

UO‘K: 669.5/.6

doi 10.70769/3030-3214.SRT.4.3.2026.2

© 2026 Authors. Licensed under CC BY 4.0

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

GLITSINLI ERITMALARDA OLTINNING ERISH KINETIKASI VA TEXNOLOGIK PARAMETRLARINI TADQIQ QILISH



**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. Ushbu tadqiqotda Marjonbuloq koni boyitish chiqindilaridan oltinni glitsin yordamida ajratib olish jarayoni o'rganilgan. Tadqiqotda glitsin konsentratsiyasi, bo'tana tarkibidagi qattiq zarralar miqdori, Cu^{2+} ionlarining katalitik ta'siri hamda marganes oksidi ishtirokida dastlabki oksidlash jarayonining oltinni erish samaradorligiga ta'siri baholangan. Tajribalar natijasida nisbatan suyuq bo'tanada va dastlabki oksidlash sharoitida oltinni erish darajasi yuqori bo'lishi aniqlangan. Olingan natijalar glitsinli tanlab eritishning ekologik xavfsiz va istiqbolli texnologiya ekanligini ko'rsatdi.

Kalit so'zlar: oltin, glitsin, tanlab eritish, boyitish chiqindilari, marganes oksidi, mis ionlari, oksidlash, gidrometallurgiya.

Received: 02.07.2026

Accepted: 21.07.2026

Issue publication: 28.09.2026

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕАГЕНТОВ ЦИАНИДА НАТРИЯ И ЗОЛОТОЙ СЕКИ НА ИЗВЛЕЧЕНИЕ РЕДКИХ МЕТАЛЛОВ ИЗ РУДЫ

**Рахмонова Умида
Тошпулатовна**

Самостоятельный соискатель
Каршинского государственного
технического университета,
Кариши, 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

**Саидрахмедов Ахтам
Абдисамиевич**

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

Аннотация. В данном исследовании изучен процесс извлечения золота из хвостов обогащения месторождения Марджанбулак с использованием глицина. В ходе исследования была оценена эффективность выщелачивания золота в зависимости от концентрации глицина, содержания твёрдых частиц в пульпе, каталитического влияния ионов Cu^{2+} , а также предварительного окисления в присутствии оксида марганца. Эксперименты показали, что степень извлечения золота повышается в относительно разбавленной пульпе и при условии предварительного окисления. Полученные результаты свидетельствуют о том, что глициновое выщелачивание является экологически безопасной и перспективной технологией.

Ключевые слова: золото, глицин, селективное выщелачивание, хвосты обогащения, оксид марганца, ионы меди, окисление, гидрометаллургия.

A STUDY ON THE EFFECT OF SODIUM CYANIDE AND GOLD CICADA REAGENTS ON THE EXTRACTION OF PRECIOUS METALS FROM ORE

**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. This study investigates the process of extracting gold from the enrichment tailings of the Marjonbuloq deposit using glycine. The research evaluated the effects of glycine concentration, the solid particle content in the pulp, the catalytic effect of Cu^{2+} ions, and a preliminary oxidation process in the presence of manganese oxide on the efficiency of gold dissolution. The experiments revealed that a higher degree of gold dissolution is achieved in a relatively dilute pulp and under preliminary oxidation conditions. The results obtained demonstrate that glycine leaching is an environmentally safe and promising technology.

Keywords: gold, glycine, selective leaching, beneficiation tailings, manganese oxide, copper ions, oxidation, hydrometallurgy.

Kirish. Oltinni ruda va texnogen chiqindilardan ajratib olishda gidrometallurgik usullar muhim ahamiyat kasb etadi. Hozirgi vaqtda eng keng qo'llaniladigan texnologiyalardan biri natriy sianidi NaCN ishtirokidagi sianlash jarayoni hisoblanadi. Ushbu usul yuqori samaradorlikka ega bo'lsa-da, sianid birikmalarining yuqori zaharliligi atrof-muhitga salbiy ta'sir ko'rsatadi hamda texnologik xavfsizlik bilan bog'liq qator muammolarni keltirib chiqaradi. Shu sababli keyingi yillarda ekologik jihatdan xavfsiz va selektiv reagentlar asosida oltinni ajratib olish texnologiyalarini ishlab chiqishga alohida e'tibor qaratilmoqda.

Glitsin $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ ishtirokidagi tanlab eritish jarayoni oltinni ajratib olishning istiqbolli yo'nalishlaridan biri sifatida qaralmoqda. Glitsin ishqoriy muhitda oltin bilan barqaror kompleks

birikmalar hosil qilib, uni eritmaga o'tkazish xususiyatiga ega. Biroq glitsinli tizimlarda oltinning erish tezligi sianlash jarayoniga nisbatan pastroq bo'lganligi sababli, jarayonni jadallashtirish maqsadida turli oksidlovchilardan foydalanish taklif etilgan. Ayniqsa, marganes oksidi va vodorod peroksidi ishtirokida oltinning eritmaga o'tish darajasi sezilarli ortishi aniqlangan.

Adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, Cu^{2+} ionlari glitsinli muhitda katalitik faollikni oshirib, oltinning eritmaga o'tish tezligini jadallashtiradi. Bundan tashqari, bo'tana tarkibidagi qattiq zarrachalar miqdori ham jarayon samaradorligiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Qattiq faza miqdori ortishi bilan eritmaning qovushqoqligi oshib, reagentlarning mineral yuzasiga ta'siri cheklanadi va natijada oltinning erish darajasi pasayadi.

Mazkur tadqiqotda Marjonbuloq koni boyitish

chiqindilaridan oltinni glitsin asosida tanlab eritish jarayoni o'rganildi. Tadqiqotda glitsin konsentratsiyasi, Cu^{2+} ionlarining katalitik ta'siri, bo'tanadagi qattiq zarrachalar miqdori hamda marganes oksidi yordamida dastlabki oksidlashning oltinning eritmaga o'tish darajasiga ta'siri baholandi. Olingan natijalar ekologik xavfsiz glitsinli eritish texnologiyasining oltin saqlovchi texnogen chiqindilarni qayta ishlashdagi istiqbolli yo'nalishlardan biri ekanligini ko'rsatdi.

Adabiyotlar tahlili. Oltinni gidrometallurgik usulda ajratib olish texnologiyalari uzoq yillar davomida ilmiy tadqiqotlarning asosiy yo'nalishlaridan biri bo'lib kelmoqda. An'anaviy sianlash usuli yuqori texnologik samaradorlikka ega bo'lsa-da, natriy sianidning yuqori toksikligi ekologik xavfsizlik bilan bog'liq muammolarni yuzaga keltiradi. Shu sababli keyingi yillarda ekologik xavfsiz reagentlardan foydalanishga asoslangan muqobil texnologiyalarni ishlab chiqish dolzarb masalalardan biriga aylangan.

Q.S. Sanaqulov va A.S. Xasanovlarning tadqiqotlarida konchilik chiqindilarini qayta ishlashda ekologik xavfsiz texnologiyalarni qo'llash zarurligi asoslab berilgan. Mualliflar texnogen chiqindilar tarkibidagi qimmatbaho komponentlarni qayta tiklashda gidrometallurgik usullarni qo'llash ekologik va iqtisodiy jihatdan samarali ekanligini ta'kidlaganlar. Ayniqsa, toksik reagentlarni kam zaharli moddalar bilan almashtirish istiqbolli yo'nalish sifatida ko'rsatib o'tilgan.

A.A. Mo'minov va X.Z. Yusupov tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda oltin saqlovchi rudalarni gidrometallurgik qayta ishlash texnologiyalari tahlil qilingan. Tadqiqotchilar sianlash jarayonining asosiy afzalliklari bilan bir qatorda uning ekologik kamchiliklarini ham ko'rsatib berganlar. Mualliflarning fikricha, alternativ erituvchilarni qo'llash oltin ajratib olish jarayonida ekologik xavfsizlikni oshirish bilan birga texnologik samaradorlikni ham yaxshilashi mumkin.

E.A. Oraby va J.J. Eksteen glitsin asosidagi eritish jarayonlarini tadqiq qilib, glitsin konsentratsiyasi va ishqoriy muhitning oltinning eritmaga o'tish darajasiga sezilarli ta'sir ko'rsatishini aniqlaganlar. Ularning tadqiqotlarida glitsin oltin bilan barqaror kompleks hosil qilishi va past toksikligi sababli ekologik xavfsiz reagent sifatida baholangan. Shu bilan birga, glitsinli tizimlarda

eritish tezligi sianlash jarayoniga nisbatan sekinroq kechishi qayd etilgan.

E.A. Oraby hamda hammualliflari tomonidan olib borilgan keyingi tadqiqotlarda glitsinli eritish tizimida marganes oksididan oksidlovchi reagent sifatida foydalanish samaradorligi o'rganilgan. Mualliflar marganes oksidi ishtirokida oltinning eritmaga o'tish darajasi sezilarli oshishini aniqlaganlar. Tadqiqot natijalariga ko'ra, MnO_4^{2-} ionlari oltin yuzasining oksidlanishini jadallashtirib, glitsin bilan kompleks hosil bo'lish jarayonini faollashtiradi.

M.G. Aylmore o'z ilmiy ishlarida sianidga alternativ erituvchilarni tahlil qilib, glitsinli eritish texnologiyasining istiqbolli jihatlarini ko'rsatib bergan. Tadqiqotlarda glitsinning ekologik xavfsizligi, reagent sarfining nisbatan pastligi va texnogen chiqindilarni qayta ishlashdagi samaradorligi alohida qayd etilgan. Shu bilan birga, muallif glitsinli eritish jarayonida oksidlovchi reagentlar va katalitik ionlardan foydalanish jarayon tezligini oshirishda muhim omil ekanligini ta'kidlagan.

Tahlil qilingan ilmiy manbalar shuni ko'rsatadiki, glitsin asosidagi tanlab eritish texnologiyasi oltin saqlovchi rudalar va boyitish chiqindilarini qayta ishlashda ekologik xavfsiz hamda istiqbolli yo'nalishlardan biri hisoblanadi. Shu bilan birga, jarayon samaradorligini oshirish uchun oksidlovchilar, katalitik ionlar va optimal texnologik parametrlarni tanlash muhim ahamiyat kasb etadi.

Tadqiqot metodologiyasi. Tadqiqot ishida Marjonbuloq koni boyitish fabrikasi chiqindilaridan oltinni glitsin asosida tanlab eritish jarayonining texnologik parametrlari o'rganildi. Tajriba ishlari laboratoriya sharoitida amalga oshirilib, dastlabki namunalarning fizik-kimyoviy tarkibi tahlil qilindi. Olingan namunalar halqa va konus usulida aralashtirilib qisqartirildi hamda massasi 400 g bo'lgan alohida namunalarga ajratildi. Chiqindi saqlash omboridan olingan namunalar xalqa va konus usulida aralashtirilib, qisqartirildi va tanlab eritish jarayoni o'tkazish uchun massasi 400 grammdan bo'lgan 10 ta namunaga ajratildi (1-rasm).

Tadqiqotlarda analitik darajadagi reagentlar va distillangan suv asosida tayyorlangan eritmalaridan foydalanildi. Asosiy reagent sifatida glitsin $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$, katalitik qo'shimcha

sifatida mis sulfat pentagidрати $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, muhit pH qiymatini boshqarish uchun natriy gidroksid NaOH hamda oksidlovchi reagent sifatida marganes oksidi qo'llanildi.



1-rasm. Boyitish chiqindilari namunalarini tayyorlash va qismlarga ajratish sxemasi.

Dastlab chiqindining tanlab eritish xususiyatlarini aniqlash maqsadida sianlash sinovlari o'tkazildi. Tajribalar 2 kg/t NaCN sarfi, pH=11, bo'tanadagi qattiq faza miqdori 50% va xona harorati sharoitida olib borildi. Keyingi bosqichda glitsin asosidagi tanlab eritish jarayonlari tadqiq qilindi. Bunda glitsin konsentratsiyasi 0,5–2,5 M oralig'ida, Cu^{2+} ionlari miqdori 0–2 g/l hamda bo'tanadagi qattiq zarrachalar miqdori 50–200 g/l diapazonda o'zgartirildi. Tajribalar davomiyligi 24 soat etib belgilandi. Tajribalar analitik darajadagi reagentlar va distillangan suv asosida tayyorlangan eritmalar yordamida amalga oshirildi. Tadqiqotda qo'llanilgan asosiy kimyoviy reagentlar hamda ularning tozalik darajalari 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Tadqiqotda foydalanilgan kimyoviy reagentlar ro'yxati

Reagent	Tozalik darajasi%
Glitsin	97%
Mis (II) sulfat pentagidрати	98%
Natriy gidroksid	97%
Marganes oksidi	99%

Oltinning eritmaga o'tish darajasini oshirish maqsadida dastlabki oksidlash jarayonlari ham o'rganildi. Ushbu bosqichda marganes oksidi kuchli oksidlovchi reagent sifatida qo'llanilib, uning konsentratsiyasi 0–2 g/l oralig'ida tanlandi. Jarayon davomida pH qiymati 10,5 atrofida ushlab turildi.

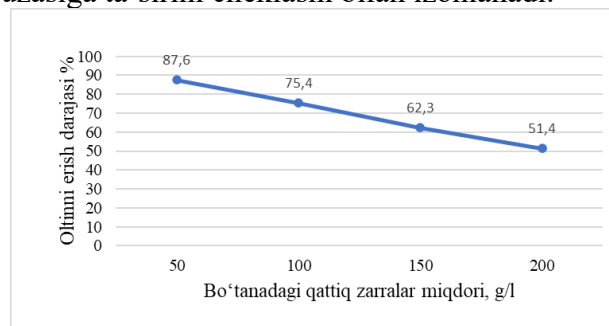
Tajriba natijalarini baholashda oltinning eritmaga ajralish darajasi, reagentlar sarfi va

texnologik parametrlarning jarayon samaradorligiga ta'siri aniqlandi. Olingan ma'lumotlar asosida glitsinli eritish jarayonining optimal sharoitlari baholandi hamda texnologik samaradorlik tahlil qilindi.

Natijalar va ularning muhokamasi.

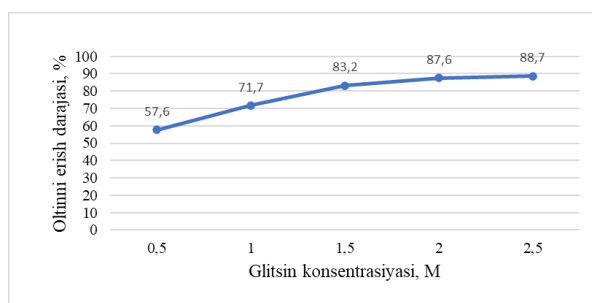
Tadqiqot natijalari Marjonbuloq koni boyitish chiqindilaridan oltinni glitsin asosida tanlab eritish jarayonining samaradorligi texnologik parametrlar bilan chambarchas bog'liqligini ko'rsatdi. Tajribalar davomida bo'tanadagi qattiq zarrachalar miqdori, glitsin konsentratsiyasi, Cu^{2+} ionlari miqdori hamda marganes oksidi ishtirokidagi dastlabki oksidlash jarayonining oltinning eritmaga o'tish darajasiga ta'siri baholandi.

Dastlab bo'tanadagi qattiq zarrachalar miqdorining jarayon samaradorligiga ta'siri o'rganildi. Tadqiqot natijalariga ko'ra, qattiq faza miqdori oshishi bilan oltinning eritmaga o'tish darajasi kamayishi kuzatildi. Eng yuqori natija 50 g/l qattiq faza miqdorida qayd etilib, bunda oltinning eritmaga ajralish darajasi 87,6 % ni tashkil etdi. Qattiq faza miqdorining ortishi eritmaning qovushqoqligini oshirib, reagentlarning mineral yuzasiga ta'sirini cheklashi bilan izohlanadi.



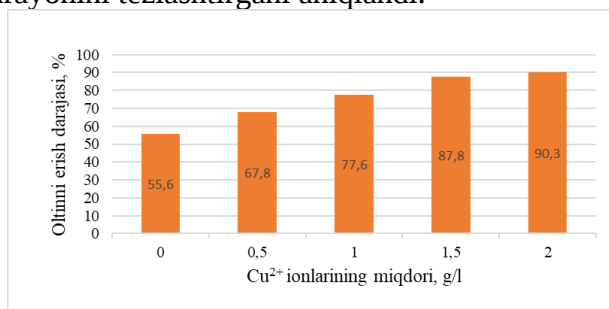
2-rasm. Bo'tanadagi qattiq zarrachalar miqdorining oltinning eritmaga o'tish darajasiga ta'siri.

Keyingi bosqichda glitsin konsentratsiyasining jarayon samaradorligiga ta'siri tadqiq qilindi. Natijalar glitsin konsentratsiyasi oshishi bilan oltinning eritmaga o'tish darajasi ham ortishini ko'rsatdi. Ayniqsa, 1,5–2,0 M oralig'ida eritish samaradorligi keskin oshganligi kuzatildi. Biroq konsentratsiyaning keyingi ortishi sezilarli natija bermadi. Bu holat eritmada yetarli miqdorda kompleks hosil qiluvchi reagent mavjud bo'lgandan keyin jarayon kinetikasi boshqa omillar bilan cheklanishi bilan izohlanadi.



3-rasm. Glitsin konsentratsiyasining oltinning eritmaga o'tish darajasiga ta'siri.

Cu^{2+} ionlarining katalitik ta'sirini baholash maqsadida olib borilgan tajribalarda mis ionlari miqdori oshishi bilan oltinning eritmaga ajralish darajasi ham ortgani aniqlandi. Eng yuqori natijalar 1,5–2,0 g/l oralig'ida kuzatildi va oltinning eritmaga o'tish darajasi 90,3% gacha yetdi. Cu^{2+} ionlari oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini jadallashtirib, oltinning glitsin bilan kompleks hosil qilish jarayonini tezlashtirgani aniqlandi.

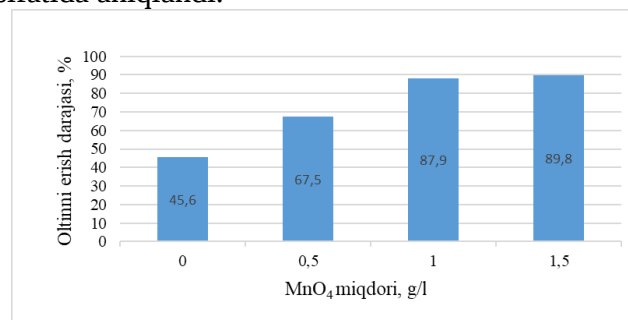


4-rasm. Cu^{2+} ionlari miqdorining oltinning eritmaga o'tish darajasiga ta'siri.

Marganes oksidi ishtirokidagi dastlabki oksidlash jarayonlari ham oltinni eritishga sezilarli ta'sir ko'rsatdi. Tajriba natijalariga ko'ra, MnO_4 miqdori ortishi bilan oltinning eritmaga ajralish darajasi oshib borgan va 2 g/l da eng yuqori natija kuzatilgan. Bu marganes oksidining mineral yuzasini faollashtirishi hamda oltinning oksidlanish jarayonini jadallashtirishi bilan bog'liq.

Olingan natijalar glitsin asosidagi tanlab eritish texnologiyasi oltin saqllovchi texnogen chiqindilarni qayta ishlashda istiqbolli yo'nalish

ekanligini ko'rsatdi. Jarayon uchun optimal sharoit sifatida glitsin konsentratsiyasi 1,5–2,0 M, Cu^{2+} ionlari miqdori 1,5–2,0 g/l hamda bo'tanadagi qattiq faza miqdori 50 g/l deb baholandi. Marganes oksidi yordamida dastlabki oksidlash esa oltinning eritmaga o'tish darajasini oshirishda samarali omil sifatida aniqlandi.



5-rasm. Marganes oksidi miqdorining oltinning eritmaga o'tish darajasiga ta'siri.

Xulosa. Tadqiqot natijalari Marjonbuloq koni boyitish chiqindilaridan oltinni glitsin asosida tanlab eritish texnologiyasi samarali va ekologik xavfsiz usul ekanligini ko'rsatdi. Tajribalar davomida glitsin konsentratsiyasi, Cu^{2+} ionlari miqdori, bo'tanadagi qattiq zarrachalar konsentratsiyasi hamda marganes oksidi yordamidagi dastlabki oksidlash jarayonining oltinning eritmaga o'tish darajasiga sezilarli ta'sir ko'rsatishi aniqlandi. Ayniqsa, glitsin konsentratsiyasi 1,5–2,0 M, Cu^{2+} ionlari miqdori 1,5–2,0 g/l va qattiq faza miqdori 50 g/l bo'lgan sharoitlarda yuqori texnologik samaradorlik kuzatildi.

Tadqiqotlar natijasida optimal sharoitlarda oltinning eritmaga o'tish darajasi 90,3 % gacha yetishi aniqlandi. Marganes oksidi yordamidagi dastlabki oksidlash oltinning erish jarayonini jadallashtirib, glitsinli tizimning samaradorligini oshirishi tasdiqlandi. Olingan natijalar glitsin asosidagi tanlab eritish texnologiyasi oltin saqllovchi texnogen chiqindilarni qayta ishlashda sianlash usuliga nisbatan ekologik xavfsiz va istiqbolli muqobil texnologiya ekanligini ko'rsatdi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

- [1] Sanaqulov Q.S., Xasanov A.S. Konchilik chiqindilarini qayta ishlashda ekologik xavfsiz texnologiyalar. // O'zbekiston konchilik jurnali, 2020, №2, 33–41-betlar.
- [2] Mo'minov A.A., Yusupov X.Z. Oltin saqllovchi rudalarni gidrometallurgik qayta ishlash texnologiyalari. – Toshkent: Fan, 2019. – 145–152-betlar.

- [3] Oraby, E.A., Eksteen, J.J. The effect of glycine concentration and alkaline conditions on gold leaching. *Minerals Engineering*, 2015, Vol. 70, pp. 188–195.
- [4] Oraby, E.A., et al. Enhanced gold extraction from oxide ores using potassium permanganate in glycine leaching systems. *Hydrometallurgy*, 2020, Vol. 193, pp. 105–114.
- [5] Aylmore, M.G. Alternative lixivants to cyanide for leaching gold ores. *Minerals Engineering*, 2016, Vol. 87, pp. 1–13.
- [6] Botirovich, X. J. N., Mamarasulovich, R. Z. U. B., & Odilo‘G‘Li, I. B. (2025). “NKMK” AJ “AUMINZO-AMANTOY” KONI OLTIN AJRATISH SEXI TEXNOGEN CHIQINDILARINI TADQIQ QILISH. *Sanoatda raqamli texnologiyalar/Цифровые технологии в промышленности*, 3(4), 124-128.
- [7] Qayumov, O., Ro‘ziyev, U. B., & Abdullayev, F. (2026). METALLURGIK TEXNOGEN CHIQINDILARDAN KAMYOB METALLARNI AJRATIB OLISH TEXNOLOGIYASI. *MUHANDISLIK VA IQTISODIYOT*, 4(1).

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

Rahmonova, U. T., Xasanov, A. S., & Saidaxmedov, A. A. (2026). Glitsinli eritmalarda oltinning erish kinetikasi va texnologik parametrlarini tadqiq qilish. *Sanoatda raqamli texnologiyalar*, 4(3). <https://doi.org/10.70769/3030-3214.SRT.4.3.2026.2>
