ISNN 3030-3907

2026
JUNE
ISSUE - 6
VOLUME -8

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

IYUN 2026
Issue - 6, VOLUME – 8

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

DUNYO BO‘YICHA MIS RUDASI ZAXIRALARI VA ULARNI QAYTA ISHLASH USULLARI TAHLILI

Xoliqulov Doniyor Baxtiyorovich
Olmaliq davlat texnika instituti, DSc, professor, Olmaliq, O‘zbekiston
E-mail: Kholikulov.d@odti.uz
Boltayev Olmos Najmidinovich
Olmaliq davlat texnika instituti, PhD, dotsent, Olmaliq, O‘zbekiston.
E-mail: boss.olmos@mail.ru
Elchiyeva Mohinur Dilshod qizi
Olmaliq davlat texnika instituti, tayanch doktarant.
E-mail: mohinurelchiyeva@gmail.com
Eraliyev Xusniddin Muhammadali o‘g‘li
Olmaliq davlat texnika instituti, talaba
Karayeva Ruzanna Serverovna
Olmaliq davlat texnika instituti, talaba

Annotatsiya. Global miqyosda misga bo‘lgan talabning ortishi tarkibida oltin va kumush saqlovchi, qayta ishlanishi qiyin bo‘lgan oksidlangan hamda balansdan tashqari porfirli rudalarni kompleks metallurgik qayta ishlashni taqozo etmoqda. Ushbu tadqiqotning maqsadi jahonning yetakchi mis-porfir konlarida oksidlangan rudalarni qayta ishlash texnologiyalarini tizimli qiyosiy tahlil qilish va olingan natijalar asosida “Olmaliq KMK” AJ Qalmoqir koni chiqindixonalarida to‘plangan 100 mln tonnadan ortiq oksidlangan massa uchun maqbul texnologik yechimlarni asoslashdan iborat. Tadqiqotda Eskondida, Kollahusi, Morenji, Kerro Verde, Oyu Tolgoi va Kamoto kabi dunyoning 10 dan ortiq yirik konlarining geologik-mineralogik tarkibi hamda qayta ishlash sxemalari (Heap/Agitation Leaching, SX-EW, sulfidlovchi flotatsiya) bo‘yicha qiyosiy-tahliliy va geometallurgik modellashtirish metodlaridan foydalanilgan.

Kalit so‘zlar: oksidlangan mis rudasi, porfirli konlar, Qalmoqir, tanlab eritish, SX-EW, oltin va kumushni korrelyatsiyasi, gilli minerallar, ikki bosqichli gidrometallurgiya.

Аннотация. Рост мирового спроса на медь требует комплексной металлургической переработки труднопереработываемых окисленных и забалансовых порфировых руд, содержащих золото и серебро. Целью настоящего исследования является системный сравнительный анализ технологий переработки окисленных руд на ведущих мировых медно-порфировых месторождениях и на основе полученных результатов обоснование оптимальных технологических решений для более 100 млн тонн окисленной массы, накопленной в хвостохранилищах месторождения Калмакыр АО "Алмалыкский ГМК." В исследовании использованы методы

ISSN 3030-3907

сравнительно-аналитического и геометаллургического моделирования по геолого-минералогическому составу и схемам переработки (Heap/Agitation Leaching, SX-EW, сульфидирующая флотация) более 10 крупнейших месторождений мира, таких как Эскондида, Коллахуси, Моренджи, Оюверде, Ою Толгой и Камото.

Ключевые слова: окисленная медная руда, порфировые месторождения, Калмакыр, выщелачивание, SX-EW, корреляция золота и серебра, глинистые минералы, двухступенчатая гидрометаллургия.

Abstract. The growing global demand for copper necessitates the complex metallurgical processing of difficult-to-process oxidized and off-balance-sheet porphyry ores containing gold and silver. The aim of this study is to conduct a systematic comparative analysis of oxidized ore processing technologies at the world's leading copper-porphyry deposits and, based on the results obtained, to substantiate optimal technological solutions for more than 100 million tons of oxidized mass accumulated in the tailings ponds of the Kalmakyr deposit of JSC "Almalyk MMC." The study utilized comparative-analytical and geometrological modeling methods based on the geological-mineralogical composition and processing schemes (Heap/Agitation Leaching, SX-EW, sulfidizing flotation) of more than 10 major deposits worldwide, such as Eskondida, Kollahusi, Morenji, Oyu Verde, Oyu Tolgai, and Kamoto.

Keywords: oxidized copper ore, porphyritic deposits, Kalmakyr, leaching, SX-EW, correlation of gold and silver, clay minerals, two-stage hydrometallurgy.

KIRISH.

Misga global talab o‘sishda davom etmoqda: so‘nggi 50 yil ichida dunyo miqyosida misdan foydalanish deyarli to‘rt barobar oshdi, bu elektr va elektron mahsulotlar, binolar qurilishi, sanoat mashinalari va uskunalari, transport vositalari, iste’mol va umumiy mahsulotlar kabi kengayib borayotgan tarmoqlar tufayli yuzaga keldi. 2024-yilda mis ishlab chiqarishning umumiy hajmi 23 mln tonnaga yetdi. Mis iste’moli 27,4 mln tonnani tashkil etdi. Xitoy 2024-yilda tozalangan misning eng yirik iste’molchisi bo‘lib, global mis iste’molining 58 foizini tashkil etdi [1].

Porfir tipidagi mis konlari bugungi kunda dunyo mis resurslarining asosiy qismini tashkil etadi. Ushbu turdagi konlar yirik hajmga ega bo‘lib, ularning geologik tuzilishi va metall tarkibi sanoat miqyosida samarali qazib olish imkonini beradi. Dunyo miqyosida eng yirik porfir mis konlari sifatida Chilidagi El Teniente va Chuquikamata konlari e’tirof etiladi. Har ikkala kon dastlab 100 mln tonnadan ortiq mis zaxirasiga ega bo‘lgan. Shuningdek, Indoneziya, Mongoliya, AQSh, Meksika, Panama va Peru hududlarida joylashgan yirik porfir konlari global miqyosda muhim ahamiyat kasb etadi. 2013-yil holatiga ko‘ra, ushbu hududlardagi

ISSN 3030-3907

konlar dunyodagi eng yirik 25 ta faol mis qazib olish loyihalarining 19 tasini tashkil etgan [2].

2015-yilda United States Geological Survey [3] tomonidan o‘tkazilgan tadqiqot natijalariga ko‘ra, hali ochilmagan porfir tipidagi mis konlarida taxminan 3,1 mlrd tonna mis mavjud bo‘lishi mumkin. Bu ko‘rsatkich hozirgi kunda aniqlangan 1,8 mlrd tonna mis zaxirasidan deyarli ikki barobar ko‘pdir. Global baholash jarayonida 11 ta yirik geologik hududdan 10 tasi porfir mis konlari uchun istiqbolli deb topilgan.

O‘zbekiston hududidagi mis konlari va ularning zaxiralari nafaqat Markaziy Osiyo mintaqasida, balki global miqyosda ham strategik ahamiyatga ega. Bugungi kunda mamlakatimiz dunyodagi eng yirik rangli metallurgiya markazlaridan biri hisoblanadi. Yashil iqtisodiyot va yuqori texnologiyalar davriga o‘tilayotgan bir paytda, yurtimizning mis zaxiralari xalqaro bozordagi talabni qondirishda muhim o‘rin egallamoqda [4].

Bu borada, ayniqsa, “Olmaliq kon-metallurgiya kombinati” AJ tarkibiga kiruvchi Qalmoqir koni alohida mavqega ega. Toshkent viloyatining Olmaliq hududida joylashgan ushbu kon Markaziy Osiyodagi eng ulkan va muhim porfir mis konlaridan biri hisoblanadi. Kon 1959-yilda rasman ishga tushirilgan [5]. Bugungi kunda konda qazib olish ishlari ochiq usulda olib borilmoqda. Konning umumiy ruda zaxirasi taxminan 2,5 mlrd tonna deb baholangan bo‘lib, undagi misning o‘rtacha miqdori 0,38 % ni tashkil etadi. Qalmoqir konining o‘ziga xosligi shundaki, uning asosiy mahsuloti bo‘lgan mis bilan birgalikda, sanoat uchun o‘ta yuqori qiymatga ega molibden, oltin, kumush, selen, tellur va reniy kabi qimmatbaho metallar ham yo‘ldosh komponent sifatida ajratib olinadi [6].

Konning ko‘p yillik faoliyati davomida uning yuqori qatlamidan qazib olingan oksidlangan va aralash mis rudalari maxsus 9 ta chiqindixonaga to‘plab kelingan. Hozirgi kunda ushbu hududlarda umumiy miqdori 100 mln tonnaga yaqin (Cu tarkibi — 0,455 %) balansdan tashqari va 10 mln tonnadan ortiq (Cu tarkibi — 0,827 %) balansdagi oksidlangan hamda aralash rudalar zaxirasi mavjud [7].

Ayni paytda korxonaning texnologik quvvatlari asosan sulfidli rudalarni qayta ishlashga qaratilgan. Ushbu murakkab texnologik jarayon bir necha bosqichni o‘z ichiga oladi: dastlab ruda yirik bo‘laklardan maydalanadi va maxsus sharli tegirmonlarda yanchiladi; so‘ngra yanchilgan ruda massasi kollektiv flotatsiya jarayonidan o‘tkaziladi; shundan keyin selektiv flotatsiya usuli orqali mis va molibden minerallari bir-biridan yuqori aniqlikda ajratib olinadi. Yakuniy bosqichda olingan boyitilgan konsentrat kombinat tarkibidagi mis eritish zavodiga yakuniy mahsulot olish uchun yuboriladi [8].

Chili dunyodagi eng yirik mis zaxirasiga ega davlatlardan biri hisoblanadi. Dunyo miqyosida qazib olinayotgan umumiy misning 24 % ulushi Chiliga to‘g‘ri

ISSN 3030-3907

keladi. Chilining shimolida, Antofagastadan taxminan 160 km uzoqlikda joylashgan Eskondida porfir mis koni mamlakat va dunyo miqyosidagi eng yirik mis ishlab chiqaruvchi kon hisoblanadi. Yillik ishlab chiqarish hajmi 800 ming tonnadan 1,2 mln tonnaga yetadi. Konda 30 mln tonnadan ortiq mis metali zaxirasi mavjud. Sulfidli ruda tarkibida mis – 1,21 %, oksidli rudada – 0,7 %, aralash rudada o‘rtacha 1,03 % ni tashkil etadi [9]. Eskondida konida sulfidli rudalar ananaviy flotatsion usulda qayta ishlanadi. Past sifatli, balansdan tashqari sulfidli mis rudalarini qayta ishlashda uyumda bakterial tanlab eritish usuli qo‘llaniladi.

Ma’lumotlarga ko‘ra [10] kondagi o‘rtacha 1,21% Cu tarkibli sulfidli rudalar flotatsiya usulida boyitilib, keyinchalik eritish zavodlariga yuboriladi. Oksidlangan mis rudalari esa ilgari sulfat kislota yordamida uyumda tanlab eritish texnologiyasi asosida qayta ishlangan, biroq hozirgi vaqtda ushbu turdagi rudalar zaxirasi deyarli tugagan. Past sifatli, balansdan tashqari (0,3–0,5% Cu) sulfidli rudalarni bakterial uyumda tanlab eritish texnologiyasi qo‘llaniladi. Jarayonda misning ajralish darajasi 30–40% atrofida bo‘lib, bu ko‘rsatkich rudaning maydalanmasdan, yirik bo‘lak holida (taxminan 1 m^3 gacha) uyumga yuklanishi bilan izohlanadi. Natijada erituvchi eritmaning mineral yuzasi bilan ta’sir yuzasi cheklanadi va biooksidlanish jarayoni sustlashadi. Shuningdek, texnologik jarayonda rudada mavjud bo‘lgan oltin va kumush kabi nodir metallar ajratib olinmaydi.

Kollahusi koni Chilidagi eng yirik mis konlaridan biri bo‘lib, dunyodagi eng katta porfir mis konlari qatoriga kiradi. Kon And tog‘lari hududida, dengiz sathidan taxminan 4400 metr balandlikda joylashgan. Ruda tarkibida misning o‘rtacha miqdori 0,92 %, qo‘shimcha metallar molibden va kumush. Kondan yiliga 500-650 ming tonna mis ishlab chiqariladi. O‘tkazilgan tadqiqotlarda kon rudasini guruhlarga ajratish amaliyoti qo‘llanilgan, unga ko‘ra ruda tarkibida gil minerallari va kvars miqdori oshgani sari flotatsiya jarayonida ko‘pik hosil bo‘lishi kamayadi, natijada misning ajralish darajasi tushadi, shu sababli “ma’danlarni aralashtirish” usuli ishlab chiqilgan [11]. Kollahusi koni rudasi Qalmoqir koni rudasiga geologik jihatdan juda mos keladi, ikkala kon ham yirik masshtabli, metall miqdori uncha yuqori bo‘lmagan (0,3-0,8 %), lekin zaxirasi katta bo‘lgan mis-porfir koni hisoblanadi. Gil minerallari (clay minerals) va kvarsning flotatsiyaga salbiy ta’siri Qalmoqir rudasi uchun ham eng katta muammolardan biridir. Qalmoqirda ham gil miqdori ko‘payganda boyitish fabrikasida (MOF-1, MOF-2) mis va oltin tiklanish darajasi tushib ketadi. Lekin Kollahusida asosiy e’tibor misning ajralishiga qaratiladi, Qalmoqir konida esa oltin va kumushning ajralishi juda muhim. Kollahusi koni chuqurlashgan sari minerallar barqarorlashadi, Qalmoqir koni uzoq yillardan beri ekspluatatsiya qilinayotganligi sababli ruda tarkibi murakkab va o‘zgaruvchan bo‘lib bormoqda.

ISSN 3030-3907

Kollahusi konida oksidlangan mis rudalarini qayta ishlash — bu konning butun rivojlanish tarixini va iqtisodiy muvaffaqiyatini belgilab bergan eng asosiy yo‘nalishlardan biridir. Kollahusi konining yuqori qismida juda ulkan oksidlangan ruda qatlami (asosan xrizokolla, malaxit va azurit minerallari) bo‘lgani sababli, kombinat faoliyatining dastlabki yillarida aynan gidrometallurgiya kompleksi orqali ish boshlagan. Birinchi bosqichda oksidlangan rudalar 10-12 mm gacha 3 bosqichda maydalanadi. So‘ngra oz miqdorda sulfat kislota va suv qo‘shilib maxsus barabanlarda aglomeratsiya qilinadi, ya’ni mayda zarralar bir-biriga yopishib kislota oson sizib o‘tadigan donachalar holiga keltiriladi. Tayyorlangan ruda uyum ko‘rinishiga keltirilib sulfat kislota yordamida tanlab eritiladi. Olingan eritmadan mis organik ekstragent yordamida ajratib olinadi. Tayyor toza eritma elektroliz vannalariga yuboriladi, sofligi 99,99% katod mis olinadi [12]. Lekin Kollahusi konida oksidlangan rudalarni qayta ishlashda oltin va kumush ajratib olinmaydi, chunki bu konning ustki oksidlangan qismida oltin va kumush miqdori o‘ta past (0,1-0,2 g/t dan ham kam) bo‘lgan. Iqtisodiy jihatdan uni qo‘shimcha texnologiyalar bilan ajratib olish o‘zini oqlamagan. Qalmoqir koni oksidlangan ruda tarkibida oltin va kumushning miqdori yuqori ekanligini hisobga olib bu texnologik zanjirni qo‘llash maqsadga muvofiq emas.

Grasberg koni dunyodagi ikkinchi eng katta mis zaxiralariga ega kondir, rudada misning o‘rtacha miqdori 1,09 %. U Indoneziyaning eng sharqiy provinsiyalari bo‘lgan Irian Jayadagi Tembagapurada joylashgan. Grasberg koni 2019-yil 4-choragiga qadar ochiq qazib olish usulida ishlagan, undan so‘ngra keng ko‘lamli yer osti qazib olish usuliga o‘tgan. Shu kunga qadar kondan 16 mln tonnadan ortiq mis va 1,6 ming tonnadan ortiq oltin metali qazib olingan [13]. Ruda konda birlamchi maydalashdan o‘tadi, so‘ngra yanchish kompleksiga yanchish va flotatsiya qilish uchun yetkazib beriladi. Grasbergning yanchish va boyitish kompleksi dunyodagi eng yirik bo‘lib, kuniga o‘rtacha 240 ming tonna rudani qayta ishlaydi. Olingan mis, oltin, kumush tarkibli flotakonsentrat quritilib butun dunyo bo‘ylab eritish zavodlariga yuboriladi [14].

Grasberg koni baland tog‘li va yuqori namlikka ega (tropik yomg‘irlar zonasi) hududda joylashganligi sababli kon yuzasidagi oksid qatlam tabiiy yuvilib ketgan. Hozirda yer osti usulida qazib olinadi, chuqurlikda oksidlar mavjud emas. Bundan shunday xulosaga kelish mumkinki, Grasberg konida oksidlangan mis rudasi mavjud emas.

Kamoa-Kakula koni Kongo Demokratik Respublikasi Lualaba shahrida joylashgan dunyodagi eng yirik mis konlaridan biri bo‘lib unda yiliga taxminan 700 ming tonnadan ortiq mis ishlab chiqariladi. Mazkur loyiha bir-biridan 11 km uzoqlikda joylashgan Kamoa va Kakula mis konlarini o‘z ichiga oladi. Boshqa mis-porfir konlaridan farqli ravishda (Kollahusi, Qalmoqir) Kamoa-Kakula cho‘kindi

ISSN 3030-3907

jinslarda joylashgan mis koni hisoblanadi, ruda pastki qatlamda o‘ta izchil va qalin chiziq holatda joylashgan. Kakula blokida o‘rtacha mis miqdori 5,5-6% dan yuqori, ba’zi zonalarda 10-15% gacha yetishi mumkin. Kamoa-Kakula rudasining eng katta yutug‘i – mineralogiyasining soddaligidir. Undagi asosiy mis minerallari xalkozin, bornit va oz miqdorda xalkopirit hisoblanadi. Rudada temir deyarli yo‘qligi sababli uni boyitish juda oson. An’anaviy flotatsiya orqali 50-55% li o‘ta boy mis konsentrati olish mumkin. Bu metallurgiya zavodlarida eritish xarajatlarini keskin kamaytiradi. Kon 100% birlamchi sulfidli ruda zaxiralariga tayangan holda ishlaydi [15, 16].

Morenji koni – AQSh dagi eng yirik va muhim mis konlaridan biri bo‘lib, u dunyodagi eng yirik ochiq mis konlari qatoriga kiradi. Arizona shtatining janubiy-sharqida joylashgan, asosiy mahsuloti – mis. Taxminiy ruda zaxirasi 3,2 mlrd tonna, o‘rtacha 0,16 % mis tarkibli ruda. Ishlab chiqarish xajmi yiliga 330-380 ming tonnani tashkil etadi [17]. Konda ikki xil turdagi ruda mavjud: sulfidli (xalkopirit, xalkozin) va oksidlangan (malaxit, azurit, xrizokolla). Shuning uchun kombinatda ruda ikki xil parallel texnologik zanjir orqali qayta ishlanadi: 1-tizim: oksidlangan va past navli rudalar uchun uyumda tanlab eritish; 2-tizim: boy sulfidli rudalar uchun – flotatsiya va avtoklavda eritish [18]. Oksidlangan va past navli rudalar uyumda sulfat kislota orqali tanlab eritiladi, eritmadan mis ekstraksiya qilinadi. So‘ngra mis organik fazadan o‘ta toza, konsentrlangan suvli eritma holiga qayta yuvib olinadi. Toza va to‘yingan mis eritmasi elektroliz vannalariga yuboriladi. Natijada tozaligi 99,99% bo‘lgan tayyor katod misi olinadi. Lekin bu texnologiyada oltin va kumush ajratib olinmaydi, chiqindi bilan yo‘qotiladi.

Bu yerda pirometallurgiya zavodi umuman yo‘q, barcha sulfidli konsentratlar gidrometallurgik usulda qayta ishlanadi. Sulfidli rudalar flotatsiya qilinib 25-30% li mis konsentrati olinadi. Konsentrat avtoklavga yuborilishidan oldin IsaMill tegirmonlarida 6-8 mikron o‘lchamgacha yanchiladi, bu mineral yuzasini ochish va erish kinetikasini tezlashtirish uchun amalga oshiriladi. Avtoklavda 200 °C harorat va yuqori bosim (1380 kPa) ostida 2 soat ichida eritmaga o‘tkaziladi. Olingan eritma elektroliz qilinib toza mis olinadi. Oltin va kumush avtoklavda erimay qolgan qattiq fazada qoladi va keyingi jarayonda ajratib olinadi.

Peruning janubiy-g‘arbiy qismida joylashgan Kerro Verde mis koni dunyo bo‘yicha eng yirik konlardan biri hisoblanadi, uning taxminiy ruda zaxirasi 4,63 mlrd tonnani tashkil etadi, rudada misning o‘rtacha miqdori 0,4 % ga teng. Yillik ishlab chiqarish hajmi 450 ming tonna mis, 10,5 ming tonna molibdenni tashkil etadi. Kon nafaqat sulfidli ruda, balki oksidlangan ruda zaxirasi bo‘yicha ham ustunlik qiladi. Kerro Verde konida oksidlangan va aralash rudalarni qayta ishlash uchun dunyoning eng yirik gidrometallurgiya majmualaridan biri qurilgan. Kon

ISSN 3030-3907

yiliga o‘rtacha 35–40 mln tonna oksidlangan va aralash rudani to‘g‘ridan-to‘g‘ri uyumda tanlab eritish (Heap Leaching) maydonchalariga joylashtiradi, rudaning bir qismi maydalanib (crushed), bir qismi esa yirik bo‘laklar holida (Run-of-Mine) to‘g‘ridan-to‘g‘ri uyumlarga to‘kiladi va tanlab eritiladi. Bu jarayonda oltin va kumush ajratib olinmaydi, uyumlarda qolib ketadi. Oksidlangan ruda tarkibidagi oltin va kumush konsentratsiyasi (<0,5 g/t Au) qayta ishlash uchun yetarli emas deb baholangan. Kerro Verde koni sulfidli rudalari uchun metllurgiya zavodi mavjud emas. Sulfidli rudalar maydalanib, yanchilib flotatsiya qilinadi, olingan flotakonsentrat quritilib eritish zavodlariga eksport qilinadi. [19, 20]. Kerro Verde va Qalmoqir konlari mineralogik jihatdan bir-biriga juda o‘xshash hisoblanadi. Ikkala konning ham asosiy minerallari xalkopirit, pirit, molibdenit, pirit miqdori juda yuqori. Har ikki konda ham oltin va kumush mustaqil yirik minerallar shaklida emas, balki sulfidlar (xalkopirit va pirit) ichida mayda dispers holatda uchraydi.

Buenavista del Kobre koni (oldingi nomi – Kananea Mine) – dunyodagi eng yirik mis konlaridan biri bo‘lib, u ochiq usulda ishlaydigan gigant porfir mis koni hisoblanadi. Meksikaning Sonora shtatida joylashgan. Asosiy mahsuloti mis, molibden va kumush. Yillik ishlab chiqarish hajmi 450-500 ming tonna [21]. Buenavista del Kobre koni kuchli oksidlanish va ikkinchi darajali sulfidli zonaga ega. Ustki qatlamlarda mis silikati va karbonatlari o‘ta faol rivojlangan. Chuqurlashgan sari birlamchi sulfidlar mustahkamlashadi, Qalmoqirdan asosiy farqi bo‘sh tog‘ jinslarini asosini karbonatlar tashkil qiladi. Oksidlangan va aralash ruda tarkibi o‘xshash, ammo Buenavista del Cobreda oksidlangan ruda tarkibida oltin va kumush miqdori past. Buenavista koni o‘zining ulkan zaxiralarini kompleks qayta ishlash uchun dunyoda birinchilardan bo‘lib parallel ikkita yirik sanoat zanjirini joriy qilgan: Gidrometallurgiya liniyasi (Oksidlangan va past navli rudalar uchun) - kon yiliga millionlab tonna oksidlangan rudani uyumda tanlab eritish (Heap Leaching) + SX-EW (Ekstraksiya va Elektroliz) texnologiyasi orqali qayta ishlaydi. Ruda tarkibida kalsit yuqori bo‘lganligi uchun uyumda tanlab eritishda karbonat kislotada erib gips hosil qiladi, bu eritma o‘tishini qiyinlashtiradi. Ular buni kislota konsentratsiyasini va sug‘orish intensivligini dinamik nazorat qilish orqali hal qilishadi [22]. Jarayondan 99,99% li mis ajratib olinadi, lekin bu liniyada oltin va kumush ajratib olinmaydi. Ikkinchi liniya – flotatsiya liniyasi (sulfidli rudalar uchun), an’anaviy texnologik jarayon.

Antamina koni – Peru And tog‘larida joylashgan dunyodagi eng yirik mis-rux konlaridan biri bo‘lib, yuqori tog‘li sharoitda ishlaydigan murakkab yirik skarn tipidagi kon hisoblanadi. Kon murakkab mineralogik tarkibga ega bo‘lib mis va rux birgalikda qazib olinadi [23]. Ishlab chiqarish hajmi yiliga 400-450 ming tonna mis, 300 ming tonna atrofida rux konsentrati [24]. Ruda ochiq karyerdan portlatish orqali olinadi, birlamchi maydalanadi. Ruda suv bilan aralashtirilib SAG mill va

ISSN 3030-3907

sharli tegirmonlarda yanchiladi. Avval mis va rux kollektiv flotatsiya qilinadi, so‘ngra selektiv usulda bir-biridan ajratiladi [25].

Tenke Fungurume koni - bu Afrikaning eng yirik va eng boy mis–kobalt konlaridan biri bo‘lib, Kongo Demokratik Respublikasining (KDR) Lualaba viloyatida joylashgan. Mis-kobalt zaxiralari bo‘yicha yetakchi konlardan biri hisoblanadi. Yillik ishlab chiqarish hajmi 182 ming tonna mis, 15 ming tonnadan ortiq kobalt. Ruda tarkibida o‘rtacha 2,1 % mis va 0,3 % kobaltdan iborat bo‘lgan 176,8 mln tonnalik ruda zaxirasi mavjud [26]. Tenke-Fungurume o‘zining oksidlangan mis-kobalt rudalari va ularni qayta ishlash bo‘yicha dunyodagi eng ilg‘or gidrometallurgiya majmuasiga ega ekanligi bilan mashhur. Bu konning ustki qatlami (oksidlanish zonasi) yer yuzasidan boshlab o‘rtacha 50 metrdan 100 metrgacha, ba’zi joylarda esa undan ham chuqurroqqa cho‘zilgan. Boshqa korxonalardan farqli ravishda bu yerda oksidlangan mis rudasi uyumda emas balki, chanlarda tanlab eritiladi. Karyerdan qazib olingan yuqori navli ruda yanchilib aralashtirgichli chanlarga yuklanadi, ustidan sulfat kislota va muhitni sozlash uchun SO_2 gazi purkaladi. Erituvchi bilan yaxshi kontakt bo‘lganligi uchun misning ajralishi 90-95% ga yetadi. Ruda tarkibida oltin va kumush kabi qimmatbaho metallar sanoat miqyosida ajratib olishga arziydigan konsentratsiyada (yoki umuman) mavjud emas. Shu sababli ajratib olinmaydi [27].

El Teniente koni – eng yirik yer osti (underground) mis konlaridan biri bo‘lib, Chili And tog‘larida joylashgan. Yillik ishlab chiqarish hajmi 400-500 ming tonna mis. Dunyoning eng chuqur yer osti konlaridan biri bo‘lib kon ichida 3000 km dan ortiq tunnel tizimi mavjud. Qazib olingan ruda flotatsiya usulida qayta ishlanadi va eritish zavodlariga yuboriladi [28]. El Teniente va Qalmoqir koni rudalari genetik jihatdan bir-biriga juda yaqin, mis-porfir turiga kiradi. El Tenienteda asosiy e’tibor mis va molibdenga qaratiladi, chunki ruda tarkibida oltin va kumush miqdori nisbatan pastroq.

Kobre Panama – eng yirik zamonaviy ochiq usulda ishlaydigan mis konlaridan biri bo‘lib, Panama davlatining Kolon provinsiyasida joylashgan. Asosiy mahsulotlari – mis, oltin, kumush va molibden. Yillik ishlab chiqarish hajmi 300 ming tonna mis, tasdiqlangan ruda zaxirasi 3,1 mlrd tonna. Kon maydoni 13,6 ming gektardan ortiq hududni egallagan bo‘lib, u Botija, Colina, Valle Grande, Balboa va Medio kabi bir nechta yirik ruda tanalaridan iborat [29]. 2023-yil noyabrda ekologik muammolar tufayli konda qazib olish ishlari tugatilgan. Hozirda konni to‘liq yopish yoki qat’iy ekologik talablar ostida qayta ochish masalasi ko‘rilmoqda [30]. Konning yer yuzasiga yaqin gorizontlarda va ruda tanalarining eng ustki qismida 10–30 metr qalinlikda oksidlangan va aralash ruda qatlami hosil bo‘lgan. Lekin oksidlangan va aralash rudalarni qayta ishlash uchun alohida gidrometallurgik tizim mavjud emas. Karyerdan qazib olingan oksidlangan

ISSN 3030-3907

va aralash ruda asosiy sulfidli rudaga juda kam miqdorda, 3-5 % dan oshmagan nisbatda aralshtirilib boyitish fabrikasiga yuborilgan. Kobre Panama majmuasida ruda juda yuqori texnologiyali va ulkan quvvatga ega an'anaviy sulfidli flotatsiya sxemasi bo'yicha qayta ishlangan. Olingan flotakonsentrat quritilib portga yuborilib, Xitoy, Yaponiya, Yevropa davlatlariga eksport qilingan.

Las Bambas koni - Perudagi dunyoning eng yirik mis konlaridan biri bo'lib, ochiq usulda qazib olinadi. Kon Peru janubidagi Apurimak hududida, dengiz sathidan taxminan 3800–4600 m balandlikda joylashgan. Kon 2016-yilda ishga tushirilgan. Asosiy mahsuloti mis, qo'shimcha ravishda molibden, oltin va kumush metallari ham olinadi. 2 mlrd tonnadan ortiq ruda zaxirasiga ega, rudada misning o'rtacha konsentratsiyasi 0,71 % [31]. Kon rudasining asosiy qismi ohaktoshlar va boy skarn jinslariga to'g'ri keladi. Kon asosiy 3 ta uchastkadan – Ferrobamba, Chalkobamba, Sulfobamba karyerlaridan iborat. Yillik mis ishlab chiqarish hajmi 300-400 ming tonna [32]. Las Bambas konida oksidlangan mis rudalari mavjud va ularning ma'lum bir qismi qayta ishlangan. Las Bambasni loyihalashda konda alohida gidrometallurgiya zavodi qurilmasligiga qaror qilingan. Buning o'rniga oksidlangan rudalarni mavjud yirik boyitish fabrikasida qayta ishlash texnologiyasi joriy etilgan. Karyerning ustki qatlamlari qazilganda, toza oksidlangan rudalar alohida emas, balki asosiy sulfidli rudalarga juda kam miqdorda (5% dan oshmagan proporsiyada) aralashtirilib, boyitish fabrikasining SAG tegirmonlariga uzatilgan. Flotatsiyada ularni ajratib olish uchun pulpa ichiga maxsus modifikator — natriy gidrosulfidi qo'shilgan. Tarkibida oksidlanish darajasi juda yuqori bo'lgan (sulfidizatsiya usuli bilan ham flotatsiyada ajratib olish qiyin bo'lgan) ruda massalari esa fabrikaga berilmagan. Ular karyerdan qazib olingach, alohida oksidlangan ruda omborlariga vaqtincha saqlash uchun to'plangan. Las Bambas konida oksidlangan ruda muammosi flotatsiya siklining o'zida, ya'ni natriy gidrosulfid reagentini dozalash orqali qisman hal qilingan. Ammo Qalmoqir sharoitida ushbu usulni qo'llash qiyin. Chunki, Qalmoqirdagi oksidlangan va balansdan tashqari rudalar hajmi Las Bambasdagidan ancha katta, shu bilan birga oltin va kumush miqdori yuqori. Agar ularni Las Bambas kabi oddiygina sulfidlab flotatsiya qilsak, oltinning katta qismi chiqindiga ketib qoladi.

Los Pelambres — Chilidagi eng yirik mis konlaridan biri bo'lib, mamlakatning Kokumbo mintaqasida, Santiago shahridan taxminan 240 km shimolda joylashgan. Kon And tog'lari hududida, dengiz sathidan 3600 m balandlikda joylashgan. 1999-yilda ishga tushirilgan [33]. Ochiq usuldagi (open-pit) porfir mis koni, misga qo'shimcha ravishda molibden, oltin va kumush metallari ham olinadi. Kon rudasi past navli (Cu – 0,5-0,7 %), ammo hajmi juda katta. Mis metalining zaxirasi 25 mln tonnadan ortiq deb baholangan [34]. Qazib olingan ruda birlamchi maydalashdan so'ng SAG va sharli tegirmonlarda

ISSN 3030-3907

yanchiladi, so‘ngra flotatsiya qilinib olingan konsentratlar quvur orqali Los Vilos portiga yuboriladi. U yerdan xalqaro metallurgiya zavodlariga (Xitoy, Yaponiya, Yevropa) eksport qilinadi [35]. Tabiiy jarayonlar oqibatida kon yuzasidagi oksidlangan qatlam yuvilib ketgan, natijada sanoat uchun juda past ko‘rsatkichdagi (<0,05%) oksidlangan ruda qatlami hosil bo‘lgan. Hozirgi kunda bu yerda oksidlangan ruda qayta ishlanmaydi. Karyerdan ruda qazib olish jarayonida duch kelinadigan oz miqdordagi oksidlangan jinslar alohida tosh uyumlariga yoki balansdan tashqari chiqindixonalarga chiqarib tashlanadi.

Polar Division (Norilsk) – yirik kon-metallurgiya majmuasi bo‘lib Rossiyaning Norilsk sanoat zonasidagi bir nechta mis-nikel konlari va qayta ishlash zavodlarini birlashtirgan ishlab chiqarish tizimidir. Taymir yarimoroli hududida joylashgan bo‘lib Talnakskoye, Oktyabrskoye, Norilsk-1 konlarini tarkibiga oladi. Konlarni qazib olish ham ochiq, ham yer osti usulida olib boriladi, biroq asosiy va eng boy zaxiralar chuqur yer osti shaxtalaridan olinadi. Mis, nikel, kobalt, palladiy, platina, oltin, kumush metallari qazib olinadi. Ruda zaxirasi 1,37 mlrd tonna, misning o‘rtacha miqdori 1,18 %, nikel – 0,69 % [36, 37]. Qalmoqir ruda tarkibida asosiy urg‘u mis va oltin metallariga berilsa, Norilskda mis bilan bir qatorda, jahon yuqori texnologiyalar bozori uchun o‘ta muhim hisoblangan nikel va palladiy metallari asosiy iqtisodiy omil hisoblanadi. Shu bois, ulardagi boyitish va metallurgiya jarayonlari Qalmoqir rudasi flotatsiyasidan texnologik jihatdan ancha farq qiladi. Norilskda oksidlangan rudalar asosan “Medvezhiy Ruchey” (aynan ochiq karyer usulida qaziladigan qismi) va Norilsk-1 konining ustki qatlamlarida to‘plangan. Biroq, umumiy sanoat zaxiralari nuqtai nazaridan ularning ulushi juda kam hisoblanadi. Kimyoviy jarayonlar ta’sirida sulfidlar oksidlanib yuvilib ketgan bo‘lsa-da, eng qimmatbaho komponentlar — palladiy va platina minerallari geokimyoviy jihatdan barqaror bo‘lgani uchun shu oksidlangan qatlamlar ichida konsentratsiyalangan holda qolib ketgan. Norilskda oksidlangan rudalarni qayta ishlash juda qiyin muammo hisoblanadi. Chilidagi kabi oddiy sulfat kislotali tanlab eritish usulini bu yerda qo‘llash qiyin, chunki Shimoliy qutb doirasidagi doimiy muzliklar va o‘ta sovuq iqlim sharoiti ochiq osmon ostida kimyoviy eritmalar bilan ishlashga imkon bermaydi. Shu sababli sulfidlab flotatsiyalash usulidan foydalaniladi. Bunda natriy sulfid yoki natriy gidrosulfiddan foydalaniladi. Oksidlangan rudalardan olingan konsentrat an’anaviy sulfidli konsentratlarga qaraganda ko‘proq temir, kremniy va gil aralashmalariga ega bo‘ladi. Shu sababli u alohida emas, balki Nadejda metallurgiya zavodida boy sulfidli konsentratlar bilan ma’lum bir proporsiyada aralashtirilgan (shixtalangan) holda pirometallurgiya pechlariga yuboriladi.

Chukikamata - Chilining shimolidagi Atakama cho‘lida joylashgan eng yirik ochiq usuldagi mis konlaridan biri bo‘lib dengiz sathidan taxminan 2850 metr

ISSN 3030-3907

balandlikda joylashgan. Chukikamata bir asrdan ko‘proq vaqt davomida (1915-yildan boshlab) faqat ochiq usulda qazilgan va u dunyodagi eng yirik ochiq karyer (hajmi bo‘yicha) hisoblanadi: uzunligi: 4.3 km, kengligi: 3 km, chuqurligi: 1100 metrdan ziyod (yer sayyorasidagi eng chuqur inson qo‘li bilan kavlangan chuqurliklardan biri). Avval ochiq usulda faoliyat yuritgan kon hozirda bosqichma-bosqich yer osti qazib olish tizimiga o‘tmoqda [38, 39]. 2019-yil avgust oyida Chukikamata Underground koni ishga tushirildi. Konning umumiy zaxirasi 1,028 mlrd. tonna bo‘lib, misning o‘rtacha miqdori 0,82 %, yillik mis ishlab chiqarish hajmi 2021-yil holatiga ko‘ra 319 ming tonna, kumush 265 tonna dan oshdi [40, 41]. Konda tabiiy geologik jarayonlar va Atakama sahrosining o‘ta quruq iqlimi natijasida birlamchi sulfidlar kuchli oksidlanishga uchragan va o‘ta boy oksidlangan qatlam hosil bo‘lgan. Oksidlanish zonasi yer yuzasidan boshlab 200–350 metr chuqurlikkacha yetgan. Qalmoqir konidan farqli olaroq, Chukikamataning oksidlangan rudalarida malaxit va azuritdan tashqari, antlerit, broshantit va atakamit kabi o‘ziga xos mis-sulfat va mis-xlorid minerallari ustunlik qilgan. Bu minerallarning boshqa mineral tiplaridan ustunligi shundaki, ular sulfat kislotada juda oson va tez eriydi. Kon 100 yildan ortiq vaqt davomida ochiq karyer usulida qazib olingani sababli, ustki qatlamdagi barcha oksidlangan rudalar qazib olingan va SX-EW (uyumda tanlab eritish) zavodlarida qayta ishlab bo‘lingan. Chukikamatada oksidlangan rudadan faqat mis ajratib olingan, chunki unda oltin deyarli bo‘lmagan. Karyer hozirda 1100 metrdan chuqurlashib ketgan va boy sulfidli rudalar qatlamiga o‘tgan. Yuqorida aytib o‘tilganidek, kon hozir butunlay yer osti usuliga o‘tib, faqat birlamchi sulfidli rudalar flotatsiya qilinadi.

Oyu Tolgoi koni dunyodagi eng yirik mis va oltin konlaridan biri bo‘lib, Mongoliyaning janubidagi Gobi cho‘lida joylashgan. 2013-yilda ochiq usulda ishga tushirilgan kon 2023-yildan boshlab yer osti usuliga o‘tgan [42]. Asosiy metallari mis, oltin va kumush. Misning taxminiy zaxirasi 35 mln tonnadan ortiq deb baholangan. Ruda asosan sulfidli holatda bo‘lib flotatsiya usulida qayta ishlanadi, olingan konsentrat asosan Xitoydagi eritish zavodlariga yuboriladi [43]. Oyu Tolgoi koni Qalmoqir konining eng mukammal egizak modeli bo‘la oladi. Chunki boshqa porfir konlarida mis-molibden metallari ustunlik qilsa bu konda mis-oltin metallari asosiy hisoblanadi. Oyu Tolgoi konida ham oksidlangan rudalar mavjud, biroq ularning hajmi va konda joylashishi Chukikamata yoki Qalmoqir konidagiga qaraganda ancha cheklangan. Konning yer yuzasiga eng yaqin qismi “Oyut” zonasi bo‘lib, aynan shu yerda qalinligi 20 metrdan 60 metrgacha bo‘lgan oksidlangan va o‘ta gilli ustki qatlam (clay-rich oxidized zone) mavjud bo‘lgan. Lekin ularni qayta ishlashda kislotali uyumda tanlab eritish usuli qo‘llanilmagan, bunga Gobi sahrosining keskin iqlimi (qishda -40 °C gacha sovuq) va rudada kislotani ko‘p yutadigan gilli minerallarning yuqoriligi to‘sqinlik qildi. Buning

ISSN 3030-3907

o‘rniga ular ma’lum bir proporsiyada (odatda umumiy boyitish shixtasining 5–10% qismidan oshmagan holda) asosiy birlamchi sulfidli rudalarga qo‘shib yuboriladi. Hatto oz miqdorda qo‘shilganda ham, oksidlangan gilli moddalar flotatsiya pulpasining qovushqoqligini oshirib yuboradi, havo pufakchalarini qoplaydi va sulfidlar (mis va oltin) ko‘pikka chiqishini qiyinlashtiradi. Buni bartaraf etish uchun boyitish fabrikasida gillarni cho‘ktiruvchi maxsus reagentlar (depressant/dispersant) va pulpa suyultirgichlar ishlatiladi.

Quallaveko koni Peruning janubidagi Moquegua hududida joylashgan yirik porfirli mis koni. Dunyodagi eng zamonaviy, to‘liq raqamlashtirilgan va yuqori texnologiyali ultra-yirik porfir mis-molibden konlaridan biridir. Kon dengiz sathidan taxminan 3500 metr balandlikda, And tog‘lari hududida joylashgan. Kon xalqaro tog‘-kon giganti Anglo American va Yaponiyaning Mitsubishi Corporation hamkorligidagi “Anglo American Quellaveco” kompaniyasi tomonidan boshqariladi. Kon 2022-yilning ikkinchi yarmida rasman ishga tushirildi va konchilikda “Kelajak koni” (FutureSmart Mining) konsepsiyasining jonli namunasidir. Konda ishlaydigan ulkan Cat 794 AC og‘ir yuk tashish samosvallari va burg‘ilash qurilmalari mutlaqo haydovchisiz, sun’iy intellekt va GPS nazorati ostida avtonom boshqariladi. Kon, boyitish fabrikasi va gidrotexnik inshootlarning butun tizimi kondan bir necha yuz kilometr uzoqlikdagi yagona integratsiyalashgan raqamli markazdan turib boshqariladi. Asosiy metal mis, qo‘shimcha ravishda molibden ham olinadi. 2022-yilda ishga tushirilgan, ochiq usulda ishlaydi. Ruda tarkibida misning o‘rtacha miqdori 0,5-0,6 %, yillik mis ishlab chiqarish hajmi 300 ming tonnadan ortiq [44]. Asosiy qayta ishlash usuli – flotatsiya, yanchishda SAG va sharli tegirmonlardan foydalaniladi. Ruda tanasining eng ustki qismida, yer yuzasidan taxminan 40-60 metr chuqurlikkacha bo‘lgan qatlamda birlamchi rudalarning nurashi natijasida oksidlangan ruda zonasi hosil bo‘lgan. Unda asosan malaxit, azurit va xrizokolla minerallari uchraydi. Karyerni ochish (ustki bo‘sh jinslarni olish) jarayonida chiqqan oz miqdordagi sof oksidlangan va juda kambag‘al jinslar alohida chiqindixonalarga tashlanadi, qayta ishlanmaydi. Asosiy boyitish fabrikasi esa faqat sulfidli rudalarni flotatsiya qilishga mo‘ljallangan.

Spens koni Chili shimolidagi Atakama cho‘lida dengiz sathidan 1700 metr balandlikda joylashgan yirik mis konidir. Kon 2006-yilda ishga tushirilgan. Ruda tarkibida mis oksidlangan va sulfid holatda. Yillik ishlab chiqarish hajmi mis uchun 200 ming tonnadan ortiq. Rudaning tasdiqlangan zaxirasi oksidlangan ruda uchun 74,8 mln tonna, mis o‘rtacha 1,24 %, sulfidli ruda 238,3 mln tonna, mis o‘rtacha 1,08 % [45]. Spens koni oksidlangan mis rudalarini juda yirik miqyosda va muvaffaqiyatli qayta ishlayotgan zamonaviy markaz hisoblanadi. Oksidlangan qatlamda asosan atakamit, broshantit va xrizokolla minerallari ustunlik qiladi. Bu rudalar quyidagicha qayta ishlanadi: Uyumda tanlab eritish (Heap Leaching), ruda

ISSN 3030-3907

maydalanib, ulkan uyumlarga uyiladi va sulfat kislota bilan tanlab eritiladi. Atakamit va broshantit mis-sulfat yoki mis-xlorid tabiati tufayli kislotada o‘ta yuqori kinetika bilan eriydi. SX-EW (Ekstraktsiya va Elektroliz), eritma organik reagentlar bilan boyitilib, elektroliz sexiga yo‘naltiriladi va to‘g‘ridan-to‘g‘ri 99,99% li sof katod misi olinadi [46]. Spens oksidlangan rudasidan oltin ajratib olinmaydi, chunki ruda tarkibida oltin sanoat darajasida juda kam hisoblanadi. Sulfidli rudalar an’anaviy flotatsiya usulida qayta ishlanadi.

Bingham Kanyon – AQSh ning Yuta shtati Salt Lake City yaqinida joylashgan ochiq usuldagi mis koni. 1906-yilda ishga tushgan. Tasdiqlangan ruda zaxirasi 541 mln tonna bo‘lib, tarkibida 2,11 mln tonna mis, 0,089 mln tonna molibden, oltin va kumush metallari mavjud. Ruda tarkibida misning o‘rtacha miqdori 0,47 %, molibden 0,044 %, oltin 0,25 g/t, kumush 2,08g/t ni tashkil etadi. Yillik ishlab chiqarish hajmi 186 ming tonnadan ortiq [47]. Ruda tarkibi sulfidli bo‘lganligi sababli qayta ishlashda flotatsiya qo‘llaniladi. Rudani yanchishda SAG va sharli tegirmonlardan foydalaniladi. Mis konsentrati eritish zavodiga 27 km masofada quvur orqali uzatiladi [48]. Bingem va Qalmoqir konlarining genetik o‘xshashligi shundaki, ular o‘ziga xos mis-oltin-molibden formatsiyasiga mansub. Tog‘-kon geologiyasida porfirli konlar odatda ikki asosiy turga ajratiladi: faqat mis-molibdenli (Chili tipi) va mis-oltinli (Tinch okeani orollari tipi). Bingem ham, Qalmoqir ham ushbu tasniflardan ajralib turib, har uchala metall kontsentratsiyasi ham sanoat miqyosida o‘ta yuqori bo‘lgan noyob polimetallik guruhni tashkil etadi.

Kamoto Mine – Kongo Demokratik Respublikasida joylashgan mis va kobalt konlaridan biri bo‘lib, Katanga mis kamarida joylashgan. Ochiq va yer osti usulida qazib olinadi. Ruda turi oksidlangan va sulfidli. Asosiy metallar mis va kobalt [49]. Kamoto ham o‘zining geologik tabiati bo‘yicha ikki qavatli (gibrid) ruda formatsiyasiga ega: konning yuqori gorizontlari to‘liq oksidlangan rudalardan iborat bo‘lsa, chuqurlashgan sari ular aralash va sof sulfidli rudalarga aylanib boradi. Kamotodan qazib olingan barcha oksidlangan va aralash mis-kobalt rudalari kon yaqinidagi mashhur Luilu metallurgiya zavodida qayta ishlanadi. Bu zavod gidrometallurgiya yo‘nalishida dunyodagi eng yirik va yetakchi korxonalardan biridir. Avval oksidlangan ruda maydalanib, yanchilib ulkan gidravlik pachuklarda sulfat kislota va SO_2 bilan tanlab eritiladi. Eritmadan dastlab mis organik moddalar bilan ajratib olinadi va elektroliz sexida 99,99% li katod misi ko‘rinishida cho‘ktiriladi. Misdan tozalangan eritma keyingi sexda murakkab kimyoviy cho‘ktirish va elektroliz orqali sof metal kobalt yoki uning tuzlari ishlab chiqariladi.

Xalqaro miqyosdagi ushbu tajribalar (ayniqsa, yirik konlarda qo‘llaniladigan texnologiyalar) Qalmoqir koni chiqindixonalaridagi oksidlangan ruda massasini qayta ishlash istiqbollarini baholashda muhim poydevor bo‘lib xizmat qiladi.

ISSN 3030-3907

Quyida texnologik yechimlarni ilmiy asoslash maqsadida o‘rganilgan, Qalmoqir koni oksidlangan mis rudasi namunasining mineralogik tarkibi keltirilgan (1-jadval).

1-jadval

Qalmoqir koni oksidlangan mis rudasining mineralogik tarkibi

Minerallar	SiO_2	A_2O_3	Fe_{jami}	Fe_{oksid}	Fe_{sulfid}	K_2O	Na_2O	MgO	MnO	P_2O_5
Miqdori, %	61,88	13,19	6,82	6,37	0,45	4,7	0,91	1,99	0,04	0,26
Minerallar	S_{jami}	SO_4	Pb	CaO	Zn	Ag, g/t	Au, g/t	Cu_{oksid}		Cu_{sulfid}
								erkin	Bog‘lang.	
Miqdori, %	0,20	<0,25	0,0067	0,76	0,017	1,83	1,54	0,43	0,22	0,05

XULOSA. Yuqoridagi mineralogik tarkibga asoslangan holda jahonning yirik mis konlari tajribasini qiyosiy tahlil qilish natijasida quyidagi xulosalar shakllantirildi:

• An’anaviy gidrometallurgiyaning cheklanganligi (Chili modeli): Kollahusi, Kerro Verde, Spens va Chuquikamata konlarida qo‘llaniladigan an’anaviy kislotali uyumda tanlab eritish (Heap Leaching) va SX-EW texnologiyasi Qalmoqir uchun yakka o‘zi mos kelmaydi. Ushbu konlarning oksid qatlamida oltin bo‘lmaganligi sababli barcha jarayonlar faqat misni ajratishga qaratilgan. Agar Qalmoqirda ushbu sxema to‘g‘ridan-to‘g‘ri qo‘llanilsa, ruda tarkibidagi qimmatbaho metallar (Au, Ag) chiqindiga ketib, butunlay yo‘qotiladi;

• To‘g‘ridan-to‘g‘ri aralashtirib flotatsiya qilishning salbiy oqibati (Mongoliya va Peru modeli): Oyu Tolgoi, Kobre Panama yoki Las Bambas konlari kabi oksidlangan gilli rudalarni asosiy sulfidli rudaga oz miqdorda (3–10%) qo‘shib flotatsiya qilish boyitish fabrikasidagi (MOF-1, MOF-2) umumiy ko‘rsatkichlarni tushirib yuboradi. Gilli minerallar pulpa qovushqoqligini oshirib mis hamda oltinning ko‘pikka chiqishini qiyinlashtiradi;

• Kombinatsiyalashgan yechim: Qalmoqir texnogen resurslaridan barcha metallarni kompleks ajratib olishning eng iqtisodiy va texnik asoslangan varianti ikki bosqichli sxema hisoblanadi:

a. Gidrometallurgiya: uyumda tanlab eritish yordamida kislotada eriydigan mis minerallarini eritmaga o‘tkazish, so‘ngra eritmadan misni ajratib olish;

b. Flotatsiya: tanlab eritishdan so‘ng qattiq qoldiqda (kekda) qolgan, yuzasi ochilgan sulfidli minerallar hamda ularning kristall panjaralarida mayda dispers

ISSN 3030-3907

holatda joylashgan oltin va kumushni flotatsiya qilish orqali konsentratga o‘tkazish, keyinchalik eritish zavodida metallarni ajratib olish.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. International Copper Study Group. (2025). The world copper factbook 2025 (pp. 6–7).
2. Assessment of Undiscovered Copper Resources of the World, 2015. Scientific Investigations Report 2018–5160 Version 1.2, December 2021
3. https://www.usgs.gov/media/images/blister-copper-sample
4. Холикулов Д.Б., Болтаев О.Н., Хайдаралиев Х.Р. Mis ishlab chiqarish texnologik eritmalaridan metallarni cho‘ktiruvchi reagentlar yordamida ajratish // International Journal of Advanced Technology and Natural Sciences. – 2020. – Т. 1, №2. – С. 36–45.
5. Kholikulov D., Khojiev Sh., Khaydaraliev Kh., Boltayev O., Khujayev T., Abdiev O., Yusupov A. Application of ozone for the treatment of process solutions and wastewater in copper production // International Journal of Mechatronics and Applied Mechanics. – 2025. – Т. 1. – № 19. – P. 193-197.
6. Elchiyeva, Mohinur & Holiqulov, Donyor & Boltayev, Olmos & Niyazmetov, Baxtiyor. (2025). OKSIDLANGAN MIS RUDASI TARKIBIDAGI MINERALLARNING QAYTA ISHLASH TEXNOLOGIYASINI TANLASHDAGI AHAMIYATITHE IMPORTANCE OF THE MINERAL COMPOSITION OF OXIDIZED COPPER ORE IN THE SELECTION OF PROCESSING TECHNOLOGYЗНАЧЕНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА ОКИСЛЕННОЙ МЕДНОЙ РУДЫ ПРИ ВЫБОРЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ. Sanoatda raqamli texnologiyalar. 3. 10.70769/3030-3214.SRT.3.3.2025.11.
7. Тошкодирова Р.Э., Кенжаева С.А., Учкунов А.Т. Оптимизация параметров процесса экстракции при извлечении ионов тяжёлых металлов из растворов после биоокисления // International Journal of Scientific Bulletin. – 2026. – Т. 3. – № 1. – С. 24–29.
8. Кенжаева С. А., Тошкодирова Р. Э. Исследование переработки растворов, образующихся при биологическом окислении упорных золотосодержащих руд // *Development of Science*. – 2025. – Т. 2. – № 6. – URL: https://devos.uz/files/999.pdf
9. https://dmgeode.com/DepositPortal.aspx?DepositID=2276&utm_source=chatgpt.com
10. Parameters influencing the microbial oxidation activity in the industrial bioleaching heap at Escondida mine, Chile / Pamela E. Soto, Pedro A. Galleguillos, Marco A. Serón, Víctor J. Zepeda, Cecilia

S. Demergasso , Carlos Pinilla / Hydrometallurgy Volume 133, February 2013, Pages 51-57. https://doi.org/10.1016/j.hydromet.2012.11.011
11. Suazo, Cesia & Kracht, Willy & Alruiz, O.. (2010). Geometallurgical modelling of the Collahuasi flotation circuit. Minerals Engineering. 23. 10.1016/j.mineng.2009.11.005.
12. Alruiz, O.M. & Morrell, Stephen & Suazo, Cesia & Naranjo, A.. (2009). A novel approach to the geometallurgical modelling of the Collahuasi grinding circuit. Minerals Engineering. 22. 1060-1067. 10.1016/j.mineng.2009.03.017.
13. Sevirajati, Renanda & Rosana, Mega & Patonah, Aton & Al Furqan, Reza. (2017). Porphyry Mineralization in the Grasberg Block Cave (GBC), Ertsberg District, Papua, Indonesia
14. Kawasaki Kanehiko, Yonezu Kotaro, Al Furqan Reza, Bensaman Benny, Rosana Mega. Japan Geoscience Union Meeting (2019). Characteristics of Porphyry Copper-Gold Mineralization in the Grasberg Mine, Indonesia.
15. Twite, Franck & Broughton, David & Nex, Paul & Kinnaird, Judith & Gilchrist, George & Edwards, David. (2018). Lithostratigraphic and structural controls on sulphide mineralisation at the Kamoa copper deposit, Democratic Republic of Congo. Journal of African Earth Sciences. 151. 13. 10.1016/j.jafrearsci.2018.12.016.
16. Amos, S. & Nkuna, V. & Matsetela, B.. (2018). The giant Kamoa-Kakula project in the Democratic Republic of Congo. Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy. 118. 1121-1129. 10.17159/2411-9717/2018/v118n11a1.
17. Green, C. & Robertson, J. & Marsden, John. (2018). Pressure leaching of copper concentrates at Morenci, Arizona – 10 years of experience. Minerals & Metallurgical Processing. 35. 109-116. 10.19150/mmp.8459.
18. Cole, J. & Wilmot, J.. (2009). Morenci concentrate leach plant first year review. SME Annual Meeting and Exhibit and CMA's 111th National Western Mining Conference 2009. 1. 229-234.
19. Stegen, Ralph & Barton, Mark & Waegli, Jerome. (2018). Cerro Verde-Santa Rosa Copper-Molybdenum Deposits, Peru: Magmatic, Hydrothermal, and Supergene Characteristics of Two Adjacent Porphyry Systems. 10.5382/SP.21.13.
20. Vanderbeek, Jim & Gunson, Aaron. (2015). Cerro Verde 240,000 T/D Concentrator Expansion.
21. Eduardo, Botero & Osvaldo, Flores & Mario, Flores. (2015). Análisis de estabilidad sísmica del nuevo depósito de jales de la unidad minera Buenavista del Cobre. Cananea, Sonora. 10.3233/978-1-61499-603-3-2545.
22. Rivera-Uria, Yazmín & Sedov, Sergey & Ramos, Daniel & Solleiro-Rebolledo, Elizabeth & Díaz-Ortega, Jaime. (2019). Effects of the interaction between an acid

ISSN 3030-3907

solution and pedogenic carbonates: the case of the Buenavista del Cobre Mine, Mexico. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas. 36. 308-320. 10.22201/cgeo.20072902e.2019.3.1039.
23. Redwood, Stewart. (1999). The Geology of the Antamina Copper-Zinc Skarn Deposit, Peru. The Gangue (GAC Mineral Deposits Division). 1-7.
24. Redwood, Stewart. (2004). Geology and Development History of the Antamina Copper – Zinc Skarn Deposit, Peru. Society of Economic Geologists Special Publication. 11. 259-277.
25. Skierszkan, Elliott & Mayer, K. & Weis, Dominique & Beckie, R.D.. (2016). Molybdenum and zinc stable isotope variation in mining waste rock drainage and waste rock at the Antamina mine, Peru. Science of The Total Environment. 550. 103-113. 10.1016/j.scitotenv.2016.01.053.
26. Benito, R. & Sanner, G. & Cai, W.. (2011). Life-of-mine schedule from multiple pits: Case study for the Tenke Fungurume mining district. Mining Engineering. 63. 39-47.
27. Fay, I. & Barton, Mark. (2011). Alteration and ore distribution in the Proterozoic Mines Series, Tenke-Fungurume Cu–Co district, Democratic Republic of Congo. Mineralium Deposita. 47. 10.1007/s00126-011-0391-2.
28. Villalobos, Felipe & Villalobos, S.A. & Aguilera, Leandro. (2022). Evaluation of rockburst energy capacity for the design of rock support systems for different tunnel geometries at El Teniente copper mine. Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy. 122. 1-11. 10.17159/2411-9717/1249/2022.
29. Baker, Michael & Hollings, Pete & Thompson, Jennifer & Thompson, Jay & Burge, Colin. (2016). Age and geochemistry of host rocks of the Cobre Panama porphyry Cu-Au deposit, central Panama: Implications for the Paleogene evolution of the Panamanian magmatic arc. Lithos. 248. 10.1016/j.lithos.2016.01.014.
30. mining.com/panama-ready-to-unveil-key-audit-on-first-quantum-copper-mine/
31. Acosta, Jorge & Bustamante, Alberto & Cardozo, Miguel & Heo, Chul-Ho & Kim, Eui-Jun. (2013). Copper in Peru: Present Status and Future Challenge. Economic and Environmental Geology. 46. 10.9719/EEG.2013.46.6.561.
32. Hassanpourroudbeneh, Fatemeh & Zangeneh, Pouya. (2026). Sustainability assessment of Las Bambas copper mine: Reviewing disclosures. The Extractive Industries and Society. 25. 101787. 10.1016/j.exis.2025.101787.
33. Sillitoe, Richard. (1973). Geology of the Los Pelambres Porphyry Copper Deposit, Chile. Economic Geology. 68. 1-10. 10.2113/gsecongeo.68.1.1.
34. Reich, Martin & Parada, MiguelA & Palacios, Carlos & Dietrich, Andreas & Schultz, Frank & Lehmann, Bernd. (2003). Adakite-like signature of Late Miocene intrusions at the Los Pelambres giant porphyry copper deposit in the Andes of

ISSN 3030-3907

central Chile: Metallogenic implications. Mineralium Deposita. 38. 876-885. 10.1007/s00126-003-0369-9.
35. Schmid, M. & Tappeiner, S.. (2014). In-pit crushing and conveying (IPCC) - Projects in chilean copper-mining operations as exemplified by the Los Pelambres opencast mine. 66. 310-315.
36. Galaov, R. & Pelipenko, E. & Kolechko, S.. (2015). Mineral and raw materials base of the Polar Division of Norilsk Nickel: history and prospects. Gornyi Zhurnal. 2015. 7-11. 10.17580/gzh.2015.06.01.
37. Khairulin, Sergei & Yashnik, S.A. & Salnikov, Anton & Ismagilov, Zinfer. (2021). Pilot tests of low-temperature catalytic reduction of sulfur dioxide in realistic conditions of sulfur recovery unit at copper plant of Polar Division of PSC "Norilsk Nickel". Journal of Physics: Conference Series. 1749. 012028. 10.1088/1742-6596/1749/1/012028.
38. Gomes, Alexandre & Reyes, Gustavo & Ulloa, Juan. (2013). Design aspects of the permanent underground infrastructure for the Chuquicamata mine in Chile / Planung der dauerhaften untertägigen Infrastruktur des Bergwerks Chuquicamata in Chile. Geomechanics and Tunnelling. 6. 10.1002/geot.201300025.
39. Flores-Gonzalez, German & Catalan, Alex. (2018). A transition from a large open pit into a novel "macroblock variant" block caving geometry at Chuquicamata mine, Codelco Chile. Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering. 11. 10.1016/j.jrmge.2018.08.010.
40. Krige, D & Dunn, Mr. (1995). Some practical aspects of ore reserve estimation at Chuquicamata copper mine, Chile. Applications of computers and operations research in the minerals industries. Conference, Brisbane, 1995.
41. https://www.codelco.com/nosotros
42. Fowke, Samantha & Groeneveld, Ben. (2018). Overview of mine scheduling for Oyu Tolgoi Underground Project. 10.36487/ACG_rep/1815_29_Fowke.
43. Sketchley, Dale & Geo, P & Charles, N & Forster, P & Geo,. QA-QC at Oyu Tolgoi Cu-Au Project South Gobi, Mongolia -Ivanhoe Mines Mongolia Inc. Meeting and Exceeding Technical Disclosure Requirements.
44. www.angloamerican.com
45. Xie, Xuejing & Lu, Yinxiu & Yao, Wensheng & Bai, Jinfeng. (2011). Further study on deep penetrating geochemistry over the Spence porphyry copper deposit, Chile. Coordination Chemistry Reviews - COORD CHEM REV. 2. 303-311. 10.1016/j.gsf.2011.05.017.
46. Sun, Tao & Bao, H. & Reich, Martin & Palacios, Carlos. (2007). Multiple Sulfate Isotopic Evidence on the Formation of Oxide Copper Ore at Spence, Atacama Desert, Northern Chile. AGU Fall Meeting Abstracts.

ISSN 3030-3907

47. Lanier, G. & John, E. & Swensen, A. & Reid, J. & Bard, C. & Caddey, S. & Wilson, J.. (1978). General geology of the Bingham Mine, Bingham Canyon, Utah. Economic Geology. 73. 1228-1241. 10.2113/gsecongeo.73.7.1228.
48. Kammerer, Brian. (1988). In-pit crushing and conveying system at Bingham Canyon Mine. International Journal of Surface Mining. Reclamation and Environment. 143-147. 10.1080/09208118808944149.
49. Blake, W. & Hustrulid, William & Mahaut, J.. Design And Full-Scale Testing Of The Mining Geometry In Division II Kamoto Mine.

ISSN 3030-3907