DOI: 10.65322/j.srd.05192026.14

OKSIDLANISHGA UCHRAGAN MIS-PORFIR MA'DANLARINING MINERALOGIK VA KIMYOVIY TARKIBINI TAHLIL QILISH

Maxmarejabov D.B., *t.f.d., dotsent, bosh inspector,*
E-mail: dmahmarejabov@mail.ru,
O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti Administratsiyasi huzuridagi
Ta’lim sifatini ta’minlash milliy agentligi
Abdurasulova Z.X.,
E-mail: zarinaabdurasulova77@gmail.com,
Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti
Jabborov E.Y., *kichik ilmiy xodim,*
E-mail: jabborovergash92@gmail.com,
“Mineral resurslar instituti” DM
Toshpo‘lotov G‘.U., *1-mis boyitish fabrikasi bo‘lim boshlig‘i o‘rinbosari,*
E-mail: nazira08041995@gmail.com,
“Olmaliq KMK” AJ

Annotatsiya. *Ushbu maqolada Mis-porfir konlarining oksidlanishga uchragan ma'danlarining mineralogik va kimyoviy tarkibi tahlil qilingan. Dastlabki namunaning to'liq kimyoviy (silikat) tahlil natijalari keltirilgan bo'lib, asosiy komponentlarning miqdoriy ko'rsatkichlari aniqlangan. Oksidlanish zonasida rivojlangan ikkilamchi mis karbonatlari – malaxit va azuritning tuzilishi, shuningdek, birlamchi sulfidlarning oksidlanish jarayonlari optik mikroskopiya yordamida o'rganilgan. Ma'dandagi sof oltinning mikroinklyuziv holatlari va qimmatbaho metallarning fazaviy taqsimlanishi yoritilgan.*

Аннотация. *В данной статье анализируется минералогический и химический состав окисленных руд медно-порфирового месторождения Кокташал. Представлены результаты полного химического (силикатного) анализа исходного образца, определены количественные показатели основных компонентов. С помощью оптической микроскопии изучены структура вторичных карбонатов меди (малахита и азурита), развитых в зоне окисления, а также процессы окисления первичных сульфидов. Освещены микроинклюзивные состояния самородного золота в руде и фазовое распределение драгоценных металлов.*

Abstract. *This article analyzes the mineralogical and chemical composition of oxidized ores from the porphyry copper deposit. The results of a complete chemical (silicate) analysis of the initial sample are presented, and the quantitative indicators of the main components are determined. Using optical microscopy, the structure of secondary copper carbonates (malachite and azurite) developed in the oxidation zone, as well as the oxidation processes of primary sulfides, are studied. The micro-inclusive states of native gold in the ore and the phase distribution of precious metals are highlighted.*

Kalit so‘zlar: *mis-porfir ma'danlari, kimyoviy tahlil, malaxit, azurit, xalkopirit, oksidlanish zonasi, sof oltin, mineralogik tarkib.*

Ключевые слова: *месторождение Кокташал, медно-порфировые руды, химический анализ, малахит, азурит, халькопирит, зона окисления, самородное золото, минералогический состав.*

Keywords: *porphyry copper ores, chemical analysis, malachite, azurite, chalcopyrite, oxidation zone, native gold, mineralogical composition.*

Kirish. Porfir mis tizimlarida birlamchi gipogen Cu-sulfidlar — xalkopirit va bornit — oksidlanish natijasida ikkilamchi minerallarga aylanishi mumkin. Oksidlanish zonasida asosan

DOI: 10.65322/j.srd.05192026.14

malaxit, azurit, kuprit va Fe-oksid/gidroksidlari rivojlanadi, chuqurroq qismda esa birlamchi sulfidlar saqlanib qoladi. Ushbu tadqiqot aynan porfir mis konlarining oksidlangan rudalariga bag‘ishlangan bo'lib, birlamchi sulfidlarning oksidlanishi va misning (Cu) qayta cho‘kish jarayonlarini batafsil yoritib beradi. Oksidlangan rudalardagi mis miqdori umumiy hisobda 0,735% ni tashkil etishi va uning 89,8% i oksidlangan shaklda uchrashi ushbu rudalarni qayta ishlash texnologiyalarini takomillashtirish zaruratini tug'diradi.

Mavzuga oid adabiyotlar sharhi. Oksidlanish zonasining ikkilamchi mis karbonatlari asosan malaxit va azurit minerallari hisoblanadi. Azuritning faqat gematit va malaxit bilan yoriqlar bo‘ylab assotsiatsiyasi birlamchi mineralizatsiyaning oksidlanish jarayonida qayta o‘zgarishini ko‘rsatadi. Bunday teksturalar oksidlanish zonasi mineralogiyasini va Cu ning fazaviy taqsimlanishini aniqlashda juda muhim diagnostik belgi hisoblanadi. Shuningdek, kuprit (Cu_2O) va tenorit (CuO) oksidlangan Cu minerallari hisoblanib, ularning malaxit bilan birgalikda uchrashi ma'dandagi kuchli oksidlanish sharoitidan dalolat beradi. Getitning mavjudligi oksidlovchi sharoitni, Cu-karbonatlarning esa oksidlanish zonasida Cu ning ikkilamchi mineral shaklida to‘planishini asoslaydi.

Tadqiqot metodologiyasi. Oksidlangan rudaning tuzilishi va mineralogik tarkibini o'rganishda optik va mikroskopiya usullaridan foydalanildi. Birlamchi rudaning xususiyatlarini aniqlash maqsadida dastlabki namunaning to‘liq kimyoviy (silikat) tahlili amalga oshirildi. Mikroskopik tadqiqotlar orqali namunadagi jins hosil qiluvchi minerallar (kvars, dala shpatlari, karbonatlar va ularning o‘zgargan mahsulotlari), shuningdek, malaxit, azurit, kuprit, tenorit, xalkozin kabi oksidlangan ruda minerallarining mikroyoriqlarda joylashish xususiyatlari aniqlandi.

Tahlil va natijalar. Silikat tahlil natijalariga ko‘ra, konlardan olingan o‘rtacha namunaning to'liq kimyoviy tarkibi quyidagicha aniqlandi (1-jadval).

1-jadval

Dastlabki namunaning to‘liq kimyoviy tahlil natijalari

Komponentlar	Miqdori, %	Komponentlar	Miqdori, %	Komponentlar	Miqdori, %
SiO_2	67,9	CaO	7,95	KYM (п.п.п.)	4,78
Fe_2O_3	5,1	MgO	2,98	CO_2	3,21
FeO	1,56	Na_2O	0,42	SO_3	0,82
TiO_2	0,52	K_2O	5,46	H_2O	0,33
MnO	0,07	N_2O	0,14	Yig‘indi	99,52
Al_2O_3	12,2	S_{erkin}	0,45		

Izoh: Jadvaldagi ma'lumotlar texnogen chiqindi namunasi tarkibi silikat tahliliga asoslangan bo'lib, TiO2 ko'rsatkichi 0,52% atrofida, Na2O miqdori 0,14% ni tashkil etadi.

Oksidlanishga uchragan mis-porfir ma’danlarining mineralogik tarkibi o'rganilganda, unda bir qator muhim minerallar va ularning zarra o'lchamlari qayd etildi (2-jadval).

Mineralogik tahlillar natijasiga ko'ra, jinslarda eng ko'p tarqalgan mineral Kvars (SiO2) bo'lib, uning miqdori 0,7% dan 66% gacha o'zgaradi va zarracha o'lchamlari 2 mm dan kichik. Kaliyli dala shpatlari (KDSH) 5% dan 47% gacha hamda Plagioklazlar 1.5% dan 16% gacha tarqalgan bo'lib, ularning ham o'lchami 2 mm dan kichikdir. Oksidlangan minerallardan Limonit 0,7-4,0% (<0,3 mm), Gematit 0,3-2,1% (0,02-1,5 mm) va Geotit 0,07-1,1% (0,2-0,5 mm) miqdorda tarqalgan. Asosiy mis minerallari hisoblangan Malaxit (Cu2CO3(OH)2) 0-1,7% gacha uchraydi va o'lchami 0,01-0,1 mm oralig'ida bo'ladi. Xalkopirit, xalkozin, kovellin va kuprit kabi sulfid va oksid rudalari mos ravishda 0,4%, 0,06%, 0,06% va 0,02% gacha juda kichik miqdor va o'lchamlarda (<0,01 dan 0,1 mm gacha) mavjud.

DOI: 10.65322/j.srd.05192026.14

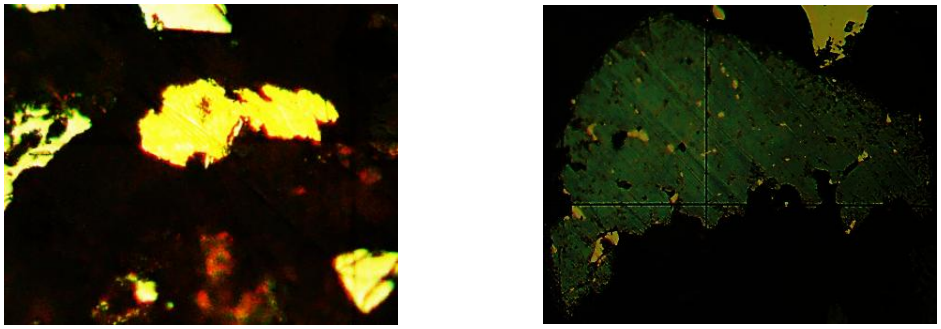
2-jadval

Oksidlanishga uchragan mis-porfir ma'danlari mineralogik tarkibi

№	Minerallar	Formulasi	Zarra o'lchami, мм	Miqdori, %
1	Malaxit	$Cu_2CO_3(OH)_2$	0,01 – 0,1	0 - 1,7
2	Xalkozin	Cu_2S	<0,01	0 - 0,06
3	Kovellin	CuS	<0,01	0 - 0,06
4	Xrizokolla	$(Cu, Al)_2H_2Si_2O_5(OH)_4 \cdot nH_2O$	0,04 – 0,06	-
5	Xalkopirit	$CuFeS_2$	0,01 – 0,1	0 – 0,4
6	Kuprit	Cu_2O	<0,01	0 – 0,02
7	Pirit	FeS_2	0,1 – 0,6	0,01 – 1,1
8	Gematit	Fe_2O_3	0,02 – 1,5	0,3 – 2,1
9	Limonit	$FeOOH \cdot (Fe_2O_3 \cdot nH_2O)$	<0,3	0,7 – 4,0
10	Geotit	FeO(OH)	0,2 – 0,5	0,07 – 1,1
11	Kvars	SiO_2	<2	0,7 – 66
12	Plagioklazlar	$NaAlSi_3O_8 – CaAl_2Si_2O_8$	<2	1,5 – 16
13	KDSH	$\{K, Na, Ca, Ba\}\{Al_2Si_2\ AlSi_3\}O_8$	<2	5 – 47

Mikroskopik tahlillar shuni ko'rsatadiki, malaxitning tuzilishi idiomorf va gipidiomorf-donador xususiyatga ega. Malaxit zarralarining o'lchami keng sohalarda 0,01 dan 0,3 mm gacha oraliqda o'zgaradi, biroq asosan 0,05-0,1 mm bo'lgan donalar ko'proq uchraydi. Mineral o'zaro o'sish va qo'shimchalarni namoyon qiladi, ularning o'sish chegaralari tekis va kamdan-kam hollarda yoysimon holatda uchraydi.

Malaxit va azurit mikro-yoriqlarni to'ldiruvchi ikkilamchi mineral agregat sifatida rivojlangan (2-rasm). Bunday joylashuv oksidlovchi eritmalarning jinsning yoriq tizimi bo'ylab faol harakatlanganligini ko'rsatadi. Bu holat birlamchi Cu-sulfidlarning oksidlanishi va misning aynan shu yoriqlarda qayta cho'kishidan dalolat beradi (2-rasm).

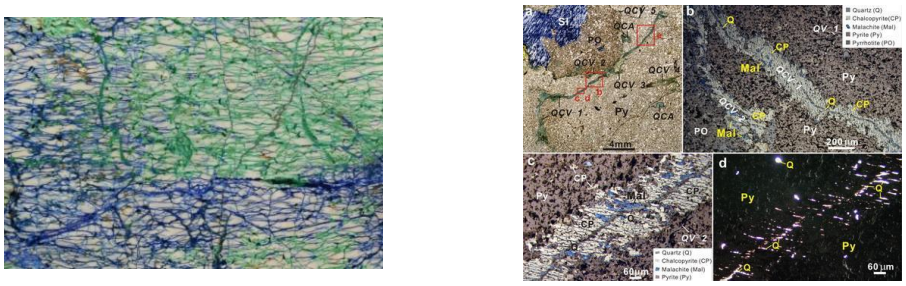


1-rasm. Oksidlanish zonasidagi ikkilamchi mis minerallari va tabiiy sof oltin mikrokiritmalarining uchrash shakllari

Eng noyob topilmalardan biri shundaki, ushbu oksidlanish zonasi rudalarida qimmatbaho metallarning mikroinklyuziyalari topildi. Geotit minerallari qatlamlarida o'lchami 0,001 dan 0,023

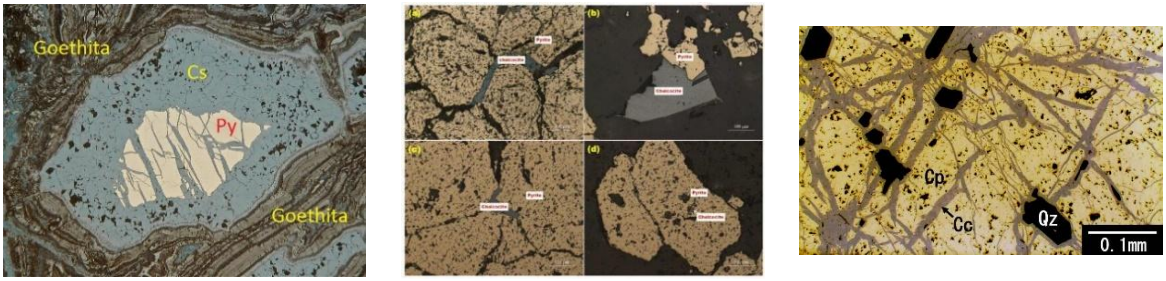
DOI: 10.65322/j.srd.05192026.14

mm gacha bo‘lgan nodir metallarning yupqa (sariq) ko'rinishi namoyon bo'ldi (1-rasm). Shuningdek, 0,069 mm o'lchamga ega bo‘lgan tabiiy sof oltinning alohida cho‘ziq quyilma (yorqin sariq) donalari optik mikroskopda yaqqol ajralib turadi (1-rasm). Umuman olganda, ushbu mahsulotlarda jami 10 dan ortiq tabiiy oltinning mikroinklyuziv namunalari aniqlangan bo'lib, ular qimmatbaho metal mineralining ichida va uning atrofida joylashgan. Tadqiqotlarga ko'ra, 1-rasmdagidek gyotitdagi kabi o‘zgargan ko‘rinishdagi sof oltin ko‘rinmas holatda bo‘lishi ehtimoli ham mavjud.



2-rasm. Malaxit va azurit mikro-yoriqlarni to‘ldiruvchi ikkilamchi mineral agregat sifatida rivojlangan. Bunday joylashuv oksidlovchi eritmalarning jinsning yoriq tizimi bo‘ylab harakatlanganligini ko‘rsatadi.

Oksidlanish chegarasida pirit minerali gyotit, qisman-to‘liq psevdomorfizmga qadar gidrogyotit bilan aralash holatda uchraydi. Ba’zi joylarda temir gidrooksidlarida pirit qoldiqlarini, ba’zan esa uning oraliq analoglarini uchratish mumkin. Xalkopirit donalarining chekka qismlarida getit va lepidokrokitning rivojlanishi (3-rasm) bevosita sulfid mineralining oksidlanish orqali yemirilganligini ko‘rsatadi. Ushbu pseudomorfik teksturalar oksidlanish frontining asosan birlamchi sulfidlar bo‘ylab rivojlanganligini ifodalaydi (3-rasm).



3-rasm. Birlamchi sulfid minerallarining oksidlanishi va psevdomorf teksturalarning shakllanishi

Optik mikroskopda, shuningdek, Xalkozin (Cc) minerali pirit donalarini qisman o'rnini almashtirgan holda, getitli matritsa bilan assotsiatsiyada rivojlanganligi aniqlandi.

Xulosa va tahlillar

Mis-porfir konida olib borilgan mineralogik va kimyoviy tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, Boyongan porfir mis–oltin tizimining supergen (oksidlanish) zonasida murakkab mineralogik jarayonlar kechadi. Asosiy mis minerallari hisoblangan malaxit va azurit kuprit, getit hamda qoldiq gipogen sulfidlar bilan uzviy assotsiatsiyada uchraydi.

Eng asosiysi, rudaning tarkibida zarracha o'lchami 0.069 mm bo'lgan 10 dan ortiq tabiiy sof oltin mikroinklyuziyalarining hamda nodir metall qatlamlarining aniqlanishi konga nisbatan iqtisodiy va texnologik qiziqishni keskin oshiradi. Oksidlangan rudadagi umumiy misning (0.735%) katta qismi (89.8%) oksidlangan shaklda bo'lishi kelajakda ushbu ma'danlarni qayta

DOI: 10.65322/j.srd.05192026.14

ishlash uchun flotatsiya emas, balki gidrometallurgik (tanlab eritish) texnologiyalarini qo'llash samaraliroq bo'lishi mumkinligiga ishora qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Sillitoe, R. H. (2010). Porphyry copper systems. *Economic Geology*, 105(1), 3-41.

2. Chavez, W. X. (2000). Supergene oxidation of copper deposits: Zoning and distribution of copper oxide minerals. *Society of Economic Geologists Newsletter*, 41, 10-21.

3. Reich, M., & Vasconcelos, P. M. (2015). Geological and economic significance of supergene metal deposits. *Elements*, 11(5), 305-310.

4. Cameron, E. M., Leybourne, M. I., & Kelley, D. L. (2002). Exploring for deeply covered porphyry copper deposits: evaluating the supergene environment. *Journal of Geochemical Exploration*, 76(2), 163-169.

5. Williams, P. A. (1990). *Oxide Zone Geochemistry*. Ellis Horwood, Chichester, 286 p.

6. Craig, J. R., & Vaughan, D. J. (1994). *Ore Microscopy and Ore Petrography*. John Wiley & Sons, New York.

7. Melchiorre, E. B., & Enders, M. S. (2003). Stable isotope geochemistry of copper carbonates at the Morenci porphyry copper deposit, Arizona: Implications for supergene alteration. *Economic Geology*, 98(3), 607-621.