CHODAK OLTIN SARALASH FABRIKASI TEXNOGEN CHIQINDILARIDA OLTIN VA KUMUSHNING GRANULOMETRIK TAQSIMLANISHINI TADQIQ ETISH

Jo'rayev Ulug'bek Buriqulovich
Qarshi davlat texnika universiteti
Email: ulugbekjan5888@gmail.com
Raxmatov Erkin Abdihafizovich
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti NTM
O'quv ishlari prorektori t.f.d., professor.
Email: erkinraxmatov@rambler.ru

Annotatsiya. Ushbu tadqiqot Chodak oltin saralash fabrikasida hosil bo'lgan texnogen chiqindilarning moddiy tarkibi, granulometrik xususiyatlari hamda oltin va kumushning fraksiyalar bo'yicha taqsimlanishini o'rganishga bag'ishlangan. Tadqiqotda chiqindilarning turli chuqurliklaridan olingan namunalar asosida granulometrik va kimyoviy tahlillar amalga oshirildi. Natijalar chiqindilar tarkibida oltin va kumushning ma'lum miqdorda saqlanib qolganini ko'rsatdi. Oltin miqdori 0,60–1,68 g/t, kumush miqdori esa 4,35–28,89 g/t oralig'ida aniqlandi. Mayda fraksiyalarning ustunligi va qimmatbaho metallarning granulometrik taqsimlanishi ularni qayta ishlash jarayonining texnologik samaradorligiga bevosita ta'sir qilishi aniqlandi. Tadqiqot natijalari Chodak texnogen chiqindilarini ikkilamchi mineral xomashyo sifatida qayta ishlash imkoniyatlarini asoslaydi.

Kalit so'zlar: Chodak, texnogen chiqindilar, oltin, kumush, granulometriya.

KIRISH

Konchilik va mineral xomashyoni qayta ishlash jarayonlarida hosil bo'ladigan texnogen chiqindilar tarkibida ma'lum miqdorda qimmatli komponentlarning saqlanib qolishi ularni ikkilamchi mineral xomashyo sifatida o'rganish zaruratini yuzaga keltirmoqda. Ayniqsa, oltin rudalarini qayta ishlashdan hosil bo'ladigan chiqindilar tarkibida texnologik jarayonlarda to'liq ajratib olinmagan oltin va kumushning mavjudligi ularni qayta ishlashning ilmiy va amaliy ahamiyatini oshiradi. Bunday materiallardan samarali foydalanish uchun ularning kimyoviy tarkibi, granulometrik xususiyatlari hamda qimmatli komponentlarning mineralogik bog'lanish shakllarini aniqlash muhim hisoblanadi. Chodak koniga tegishli oltin rudalarini qayta ishlash jarayonida ruda dastlab uch bosqichda maydalanib, keyinchalik tegirmonda materialning taxminan 80 foizi 0,074 mm gacha yetkaziladi va sianlash jarayonida qayta ishlanadi. Mazkur jarayondan keyin eritmaga o'tmay qolgan oltin va kumush saqlovchi qattiq qoldiqlar maxsus chiqindi maydonlarida to'planib borgan.

Chodak oltin boyitish fabrikasi chiqindilarining dastlabki tadqiqotlari ularning tarkibida qimmatli komponentlar notekis taqsimlanganligini ko'rsatadi. Turli chuqurliklardan olingan namunalar bo'yicha oltin miqdori 0,60–1,68 g/t, kumush miqdori esa 4,35–28,89 g/t oralig'ida o'zgargan. Jumladan, 4a namunada oltin miqdori 1,68 g/t, kumush miqdori esa 28,89 g/t ni tashkil etgan. Bu holat chiqindi massasining turli qatlamlarida qimmatli komponentlarning taqsimlanishi bir xil emasligini ko'rsatadi.

Oltinning chiqindi tarkibidagi mavjudlik shakli ham uning keyingi qayta ishlash texnologiyasini tanlashda muhim omil hisoblanadi. Tadqiqot ma'lumotlariga ko'ra, oltinning 60,6 foizi erkin va birlashgan holatda, 25,64 foizi esa tog' jinsini tashkil etuvchi minerallar va sulfidlar bilan o'sishgan holda uchraydi. Bundan tashqari, oltinning bir qismi sulfid minerallaridagi mikroskopik qo'shilmalar hamda nometall massa tarkibidagi mayda tarqalgan zarrachalar shaklida mavjud. Bunday mineralogik

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

xilma-xillik qimmatli komponentlarni ajratib olishda faqat bitta texnologik usuldan foydalanishning samaradorligini cheklashi va materialning xususiyatlariga mos keluvchi kompleks yondashuvni talab qilishi mumkin.

Chiqindilarning granulometrik tarkibini o‘rganish ham ularning texnologik xususiyatlarini baholashda muhim ahamiyatga ega. Tadqiqotda chiqindixonaning yuqori, o‘rta va quyi qatlamlaridan namunalar olinib, maydalangan va maydalanmagan materiallarning granulometrik tarkibi tahlil qilingan. Maydalangan yuqori qatlamda −0,071 mm fraksiya namunalar massasining 85 foizini, o‘rta qatlamda 87 foizini, quyi qatlamda esa 85,3 foizini tashkil qilgan. Shu bilan birga, alohida granulometrik sinflarning kimyoviy tahlili oltin va kumush miqdorlarining zarracha o‘lchamiga qarab o‘zgarishini ko‘rsatgan. Eng yuqori oltin miqdori 1,33 g/t, kumush miqdori esa 13,11 g/t bo‘lib, −1,25+0,16 mm fraksiyada qayd etilgan.

Yuqoridagi holatlar Chodak koniga tegishli texnogen chiqindilarni faqat chiqindi sifatida emas, balki tarkibida qayta ajratib olish imkoniyati mavjud bo‘lgan qimmatli komponentlarni saqlovchi ikkilamchi mineral xomashyo sifatida baholash imkonini beradi. Shu sababli chiqindilarning kimyoviy va granulometrik tarkibini, shuningdek, oltinning mineralogik holatini kompleks o‘rganish ularni qayta ishlashning texnologik asoslarini belgilashda muhim hisoblanadi. Mazkur tadqiqotning asosiy maqsadi Chodak oltin boyitish fabrikasi texnogen chiqindilarining tarkibiy xususiyatlarini tahlil qilish, oltin va kumushning granulometrik fraksiyalar bo‘yicha taqsimlanishini baholash hamda qimmatli komponentlarni qayta ajratib olish uchun texnologik yondashuvlarni asoslashdan iborat.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Tadqiqot obyekti sifatida Chodak oltin boyitish fabrikasi faoliyati natijasida hosil bo‘lgan va chiqindi maydonlarida to‘plangan texnogen chiqindilar tanlab olindi. Tadqiqotning asosiy vazifasi chiqindi tarkibidagi oltin va kumushning taqsimlanish xususiyatlarini, ularning granulometrik fraksiyalar bilan bog‘liqligini hamda oltinning mineralogik mavjudlik shakllarini aniqlashdan iborat bo‘ldi. Namuna olish jarayonida chiqindixonaning turli chuqurlik va qatlamlaridan namunalar olindi. Xususan, 1, 3, 5 va 7 m chuqurliklardan namunalar olinib, ularning tarkibidagi oltin va kumush miqdori kimyoviy tahlil orqali aniqlandi.

Tadqiqotda chiqindi massasi uchta asosiy qatlamga ajratib o‘rganildi: yuqori qatlam – 1–2,5 m, o‘rta qatlam – 4,0–5,5 m va quyi qatlam – 6,0–7,0 m. Har bir qatlamdan olingan namunalar dastlabki va maydalangan holatlarda granulometrik tahlildan o‘tkazildi. Granulometrik tarkibni aniqlashda elaklash usulidan foydalanilib, har bir fraksiyaning massasi va umumiy namunadagi ulushi hisoblandi. Laboratoriya tahlillari uchun 500 g massali namunalar ishlatilgan.

1-jadval. Chodak texnogen chiqindilaridan olingan namunalarni tadqiq qilish sxemasi

Namuna qatlami	Chuqurlik, m	Namuna massasi, g	Tadqiqot turi
Yuqori qatlam	1,0–2,5	500	Granulometrik va kimyoviy tahlil
O‘rta qatlam	4,0–5,5	500	Granulometrik va kimyoviy tahlil
Quyi qatlam	6,0–7,0	500	Granulometrik va kimyoviy tahlil

Namunalarning granulometrik tarkibi aniqlangandan so‘ng alohida fraksiyalar qimmatli komponentlarning miqdorini aniqlash uchun kimyoviy tahlilga yuborildi. Tadqiqotda oltin (Au),

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

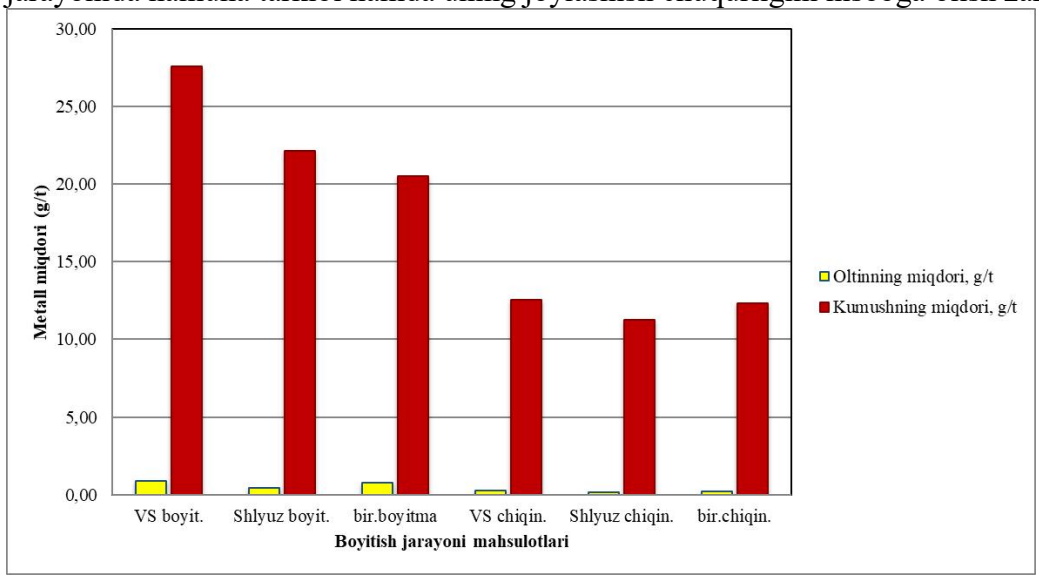
kumush (Ag), palladiy (Pd) va platina (Pt) miqdorlari aniqlandi. Olingan natijalar fraksiyalar tarkibi va ulardagi qimmatli komponentlar konsentratsiyasi o'rtasidagi bog'liqlikni baholash imkonini berdi.

Granulometrik tahlil natijalarini baholashda har bir fraksiyaning massa ulushi hamda undagi Au va Ag miqdori o'zaro taqqoslandi. Maydalangan yuqori qatlamda −0,071 mm dan kichik fraksiya 85 %, o'rta qatlamda 87 %, quyi qatlamda esa 85,3 % ni tashkil etgani aniqlandi. Shuningdek, granulometrik fraksiyalar bo'yicha kimyoviy tahlil natijalari oltin miqdori 0,25–1,33 g/t, kumush miqdori esa 2,73–13,11 g/t oralig'ida o'zgarishini ko'rsatdi.

Tadqiqot metodologiyasining yakuniy bosqichida kimyoviy va granulometrik tahlil natijalari oltinning mineralogik mavjudlik shakllari bilan birgalikda baholandi. Bunda oltinning erkin va birlashgan holati, tog' jinsini hosil qiluvchi minerallar va sulfidlar bilan bog'langanligi, shuningdek, pirit tarkibidagi mikroskopik qo'shilmalar hamda nometall massa tarkibidagi mayda tarqalgan zarrachalar ko'rinishida uchrashi hisobga olindi. Shu asosda Chodak texnogen chiqindilarining qimmatli komponentlarni qayta ajratib olish uchun texnologik yaroqliligi baholandi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Tadqiqot natijalari Chodak oltin boyitish fabrikasi texnogen chiqindilarining tarkibi va xossalari qatlamlar bo'yicha bir xil emasligini ko'rsatdi. Turli chuqurliklardan olingan namunalar tarkibida oltin miqdori 0,60–1,68 g/t, kumush miqdori esa 4,35–28,89 g/t oralig'ida o'zgarishi aniqlandi. Eng yuqori oltin miqdori 4a namunada 1,68 g/t, kumush miqdori esa 28,89 g/t bo'lgan. Mazkur natijalar chiqindi massasida qimmatli komponentlarning notekis taqsimlanganligini ko'rsatadi va texnologik qayta ishlash jarayonida namuna tarkibi hamda uning joylashish chuqurligini hisobga olish zarurligini asoslaydi.



1-rasm. Boyitish jarayoni mahsulotlarida oltin va kumush miqdorining taqsimlanishi

Oltinning mineralogik holatini tahlil qilish natijasida uning turli shakllarda mavjudligi aniqlandi. Oltinning 60,6 % qismi erkin va birlashgan holatda, 25,64 % qismi tog' jinslarini hosil qiluvchi minerallar va sulfidlar bilan o'sishgan holda, 5,13 % qismi sulfidlar bilan bog'langan va 5,1 % qismi chiqindi komponentlari bilan birikkan holatda uchrashi qayd etilgan. Shuningdek, oltinning pirit tarkibidagi mikroskopik qo'shilmalar va nometall massa tarkibidagi mayda tarqalgan zarrachalar shaklida mavjudligi aniqlangan. Bu holat oltinni ajratib olish jarayonida uning faqat kimyoviy miqdorini emas, balki mineralogik bog'lanish shaklini ham hisobga olish zarurligini ko'rsatadi.

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

Granulometrik tadqiqotlar chiqindilar tarkibida mayda zarrachalar ulushi yuqori ekanligini ko‘rsatdi. Maydalangan yuqori qatlamda −0,071 mm fraksiya namunalar massasining 85 %, o‘rta qatlamda 87 %, quyi qatlamda esa 85,3 % ini tashkil qilgan. Bunday granulometrik tarkib chiqindilarning fizik xususiyatlari sezilarli darajada mayda dispers materialdan iborat ekanligini ko‘rsatadi. Shu sababli qimmatli komponentlarni ajratish jarayonida zarracha o‘lchamining texnologik jarayonga ta’sirini hisobga olish muhimdir.

Alohida granulometrik fraksiyalarning kimyoviy tahlili oltin va kumush miqdorining zarracha o‘lchamiga qarab o‘zgarishini ko‘rsatdi. Tadqiq qilingan fraksiyalarda oltin miqdori 0,25–1,33 g/t, kumush miqdori esa 2,73–13,11 g/t oralig‘ida bo‘lgan. Eng yuqori oltin va kumush konsentratsiyasi −1,25+0,16 mm fraksiyada qayd etilib, mos ravishda 1,33 g/t Au va 13,11 g/t Ag ni tashkil qilgan. Boshqa fraksiyalarda ham oltin va kumushning mavjudligi qimmatli komponentlarning faqat bitta granulometrik sinfda emas, balki keng zarracha o‘lchamlari oralig‘ida taqsimlanganligini ko‘rsatadi.

2-jadval. Chodak texnogen chiqindilarining granulometrik fraksiyalari bo‘yicha oltin va kumush miqdori

Granulometrik fraksiya, mm	Fraksiya tarkibi, %	Au, g/t	Ag, g/t
+20	3,70	0,31	2,73
−20+10	3,86	0,56	8,98
−10+4,0	3,32	1,10	8,14
−4,0+3,25	4,19	0,25	8,69
−3,25+1,6	1,15	0,25	7,95
−1,6+1,25	1,06	1,06	6,42
−1,25+0,16	16,63	1,33	13,11
−0,16+0,071	40,69	0,63	9,61
−0,071+0,045	17,44	0,45	8,99
−0,045	7,96	0,78	12,26

Olingan natijalarni kompleks baholash shuni ko‘rsatadiki, Chodak texnogen chiqindilarini qayta ishlashda granulometrik tarkib, qimmatli komponentlarning konsentratsiyasi va oltinning mineralogik mavjudlik shakli o‘zaro bog‘liq holda ko‘rib chiqilishi kerak. Xususan, oltinning bir qismi erkin holatda bo‘lishi uni fizik boyitish usullari orqali ajratish imkoniyatini ko‘rsatadi, mineralogik bog‘langan oltinning mavjudligi esa qo‘shimcha texnologik ishlov berishni talab qilishi mumkin. Shuning uchun dastlabki klassifikatsiya va fraksiyalarni alohida baholash keyingi boyitish jarayonlarining texnologik parametrlarini tanlash uchun muhim asos bo‘lib xizmat qiladi. Ushbu yondashuv chiqindilarning tarkibiy xususiyatlarini hisobga olgan holda oltin va kumushni qayta ajratib olish imkoniyatlarini yanada chuqurroq o‘rganishga imkon beradi.

Umuman, tadqiqot natijalari Chodak oltin boyitish fabrikasi chiqindilarida qayta ishlash uchun texnologik qiziqish uyg‘otadigan miqdorda oltin va kumush mavjudligini ko‘rsatadi. Kimyoviy, granulometrik va mineralogik tahlillar natijasida olingan ma’lumotlar texnogen chiqindilarni ikkilamchi mineral xomashyo sifatida baholash va ularni qayta ishlashning maqbul texnologik yo‘nalishlarini ishlab chiqish uchun dastlabki ilmiy asosni shakllantiradi.

XULOSA

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

O‘tkazilgan tadqiqotlar natijasida Chodak oltin boyitish fabrikasida hosil bo‘lgan texnogen chiqindilar tarkibida qayta ajratib olish uchun muhim bo‘lgan oltin va kumush mavjudligi aniqlandi. Turli chuqurliklardan olingan namunalar bo‘yicha oltin miqdori 0,60–1,68 g/t, kumush miqdori esa 4,35–28,89 g/t oralig‘ida o‘zgargan. Oltinning mineralogik mavjudlik shakllari tahlili uning 60,6 % qismi erkin va birlashgan, 25,64 % qismi esa tog‘ jinsini hosil qiluvchi minerallar va sulfidlar bilan bog‘langan holatda ekanligini ko‘rsatdi. Granulometrik tahlilda mayda fraksiyalarning ustunligi aniqlanib, −0,071 mm fraksiyaning ulushi turli qatlamlarda 85–87 % ni tashkil etdi.

Granulometrik fraksiyalar bo‘yicha o‘tkazilgan kimyoviy tahlillar oltin va kumushning zarracha o‘lchamiga qarab turlicha taqsimlanganligini ko‘rsatdi. Oltin miqdori 0,25–1,33 g/t, kumush miqdori esa 2,73–13,11 g/t oralig‘ida bo‘lib, eng yuqori qiymatlar −1,25+0,16 mm fraksiyada mos ravishda 1,33 g/t Au va 13,11 g/t Ag ni tashkil etdi. Olingan natijalar Chodak texnogen chiqindilarini ikkilamchi mineral xomashyo sifatida qayta ishlash imkoniyatlarini ko‘rsatadi. Bunda qimmatli komponentlarning granulometrik va mineralogik taqsimlanishini hisobga olgan holda dastlabki klassifikatsiya va mos boyitish usullarini tanlash keyingi texnologik tadqiqotlarning muhim yo‘nalishi sifatida qaraladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Samadov A.U., Nosirov N.I., Umirzoqov A.A. Processing of Layout Tails of Gold-Extracting Plants. Central Asian Journal of Theoretical and Applied Science. 2022; 3(1): 7–13.
2. Nosirov N.I., Suyarov Zh.U. Study of the Dressability of Gold-Bearing Tailings. Central Asian Journal of Theoretical and Applied Science. 2021; 2(4): 11–16.
3. Surimbayev B., Bolotova L., Akcil A., Yessengarayev Y., Khumarbekuly Y., Kanaly Y., Akzharkenov M. Gravity Concentration of Gold-Bearing Ores and Processing of Concentrates: A Review. Mineral Processing and Extractive Metallurgy Review. 2025; 46(7): 726–750. DOI: 10.1080/08827508.2024.2395824.
4. Na H., Eom Y., Yoo K., Alorro R.D. A Review on the Reprocessing of Sulfide Tailings for Resource Recovery and AMD Prevention Using Mineral Processing Methods. Minerals Engineering. 2024; 218: 109025. DOI: 10.1016/j.mineng.2024.109025.
5. Li S., Chen J., Gao W., Lyu X., Liang Z., Zhou W. Current Situation and Prospects for the Clean Utilization of Gold Tailings. Waste Management. 2024; 180: 149–161.
6. Guo X., Chang J., Li D., Qin H., Wei Y., Qiao J. Research Progress on Comprehensive Recovery and Utilization of Gold-Bearing Tailings in China: A Review. JOM. 2025; 77: 3275–3294. DOI: 10.1007/s11837-024-06788-9.
7. Kursunoglu S. A Review on the Recovery of Critical Metals from Mine and Mineral Processing Tailings: Recent Advances. Journal of Sustainable Metallurgy. 2025; 11: 2023–2050. DOI: 10.1007/s40831-025-01126-y.
8. Tapfuma A., Mutimutema P., Bazhko O., Nkabinde S., Ledwaba M., Kabangu J.M., Chiwaye N., Muller E., Ndlovu G. Gold Tailing Metal Extraction and Sustainable End-Use: A Closed-Loop Review. Minerals Engineering. 2026; 239: 110075. DOI: 10.1016/j.mineng.2026.110075.
9. Allan G.C., Woodcock J.T. A Review of the Flotation of Native Gold and Electrum. Minerals Engineering. 2001; 14(9): 931–962. DOI: 10.1016/S0892-6875(01)00103-0.
10. Adams M.D. (Ed.). Gold Ore Processing: Project Development and Operations. 2nd ed. Amsterdam: Elsevier; 2016.
11. Wills B.A., Finch J.A. Wills' Mineral Processing Technology: An Introduction to the Practical Aspects of Ore Treatment and Mineral Recovery. 8th ed. Oxford: Butterworth-Heinemann; 2016.

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

12. Anning C., Wang J., Chen P., Batmunkh I., Lyu X. Determination and Detoxification of Cyanide in Gold Mine Tailings: A Review. Waste Management & Research. 2019; 37(11).
13. Akcil A., Ghorbani Y. Gold Mining Tailings as a Sustainable Secondary Resource: Environmental Impacts, Processing Technologies and Metal Recovery: A Review. Mineral Processing and Extractive Metallurgy Review. 2026. DOI: 10.1080/08827508.2026.2693551.
14. Marsden J.O., House C.I. The Chemistry of Gold Extraction. 2nd ed. Littleton, CO: Society for Mining, Metallurgy, and Exploration (SME); 2006.
15. Chryssoulis S.L., McMullen J. Mineralogical Investigation of Gold Ores and Its Implications for Gold Recovery. In: Adams M.D., ed. Gold Ore Processing: Project Development and Operations. Elsevier; 2005.

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.