TUGATILGAN URAN KONLARIDAN QIMMATBAHO METALLARNI AJRATIB OLISH TEXNOLOGIYASINI TAKOMILLASHTIRISH

Aliqulov Shuxrat Sharofovich
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti proffesori
Alimov Mexriqul Umarqulovich.
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti dotsenti
Yo`ldoshov Alisher Sayfiddin o`g`li
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti doktoranti
To`ychibayev Zaxriddin Ilhom o`g`li
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti assistenti

Annotatsiya. Ushbu maqolada “Sugrali” konida natriy gipoxlorit eritmasini qo‘llagan holda qum-tosh turidagi gidrogen konlardan oltinni yer ostida eritmaga o‘tkazish usuli bilan ajratib olish imkoniyatlarini aniqlash bo‘yicha olib borilgan tadqiqot ishlari tavsiflangan. Uran-oltin saqlovchi rudalardan oltinni ajratib olish bo‘yicha ekologik xavfsiz va iqtisodiy jihatdan samarali texnologik yechim sifatida yer ostida eritmaga o‘tkazish usulini qo‘llash bo‘yicha izlanishlar bo‘yicha ma’lunotlar keltirib o‘tilgan. Tadqiqotlar natijasida ushbu jarayonning nazariy asoslari fizik-kimyoviy tahlillar, ilmiy nazariy izlanishlar asosida o‘rganildi, diagrammalar tuzildi va tahlil qilindi. Nazariy jihatdan olib qaraganda, yer ostida yetarli fizik-kimyoviy sharoitlar yaratilishi hamda gidrogeologik va geologik chuqur o‘rganishlar murakkab bo‘lsada yer ostida eritmaga o‘tkazish usuli yordamida oltinni ajratib olishning imkonini beradi. Asosiy omil sifatida quyidagi ikkita muhitni e’tibordan chetda qoldirmasligimiz lozim:

Kalit so‘zlar tiokarbamid, vodorod peroksid, tiosulfat, glitslin, askorbin kislota, tiomachavina, gipoxlorit natriy, ishchi eritma, pH muhit, donor quduq, oltin va boshqa qimmatbaho metallar, sianidli eritish, alternativ yechim, ekologik xavfsiz usullar.

Аннотация. В данной статье описаны исследования, проведённые на месторождении «Суграли» по определению возможностей извлечения золота из песчано-сланцевых гидрогенных месторождений методом подземного выщелачивания с использованием раствора гипохлорита натрия. Представлены сведения о поисках технологического решения по применению подземного выщелачивания как экологически безопасного и экономически эффективного метода извлечения золота из уран-содержащих золотых руд. В результате исследований теоретические основы данного процесса были изучены на основе физико-химического анализа и научно-теоретических изысканий, были составлены и проанализированы диаграммы. С теоретической точки зрения, несмотря на сложность глубокого

ISSN 3030-3907

гидрогеологического и геологического изучения, при создании соответствующих физико-химических условий подземное выщелачивание позволяет эффективно извлекать золото. В качестве основных факторов не следует упускать из виду два типа среды:

Ключевые слова: тиокарбамид, перекись водорода, тиосульфат, глицин, аскорбиновая кислота, тиоацетат, гипохлорит натрия, рабочий раствор, среда pH, донорская скважина, золото и другие драгоценные металлы, растворение цианида, альтернативный раствор, экологически чистые методы.

Abstract. This article describes the studies conducted at the Sugrali deposit to determine the possibilities of gold extraction from sand-shale hydrogenous deposits by the method of underground leaching using a sodium hypochlorite solution. Information is presented on the search for a technological solution for the use of underground leaching as an environmentally friendly and cost-effective method for extracting gold from uranium-containing gold ores. As a result of the studies, the theoretical foundations of this process were studied based on physicochemical analysis and scientific and theoretical research, diagrams were compiled and analyzed. From a theoretical point of view, despite the complexity of deep hydrogeological and geological studies, when creating appropriate physicochemical conditions, underground leaching allows for efficient gold extraction. Two types of environment should not be overlooked as key factors:

Keywords: thiocarbamide, hydrogen peroxide, thiosulfate, glycine, ascorbic acid, thioacetate, sodium hypochlorite, working solution, pH medium, donor well, gold and other precious metals, cyanide dissolution, alternative solution, environmentally friendly methods.

Kirish.

So‘nggi yillarda nanotexnologiyalar rivoji hamda xalqaro iqtisodiy o‘sish barqarorligi natijasida oltinning jahon bozoridagi narxi va unga bo‘lgan talab ortib borishi kuzatilmoqda. Shu bilan birga, an’anaviy usullar yordamida qazib olinayotgan boy rudalarning kamayib borayotganligi oltin qazib olish sohasida yangi texnologik yondashuvlarni talab etmoqda. Ayniqsa, kambag‘al rudalar, ag‘darmalar tarkibidagi balansdan tashqari rudalar va uran-oltin yoki piritli-oltin saqlovchi rudalarni qayta ishlash orqali oltin ajratib olish istiqbollari dolzarb masalaga aylangan.

1. Oltinni tiokarbamid va vodorod peroksid yordamida ajratib olish sharoitlari;

Eritmadagi optimal nisbat: Fe(III) : $(CS(NH_2)_2)$ = 1:2;

pH ko‘rsatkichi: – 0,8-1,2;

Harorat: – 5-25ºC;

ISSN 3030-3907

Bu usul uran-oltin saqlovchi rudalardan oltinni ajratib olishning quyidagi bosqichlarini o‘z ichiga oladi:

- Yer ostida eritmaga o‘tkazish;
- Eritmalardan uran qoldiqlarini ion almashinish orqali tozalashadi yoki uranni dastlabki qayta ishlash uchastkasidagi uranni sorbentga boyitishdan keying eritmadan foydalanish imkonini beradi; [1].
- Radiyni ajratib olish;
- Oltinni faol ko‘mirga sorbsiya qilish;
- Oltin bilan boyitilgan ko‘mirni yoqish.

ADABIYOTLAR TAHLILI.

Yer osti eritmaga o‘tkazish usuli konlarni qisqa muddatda ishga tushirish, chiqindilar va atrof-muhitga zarar yetkazuvchi omillarni kamaytirish imkonini beradi. Tiokarbamidli eritma bilan ishlash ekologik xavfsizlikni ta’minlaydi, shu bilan birga past konsentratsiyali rudalardan ham oltini ajratib olish imkonini yaratadi. Eritmalarni tozalash va oltinni ko‘mirga sorbsiya qilish orqali yakuniy mahsulot sifatida sof oltin olinadi. Taklif etilgan texnologiya ekologik toza, iqtisodiy samaradorligi yuqori va kompleks qayta ishlashga asoslangan. Uran-oltinli rudalardan oltinni ajratib olishda ushbu metod hozirgi ekologik va sanoat talablarga to‘liq javob beradi. [2].

Bundan tashqari tadqiqot uchun oltinni eritmaga o‘tkazishning boshqa quyidagi usullari ham o‘rganib chiqildi.

1.Oltinni tiosulfat yordamida ajratib olish sharoitlari;
2.Oltinni glitsinli yuvish usulida ajratib olish sharoitlari;
3.Oltinni askorbin kislota yordamida ajratib olish sharoitlari;
4.Oltinni tiomochavina yordamida ajratib olish sharoitlari;
5.Oltinni gipoxlorit natriy yordamida ajratib olish sharoitlari;

TADQIQOT METODOLOGIYASI. Biz o‘tkazadigan tadqiqot uchun bizning tadqiqot obyektimizdagi pH muhit 9-11pH oralig‘ida maksimal hisoblanadi. Boshqa reagentlar, xususan natriy gipoxlorit yordamida suvli gorizontlardan oltinni ajratib olish imkoni mavjud. Shunga ko‘ra oltinning suyuq fazaga o‘tishini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$\mathbf{2Au + NaClO + 5NaCl + 3H_2O = 2Na[AuCl_4] + 6NaOH}$$

Au – Tadqiqot obyektimizda mavjud bo‘lgan oltin konsentratsiyasi, bog‘liq ravishda geologik kuzatuv natijalaridan olingan.

NaClO – Ishchi eritma sifatida qo‘llaniladgan aktiv holatdagi gipoxlorid natriyli eritma. Tadqiqot uchun zarur bo‘lgan 5-15 % li konsentratsiya optimal hisoblanadi.

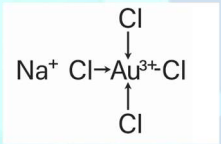
ISSN 3030-3907

NaCl – Ishchi eritma sifatida qo‘llaniladgan aktiv holatdagi gipoxlorid natriyli eritmaga ion holatga o‘tkazish uchun qo‘shimcha aktivlik berish va uning ish samaradorligini oshirish uchun xizmat qiladigan natriy xlor tuzi. NaClO natriy gipoxlorit eritmasiga 5 mol NaCl natriy xlor ishlatilishi kerak. Chunki yer ostidagi geologik va gidrogeologik sharoitlarni inobatga olgan holda NaClO natriy gipoxloritning Cl ionlari Au oltin bilan kimyoviy bog‘ hosil qilib reaksiyani borishi uchun yetarli bo‘lmasligi mumkin. Uning konsentratsiyasi tadqiqot bosqichlariga qarab nazorat qilib borilishi lozim. [3].

H_2O – Texnologik suv, yani bizning ishchi eritmamizni konsentratsiyasini muvofiqlashtirish va yer ostida to‘laqonli harakatchan holatdagi eritma hosil qilish uchun zarur bo‘lgan miqdorda qo‘llaniladi.

$Na[AuCl_4]$ – Reaksiya natijasida hosil bo‘ladigan anion holatdagi tetraxloroaurat (bu yerda kompleks birikma hosil bo‘lishiga qaramay oltin III valentli, bunday noodatiy bog‘lanish donorakseptor bog‘lanish deyiladi) va kation holatdagi natriyli birikma. Suvda yaxshi eriydigan sariq yoki to‘q sariq kristal modda ko‘rinishida. Bu reaksiya bo‘yicha oltin donorakseptor bog‘lanish orqali koordinatsion birikma hosil qiladi.

Donorakseptor bog‘lanish (koordinatsion) – bu bog‘lanishda donor (erkin elektron juftiga ega zarracha) ligandlar va akseptor (erkin elektron juftiga yo‘q, lekin bo‘sh orbitalga ega) markaziy ion sifatida bog‘ hosil qiladi. [4].



Bu bog‘lanishda Na^+ va $[AuCl_4]^-$ orasida kordinatsion bog‘ mavjud emas, faqatgina ionli elektrostatik tortishish mavjud. Shu bilan birgalikda Au^{3+} va Cl^- o‘rtasida 3ta Cl^- ioni koordinatsion bog‘ hosil qilgan holda, qolgan bitta Cl^- ioni elektron bulut orqali erkin birikkan. [5].

NaOH – Reaksiya natijasida hosil bo‘ladigan natriy gidroksid (kaustik soda yoki kuydiruvchi soda) rangsiz yoki oq kristall modda bo‘lib gigroskopik xususiyatga ega ya’ni namlikni o‘ziga yutish xossasini namoyon qiladi. Suvda juda yaxshi erishi bilan birgalikda kuchli ishqoriy muhit xosil qiladi va 1mol eritmada pH – 14 gacha yetishi mumkin. Gidrometallurgik jarayonlarda bu birikma NaClO natriy gipoxlorit bilan birgalikda muhitni ishqoriyligini oshirgan holda xlorli kompleks birikmalar (jumladan $Na[AuCl_4]$) ning barqarorligini oshirib berish uchun xizmat qiladi.

Yuqoridagi kimyoviy reaksiya natijasida hosil bo‘lgan $Na[AuCl_4]$ birikma odatda oltinni eritmalarda kompleks birikma holida ushlab turish uchun ishlatilinadi. Oltin bu birikmada +3 oksidlanish darajasida. Ayniqsa, natriy

ISSN 3030-3907

gipoxlorit NaClO yoki xlor bilan ishlov berilganda oltin $Na[AuCl_4]$ shaklida eritmaga o‘tadi. Bu jarayon odatda sianidsiz oltin ajratib olish texnologiyalarida muhim (ekologik jihatdan xavfsiz) alternativ hisoblanadi.

$$\mathbf{2Au + NaClO + 5NaCl + 3H_2O = 2Na[AuCl_4] + 6NaOH}$$

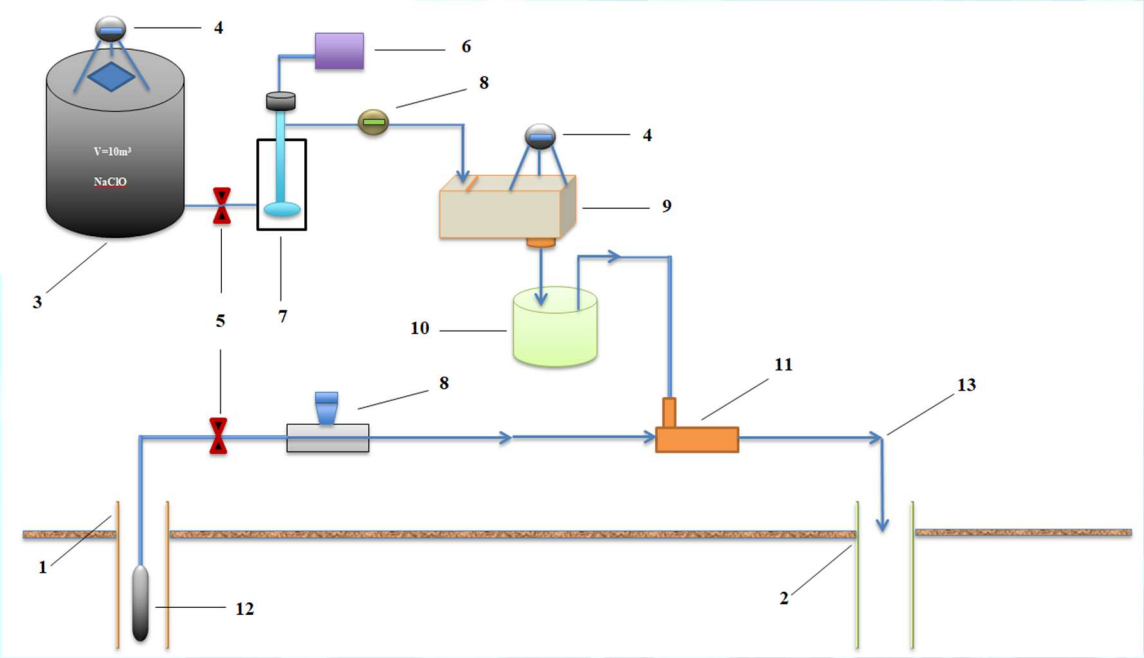
$$2Au = 393{,}94 \text{ gr}$$

$$NaClO = 74{,}77 \text{ gr}$$

$$5NaCl = 292{,}2 \text{ gr}$$

$$3H_2O \approx 54{,}048 \text{ gr}$$

Tadqiqot ishini boshlashdan oldin quduqqa uning filtrlarini ochish va eritmaning yer ostidagi erkin harakatini ta’minlash maqsadida 3-3,5 soat davomida bosim bilan siqilgan havo yuborgan holda qum zarralari hamda turli birikmalardan tozalash ishlari olib borildi. Uskunalar, quvurlar va qo‘shimcha jihozlar tadqiqot jarayoniga moslangan holda alohida 1-rasmdagi texnologik sxemaga muvofiq o‘rnatib chiqildi. [6].



1-rasm. Tadqiqotni amalga oshirishning texnologik sxemasi:

1 – donor quduq (texnologik eritma bilan ta’minlash uchun); 2 – tadqiqot olib borilayotgan quduq; 3 – dastlabki konsentratsiyali eritma tayyorlash va saqlovchi bunker; 4 – sath o‘lchagich; 5 – vintelli valf; 6 – chastota o‘zgartirgich (eritma yuborish sarfiga ko‘ra); 7 – belgilangan chastotaga ko‘ra eritma sarfini ochib yoki yopib turuvchi avtomatik qurilma; 8 – sarf o‘lchagich; 9 – doimiy sath orqali eritma hajmini hisoblovchi qurilma (РПУ); 10 – ikkilamchi saqlovchi idish (eritmani ejektorga uzatib berish uchun); 11 – ejektor (bosimlar farqi hisobiga texnologik eritma va gipoxlorid natriyni aralashtirgan holda to‘g‘ridan-to‘g‘ri tadqiqot qudug‘iga yuborish uchun); 12 – nasos; 13 – quvurlar (eritma harakati yo‘nalishi bo‘yicha).

ISSN 3030-3907

MUHOKAMA VA NATIJALAR.Natriy gipoxlorit miqdorini hisoblash

• Quduqning eritma qabul qilish sig‘imi: Q = 4 m³/soat

• G‘ovaklik hajmi: Vn = 2 000 m² × 15 m × 0,25 = 7 500 m³

• G‘ovaklikning ishchi eritma bilan to‘yinish hajmi (20%): Vp = 7 500 m³ × 0,2 = 1 500 m³

Demak, tajriba uchun quduqqa 1 500 m³ NaClO gipoxlorit natriyli ishchi eritma yuborilishi lozim.

Eritmadagi natriy gipoxlorit konsentratsiyasi 5 g/l deb olingan holda:

1 500 m³ × 5 g/l × 1 000 = 7 500 kg

Konsentrlangan eritmada gipoxlorit konsentratsiyasi 160 g/l,

demak kerakli hajm: 7 500 kg / 160 g/l = 46,88 m³ (yoki 58,1 tonna)

Hajmi 10 m³ bo‘lgan, NaClO gipoxlorit natriyli ishchi eritma tayyorlash uchun idishda aralashtirish orqali sutkalik ehtiyoj uchun 50 g/l konsentratsiyali (eritma qabul qilish sig‘imi Q = 4 m³/soat bo‘lgan quduqlar uchun) eritma tayyorlanadi. Ishchi eritma saqlovchi idishimizda 160 g/l konsentratsiyali NaClO gipoxlorit natriyli eritmani saqlash tuzli cho‘kmalar hosil bo‘lishi va idishning sifatiga salbiy ta’sir qilishi sababli bir muncha qiyinchilik tug‘diradi. Biz foydalanadigan 1 m³ konsentrlangan eritmaga 2,2 m³ donor qudug‘imiz orqali qatlam (plast) suvi qo‘shiladi. Qatlam suvida pH va HCO_3^- miqdori o‘lchanadi. **Tayyor eritmadan nazorat namunasi olinadi.**

Quduqdan eritmani so‘rib olish ishlari boshlanishidan avval quduq filtrlari ochiqligi aniqlanadi, zarur bo‘lsa, bosim bilan siqilgan havo yuborgan holda qum zarralari hamda turli birikmalardan tozalash ishlarini olib boriladi. Keyin quduqqa nasos tushirilgan holda eritmani so‘rib olish ishlari boshlanadi. [7].

So‘rib olingan eritmalar hajmi 1 500 m³ ga yetgunga qadar namunalar olib turiladi va quyidagi ko‘rsatkichlar aniqlab turiladi: pH, Au, U, shuningdek boshqa rangli, qimmatbaho, nodir va noyob yer metallarining konsentratsiyasi. So‘rib olinayotgan mahsuldor eritmadan yuqoridagi ko‘rsatkichlarni doimiy laboratoriya tahlillari asosida aniqlab borish uchun bu eritmamiz alohida idishga yoki tindirgichga yig‘iladi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

[1.] Yazikov V.G., Rogov E.I., Zabaznov V.L. Geotexnologiya metallov. – Almati.: Geotexnologiya, 2005.

[2.] Kotlyar Yu.A., Meretukov M.A., Strijko L.S. Metallurgiya blogorodnix metallov. – Moskva.: Metallurgiya, 2005.

[3.] Санакулов К.С., Эргашев У.А. Теория и практика освоения переработки золотосодержащих упорных руд Кызылкумов. Ташкент. ГП «НИИМР». 2014. 297 с.

ISSN 3030-3907

[4.] Alikulov Sh.Sh., Alimov M.U., Yuldoshev A.S., Sharopov K.R. Bakteriyali eritmalarni qo‘llash orqali texnogen konlarda uranni yer ostida eritmaga o‘tkazish texnologiyasi // Journal of Advances in Engineering Technology. – Navoi, 2024.– Vol. 1(13). – P. 5-9.

[5.] Alikulov Sh.Sh, Babayev Sh.R., Alimov M.U., Yuldoshev A.S., Sharopov K.R. Research on the choice of the composition of the leaching solution during the extraction of gold by the method of underground leaching from used uranium wells // III International Conference on Geotechnology, Mining and Rational Use of Natural Resources (GEOTECH-2023). – Navoi, 16-17 June 2023.

[6.] Sanaqulov Q.S., Alikulov Sh.Sh, Alimov M.U., Sharopov K.R. Uranni yer ostida tanlab eritmaga o’tkazishning unumdorligini oshirish // Zarafshon vohasini kompleks innovatsion rivojlantirish yutuqlari, muommolari va istiqbollari V-Xalqaro ilmiy-amaliy anjuman. – Navoiy, 18-19 Aprel 2024 y.

[7.] Аликулов Ш.Ш., Алимов М.У., Йулдошев А.С., Шаропов К.Р. Исследования фильтрационных свойств горных пород при выщелачивании урана из слабопроницаемых руд в лабораторных условиях // Zarafshon vohasini kompleks innovatsion rivojlantirish yutuqlari, muommolari va istiqbollari IV-Xalqaro ilmiy-amaliy anjuman. – Navoiy, 16-17 Noyabr 2023 y

ISSN 3030-3907