

“YASAUŁ” KONI OMBORIDAN OLINGAN TEXNOLOGIK NAMUNANI TADQIQ QILISH

Xolmurodov Feruzjon Farxod o‘g‘li

“Navoiy kon metallurgiya kombinati” AJ

A-A koni bosh texnologi

xolmurodovferuz96@mail.ru

+998933175924

Annotatsiya. Ushbu maqolada “Auminzo-Amantay” konining “Yasaul” omboridan olingan texnologik namunaning sorbsion sianlash usulida qayta ishlanishi bo‘yicha laboratoriya tadqiqotlari natijalari keltirilgan. Tadqiqotning asosiy maqsadi oltin va kumushning sianlash jarayonida ajralib chiqish darajasiga ma’danni maydalash darajasi hamda sorbsion sianlash davomiyligining ta’sirini aniqlashdan iborat. Boshlang‘ich namunada oltin miqdori 0,70 g/t, kumush miqdori 6,10 g/t ni tashkil etdi. Tajribalar 70, 80 va 90 % sinfi -0,071 mm bo‘lgan maydalash darajalarida hamda 24, 30 va 36 soatlik sianlash davomiyligida olib borildi. Barcha tajribalarda NaCN konsentratsiyasi 500 mg/l va ko‘mirning bir martalik yuklamasi 3,4 % qilib belgilandi. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, maydalash darajasi va sianlash davomiyligining ortishi oltin va kumushning eritmaga o‘tish darajasini oshirishi aniqlandi. Eng yuqori natija 90 % sinfi -0,071 mm bo‘lgan maydalash va 36 soatlik sianlash sharoitida olindi. Mazkur rejimda oltinning ajralib chiqishi 72,8 %, kumushniki esa 93,4 % ni tashkil etdi.

Kalit so‘zlar: oltin ajralishi, oltin rudasi, kumush, sorbsion sianlash, maydalash darajasi, NaCN, oltin ajralishi, texnologik namuna.

Аннотация. В статье представлены результаты лабораторных исследований по переработке технологической пробы, отобранной из отвала «Ясаул» месторождения «Ауминзо-Аманта́й», методом сорбционного цианирования. Основной целью исследования являлось определение влияния степени измельчения руды и продолжительности сорбционного цианирования на степень извлечения золота и серебра в процессе цианирования. Содержание золота в исходной пробе составляло 0,70 г/т, серебра — 6,10 г/т. Эксперименты проводились при степени измельчения, обеспечивающей содержание класса -0,071

мм на уровне 70, 80 и 90 %, и продолжительности цианирования 24, 30 и 36 часов. Во всех экспериментах концентрация NaCN составляла 500 мг/л, а разовая загрузка угля — 3,4 %. Согласно результатам исследований, увеличение степени измельчения руды и продолжительности цианирования способствует повышению степени перехода золота и серебра в раствор. Наилучшие результаты были получены при измельчении руды до содержания 90 % класса $-0,071$ мм и продолжительности цианирования 36 часов. В данном режиме извлечение золота составило 72,8 %, а серебра — 93,4 %.

Ключевые слова: извлечение золота, золотосодержащая руда, серебро, сорбционное цианирование, степень измельчения, NaCN, технологическая проба.

Abstract. This article presents the results of laboratory studies on the processing of a technological sample collected from the Yasaul stockpile of the Auminzo-Amantay deposit using the carbon-in-leach (CIL) cyanidation method. The primary objective of the study was to determine the effects of ore grind size and cyanidation duration on gold and silver recovery during the cyanidation process. The initial sample contained 0.70 g/t of gold and 6.10 g/t of silver. The experiments were conducted at grinding levels corresponding to 70%, 80%, and 90% passing 0.071 mm, with cyanidation durations of 24, 30, and 36 hours. In all experiments, the NaCN concentration was maintained at 500 mg/L, and the single carbon charge was set at 3.4%. The results demonstrated that increasing the degree of grinding and extending the cyanidation duration improved the dissolution of gold and silver. The highest recovery rates were achieved at a grinding level of 90% passing 0.071 mm and a cyanidation duration of 36 hours. Under these conditions, gold recovery reached 72.8%, while silver recovery reached 93.4%.

Keywords: gold recovery, gold ore, silver, sorption cyanidation, degree of grinding, NaCN, technological sample.

Kirish. Oltin tarkibli rudalarni qayta ishlashda qimmatbaho komponentlarni yuqori darajada ajratib olish va texnologik jarayonning samaradorligini ta'minlash muhim vazifalardan biridir. Oltinning gidrometallurgik usullar bilan ajratib olinishi orasida sianlash jarayoni keng qo'llaniladigan texnologiyalardan biri hisoblanadi. Jarayon samaradorligiga ma'danning mineralogik va kimyoviy tarkibi, maydalash darajasi, sianid

konsentratsiyasi, muhitning ishqoriyligi, jarayon davomiyligi hamda sorbentning miqdori kabi bir qator omillar ta'sir ko'rsatadi.

Ma'danni yetarli darajada maydalash oltin minerallarining ochilishini yaxshilab, sianid eritmasining mineral zarrachalar bilan o'zaro ta'sirlashish yuzasini oshiradi. Shu sababli maydalash darajasining oltin va kumushning sianlash jarayonidagi ajralishiga ta'sirini aniqlash texnologik jarayonni tanlashda muhim ahamiyatga ega.

Mazkur tadqiqotda "Auminzo-Amantay" konining "Yasaul" omboridan olingan texnologik namuna tadqiq qilindi. Tadqiqotning asosiy maqsadi turli maydalash darajasi va sorbsion sianlash davomiyligining oltin hamda kumushning ajralib chiqishiga ta'sirini aniqlashdan iborat.

Tadqiqot oldiga quyidagi vazifalar qo'yildi:

- boshlang'ich texnologik namunaning kimyoviy tarkibini aniqlash;
- turli maydalash darajalarida sorbsion sianlash jarayonini o'tkazish;
- sianlash davomiyligining oltin va kumush ajralishiga ta'sirini aniqlash;
- tajriba natijalariga ko'ra samarali texnologik rejimni aniqlash.

Mavzuga oid adabiyotlar sharxi

Oltin tarkibli rudalarni gidrometallurgik usullar yordamida qayta ishlash va qimmatbaho metallarni ajratib olish masalalari ko'plab tadqiqotchilar tomonidan o'rganilgan. Ayniqsa, sianlash jarayoni oltin rudalaridan oltinni eritmaga o'tkazish va keyinchalik sorbsiya usulida ajratib olishning asosiy texnologik usullaridan biri sifatida keng qo'llaniladi. Sianlash jarayonining samaradorligi rudaning mineralogik tarkibi, oltinning mineral zarrachalarda joylashish shakli, maydalash darajasi, sianid konsentratsiyasi, pH muhiti, jarayon davomiyligi va sorbent miqdoriga bog'liq.

Wills' tomonidan olib borilgan tadqiqot natijasida yozilgan kitobning har bir bobi muayyan qayta ishlash jarayoniga bag'ishlangan bo'lib, unda jarayonlarning nazariy asoslari, texnologiyalari, shuningdek, tobora murakkablashib borayotgan va boyitilishi qiyin bo'lgan rudalarni qayta ishlash usullari hamda uskunalaridagi so'nggi yutuqlar yoritilgan. Ushbu asarning amaliy qo'llanmalarga oid ma'lumotlar kengaytirilgan. Bunda ishlab chiqarish samaradorligini yanada oshirishga bo'lgan dolzarb talablar, shuningdek, chiqindilarni utilizatsiya qilish va atrof-muhitni qayta tiklash bilan bog'liq muhim

muammolarga alohida e'tibor qaratilgan. Asarda maydalash va yanchish, zarrachalarni o'lchami bo'yicha tasniflash, gravitatsion va magnit boyitish, flotatsiya, flokulyatsiya hamda suyuq va qattiq fazalarni ajratish jarayonlariga alohida e'tibor qaratilgan. Shuningdek, murakkab tarkibli va boyitilishi qiyin bo'lgan rudalarni qayta ishlash, avtomatlashtirilgan mineralogik tahlil, yuqori bosimli valikli maydalash texnologiyasi va ishlab chiqarish samaradorligini oshirish masalalari ko'rib chiqilgan. Mualliflar mineral xomashyoning xususiyatlarini hisobga olgan holda texnologik jarayonlarni tanlash va takomillashtirish muhimligini ta'kidlaydilar.

Marsden va House tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda oltinni sianlash jarayonining kimyoviy asoslari, sianid eritmalarida oltinning erishi hamda jarayonga ta'sir qiluvchi asosiy texnologik omillar batafsil yoritilgan. Mualliflar rudani yetarli darajada maydalash oltin saqlovchi zarrachalarning ochilish darajasini oshirishi va erituvchi reagentlarning mineral yuzasi bilan kontaktini yaxshilashini ko'rsatgan.

Aylmore tadqiqotlarida oltin rudalarini qayta ishlashda sianidli va muqobil erituvchilar, ularning texnologik xususiyatlari hamda oltinni eritmaga o'tkazish jarayoniga ta'sir qiluvchi omillar ko'rib chiqilgan. Ushbu tadqiqotlar oltinni eritmaga o'tkazishda reagent tarkibi, mineralogik xususiyatlar va texnologik sharoitlarni hisobga olish muhimligini ko'rsatadi.

"Auminzo-Amantay" konlari hududidagi oltin tarkibli rudalarning mineralogik va texnologik xususiyatlari ham mahalliy tadqiqotchilar tomonidan o'rganilgan. Sanakulov va hammualliflar tomonidan "Auminzo-Amantay" mintaqasidagi konlarning sulfidli konsentratlarida oltinning taqsimlanish xususiyatlari tadqiq qilingan. Ushbu ishlar mazkur hudud rudalarining tarkibi va oltinning mineralogik holatini hisobga olgan holda samarali qayta ishlash texnologiyasini tanlash zarurligini ko'rsatadi.

Nurmurodov va hammualliflarning tadqiqotlarida kumush saqlovchi aralash rudalarning mineralogik tarkibi hamda qimmatbaho metallar miqdori o'rganilgan. Tadqiqot natijalari oltin va kumushning rudada taqsimlanishi va ularning mineralogik bog'lanish xususiyatlari metallurgik qayta ishlash jarayonining texnologik ko'rsatkichlariga ta'sir qilishi mumkinligini ko'rsatadi.

Shu bilan birga, mavjud adabiyotlarda oltin rudalarini sianlash jarayonining umumiy qonuniyatlari yoritilgan bo'lsa-da, "Auminzo-Amantay" konining "Tumshuktau" omboridan olingan texnologik namuna uchun maydalash darajasi va sianlash davomiyligining oltin hamda kumush ajralishiga kompleks ta'sirini baholash bo'yicha ma'lumotlar cheklangan. Shu sababli mazkur tadqiqotda 70, 80 va 90 % –0,071 mm sinfdagi maydalash darajalari hamda 24, 30 va 36 soatlik sianlash davomiyligining qimmatbaho metallar ajralishiga ta'sirini tajriba asosida aniqlash muhim ilmiy va amaliy ahamiyatga ega.

Adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, maydalash darajasini optimallashtirish va sianlash davomiyligini to'g'ri tanlash oltin hamda kumushning ajralib chiqish darajasini oshirish bilan birga, texnologik jarayonning iqtisodiy samaradorligini ta'minlashda ham muhim omillardan hisoblanadi. Mazkur tadqiqotda aynan "Yasaul" texnologik namunasi uchun ushbu parametrlarning ta'siri laboratoriya sharoitida baholandi.

Tadqiqot metodologiyasi

Tadqiqot obyekti sifatida "Auminzo-Amantay" koni hududida joylashgan "Yasaul" omboridan olingan texnologik namunadan foydalanildi.

Boshlang'ich materialning kimyoviy tarkibi 1-jadvalda keltirilgan.(1-jadval)

1-jadval. "Yasaul" ombori texnologik namunasining kimyoviy tarkibi

Namuna nomlanishi	Element va komponentlar kimyoviy tarkibi, %									
	Au, g/t	Ag, g/t	Summa	S _s	C _{um}	C _{org}	CO ₂	Fe _u	As	Sb
«Yasaul»	0,70	6,10	0,53	<0,20	0,39	<0,10	1,06	3,70	<0,09	0,009

Sorbsion sianlash tajribalari oldindan maydalangan namunalarda olib borildi. Maydalash darajasi -0,071 mm sinf bo'yicha **70, 80 va 90 %** qilib belgilandi.

Har bir maydalash darajasida sianlash jarayoni **24, 30 va 36 soat** davomida olib borildi. Tajribalarda NaCN konsentratsiyasi boshlang'ich qiymat sifatida **500 mg/l**, ko'mirning bir martalik yuklamasi esa **3 % va 4 %** qilib qabul qilindi.

Jarayon davomida muhitning pH qiymati, NaCN konsentratsiyasi, reagentlar sarfi hamda sianlashdan keyingi qoldiqdagi oltin va kumush miqdorlari nazorat qilindi.

Metallarning ajralib chiqish darajasi boshlang'ich materialdagi va sianlash qoldig'idagi metall miqdorlari asosida aniqlandi.

Tahlil va natijalar. Tajriba natijalari maydalash darajasi va sianlash davomiyligi oshishi bilan oltin ajralishining umumiy ravishda ortishini ko'rsatdi.(2-jadval)

2-jadval. “Yasaul” namunasining sorbsion-sianlash natijalari

Maydalash % -0,071 mm	Ko' mir yuklanishi, %	Sianlash parametrlari									
		Davomiylig, soat	NaCN, mg/l		pH	Au, g/t		ξAu, %	Ag, g/t		ξAg, %
			Boshlanishi	Oxiri		Dastlabki	Qoldiq		Dastlabki	Qoldiq	
70%	3.0	24	500	500	10,5	0,70	0.30	<u>57.0</u>	6,10	0.80	<u>86.9</u>
		30	500	500	10,6		0.27	<u>61.4</u>		0.50	<u>91.8</u>
		36	500	500	10,7		0.24	<u>65.7</u>		0.50	<u>91.8</u>
	4.0	24	500	500	10,7		0.26	<u>62.8</u>		0.60	<u>90.2</u>
		30	500	500	10,5		0.24	<u>65.7</u>		0.50	<u>91.8</u>
		36	500	500	10,6		0.22	<u>68.6</u>		0.50	<u>91.8</u>
	3.0	24	500	500	10,5		0.23	<u>67.1</u>		0.50	<u>91.8</u>
		30	500	500	10,6		0.22	<u>68.6</u>		0.50	<u>91.8</u>
		36	500	500	10,5		0.21	<u>70.0</u>		0.50	<u>91.8</u>
80%	4.0	24	500	500	10,5		0.23	<u>67.1</u>		0.50	<u>91.8</u>
		30	500	500	10,6		0.21	<u>70.0</u>		0.50	<u>91.8</u>
		36	500	500	10,5		0.20	<u>71.4</u>		0.40	<u>93.4</u>
	3.0	24	500	500	10,5		0.22	<u>68.6</u>		0.50	<u>91.8</u>
		30	500	500	10,6		0.21	<u>70.0</u>		0.40	<u>93.4</u>
		36	500	500	10,6		0.19	<u>72.8</u>		0.40	<u>93.4</u>

	4.0	24	500	500	10,6		0.22	<u>68.6</u>		0.40	<u>93.4</u>
		30	500	500	10,5		0.20	<u>71.4</u>		0.40	<u>93.4</u>
		36	500	500	10,6		0.19	<u>72.8</u>		0.40	<u>93.4</u>

Sorbsion sianlash bo'yicha olingan ma'lumotlarga ko'ra, maydalash sinfining yirikligi $-0,071$ mm bo'lganda va sorbsion sianlash davomiyligi 30 soatni tashkil etganda, hatto 70 foiz maydalash sinfida ham kumushning ajralib chiqish darajasi yuqori bo'lib, eritmadagi kumush miqdori $0,50$ g/t ni tashkil etgan holda, uning ajralib chiqish darajasi 91,80 foizga yetadi. Kumushning bundan yuqori ajralib chiqish darajasiga faqat maydalash sinfini $-0,071$ mm bo'yicha 90 foizgacha oshirish orqali erishish mumkin.

Oltinning ajralib chiqish darajasi esa, o'z navbatida, maydalash darajasi va sorbsion sianlash rejimlariga qarab sezilarli darajada o'zgaradi. Maydalash sinfining $-0,071$ mm bo'yicha 70 foizdan 80 foizgacha oshirilishi oltinning ajralib chiqish darajasini 4,2–10,1 foizga, 80 foizdan 90 foizgacha oshirilishi esa 1,4–2,8 foizga ko'taradi. Optimal maydalash darajasi $-0,071$ mm sinf bo'yicha 80 foizni tashkil etadi.

Sianlash davomiyligining 24 soatdan 30 soatgacha uzaytirilishi barcha o'rganilgan rejimlarda (turli maydalash darajalarida) oltinning ajralib chiqish ko'rsatkichini 1,4–4,4 foizga oshiradi. Jarayon davomiyligini bundan keyin uzaytirish esa ko'rsatkichlarning juda kam yaxshilanishiga olib keladi. Jumladan, maydalash sinfining $-0,071$ mm bo'yicha 80 foiz darajasida oltinning ajralib chiqishi atigi 1,4 foizga oshadi. Optimal jarayon davomiyligi 30 soatni tashkil etadi.

Sorbent sarfining oshirilishi oltinning ajralib chiqish darajasiga faqat rudaning dag'al maydalangan holatida sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Maydalash sinfining $-0,071$ mm bo'yicha 70 foiz darajasida sorbent yuklamasining 3 foizdan 4 foizgacha oshirilishi oltinning ajralib chiqish darajasini 2,9–5,8 foizga oshiradi. Maydalash sinfining $-0,071$ mm bo'yicha 80 foiz darajasida sorbent yuklamasining oshirilishi oltinning ajralib chiqish darajasini atigi 1,4 foizga oshiradi. Maydalash sinfining $-0,071$ mm bo'yicha 90 foiz darajasida esa sorbent yuklamasi jarayon samaradorligiga ta'sir ko'rsatmaydi.

Shunday qilib, mazkur material uchun sorbsion sianlashning optimal texnologik rejimlari quyidagilardan iborat: maydalash sinfining $-0,071$ mm bo'yicha 80 foiz darajasi, sorbent yuklamasi 4 foiz va sorbsion sianlash jarayonining davomiyligi 30 soat.

Ushbu sharoitlarda oltinning ajralib chiqish darajasi 70 foizni, kumushniki esa 91,8 foizni tashkil etadi. Shunga o'xshash natijalarga sorbent yuklamasini 3 foiz miqdorida saqlagan holda, sorbsion sianlash jarayonining davomiyligini 36 soatgacha uzaytirish orqali ham erishish mumkin.

Xulosa va takliflar

“Auminzo-Amantay” konining “Yasaul” omboridan olingan texnologik namuna ustida olib borilgan laboratoriya tadqiqotlari asosida quyidagi xulosalarga kelindi:

Boshlang'ich namunada oltin miqdori 0,70 g/t, kumush miqdori 6,10 g/t ni tashkil etdi.

Tadqiq qilingan sharoitlarda maydalash darajasining 70 % dan 90 % sinfi $-0,071$ mm gacha oshirilishi oltin va kumushning sianlash jarayonidagi ajralishini oshirdi.

Sianlash davomiyligini 24 soatdan 36 soatgacha oshirish ham oltin va kumush ajralishining ortishiga olib keldi.

Tadqiq qilingan barcha rejimlar orasida eng yuqori natija 90 % sinfi $-0,071$ mm maydalash va 36 soatlik sorbsion sianlash sharoitida olindi.

Ushbu rejimda oltinning ajralishi 72,8 %, kumushning ajralishi esa 93,4 % ni tashkil etdi. Sianlash qoldig'ida oltin miqdori 0,19 g/t, kumush miqdori 0,40 g/t bo'ldi.

90% maydalash va 30 soatlik sianlash rejimida oltinning ajralishi 71,4% bo'lganligi sababli, 36 soatlik rejimga nisbatan jarayon davomiyligi va qo'shimcha oltin ajralishi o'rtasidagi iqtisodiy nisbatni alohida baholash tavsiya etiladi.

Olingan natijalar “Yasaul” namunasi uchun maydalash darajasi va sianlash davomiyligi oltin hamda kumushni ajratib olish samaradorligiga sezilarli ta'sir qiluvchi asosiy texnologik parametrlar ekanligini ko'rsatadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. Sanakulov K., Xamidov X.X., Rogojnikov D.A., Fuzaylov O.U. Особенности распределения золота в сульфидном концентрате месторождений Ауминзо-Амантайского региона // Горный вестник Узбекистана. — 2024. — №4(99).

2. Marsden J.O., House C.I. *The Chemistry of Gold Extraction*. 2nd ed. Littleton, Colorado: Society for Mining, Metallurgy, and Exploration (SME), 2006. — 651 p.
3. Современный метод составления комплекта геохимических карт Тянь-Шаньского орогенного пояса территории Республики Узбекистан. — 2021.
4. Нурмуродов М.Н., Холмуродов Ф.Ф., Вохидов Б.Р., Савриев Э.Э. Исследование минералогического состава забалансовых смешанных серебросодержащих руд на содержание благородных металлов // Цифровые технологии в промышленности. — 2024. — Т. 2, № 4.
5. Aylmore M.G. Alternative lixiviants to cyanide for leaching gold ores. In: *Developments in Mineral Processing*. 2005. Vol. 15. P. 501–539.
6. Wills, B. A., Finch, J. (2016). *Wills' Mineral Processing Technology: An Introduction to the Practical Aspects of Ore Treatment and Mineral Recovery*. 8th ed. Butterworth-Heinemann, Elsevier.

