

РОЗРОБКА РОДОВИЩ ТА ВИДОБУВАННЯ КОРИСНИХ КОПАЛИН

УДК 622.342:661.8...371(477.87)

ВПРОВАДЖЕННЯ ЦІАНІДНОГО СПОСОБУ ВИДОБУТКУ ЗОЛОТА НА ПРИКЛАДІ МУЖІЇВСЬКОГО РОДОВИЩА

О. В. Варжель

студентка 5 курсу, група ГР-52м, навчально-науковий механічний інститут
Науковий керівник – к.т.н., доцент А. І. Новак

*Національний університет водного господарства та природокористування,
м. Рівне, Україна*

Дана стаття описує один з найбільш ефективних способів видобутку золота на Мужіївському родовищі (Закарпатська область, Україна) – ціанування. Розглянуто основні методи та види ціанування, їхню доцільність та безпечність у використанні на золотоносних родовищах Закарпаття. Наведено ряд переваг використання даного способу та доведено його економічну доцільність.

Ключові слова: родовище золота, ціанідний спосіб, реагенти, продуктивний розчин, промислова придатність, ціанідні розчини, відносна селективність розчинника.

Данная статья описывает один из наиболее эффективных способов добычи золота на Мужиевском месторождении (Закарпатская область, Украина) – цианирование. Рассмотрены основные методы и виды цианирования, их целесообразность и безопасность в использовании на золотоносных месторождениях Закарпаття. Приведен ряд преимуществ использования данного способа и доказана его экономическая целесообразность.

Ключевые слова: месторождение золота, цианидный способ, реагенты, продуктивный раствор, промышленная применимость, цианидные растворы, относительная селективность растворителя.

This article describes one of the most effective methods of gold extraction in Muzhievsk field (Transcarpathian region, Ukraine) – cyanidation. The basic cyanidation methods and types, their feasibility and safety of use on gold deposits in Transcarpathia. A set of advantages to using this method and prove its economic viability.

Keywords: gold deposit, cyanide method, reagents, productive solution, industrial applicability, cyanide solutions, the relative selectivity of the solvent.

Ціаніди – солі синильної кислоти. Ціанід в низьких концентраціях зустрічається в природі (наприклад, міститься більш ніж в 1000 видах рослин); в побуті він використовується як стабілізатор кухонної солі [1]. По суті, люди і тварини досить часто мають справу з ціанідом при вживанні в їжу деяких культурних і диких видів рослин [2].

Ціанід в формі дуже слабкого розчину ціаніду натрію використовується для розчинення і вилучення золота з руди. Цей процес був розроблений в Шотландії в 1887 році, а перше застосування в промислових масштабах зафіксовано в 1889 році на руднику «Karangahake» новозеландської компанії «Crown Mines» [3]. Ціанування вважається більш безпечною альтернативою амальгамації, яка раніше була основним методом вилучення золота. У 1970-х роках ціанування зайняло домінуючу позицію серед технологій вилучення, хоча дрібномасштабні і кустарні золотошукачі в деяких країнах до цих пір використовують ртуть [2].

Метою статті є вивчення ціанідного методу видобування золота, а також дослідження економічної та екологічної доцільності впровадження його на Мужіївському родовищі.

Результати досліджень. Спосіб заснований на обробці руд водним розчином NaCN або інших неорганічних ціанідів у присутності кисню. Процес відбувається відповідно до хімічного рівняння: $4\text{Au} + 8\text{NaCN} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow 4\text{NaAu}(\text{CN})_2 + 4\text{NaOH}$ [5].

Нормальна концентрація в робочому розчині коливається від 0,01% до 0,05% ціаніду натрію (100-500 частин на мільйон). Добувачі намагаються використовувати настільки низькі концентрації, наскільки це можливо з точки зору захисту навколишнього середовища, безпеки та економіки. Ціанування зазвичай проводиться поряд з фізичними процесами збагачення, наприклад, подрібненням, дробленням або гравітацією [1]. Для того, щоб іони ціаніду не перетворилися на токсичний ціанідний газ HCN, за допомогою додавання вапна або іншого луку піднімається рівень рН підсумкового розчину [4].

Позитивною стороною прототипу є відносна дешевизна всіх вихідних реагентів, в тому числі розчинника – води. Недоліком даного способу є низька ефективність внаслідок вилучення поряд з золотом інших металів (Cu, Zn, Fe, Ni, Co, Mn та ін.); великі труднощі при поділі вилуженої руди від продуктивних розчинів і викликані цим втрати благородних металів; необхідність концентрування продуктивного розчину за допомогою сорбційних та інших процесів. В основу винаходу покладено рішення задачі виключення недоліків з технічним результатом підвищення ефективності вилучення золота з руд [6].

Згідно винаходу технічний результат досягається за рахунок того, що в способі витягу золота з руд за допомогою їх обробки розчином ціаніду натрію в присутності кисню повітря, як розчинник використовують спирти, або нітрили, або диметилформамід, або їх суміші. Зокрема, використовують такі спирти: метанол, етанол, н-ізопропанол, н-бутанол і н-пентанол і їх ізомери та інші, або нітрили: ацетонітрил, пропіоннітрил, бензонітрил і інші, або диметилформамід [7].

Реалізація відмінних ознак винаходу обумовлює ряд нових властивостей об'єкта, що заявляється, а саме: різко зростає селективність процесу, переважна більшість елементів, що входять до складу руди, залишається у твердій фазі; відбувається практично повне відділення рідкої фази від твердої; ступінь вилучення золота не змінюється, а срібла – збільшується; зменшується необхідна концентрація NaCN [2]. Для того, щоб іони ціаніду не перетворювалися на токсичний ціанідний газ HCN, за допомогою додавання вапна або іншого луку піднімається рівень рН підсумкового розчину. Потім золото концентрується, витягується і далі йде на плавку в злитки [8].

Застосовувані на золотодобувних фабриках ціаністи препарати відносяться до категорії сильнодіючих отруйних речовин. Умови їх виробництва, транспортування, зберігання, так само, як і приготування з цих препаратів робочих розчинів, обумовлюються спеціальними інструкціями, суворе дотримання яких є невід'ємною частиною організації загального технологічного процесу. Аналогічні вимоги пред'являються до концентрованих кислот, лугів, зріджених газів (аміак, хлор, сірчистий ангідрид), які використовуються в кольоровій металургії.

Разом з тим багаторічний досвід золотодобувної промисловості переконливо свідчить про те, що робота з ціаністими розчинами менш небезпечна і для людини, і для навколишньої флори і фауни, в порівнянні з багатьма, в тому числі з перерахованими вище отруйними речовинами такої ж групи безпеки. Ця обставина визначається цілою низкою чинників і, перш за все, умовами самого процесу вилуговування золота з руд і концентратів. Як правило, для цієї мети використовують розчини з дуже низькою концентрацією. Реагенти грають роль так званого «захисного луку», запобігаючи гідролізу NaCN і виділення в газову фазу високотоксичного ціаністого водню HCN. Крім того, слаболужне середовище практично виключає випадки «хімічного травматизму» та професійних, в тому числі алергічних захворювань, які часто мають місце на підприємствах інших підгалузей кольорової металургії [9].

Надзвичайно важливим екологічним аспектом ціанідного процесу є можливість повного знешкодження відпрацьованих технологічних розчинів до необхідних санітарних норм (ГДК) перед скиданням їх у водойми загального користування. В даний час є п'ять добре освоєних промисловістю методів детоксикації ціанідів в стічних водах: хлорування, озонування, розкладання сірчистим газом або пероксидами (натрію, водню), біологічне окислення. Всі вони по суті зводяться до переведення ціанідів (CN-) в малотоксичні ціанати (CNO-), які в подальшому розкладаються з утворенням солей амонію і вуглекислоти, добре засвоюваних рослинністю.

Аналогічно протікає природна деградація простих і складних ціанідних з'єднань під впливом природних факторів: сонячної радіації, окислення киснем повітря, мікробіологічних та кріогенних процесів, які підсилюють дію хімічних методів очищення стоків, а в ряді випадків і взагалі виключають необхідність застосування таких методів.

У зв'язку з вищесказаним, природа в районі діяльності виробництв з ціанідною технологією виглядає набагато привабливішою, ніж поблизу металургійних заводів свинцево-цинкової, мідної, нікель-кобальтової і, особливо, алюмінієвої промисловості, а відпрацьовані земельні ділянки, після закінчення термінів експлуатації, легко піддаються рекультивациі і ревегетації (відновленню рослинності) [10].

Світовий досвід показує, що вже після 2-х років після припинення виробничого циклу сліди ціаніду в ґрунтах практично повністю зникають і ніщо не нагадує про те, що тут колись застосовувався ціаністий процес. Як підкреслюється в зарубіжних монографіях, а також в матеріалах численних міжнародних конгресів, конференцій і симпозіумів (що відбулися в останні 10 років), набагато більшу проблему створюють в даний час на золотодобувних підприємствах «кислі дренажі», що утворюються в місцях зберігання рудних відвалів і хвостів збагачення руд. Саме кислі дренажі здатні створювати після себе «мертві» зони землі, які практично не піддаються рекультивациі. Тому боротьба з ними сьогодні набуває особливої актуальності.

На даний час видобування золота у Мужіїві є досить гострим питанням, адже кожен з запропонованих способів видобутку має свій ряд недоліків, які є досить суттєвими. Проте ознайомившись з технологією ціанідного добування золота, його способами та ефективністю можемо зробити висновок, що впровадження даного способу на Мужіївському золотоносному родовищі буде найбільш доцільним з економічних та екологічних точок обґрунтування. Даний спосіб дозволить збільшити продуктивність видобування корисної копалини з порівняно меншими економічними затратами. За допомогою такої технології можна досягнути швидкого видобутку золота із Мужіївського рудника і при цьому мати мінімальні затрати матеріальних ресурсів, а також нанести найменшу шкоду для навколишнього середовища порівно з іншими існуючими на сьогоднішній день способами видобутку.

Список використаних джерел:

1. Minerals Council of Australia. Fact Sheet – Cyanide and its Use by the Minerals Industry. – 2005.
2. Eisler R. and S.N. Wiemeyer. Cyanide Hazards to Plants and Animals from Gold Mining and Related Water Issues. Reviews of Environmental Contamination and Toxicology. – 2004. 183: p. 21-54.
3. InfoMine. Summary Fact Sheet on Cyanide. n.d. [cited 2012 July 30]; [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.infomine.com>.
4. Australia Government, Department of Resources, Energy and Tourism. Cyanide Management. 2008. Commonwealth of Australia.
5. Металургія благородних металів. Підручник для вузів / Масленіцькій І. Н., Чугаєв Л. В., Борбат В. Ф. та ін. ; за редакцією Чугаєва Л. В. – 2-е изд., перераб. і доп. – М. : Металургія, 1987. – 432 с.
6. Барченко В. В. Технология гидрометаллургической переработки золотосодержащих фитоконцентратов с применением активных углей / Барченко В. В. – Чита : Поиск, 2004. – 242 с.
7. Laberge Environmental Services. Cyanide – The Facts. 2001 [cited 2012 July 25].
8. Хімія і фізика горючих копалин / В. І. Саранчук, М. О. Ільяшов, В. В. Ошовський, В. С. Білецький. – Донецьк : Східний видавничий дім, 2008. – 600 с.
9. Минеев Г. Г. Растворители золота и серебра в гидрометаллургии / Минеев Г. Г., Панченко А. Ф. – М. : Металлургия, 1994. – 241 с.
10. Лодейщиков В. В. Технология извлечения золота и серебра из упорных руд: в 2-х томах / Лодейщиков В. В. – Иркутск : Иргиредмет, 1999. – 775 с.