

## МИРОВОЙ ОПЫТ ПО ИЗВЛЕЧЕНИЯ КОБАЛЬТА ИЗ ПЕРВИЧНЫХ РУДНЫХ МАТЕРИАЛОВ.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.10431320>

Старший преподаватель **Ахмедова Н Э**

АФ ТГТУ им. И.Каримова. г. Алмалык. nigora071118@gmail.com

базовый докторант **Каршиев Х.К**

АФ НИТУ "МИСиС" г. Алмалык. qarshiyev0409@gmail.com

### Аннотация

*В этой статье представлена информация о запасах, месторождениях и сырьевые базы кобальта. Также были рассмотрены и сравнены различные методы извлечения кобальта из рудных минералов, содержащих кобальт. Рассказано основные преимущества и недостатки каждого процесса. Кроме того, были проанализированы возможности переработки новых видов кобальтового сырья.*

### Ключевые слова

*Кобальт, the US Geological Survey 2022, вторичные ресурсы, месторождения кобальта, «Извлечение кобальта гидрометаллургическим способом после высокотемпературного обжига и плавке», «Извлечение кобальта выщелачиванием после сульфатизирующего обжига», «Биовыщелачивание».*

Введение. Кобальт является важным, стратегическим и критическим минералом, который широко используется в качестве сырья для аккумуляторов, сплавов, твердый сплав, керамика и др. Количество расход кобальта в аккумуляторных батареях самый высокий, на долю которых приходится более 80%, за которыми следуют легированные материалы, которые широко используются в аэрокосмических двигателях. В соответствии с Геологическая служба США 2022, мировые запасы кобальта составляет 7,6 млн тонн. Распределение ресурсов кобальта в мир неравномерен. Конго (Киншаса) продолжает оставаться ведущий в мире источник добываемого кобальта, поставляя больше более 70% мировой добычи кобальта [1]. Спрос на кобальт будет расти быстро, если литиевые батареи по-прежнему будут основным источником питания источник для электромобилей, которые продвигаются во многих странах для создания низкоуглеродного общества и сокращения загрязнения.

В настоящее время способы добычи и извлечение кобальта в основном включают извлечение кобальта из первичных кобальтосодержащих полезные ископаемые и извлечение кобальта из вторичных ресурсов, в том числе хвосты, ломы сплавов, аккумуляторы и т.д. [2,4].

Есть три основных месторождения кобальта: стратиформные месторождения меди, месторождения магматических сульфидов никеля и месторождения латерита никеля [5]. Кобальт извлекается из первичных кобальтосодержащих полезных ископаемых и как попутный продукт из меди и никеля: более 90 % кобальта добывается кобальта-медных и кобальт-никелевых рудниках, а 5-10 % – кобальта-медно-никелевых рудниках [6].

Кобальтовый концентрат сначала получают путем флотации, а затем извлекают кобальта от концентрата. Там существует множество технических способов извлечения кобальта из концентратов, а процессы обычно длительны. В зависимости от методов производства существующие процессы могут быть разделены на три основные категории [7,11]:

1. Предварительная пирометаллургическая обработка для обогащения сначала кобальт, а затем очищают кобальтовый продукт выщелачиванием для удаления примесей.

2. Прямое извлечение кобальта гидрометаллургическим способом.

3. Бיוвыщелачивание.

Для первой категории методов «предварительная пирометаллургическая обработка для первоначального обогащения кобальта, а затем очистки кобальтового продукта от примесей выщелачиванием», существуют различные процессы, и детали этих процессов следующее:

«Извлечение кобальта гидрометаллургическим способом после высокотемпературного обжига и плавке», которое заключается в добавлении восстановителя или сульфидирующего агента к кобальтовой окисленной руде или мышьяковистому кобальтовой руды, а металлы Ni, Co и Fe можно получить контроль степени восстановления в высокотемпературной плавке с получением сплава Co, Ni и Fe или кобальтовый штейн, а затем кобальтовый продукт окончательно получают растворением и очисткой.

«Извлечение кобальта выщелачиванием после сульфатизирующего обжига» который заключается в обжиге кобальт и пирит-содержащую руду с получением гематита и сульфатов Co, Ni и Cu через контролируя поток воздуха и температуру обжига, а затем продукт кобальта получают путем водной экстракции.

«Восстановительный обжиг - выщелачивание аммиаком», этот способ уменьшить окисление кобальта и никеля до металлических состояний, а оксид железа восстанавливается до магнитного железа оксид, и что огарок затем выщелачивается в растворе  $\text{NH}_3\text{-CO}_2\text{-H}_2\text{O}$ . Аммиачные комплексы кобальта и никель переходят в раствор, а комплекс аммиака железа окисляется и гидролизуется с образованием осадка гидроксида.

Хотя вышеуказанные три традиционных процесса технический востребовано, у них есть недостатки, такие как нехватка ресурсов. утилизация, высокий расход реагентов, длительные процессы и легкое загрязнение окружающей среды на участке выщелачивания [12,13].

Для второй категории методов «прямое извлечение кобальт гидрометаллургическим способом». Подробности, следующие: «Метод прямого выщелачивания под давлением», который латеритные руды выщелачивается с помощью кислотой с концентрацией 45%, и получаем пульпу содержащего аммиачный комплекс Ni, Co и Cu виде растворимым, а нерастворимый  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  остается в кеках [14,16].

«Биовыщелачивание», это метод использования бактерий для выщелачивание кобальтсодержащие минералы, был впервые введен Янгом еще в 1950-х годах [17]. Многие ученые изучали процесс и механизм биовыщелачивания кобальта из различных кобальтсодержащих минералов с помощью бактерий такие как железобактерии, серобактерии, сероокисляющие бактерии, и микроспирохеты с крючковатыми концами оксида железа [18,20].

Метод является актуальным, простой в эксплуатации и экологический безопасным. Он имеет большие преимущества при обработке низкосортных и упорных минералов. Тем не менее, экологические объективные условия ограничивают культуру и размножение бактерий, а низкая скорость выщелачивания и длительный цикл выщелачивания ограничивают его крупномасштабное применение.

#### Заклучение

Таким образом, вышеописанные способы извлечения кобальт из кобальтсодержащих минералов имеют такие проблемы, как из-за длительности процесса, высокой стоимости, низкой скорости извлечения и трудности при извлечении из-за сложного минерального состава и фаз. Поэтому до сих пор есть спрос на новые методы извлечения кобальта из кобальтсодержащих минералов, особенно бедные кобальтсодержащие полезные ископаемые.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Mineral Commodity Summaries 2022 (connaissancedesenergies.org)
2. Wang S (2006) Cobalt—its recovery, recycling, and application. *Jom* 58(10):47–50. <https://doi.org/10.1007/s11837-006-0201-y>
3. Golmohammadzadeh R, Faraji F, Rashchi F (2018) Recovery of lithium and cobalt from spent lithium ion batteries (LIBs) using organic acids as leaching reagents: a review. *Resour Conserv Recy* 136:418–435. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.04.024>
4. Wang Y, Zhou C (2002) Hydrometallurgical process for recovery of cobalt from zinc plant residue. *Hydrometallurgy* 63(3):225–234. [https://doi.org/10.1016/S0304-386X\(01\)00213-4](https://doi.org/10.1016/S0304-386X(01)00213-4)
5. Mudd GM, Weng Z, Jowitt SM, Turnbull ID, Graedel TE (2013) Quantifying the recoverable resources of by-product metals: the case of cobalt. *Ore Geol Rev* 55:87–98. <https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2013.04.010>
6. Tisserant A, Pauliuk S (2016) Matching global cobalt demand under different scenarios for co-production and mining attractiveness. *J Econ Struct* 5(1):1–19. <https://doi.org/10.1186/s40008-016-0035-x>
7. Dehaine Q, Tijsseling LT, Glass HJ, Törmänen T, Butcher AR (2021) Geometallurgy of cobalt ores: A review. *Miner Eng* 160:106656. <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2020.106656>
8. Sajjad W, Zheng G, Din G, Ma X, Rafiq M, Xu W (2019) Metals extraction from sulfide ores with microorganisms: the bioleaching technology and recent developments. *The Indian J Metals* 72(3):559–579. <https://doi.org/10.1007/s12666-018-1516-4>
9. Botelho JAB, Espinosa DCR, Dreisinger D, Tenório JAS (2019) Recovery of nickel and cobalt from nickel laterite leach solution using chelating resins and pre-reducing process. *Can J Chem Eng* 97(5):1181–1190. <https://doi.org/10.1002/cjce.23359>
10. Santoro L, Tshipeng S, Pirard E, Bouzahzah H, Kaniki A, Herrington R (2019) Mineralogical reconciliation of cobalt recovery from the acid leaching of oxide ores from five deposits in Katanga (DRC) *Miner Eng* 137: 277–289. <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2019.02.011>

11. Sole KC, Parker J, Cole PM, Mooiman MB (2019) Flowsheet options for cobalt recovery in African copper-cobalt hydrometallurgy circuits. *Min Proc Ext Met Rev* 40(3):194-206. <https://doi.org/10.1080/08827508.2018.1514301>
12. Yakubov, M. M., Sunnatov, J. B., Qarshiyev, H. K., & Shaymanov, I. I. (2022). Kobalt saqlagan keklarni qayta ishlashning zamonaviy ahvoli va usullari. *Science and Education*, 3(5), 474-481.
13. Qarshiyev, H. K., & Shaymanov, I. I. O. G. L. (2021). RUX ISHLAB CHIQRISH ZAVODIDA HOSIL BO'LAYOTGAN ORALIQ MAHSULOTLARDAN KOBALTNI AJRATIB OLIH IMKONIYATLARINI O'RGANISH. *Science and Education*, 2(3), 142-146.
14. Sunnatov, J. B., Qarshiyev, H. K., Munosibov, S. M., Xaydaraliyev, X. R., & Yakubov, M. M. UDK 669.2 KOBALT-NIKELLI KEKLARNI QAYTA ISHLASHNING ZAMONAVIY TEXNOLOGIYALARINI TADQIQ QILISH. *KOMPOZITSION MATERIALLAR*, 96.
15. Sunnatov, J. B., Qarshiyev, H. K., & Shaymanov, I. I. (2022). KOBALT SAQLAGAN KEKLARNI GIDROMETALLURGIK QAYTA ISHLASH USULLARINI O'RGANISH VA TAHLIL QILISH. *Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences*, 2(5), 166-173.
16. Baxtiyorovich, X. D., & Komilovich, Q. H. (2020). "OLMALIQ KMK" AJ RUX ISHLAB CHIQRISH ZAVODI SHAROITIDA RUX KEKLARINI GIDROMETALLURGIK QAYTA ISHLASH IMKONIYATLARINI TAHLIL QILISH. *Journal of Advances in Engineering Technology*, (2), 54-58.
17. Young RS (1956) Cobalt in biology and biochemistry. *Sci Prog* 44(173):16-37. <https://www.jstor.org/stable/43415907>. Accessed 23 Nov 2022
18. Biswas S, Bhattacharjee K (2014) Fungal assisted bioleaching process optimization and kinetics: scenario for Ni and Co recovery from a lateritic chromite overburden. *Sep Purif Technol* 135:100-109. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2014.07.055>
19. Niu Z, Zou Y, Xin B, Chen S, Liu C, Li Y (2014) Process controls for improving bioleaching performance of both Li and Co from spent lithium ion batteries at high pulp density and its thermodynamics and kinetics exploration. *Chemosphere* 109:92-98. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2014.02.059>
20. Nkulu G, Gaydardzhiev S, Mwema E (2013) Statistical analysis of bioleaching copper, cobalt and nickel from polymetallic concentrate originating from Kamoya deposit in the Democratic Republic of Congo. *Miner Eng* 48:77-85. <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2012.10.007>