

THERMAL CHARACTERISTICS OF THE ROASTING PROCESS OF GOLD-BEARING SULFIDE ORES AND THEIR PROCESSING POTENTIAL

Vakhobov Javohir, Umirov Farkhod, Sanat Sharipov

Navoi State University of Mining and Technology,

Abstract: This thesis investigates the thermal characteristics of the roasting process of gold-bearing sulfide ores and their influence on the efficiency of subsequent processing. The study was carried out using thermal analysis methods (TGA–DSC), which made it possible to identify the successive stages of oxidative decomposition of sulfide minerals. The results indicate that intensive destruction of the sulfide matrix occurs in the temperature range of 400–650 °C, accompanied by significant mass loss. Oxidation of iron-, copper-, and arsenic-bearing sulfides leads to the formation of a porous structure, creating favorable conditions for gold liberation and enhanced recoverability. The obtained findings can be applied to optimize roasting temperature regimes and to improve the efficiency of subsequent hydrometallurgical processing of gold-bearing ores.

Keywords: gold-bearing ores, sulfide ores, roasting, thermal analysis, TGA–DSC, oxidative roasting, mineral processing

OLTIN SAQLOVCHI SULFIDLI RUDALARNI KUYDIRISH JARAYONINING TERMIK XUSUSIYATLARI VA QAYTA ISHLASH IMKONIYATLARI

Vaxobov Javohir Valijon o'g'li, Umirov Farxod Ergashovich,

Sharipov San'at Shuhratovich

Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti

vakhobovjavohira@gmail.com

Annotatsiya: Mazkur tezisda oltin saqllovchi sulfidli rudalarni kuydirish jarayonining termik xususiyatlari hamda ushbu jarayonning keyingi texnologik qayta ishlash samaradorligiga ta'siri tadqiq etilgan. Tadqiqotlar termik tahlil usullari (TGA–DSC) asosida olib borilib, sulfidli minerallarning oksidlovchi muhitda ketma-ket parchalanish bosqichlari aniqlangan. Natijalar 400–650 °C harorat oralig'ida sulfid matritsasining sezilarli darajada buzilishi va massa yo'qotish jarayonlarining faollashishini ko'rsatdi. Kuydirish jarayonida temir, mis va arsenik saqllovchi sulfidlarning oksidlanishi natijasida g'ovak tuzilma shakllanishi oltinning mineral fazalardan ochilishiga qulay sharoit yaratishi aniqlandi. Olingan natijalar oltinli sulfidli rudalarni qayta ishlashda optimal kuydirish haroratini tanlash, texnologik ko'rsatkichlarni yaxshilash hamda keyingi gidrometallurgik bosqichlarning samaradorligini oshirish uchun ilmiy asos bo'lib xizmat qilishi mumkin.

Kalit so'zlar: oltin saqllovchi ruda, sulfidli ruda, kuydirish, termik tahlil, TGA–DSC, oksidlovchi kuydirish, qayta ishlash

ТЕРМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПРОЦЕССА ОБЖИГА ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ СУЛЬФИДНЫХ РУД И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ ПЕРЕРАБОТКИ

**Вахобов Жавохир Валижонович, Умиров Фарход Эргашович,
Шарипов Санъат Шухратович**

Навоийский государственный горно-технологический университет

Аннотация: В данной тезисной работе исследуются термические характеристики процесса обжига золотосодержащих сульфидных руд и их влияние на эффективность последующей переработки. Исследования проведены с использованием методов термического анализа (TGA–DSC), что позволило установить последовательные стадии окислительного разложения сульфидных минералов. Показано, что в температурном интервале 400–650 °C происходит

интенсивное разрушение сульфидной матрицы, сопровождающееся значительными потерями массы. В результате окисления железо-, медь- и мышьяксодержащих сульфидов формируется пористая структура, создающая благоприятные условия для раскрытия золота и повышения его извлекаемости. Полученные результаты могут быть использованы при выборе оптимального температурного режима обжига и повышении эффективности последующих гидрометаллургических процессов переработки золотосодержащих руд.

Ключевые слова: золотосодержащие руды, сульфидные руды, обжиг, термический анализ, TGA–DSC, окислительный обжиг, переработка.

Kirish. Hozirgi kunda oltin qazib olish sanoatida qayta ishlanayotgan xomashyolarning sezilarli qismi sulfidli va murakkab tarkibli rudalardan iborat bo‘lib, bunday rudalarda oltin ko‘pincha pirit, arsenopirit va boshqa sulfid minerallari bilan mustahkam bog‘langan holatda uchraydi. Ushbu holat an‘anaviy gidrometallurgik usullar, xususan, to‘g‘ridan-to‘g‘ri sianlash jarayonida oltinning past darajada ajralishiga olib keladi. Shu sababli sulfidli oltinli rudalarni qayta ishlashdan oldin ularning mineralogik va strukturaviy xususiyatlarini o‘zgartiruvchi oldindan tayyorlovchi jarayonlarni qo‘llash muhim ahamiyat kasb etadi.

Bunday tayyorlovchi jarayonlar ichida oksidlovchi kuydirish usuli keng qo‘llanilib, u sulfid matritsasini parchalash, zararli aralashmalarni (oltinugurt, mishyak va boshqalar) kamaytirish hamda oltinning ochilish darajasini oshirish imkonini beradi. Kuydirish jarayonining samaradorligi esa bevosita ruda tarkibi, mineral fazalar va jarayon davomida sodir bo‘ladigan termik va fizik-kimyoviy o‘zgarishlar bilan belgilanadi. Shu bois kuydirish jarayonini chuqur o‘rganish va uning optimal harorat rejimlarini aniqlash dolzarb ilmiy-texnologik masalalardan biri hisoblanadi.

Mazkur tezisda tadqiqot ob‘ekti sifatida GMZ-5 da qayta ishlanadigan oltin saqllovchi sulfidli ruda namunasi tanlab olingan. Ushbu ruda murakkab mineral tarkibi

va sulfidlar miqdorining nisbatan yuqoriligi bilan ajralib turadi. Tadqiqotning asosiy maqsadi kuydirish jarayonida rudada sodir bo'ladigan termik xususiyatlar va strukturaviy o'zgarishlarni aniqlash, shuningdek, ushbu o'zgarishlarning keyingi qayta ishlash jarayonlari samaradorligiga ta'sirini baholashdan iborat.

Asosiy qism. Tadqiqot ishlarida GMZ-5 sharoitida qayta ishlanadigan oltin saqllovchi sulfidli ruda namunasini kuydirish jarayonini takomillashtirish maqsadida ruda avvalo granulyatsiya (donalash) bosqichidan o'tkazilib, shundan keyin kuydirish jarayonining termik va fizik-kimyoviy xususiyatlari baholanmoqda. Bunday yondashuvning asosiy g'oyasi shundan iboratki, mayin dispersli va polidispers ruda zarralari kuydirish paytida qatlam ichida gaz o'tuvchanligi yomonlashuvi, changlanish, qotishma/aglomeratsiya, hamda kislorodning rudaga yetib borishi cheklanishi kabi salbiy omillarni keltirib chiqarishi mumkin. Shu sababli zarralarni oldindan ma'lum mustahkamlikka ega granulalarga birlashtirish kuydirish jarayonining barqarorligini oshiruvchi muhim tayyorlovchi operatsiya sifatida qaraladi.

termik hamda fizik-kimyoviy xususiyatlarga ta'siri o'rganildi.

Granulyatsiya jarayonida suv asosiy namlovchi muhit bo'lib xizmat qilsa, bog'lovchi moddalar granulalarning mexanik barqarorligini va keyingi texnologik bosqichlarda saqlanishini ta'minlaydi. Tadqiqotlarda sement, galit (NaCl) va kraxmal kabi bog'lovchi moddalar qo'llanilib, ularning granulyatsiya va kuydirish jarayoniga ta'siri kompleks tarzda baholandi.

Sement gidravlik bog'lovchi sifatida suv bilan gidratatsiya reaksiyalariga kirishib, granula ichida mineral bog'lanishlar hosil qiladi. Bu granulalarning mexanik mustahkamligini oshiradi va tashish hamda kuydirishga tayyorlash jarayonlarida parchalanish ehtimolini kamaytiradi. Shu bilan birga, sement qo'shimchasi kuydirishdan keyingi oksid fazalarining tarkibiga ta'sir ko'rsatishi mumkinligi sababli uning sarfi qat'iy nazorat qilindi.

Galit (NaCl) suvda yaxshi eruvchan bo'lib, ruda zarralarining namlanishini yaxshilaydi va granulyatsiya jarayonini tezlashtiradi. Quritish jarayonida tuz kristallanishi hisobiga granulalarda qo'shimcha bog'lanishlar hosil bo'ladi. Biroq NaCl ning kuydirish va keyingi gidrometallurgik jarayonlarga mumkin bo'lgan ta'siri inobatga olinib, uning qo'llanishi texnologik jihatdan baholandi.

Kraxmal organik bog'lovchi sifatida granulalarning dastlabki mustahkamligini ta'minlaydi. Kuydirish jarayonida kraxmal termik parchalanib, granula ichida qo'shimcha g'ovaklik hosil qiladi, bu esa oksidlovchi gazlarning kirib borishini osonlashtiradi. Shu bilan birga, organik bog'lovchining parchalanishi dastlabki bosqichlarda gaz ajralishini kuchaytirishi sababli qizdirish tezligi va harorat rejimi alohida nazorat qilindi.

Granulyatsiyadan o'tkazilgan ruda namunalari kuydirish jarayonida termik tahlil (TGA–DSC) usullari yordamida tekshirildi. Tadqiqotlar natijasida 400–650 °C harorat oralig'ida eng faol termik o'zgarishlar sodir bo'lishi aniqlandi. Ushbu intervalda sulfid minerallarining oksidlanishi, oltingugurtning gazsimon birikmalar ko'rinishida ajralishi va sezilarli massa yo'qotish jarayonlari kuzatildi. Granulyatsiyalangan ruda uchun kuydirish jarayoni granulasiz ruda bilan solishtirganda nisbatan barqaror kechib, harorat taqsimoti va oksidlovchi muhitning kirib borishi yaxshilandi. Granula tuzilmasidagi g'ovaklik sulfid matritsasining samarali buzilishiga yordam berdi va oltinning mineral fazalardan ochilish darajasini oshirdi. Natijada kuydirish mahsulotining keyingi gidrometallurgik qayta ishlashga yaroqliligi sezilarli darajada yaxshilandi.

Olib borilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, oltin saqlovchi sulfidli rudalarni kuydirishdan oldin granulyatsiya qilish jarayonning texnologik samaradorligini oshiruvchi muhim omil hisoblanadi. Granulyatsiya changlanishni kamaytiradi, gaz-qattiq faza o'zaro ta'sirini yaxshilaydi va kuydirish jarayonining barqarorligini ta'minlaydi. Bog'lovchi modda turi va sarfini to'g'ri tanlash esa granulalarning mexanik

mustahkamligi bilan bir qatorda kuydirish kinetikasini ham boshqarish imkonini beradi. Shu tariqa, granulyatsiya va kuydirish jarayonlarini kompleks yondashuv asosida o'rganish GMZ-5 turidagi oltin saqllovchi sulfidli rudalarni samarali qayta ishlash uchun ilmiy-texnologik asos yaratadi va sanoat miqyosida joriy etish imkoniyatlarini kengaytiradi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Deng J., Wen S., Liu J. Thermochemical behavior of arsenopyrite during oxidative roasting // *Thermochimica Acta*. – 2020. – Vol. 689. – Article 178612.
2. Zhang Y., Li H., Wang S. Effect of oxidative roasting on refractory gold ores // *Minerals*. – 2021. – Vol. 11, No. 4. – Article 392.
3. Lv C., Sun C., Kou J. Role of mineral structure transformation during roasting of gold-bearing sulfide ores // *Powder Technology*. – 2022. – Vol. 398. – P. 117072.
4. Chen X., Qiu T., Xu B. Influence of particle agglomeration on sulfide ore roasting kinetics // *Minerals Engineering*. – 2023. – Vol. 198. – Article 108051.
5. Wills B. A., Finch J. A. *Wills' Mineral Processing Technology*. – 9th ed. – Oxford: Butterworth-Heinemann, 2016. – 512 p.
6. Vaxobov J. V., Sharipov S. Sh., Umirov F. E., Oliyulov F. J. Role of oxidative roasting in the decomposition of sulfide minerals // *Proceedings of the VIII International Conference "Applied Physics for Industrial Technologies and Engineering (APITECH-VIII-2025)"*. – Bukhara, 2025. – (nashrga tavsiya etilgan, AIP Conference Proceedings).
7. Vaxobov J. V., Umirov F. E., Sharipov S. Sh. Oltin saqllovchi sulfidli rudalarni kuydirish jarayonidagi fizik-kimyoviy o'zgarishlar // *Zamonaviy ilmiy-amaliy tadqiqotlar bo'yicha xalqaro konferensiya materiallari*. – 2025. – B. –.