	4.56
	Seritsit, xlorit	5.80
Jami		100

Rudaning fazaviy kimyoviy tahlili o'tkazilib, oltinning minerallar bo'yicha taqsimlanishi aniqlandi. Tahlil natijalari 3-jadvalda keltirilgan. Natijalarga ko'ra, ruda tarkibidagi oltinning asosiy qismi ma'dan komponentlari (asosan kvars) bilan metalning o'zaro bog'lanishi shaklida, qolgan qismi erkin holda uchraydi, oksidlangan mishyak birikmalari bilan bog'liq kumush sul'fozollar ulushi esa atigi 4,4% ni tashkil etadi. Jumladan, kvars va silikatli minerallar bilan bog'langan oltinning nisbiy miqdori 86% ni, erkin holdagi oltinning miqdori 8,7% ni tashkil qilib, mazkur rudani tanlab eritish orqali oltinni eritmaga o'tkazish uchun texnologik jihatdan qulay ekanligini ko'rsatadi.

3-jadval

Oltinning faza tahlili natijalari

Ma'danning komponentlar bilan bog'lanish tabiati	Oltin	
	Tarkibi g/t	Tarqalishi %
Erkin holatdagi metall zarrachalari	0,3	8,7
Ma'dan komponentlari bilan metalning o'zaro bog'lanishi	2,1	86,9
Oksidlangan mishyak birikmalari bilan bog'liq kumush sul'fozollar	0,2	4,4
Temir oksidlari va gidroksidlari bilan bog'lanishi	izlar	-
Mayda sul'fidli birikmalarda	izlar	-
Kvars alyumosilikatlarda	izlar	-
Jami	2,4	100,0

Rudaning sun'iy sochilmalari mikroskopik usulda o'rganilib, oltin zarrachalarining o'lchami va tarqalish xususiyatlari tahlil qilindi. Tadqiqot natijalariga ko'ra, ruda tarkibidagi oltin asosan o'rta va mayda donali, erkin tarqalgan holda uchraydi. Yirik donali oltin zarrachalari hamda oltinning mikroqo'shimchalari esa juda kam miqdorda kuzatildi. Oltin zarrachalarining granulometrik tarkibi tahlili natijalari 4-jadvalda keltirilgan.

4-jadval

Zarrachalar o'lchamini o'lchash natijalari

Zarracha o'lchami (mm)	Yirik (0.3-0.074)	O'rtacha (0.074-0.03)	Mayda (0.03-0.01)	Mayda va submikron zarrachalar (<0.01)	Jami
Nisbiy tarkibi (%)	8.2	65.2	20.3	6.3	100.0

Yuqorida keltirilgan mineralogik, kimyoviy va fazaviy tahlil natijalari shuni ko'rsatadiki, mazkur kon oltin-kvars turidagi ruda koni bo'lib, nisbatan sodda mineralogik tarkibga ega. Ruda tarkibida margimush kabi zararli aralashmalarning miqdori past bo'lib, bu uni qayta ishlash uchun qulay sharoit yaratadi. Rudada yirik donali oltinning ulushi juda kam. Oltin asosan o'rta va mayda donali zarrachalar ko'rinishida tarqalgan bo'lib, erkin holda yaxshi ochilgan. Bu esa oltinni ajratib olish jarayonida tanlab eritmaga o'tkazish samaradorligini oshirish uchun qulay mineralogik sharoit mavjudligini ko'rsatadi.

Natijalar ularning muhokamasi.

Marjonbuloq oltin koni rudasining mineralogik va texnologik xususiyatlarini hisobga olgan holda, uni qayta ishlash uchun yanchilgan rudani sianidli tanlab eritish texnologiyasi tanlangan. Tajriba quyidagi texnologik sharoitlarda o'tkazildi: rudaning yanchilish darajasi -0,074 mm (90% dan ortiq), bo'tanadagi qattiq zarralar miqdori 40%, ohak sarfi 3 kg/t, natriy sianid sarfi 300 g/t va tanlab eritish davomiyligi 24 soat. Ushbu texnologik rejimlarda oltinning tanlab eritmaga o'tish darajasi 95% ga yetgan.

Jinchan reagentining oltinni tanlab eritish samaradorligini baholash maqsadida dastlab ikkita taqqoslovchi tanlab eritish tajribasi o'tkazildi. Tajribalarda jinchan reagenti va natriy sianiddan foydalanilib, Marjonbuloq oltin koni rudasi uchun texnologik ko'rsatkichlar o'zaro taqqoslandi. Tanlab eritish jarayoni xona haroratida aralashtirgich reaktorda amalga oshirildi. Tanlab eritish tugagach, filtrlanib, qoldiq (kek) quritildi,

aralashtirildi va tahlil uchun namunalar tayyorlandi. So'ngra olingan natijalar asosida har bir reagent uchun oltinning tanlab eritmaga o'tish darajasi hisoblanib, texnologik samaradorligi baholandi.

Sinovlar quyidagi texnologik sharoitlarda o'tkazildi: rudaning yanchilish darajasi -0,074 mm (90%), bo'tanadagi qattiq zarralar miqdori 40%, ohak sarfi 3 kg/t bo'lib, ruda ohak bilan 2 soat davomida dastlabki ishlovdan o'tkazildi. Erituvchi reagent sarfi: natriy sianid 300 g/t, jinchan 350 g/t, tanlab eritish davomiyligi esa 24 soatni tashkil etdi. Erituvchi reagent ohak bilan dastlabki ishlov berish jarayoni tugagach, bir marta qo'shildi. Olingan natijalar asosida jinchan reagenti va natriy sianidning oltinni tanlab eritish samaradorligi taqqoslandi. Taqqoslovchi sinovlar natijalari 5-jadvalda keltirilgan.

5-jadval

Tanlab eritish bo'yicha qiyosiy sinovlar natijalari

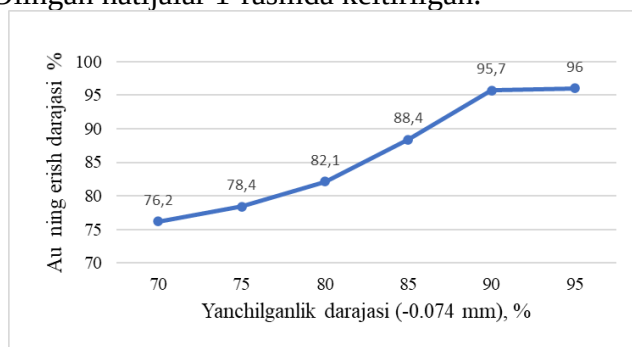
Rudadagi oltin miqdori, g/t	Reagent	Chiqindidagi oltin miqdori, g/t	Eritish darajasi, %
2,4	Natriy sianid	0.1	96,0
2,4	Jinchan	0.11	95,6

Tanlab eritish bo'yicha o'tkazilgan qiyosiy sinovlar natijalari jinchan reagentining oltinni tanlab eritish samaradorligi natriy sianid bilan deyarli bir xil ekanligini ko'rsatdi. Boshlang'ich rudadagi oltin miqdori 2,4 g/t bo'lgan holda, jinchan reagenti qo'llanilganda tanlab eritish qoldig'idagi oltin miqdori 0,11 g/t ni tashkil etdi va oltinning tanlab eritmaga o'tish darajasi 95,6% ga yetdi. Xuddi shu sharoitda natriy sianid qo'llanilganda tanlab eritish qoldig'idagi oltin miqdori 0,1 g/t bo'lib, oltinning tanlab eritmaga o'tish darajasi 96,0% ni tashkil qildi. Olingan natijalar jinchan reagenti nafaqat oltinning tanlab eritmaga o'tish darajasini oshirishini, balki tanlab eritish qoldig'idagi oltin miqdorini kamaytirishini ham ko'rsatdi. Shuningdek, mazkur reagentni qo'llashda ekologik xavfsizlik darajasi yuqori bo'lib, texnologik jarayonni yanada takomillashtirish imkoniyati mavjud. Shu munosabat bilan Marjonbuloq oltin koni rudasini jinchan reagenti yordamida tanlab eritish jarayonining asosiy texnologik parametrlarini optimallashtirish bo'yicha qo'shimcha tadqiqotlar olib borildi.

Tajribalarda tanlab eritish jarayoniga ta'sir etuvchi asosiy texnologik omillar, jumladan rudaning yanchilish darajasi, ohak sarfi, jinchan

reagenti sarfi, bo'tanadagi qattiq zarralar miqdori hamda tanlab eritish davomiyligi o'rganildi. Tajribalarda boshlang'ich rudadagi oltin miqdori 2,4 g/t ni tashkil etdi. Tanlab eritishdan oldin rudaga ohak qo'shilib, 2 soat davomida dastlabki ishlov berildi. So'ngra bo'tana xona haroratida aralashtirgich yordamida jinchin reagenti ishtirokida tanlab eritish jarayoniga yuborildi.

Rudaning yanchilish darajasining tanlab eritish jarayoniga ta'sirini o'rganish uchun tajribalar quyidagi texnologik sharoitlarda o'tkazildi: bo'tanadagi qattiq zarralar miqdori 40%, ohak sarfi 3 kg/t bo'lib, ruda ohak bilan 2 soat davomida dastlabki ishlovdan o'tkazildi. Erituvchi reagent sarfi: jinchin 350 g/t, tanlab eritish davomiyligi esa 24 soatni tashkil etdi. Boshqa texnologik parametrlar o'zgarmas holda saqlanib, faqat rudaning yanchilish darajasi o'zgartirildi. Yanchilish mayinligining oltinning eritmaga o'tish darajasiga ta'siri tajriba natijalari asosida baholandi. Olingan natijalar 1-rasmda keltirilgan.



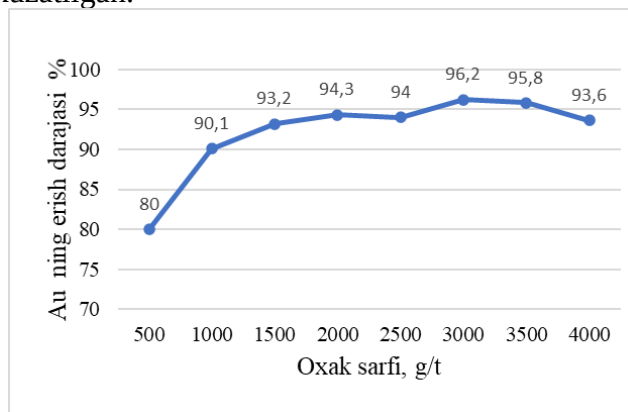
1-rasm. Yanchilish darajasining oltinni erishiga ta'siri.

1-rasmda keltirilgan natijalarga ko'ra, rudaning yanchilish darajasi oltinning eritmaga o'tish darajasiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Yanchilish darajasi -0,074 mm bo'lgan zarrachalar ulushi 75% ni tashkil etganda, oltinning eritmaga o'tish darajasi 78,4% bo'lgan. Yanchilish darajasi oshishi bilan oltinning eritmaga o'tish darajasi ham bosqichma-bosqich ortib borgan. Jumladan, -0,074 mm sinf ulushi 90% ga yetganda, oltinning eritmaga o'tish darajasi 95,7% ni tashkil etgan. Biroq yanchilish darajasi 90% dan yuqori bo'lganda oltinni tanlab eritish darajasi deyarli o'zgarmagan, ya'ni yanchilishni yanada kuchaytirish texnologik jihatdan sezilarli qo'shimcha samara bermagan. Shunday qilib, o'tkazilgan tajribalar natijalariga asosan, mazkur ruda uchun optimal yanchilish

darajasi -0,074 mm sinfning miqdori 90% ni tashkil etishi aniqlandi. Bu sharoitda oltinning eritmaga o'tish darajasi yuqori bo'lib, keyingi yanchilish jarayoni iqtisodiy va texnologik jihatdan maqsadga muvofiq emas.

Ohak miqdorini tanlab eritish jarayoniga ta'sirini o'rganish uchun tajribalar quyidagi texnologik sharoitlarda o'tkazildi: rudaning yanchilish darajasi -0,074 mm (90%), bo'tanadagi qattiq zarralar miqdori 40%, erituvchi reagent sarfi: jinchin 350 g/t, tanlab eritish davomiyligi esa 24 soatni tashkil etdi. Tajribalarda boshqa texnologik parametrlar o'zgarmas holda saqlanib, faqat ohak sarfi o'zgartirildi. Ohak dozasi oltinni eritmaga o'tkazish darajasiga ta'siri baholandi. Olingan natijalar 2-rasmda keltirilgan.

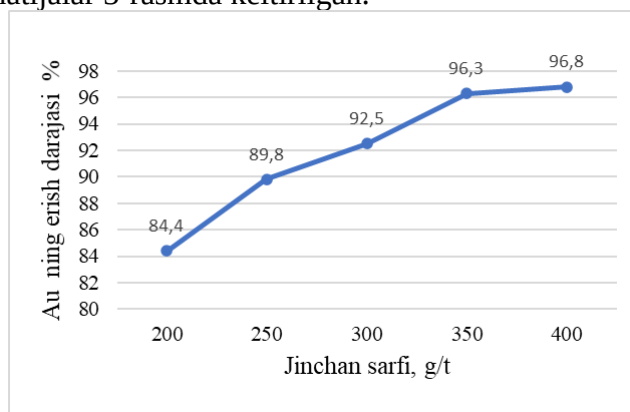
2-rasmda keltirilgan natijalarga ko'ra, oxak 500 g/t qo'llanilgan sharoitda oltinni eritmaga o'tish darajasi past bo'lib, taxminan 80% ni tashkil etgan. Oxak sarfi oshirilishi bilan muhitning ishqoriyligi barqarorlashib, oltinning eritmaga o'tish darajasi ham bosqichma-bosqich ortgan. Oxak sarfi 3 kg/t bo'lganda oltinning eritmaga o'tish darajasi eng yuqori qiymatga yetib, 96,2% ni tashkil etgan. Biroq, oxak sarfi 3 kg/t dan yuqori bo'lgan hollarda oltinni eritmaga o'tish darajasining biroz pasayishi kuzatilgan.



2-rasm. Oxak sarfining oltinni eritmaga o'tish darajasiga ta'siri.

Buning sababi ohakning ortiqcha miqdori bo'tana tarkibida gidroksidlarning haddan tashqari ko'payishiga olib kelib, reagentning faolligini pasaytirishi va oltinning eritmaga o'tish jarayonini sekinlashtirishi bilan izohlanadi. Shunday qilib, o'tkazilgan tajribalar natijalariga asosan, mazkur ruda uchun ohakning optimal sarfi 3 kg/t ekanligi aniqlandi.

Jinchan reagenti sarfining oltinni erish darajasiga ta'sirini o'rganish uchun tajribalar quyidagi texnologik sharoitlarda o'tkazildi: rudaning yanchilish darajasi -0,074 mm (90%), bo'tanadagi qattiq zarralar miqdori 40%, oxak sarfi – 3 kg/t va tanlab eritish davomiyligi 24 soatni tashkil etdi. Tajribalarda boshqa texnologik parametrlar o'zgarmas holda saqlanib, faqat jinchan reagenti sarfi o'zgartirildi. Reagent sarfining oltinni eritmaga o'tish darajasiga ta'siri baholandi. Olingan natijalar 3-rasmda keltirilgan.



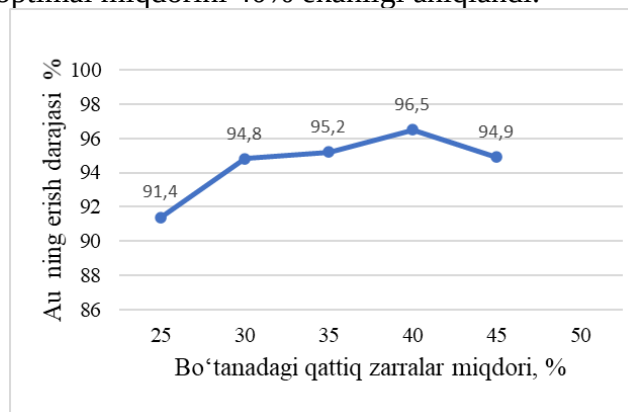
3-rasm. Jinchan reagenti sarfining oltinni eritmaga o'tkazish darajasiga ta'siri.

3-rasmda keltirilgan natijalarga ko'ra, jinchan reagenti sarfi oshirilishi bilan oltinning eritmaga o'tish darajasi ham bosqichma-bosqich ortib borishi kuzatildi. Reagent sarfi 200 g/t bo'lganda oltinning eritmaga o'tish darajasi 84,4% ni tashkil etdi. Reagenti sarfi 350 g/t gacha oshirilganda oltinning tanlab eritmaga o'tish darajasi 96,3% ga yetdi. Biroq reagent sarfini 350 g/t dan yuqori miqdorga oshirish oltinning eritmaga o'tish darajasiga sezilarli ta'sir ko'rsatmadi, ya'ni ko'rsatkich deyarli o'zgarishsiz qoldi. Olingan natijalar asosida mazkur ruda uchun jinchan reagentining optimal sarfi 350 g/t ekanligi aniqlandi. Bu miqdorda reagentdan foydalanish oltinni yuqori eritish darajasini ta'minlaydi va reagentning ortiqcha sarflanishining oldini oladi.

Bo'tanadagi qattiq zarralar miqdorini oltinni erish darajasiga ta'sirini o'rganish uchun tajribalar o'tkazildi, bunda yuqoridagi texnologik sharoitlar saqlanib qolgan holda faqat, bo'tanadagi qattiq zarralar miqdorini o'zgartirildi. Olingan tajriba natijalari 4-rasmda keltirilgan.

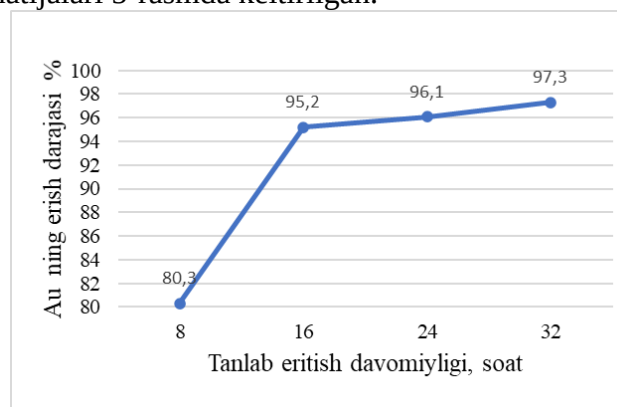
4-rasmda keltirilgan natijalarga ko'ra, bo'tanadagi qattiq zarralar miqdori oltinni eritmaga

o'tkazish darajasiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Bo'tanadagi qattiq zarralar miqdorini 25% dan 40% gacha oshirilganda oltinning eritmaga o'tish darajasi bosqichma-bosqich ortib borishi kuzatildi. 40% bo'lganda oltinning eritmaga o'tish darajasi eng yuqori qiymatga yetib, 96,5% ni tashkil etdi. Biroq 40% dan yuqori bo'lgan hollarda oltinni eritmaga o'tish darajasining pasayishi kuzatildi. Buning sababi bo'tanadagi qattiq zarralar miqdorini ortishi natijasida eritmaning qovushqoqligi oshib, reagent va kislorodning mineral zarrachalari yuzasiga yetib borishi qiyinlashishi, natijada massa almashinuvi va tanlab eritish jarayonining samaradorligi pasayishi bilan izohlanadi. Shunday qilib, o'tkazilgan tajribalar natijalariga asosan, mazkur ruda uchun bo'tanadagi qattiq zarralar optimal miqdorini 40% ekanligi aniqlandi.



4-rasm. Bo'tanadagi qattiq zarralar miqdorini oltinni eritmaga o'tkazish darajasiga ta'siri.

Tanlab eritish vaqtining oltinni eritmaga o'tish darajasiga ta'sirini o'rganildi va bunda tajriba parametrlari o'zgarmasdan qoldirildi, faqat tanlab eritish davomiyligi o'zgartirildi. O'tkazilgan sinov natijalari 5-rasmda keltirilgan.



5-rasm. Tanlab eritish davomiyligini oltinni erish darajasiga ta'siri.

6-jadval

Tekshirish sinovlari natijalari

Namunaning og'irligi, kg	Ruda tarkibidagi oltin miqdori, g/t	Chiqindi tarkibidagi oltin miqdori, g/t	Oltinni eritmaga o'tish darajasi, %
0,8	2,4	0,115	95,2
1,6	2,4	0,118	95,1
2,4	2,4	0,125	94,8

5-rasmda keltirilgan natijalarga ko'ra, tanlab eritish vaqtining 8 soatdan 32 soatgacha oshirilishi oltinning eritmaga o'tish darajasiga ma'lum darajada ta'sir ko'rsatadi. Jarayonning 16-soatida oltinning eritmaga o'tish darajasi 95,2% ni tashkil etgan bo'lsa, 24 soatdan so'ng ushbu ko'rsatkich 96,1% gacha oshgan. Shuning uchun jarayon samaradorligi va iqtisodiy jihatlarni hisobga olgan holda, maqbul tanlab eritish vaqti sifatida 16 soat qabul qilindi.

Natriy sianid va jinchan reagentlarining iqtisodiy samaradorligini qiyosiy baholash maqsadida kapital va ekspluatatsion xarajatlar tahlil qilindi. Dastlabki hisob-kitoblariga ko'ra, natriy sianidning sarfi 300 g/t ni, jinchan reagentining sarfi 350 g/t ni tashkil etadi. Natriy sianidga qaraganda jinchan reagentining narxi 1,2 marta ortiq. Natijalardan ko'rinib turibdiki, jinchan reagentining bir tonnasi uchun bozor narxi natriy sianidga nisbatan yuqoriroq bo'lsa-da, ushbu reagentdan foydalanish zararsizlantirish inshootlarini qurish va chiqindilarni zararsizlantirish bilan bog'liq qo'shimcha kapital hamda ekspluatatsiya xarajatlarini kamaytiradi. Natijada texnologiyaning umumiy iqtisodiy samaradorligi oshadi.

Xulosalar.

1. O'tkazilgan eksperimental tadqiqotlar natijalariga ko'ra, jinchan reagenti bilan oltinni tanlab eritish uchun quyidagi maqbul texnologik

sharoitlar aniqlandi: rudaning yanchilish darajasi – 0,074 mm bo'lib, ushbu o'lchamdagi zarrachalar ulushi 90 %; bo'tanadagi qattiq zarralar miqdori 40 %; ohak sarfi – 3 kg/t; ishqor bilan dastlabki ishlov berish vaqti – 2 soat; jinchan reagenti sarfi – 350 g/t; tanlab eritish vaqti – 16 soat. Ko'rsatilgan texnologik sharoitlarda oltinning eritmaga o'tish darajasi 95,2 % ga yetdi.

2. Marjonbuloq oltin-kvarsli rudasida o'tkazilgan sinovlar natijalariga ko'ra, jinchan reagenti bilan tanlab eritish texnologiyasi natriy sianid bilan tanlab eritish jarayoniga nisbatan yuqori samaradorlikni namoyon etdi. Xususan, oltinning eritmaga o'tish darajasi deyarli bir xil bo'lgan holda tanlab eritish jarayonining davomiyligi 4 soatga qisqardi.

3. Jinchan reagenti bilan tanlab eritish jarayonidan hosil bo'lgan chiqindilarning toksiklik tahlili natijalari chiqindilar tarkibidagi sianid konsentratsiyasi 0,004 mg/l dan kam ekanligini ko'rsatdi. Bu esa jinchan reagenti bilan tanlab eritish jarayonidan hosil bo'lgan chiqindilarning ekologik xavfsizligi yuqori ekanligini ko'rsatadi. Shu sababli, amaldagi normativ talablarga rioya qilingan holda, bunday chiqindilarni qo'shimcha zararsizlantirish jarayonisiz keyingi joylashtirish yoki qayta ishlash imkoniyati mavjud.

4. O'tkazilgan qiyosiy iqtisodiy tahlil natijalari shuni ko'rsatdiki, jinchan reagenti sarfi natriy sianidga nisbatan biroz yuqori bo'lsa-da, uni zararliligining pastligi, ekologik xavfsizligi va amaldagi gidrometallurgik texnologiyalarga oson joriy etilishi muhim afzallik hisoblanadi. Olingan natijalar jinchan reagentini natriy sianidga ekologik xavfsiz va istiqbolli muqobil reagent sifatida qo'llash mumkinligini ko'rsatdi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

- [1] Marsden, J., & Haus, I. (2006). The chemistry of gold extraction (2nd ed.). SME.
- [2] Adams, M. D. (2016). Gold ore processing: Project development and operations (2nd ed.). Elsevier.
- [3] Fleming, K. A. (2004). Hydrometallurgy of precious metals recovery. Hydrometallurgy.
- [4] Kenneth, N. H. (1992). Trends and prospects for the development of the leaching method. Raw Metallurgy, (4), 36–42.
- [5] Go, I., et al. (1994). Thiourea leaching of gold ores. Gold Forum on Technology.
- [6] Elmer, D., et al. (2001). Thiosulfate leaching for gold extraction. Minerals Engineering.
- [7] Li, S. S., et al. (2004). Halide leaching technology for gold extraction. Hydrometallurgy.
- [8] Xasanov, A. S., & Sanaqulov, Q. S., va boshqalar. (2010). Rangli metallar metallurgiyasi. Fan.

- [9] Котляр, Ю. А., Меретуков, М. А., & Стрижко, Л. С. (2005). Металлургия благородных металлов (Т. 1, с. 253–263). Руда и металлы.
- [10] Шарипов, Х. Т., Борбат, В. Ф., & Даминава, Ш. Ш. (2018). Химия и технология платиновых металлов (с. 3–40). Университет.

Maqolaga iqtibos keltirish | Как цитировать статью | How to cite this article

Rahmonova, U. T., Xasanov, A. S., & Saidaxmedov, A. A. (2026). Marjonbuloq koni rudasidan oltinni Jinchan reagenti yordamida tanlab eritishning texnologik samaradorligini natriy sianidi bilan qiyosiy baholash. Sanoatdagi raqamli texnologiyalar, 4(3). <https://doi.org/10.70769/3030-3214.SRT.4.3.2026.25>
